



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA**  
**INSTITUTO DE DISEÑO**

**“DISEÑO DE VIVIENDA CON FERROCEMENTO Y COMPARATIVA DE  
COSTOS CON CONCRETO ARMADO”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**INGENIERO EN DISEÑO**

PRESENTA:  
**RAÚL HERRERA MARTÍNEZ**

DIRECTOR DE TESIS:  
DRA. LILIANA E. SÁNCHEZ PLATAS

Huajuapán de León, Oaxaca, Marzo del 2018

*“Porque Dios da la sabiduría, y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia”.*

*Proverbios 2:6*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Doy gracias primeramente a Dios por darme la sabiduría e inteligencia, y por guiarme en este largo camino. Gracias a mis hermanos Aida y Damián por el apoyo que me brindaron, pero principalmente quiero agradecer a mis Padres Efraín Herrera Gómez y Refugia Martínez Ramírez por todo el apoyo incondicional que me han ofrecido, sin el cual no sería posible este sueño. Así mismo agradezco a familiares y amigos que forman parte de este logro.*

*Por otra parte agradezco a mi directora de Tesis la Dra. Liana E. Sánchez Platas por guiarme en la elaboración de este proyecto, por su paciencia y dedicación, y por todo el esfuerzo con el cual se pudo concluir esta tesis.*

*Y por último quiero agradecer al Arq. Jesús Sánchez Luqueño y su esposa Reyna Castelán Flores por los consejos, ánimos, ayuda y sobre todo por su amistad.*

## ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO I. ASPECTOS PRELIMINARES</b> .....	10
1.1 Introducción .....	11
1.2 Antecedentes .....	12
1.3 Planteamiento del tema .....	14
1.4 Problemas a resolver .....	15
1.5 Justificación .....	17
1.6 Objetivo general .....	18
1.7 Objetivos específicos y metas .....	18
1.8 Metodología .....	19
<b>CAPÍTULO II. LA VIVIENDA</b> .....	21
2.1 Definición .....	22
2.2 Antecedentes sobre la vivienda .....	23
2.2.1 Clasificación de la vivienda .....	25
2.2.1.1 Clasificación por precio .....	26
2.2.1.2 Clasificación por forma de construcción .....	26
2.2.1.3. Clasificación por número de viviendas por lote .....	27
2.2.2. Vivienda de interés social .....	28
2.2.3 Producción de vivienda en México .....	30
2.3 Problemática de la Vivienda .....	31
2.3.1 Número y tamaño de los hogares .....	33
2.3.2 Condiciones habitacionales de los integrantes del hogar .....	33
2.3.3 Demanda de vivienda .....	35
2.3.3.1 Demanda de vivienda por componente .....	36
2.3.3.2 Demanda de vivienda por tipo de solución .....	37
2.3.3.3 Demanda de vivienda por entidad federativa .....	39
2.4 Costos y subsidios de la vivienda .....	41
2.4.1 Montos del Subsidio .....	42
2.4.2 Costos del terreno para edificación de vivienda .....	42
2.5 Sistemas de construcción para viviendas de interés social en México .....	45
2.6 Concreto armado .....	48
2.6.1 Breve reseña histórica .....	48
2.6.2 Componentes .....	49

2.6.3 El concreto armado como sistema de construcción .....	49
<b>2.7 El Ferrocemento .....</b>	<b>50</b>
2.7.1 Definición.....	50
2.7.2 Antecedentes.....	51
2.7.3 Ferrocemento como sistema constructivo .....	54
2.7.4 Ferrocemento: Componentes.....	54
2.7.4.1 Mallas de refuerzo.....	54
2.7.4.2 Refuerzo de acero.....	55
2.7.4.3 Mortero hidráulico .....	56
2.7.4.4 Cemento.....	56
2.7.4.5 Arena.....	58
2.7.4.6 Agua .....	58
<b>2.8 El ferrocemento y la vivienda .....</b>	<b>58</b>
2.8.1 Reporte para definir el método de construcción .....	65
<b>2.9 Normativas y Reglamentos.....</b>	<b>66</b>
2.9.1 Refuerzo de la cáscara .....	66
2.9.2 Concreto.....	67
2.9.3 El cemento .....	67
2.9.4 Acero de Refuerzo .....	68
2.9.5 Sismos.....	68
2.9.6 Análisis del reglamento de construcción del estado de Oaxaca .....	69
<b>2.10 Procedimiento de construcción .....</b>	<b>70</b>
2.10.1 Limpieza del Terreno o Lote.....	70
2.10.2 Trazado .....	71
2.10.3 Excavación.....	71
2.10.4 Plantilla perimetral .....	72
2.10.5 Armado de zapata y contra-trabe perimetral .....	73
2.10.6 Colado y Muro de enrace.....	74
2.10.7 Relleno y compactación del suelo .....	76
2.10.8 Trabe de contra-volteo perimetral .....	77
2.10.9 Trabe de contra-volteo central .....	78
2.10.10 Anclaje de castillos y varillas verticales .....	79
2.10.11 Losa de cimentación .....	80
2.10.12 Armado de muros.....	82

2.10.13 Armado de losa .....	83
2.10.14 Colocación del metal desplegado y engrapado.....	86
2.10.15 Aplicación de la mezcla.....	88
2.10.16 Aplanado de muro .....	89
2.10.17 Terminación de losa.....	91
2.10.18 Losa de entrepiso y azotea.....	92
<b>CAPÍTULO III. CONCEPTO DE DISEÑO.....</b>	<b>95</b>
<b>3.1 Metodología de Diseño Arquitectónico.....</b>	<b>96</b>
<b>3.2 Requerimientos de Diseño .....</b>	<b>97</b>
<b>3.3 Proyecto Arquitectónico.....</b>	<b>101</b>
3.3.1 Programa de necesidades.....	101
3.3.2 Diagrama de flujo .....	101
3.3.3 Programa arquitectónico .....	102
3.3.4 Diagrama de interrelación .....	103
3.3.5 Diagrama de funcionamiento .....	105
3.3.6 Estudio de áreas mínimas.....	106
<b>3.4 Partido general.....</b>	<b>109</b>
3.4.1. Diseño de la propuesta .....	109
3.4.2. Selección de la propuesta.....	119
<b>CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>123</b>
<b>4.1 Planta arquitectónica baja.....</b>	<b>124</b>
<b>4.2. Planta arquitectónica alta .....</b>	<b>125</b>
<b>4.3 Planta de conjunto .....</b>	<b>126</b>
<b>4.4 Fachada principal.....</b>	<b>127</b>
<b>4.5 Fachada posterior.....</b>	<b>128</b>
<b>4.6 Fachada lateral izquierda .....</b>	<b>129</b>
<b>4.7 Fachada lateral derecha .....</b>	<b>130</b>
<b>4.8 Corte Y-Y' .....</b>	<b>131</b>
<b>4.9 Corte X-X' .....</b>	<b>132</b>
<b>4.10 Planta de cimentación .....</b>	<b>133</b>
<b>4.11 Estructural de entrepiso .....</b>	<b>134</b>
<b>4.12 Detalles estructurales.....</b>	<b>135</b>
<b>4.13 Instalación sanitaria e hidráulica .....</b>	<b>137</b>
<b>4.14 División de área para instalación eléctrica.....</b>	<b>139</b>

<b>4.15 Instalación eléctrica</b> .....	141
<b>4.16 Planos de acabados</b> .....	143
<b>CAPÍTULO V. EVALUACIÓN</b> .....	146
<b>5.1 Desglose por etapas de construcción</b> .....	147
<b>5.2 Análisis de costo</b> .....	147
<b>Conclusiones</b> .....	161
<b>Anexo 1 Números generadores de la vivienda de interés social media.</b> .....	163
<b>Anexo 2 Catálogo de conceptos y cantidades de obra para expresión de precios con concreto armado.</b> .....	169
<b>Bibliografía</b> .....	177

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Modelo de vivienda de ferrocemento sometida a vibración (Bedoya, 2005).....	12
<i>Figura 2.</i> Tipos de techos propuestos por Mejía (2005) .....	13
<i>Figura 3.</i> Armado de techo, Mejía (2005) .....	13
<i>Figura 4.</i> Propuesta de techo, Mejía (2005).....	13
<i>Figura 5.</i> Bote construido por Lambot .....	51
<i>Figura 6.</i> Esquema del material por Lambot .....	51
<i>Figura 7.</i> Joseph Lambot .....	52
<i>Figura 8.</i> Joseph Monier.....	52
<i>Figura 9.</i> Obras con ferrocemento de Pier Luigi Nervi.....	53
<i>Figura 10.</i> Acero corrugado.....	56
<i>Figura 11.</i> Fotografía de Casa de la Naturaleza, Moscoso (2013). .....	60
<i>Figura 12.</i> Fotografía de Casa semi-subterránea, Moscoso.....	60
<i>Figura 13.</i> Fotografía de Casa Nautilus, Senosiain (2017).....	61
<i>Figura 14.</i> Imagen Nautilus, Azotea, Corte y Fachada, Senosiain (2017).....	62
<i>Figura 15.</i> Fotografía de Casa Flor, Senosiain (1993).....	62
<i>Figura 16.</i> Fotografía de Biblioteca Secundaria Técnica 232, Luqueño. ....	63
<i>Figura 17.</i> Fotografía de Casa Odón, Luqueño (2013). ....	64
<i>Figura 18.</i> Fotografía de Departamentos Dúo, Luqueño. ....	64
<i>Figura 19.</i> Limpieza de terreno manual .....	70
<i>Figura 20.</i> Limpieza con maquinaria .....	70
<i>Figura 21.</i> Fotografía trazado de la cimentación, Casa Odón, Luqueño. ....	71
<i>Figura 22.</i> Fotografía de excavación terminada para la cimentación de Casa Odón, Luqueño. ....	72
<i>Figura 23.</i> Fotografía plantilla de la zapata perimetral de Casa Odón, Luqueño. ....	73
<i>Figura 24.</i> Fotografía armado de zapata y contra-trabe perimetral de Casa Odón, Luqueño. ....	74
<i>Figura 25.</i> Fotografía de cimbrado con triplay y colado de contra-trabe perimetral, Luqueño.....	75

<i>Figura 26.</i> Fotografía de colocación de Muro de enrase sobre la contra-trabe perimetral, Luqueño. ....	75
<i>Figura 27.</i> Relleno del área utilizando maquinaria, Casa Odón, Luqueño. ....	76
<i>Figura 28.</i> Fotografía compactación manual del relleno, Casa Odón, Luqueño.....	76
<i>Figura 29.</i> Fotografía de armado de trabe de contra-volteo perimetral, autoría propia. ....	77
<i>Figura 30.</i> Detalle de trabe de contra-volteo perimetral, Luqueño. ....	77
<i>Figura 31.</i> Fotografía de armado de trabe de contra-volteo central, Luqueño. ....	78
<i>Figura 32.</i> Imagen de detalle de trabe de contra-volteo central, Luqueño. ....	78
<i>Figura 33.</i> Fotografía de anclado de castillos en cadena de contra-volteo perimetral y central, Casa Odón, Luqueño. ....	79
<i>Figura 34.</i> Fotografía de anclaje de varilla vertical en trabes de contra-volteo perimetral y central, autoría propia. ....	79
<i>Figura 35.</i> Fotografía de la colocación de bastones como refuerzo de la losa de cimentación, Casa Odón, Luqueño. ....	80
<i>Figura 36.</i> Fotografía colocación de instalación Sanitaria, Luqueño. ....	81
<i>Figura 37.</i> Fotografía de colado de losa de cimentación, Luqueño. ....	81
<i>Figura 38.</i> Fotografía de losa de cimentación colada, Luqueño.....	82
<i>Figura 39.</i> Fotografía del armado de muros de ferrocemento, Casa Odón, Luqueño. ....	83
<i>Figura 40.</i> Fotografía del armado de losa tipo cúpula, autoría propia. ....	84
<i>Figura 41.</i> Fotografía de armado de losa tipo media caña, Luqueño. ....	85
<i>Figura 42.</i> Fotografía de la colocación de los ductos para instalación eléctrica, autoría propia. ....	85
<i>Figura 43.</i> Fotografía de la instalación hidráulica, Luqueño. ....	86
<i>Figura 44.</i> Fotografía del Engrapado de muro, autoría propia.....	87
<i>Figura 45.</i> Fotografía de engrapado de muro utilizando pinzas mecánicas, autoría propia.....	87
<i>Figura 46.</i> Fotografía de aplicación del mortero con cuchara de albañil, autoría propia.....	88
<i>Figura 47.</i> Fotografía de plicación del mortero en muro utilizando llana de gaucho, Luqueño. ....	89
<i>Figura 48.</i> Fotografía de aplanado de muro, Luqueño. ....	90
<i>Figura 49.</i> Fotografía de terminado de muro utilizando llana de gaucho, Luqueño. ....	90
<i>Figura 50.</i> Fotografía de colocación del mortero en losa con llana de gaucho.....	91
<i>Figura 51.</i> Fotografía del colado de losa con mortero, autoría propia. ....	92
<i>Figura 52.</i> Fotografía de losa de entrepiso, Luqueño. ....	93
<i>Figura 53.</i> Fotografía de colado de firme de entrepiso, Luqueño. ....	93
<i>Figura 54.</i> Diagrama de flujo del usuario de la casa de interés social media, elaboración propia.	102
<i>Figura 55.</i> Separación por zonas, Fonseca (1994). ....	102
<i>Figura 56.</i> Diagrama de inter-relación de la casa de interés social media, elaboración propia.....	104
<i>Figura 57.</i> Diagrama de funcionamiento de la vivienda de interés social media, elaboración propia. ....	105
<i>Figura 58.</i> INFONAVIT: Dimensiones mínimas .....	107
<i>Figura 59.</i> Imagen de Cochinilla de humedad .....	111
<i>Figura 60.</i> Propuesta 1 – Perspectiva y plantas arquitectónicas-.....	113
<i>Figura 61.</i> Cascaron de huevo, de gallina.....	114
<i>Figura 62.</i> Propuesta 2 – Perspectiva y plantas arquitectónicas- .....	116
<i>Figura 63.</i> Molusco terrestre ( <i>babosa</i> ).....	117
<i>Figura 64.</i> Propuesta 3 – Perspectiva y plantas arquitectónicas-.....	118



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Clasificación por precio de la vivienda de interés social de acuerdo a la superficie construida. Fuente: CVE, 2015 .....	26
<i>Tabla 2.</i> Clasificación de la vivienda por forma de construcción. Fuente: CEV, 2015 .....	27
<i>Tabla 3.</i> Clasificación de la vivienda por número de construcciones por lote. Fuente: CEV, 2015.	27
<i>Tabla 4.</i> Porcentaje de integrantes del hogar que viven en condiciones de hacinamiento por entidad federativa 2015, INEGI, 2017.....	34
<i>Tabla 5.</i> Demanda de vivienda por componente, 2015. Fuente: Elaborado por la DEEV, SHF .....	36
<i>Tabla 6.</i> Comparación de demanda de vivienda por número de créditos, entre los años 2015 y 2016. Fuente: Elaborado por la DEEV, SHF .....	37
<i>Tabla 7.</i> Número de créditos por tipo de solución, 2016. Fuente: Elaborado por la DEEV, SHF.....	38
<i>Tabla 8.</i> Demanda de vivienda por entidad federativa, 2016. (Número de créditos). Fuente: DEEV, SHF. ....	40
<i>Tabla 9.</i> Número de hogares y variación en años, Fuente: INEGI,2017.....	41
<i>Tabla 10.</i> Valor del terreno por entidad federativa a nivel nacional, periodo Enero-Junio. Fuente: Elaborado por la DEEV con información de la base de avalúos, SHF.....	44
<i>Tabla 11.</i> Valor del terreno por m <sup>2</sup> por entidad federativa y a nivel nacional, 2015 enero - junio (pesos corrientes). Fuente: Elaborado por la DEEV con información de la base de avalúos, SHF ...	45
<i>Tabla 12.</i> Tipos de sistemas de construcción para la oferta y demanda de la vivienda comercial (Industrial). Elaboración propia.....	46
<i>Tabla 13.</i> Catalogación tipológica del mercado de bienes y servicios tecnológicos para la vivienda pública de en México. Fuente: CONAVI, 2010.....	47
<i>Tabla 14.</i> Clasificación de los tipos de malla para refuerzo de la estructura del ferrocemento. Fuente: UNATSABAR, 2003. ....	55
<i>Tabla 15.</i> Comparativa de aspectos en el proceso constructivo de ferrocemento. Elaboración propia.....	65
<i>Tabla 16.</i> Requerimientos espaciales de diseño a partir de las funciones base de una vivienda. ...	97
<i>Tabla 17.</i> Requerimientos normativos de diseño para la propuesta.....	98
<i>Tabla 18.</i> Requerimientos de acero y mortero estructural.....	98
<i>Tabla 19.</i> Programa de necesidades. Elaboración propia.....	101
<i>Tabla 20.</i> Programa arquitectónico separado por zonas. Elaboración propia.....	103
<i>Tabla 21.</i> Estudio de áreas mínimas. Fuente: Código de Edificación de Vivienda, 2010. ....	106
<i>Tabla 22.</i> Estudio de áreas mínimas para la vivienda de interés social media. Elaboración propia. ....	108
<i>Tabla 23.</i> Matriz de correlación para la selección de la mejor alternativa. Elaboración propia. ...	121
<i>Tabla 24.</i> Comparación de costos entre sistemas constructivos. Elaboración propia. ....	157

## **CAPÍTULO I. ASPECTOS PRELIMINARES**

## 1.1 Introducción

Desde el origen del hombre, los seres humanos han tenido la necesidad de construir espacios donde estén protegidos y puedan realizar sus actividades básicas como comer, asearse, dormir y descansar, estos espacios fueron evolucionando con el paso del tiempo, utilizando diferentes materiales, técnicas y formas las cuales fueron aptas para cada región o lugar. La misma naturaleza dio paso a edificar todo tipo de espacios, es así como surge la vivienda y se convierte en una necesidad del hombre, (Bedoya, 2005).

Con el paso del tiempo la vivienda ha evolucionado, pero no deja de ser un bien que los seres humanos necesitan para el desarrollo de sus actividades, sin embargo el crecimiento poblacional trae consigo la demanda de vivienda, por lo cual se deben generar alternativas para cubrir dicho requerimiento, (Quivera, 2011).

El presente proyecto de tesis plantea el diseño de un tipo de vivienda de interés social con un sistema alternativo de construcción, Ferrocemento, el cual ofrece diferentes condiciones que los sistemas constructivos tradicionales; proponiendo una vivienda donde poderse aislar si se desea, con espacios, seguridad, iluminación, ventilación y que considere el lugar de trabajo, todo ello a un costo accesible para el desarrollo de las actividades básicas humanas, (Provea, 2008). Se retoma el sistema constructivo ferrocemento debido a la similitud que tienen con el sistema tradicional (concreto armado), ambos sistemas constructivos utilizan una misma matriz aglutinante y un volumen de refuerzo, además obedecen a los mismos principios mecánicos ya que el ferrocemento surge como antecesor del concreto armado pero debido a la escasa tecnología de su época fue olvidado por años. (Bedoya Ruiz, 2005)

El presente proyecto permitió un análisis para reducir los costos de construcción utilizando el sistema constructivo de ferrocemento, considerando las medidas mínimas necesarias, integrando el marco teórico de la vivienda y del sistema constructivo utilizado, permitiendo un desglose por cada etapa de construcción, con la finalidad de potencializar cada una de ellas, proporcionando a los usuarios una solución integral de vivienda, así como una comparativa de costos entre la propuesta y el sistema tradicional (concreto armado).

## 1.2 Antecedentes

La escasez de vivienda y las dificultades que se presentan para obtener este bien es un tema presente en el que se deben generar nuevas propuestas con técnicas de construcción que permitan nuevos diseños. Existen sistemas constructivos los cuales ayudan a la creación de nuevas propuestas, sin embargo la costumbre del usuario en ambientes conocidos, hace que tenga preferencia por algunos materiales o sistemas constructivos y gocen de su confianza, a esta se le llama construcción tradicional. Aunque la opción no sea más económica de construir, los usuarios tienden elegir este tipo de construcción porque desconoce de la existencia de alternativas favorables de bajo costo (Sosa Pedroza, 2003).

En la necesidad de encontrar nuevos materiales que ayuden a la problemática de escasez de vivienda para la generación de nuevas propuestas Bedoya Ruiz, (2005) tuvo como resultado de su investigación (*Estudio de resistencia y vulnerabilidad sísmicas de viviendas de bajo costo estructuradas con ferrocemento, Universidad Politécnica de Catalunya.España.*), que el ferrocemento posee grandes características estructurales y mecánicas ante los sismos, así como sus ventajas en costos; las pruebas con el sistema constructivo ferrocemento se aplicaron en la construcción de un modelo de vivienda sometida a vibración utilizando el método de simulación de Monte Carlo ( figura 1), además el autor explica que dichas pruebas ayudarán a que el sistema constructivo de ferrocemento en investigaciones posteriores tenga un mayor peso como sistema alternativo de construcción.



Figura 1. Modelo de vivienda de ferrocemento sometida a vibración (Bedoya, 2005).

El sistema constructivo de ferrocemento también ha tenido lugar en la construcción de techos de vivienda como lo demuestra Mejía (2005), en su investigación titulada *Cascaras de ferrocemento una alternativa para techos en viviendas económicas*, el cual concluye que el ferrocemento puede proveer techos de 2.5cm, el comportamiento bajo una carga distribuida de 122Kg/m<sup>2</sup> (en un techo de 3m x 3m) fue satisfactorio, demostrando la resistencia y estabilidad de los techos de ferrocemento con esta forma de cúpula, además con este tipo de forma la carga siempre será uniformemente distribuida encima de la superficie. La comparación entre resistencia, apariencia y precio de construcción del ferrocemento con respecto a techos convencionales como losa o láminas permite determinar ventajas del sistema constructivo para ser aplicadas en cualquier medio. Además según Mejía “la construcción de techos, como el domo esférico y el paraboloides Hiperbólico (figura 2.), a partir del ferrocemento no requieren materiales ni equipo especial, por lo tanto cualquier persona puede realizarlo, con ello la inversión se reduce al costo de los materiales”

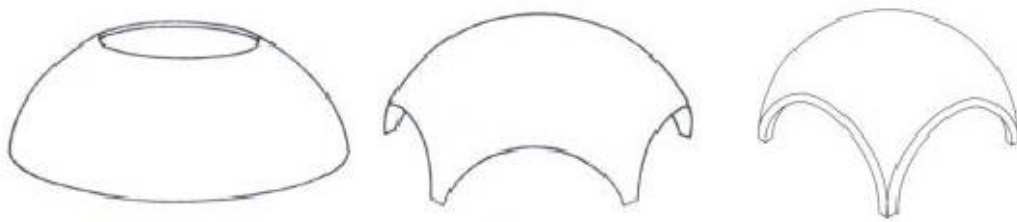


Figura 2. Ejemplos de formas de techo, (Mejía, 2005)



Figura 3. Armado de techo, Mejía (2005)

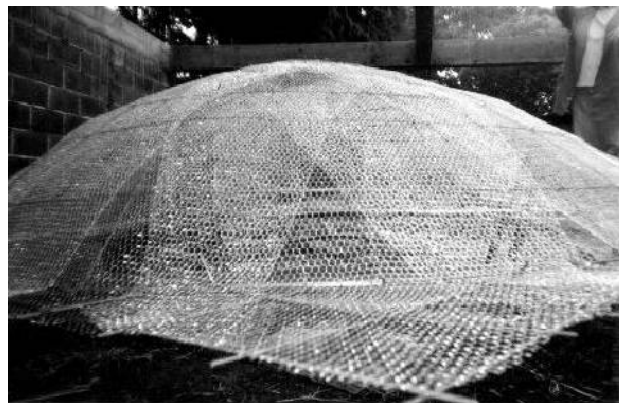


Figura 4. Propuesta de techo, Mejía (2005)

Gracias a las cualidades del ferrocemento como sistema constructivo se ha podido utilizar en la construcción de casas habitación orgánicas y ortogonales, tanques para almacenamiento de agua, albercas, grandes estructuras para techos y losas, embarcaciones, esculturas, muebles, etc.

### **1.3 Planteamiento del tema.**

En el mundo se presenta un déficit habitacional que cubra las necesidades básicas de los usuarios tal que se necesitan aportaciones que pretendan dar soluciones, utilizando materiales regionales que tengan un bajo costo, con tecnologías sostenibles y un buen desempeño estructural (Bedoya, 2005). No obstante la escasa oferta del mercado de vivienda en ocasiones origina el desarrollo de asentamientos informales en zonas de alto riesgo, dando paso a edificaciones de viviendas vulnerables declara Sánchez Corral (2012). En la década pasada la comunidad mundial se ha visto afectada en el ámbito socioeconómico dando paso a que las condiciones de vida y el bienestar humano sean cada vez menos aptos. Dicho fenómeno ha resonado en algunos países los cuales han tratado de dar solución a este problema buscando propuestas para la construcción de viviendas con un bajo costo, (Bedoya, 2005).

En 1950 México contaba con 25 millones de habitantes; para 1970 el incremento de la población ascendió al doble, y en el año 2000 era cuatro veces mayor. De 1950 a 1970 la tasa de natalidad era de 3.2% anual; de 1970 a 1990 fue de, 2.6%, y en la última década del siglo pasado, oscilaba entre el 2%. Aunque la tasa ha decrecido en los últimos años, la población aumentó. De los 25 millones de habitantes que había en 1950, alrededor del 70% vivía en el medio rural y el restante, en el urbano. Para el año 2000 el fenómeno se invirtió: más del 70% de la población era urbana y menos del 30% vivían en el medio rural. Esto significa que el núcleo urbano pasó en 50 años de 7.5 millones a casi 75 millones de personas, es decir, creció 10 veces. Lo anterior ha rebasado la capacidad del Estado y de la sociedad civil para darle asentamiento a la población en las ciudades de manera satisfactoria y dotarla de una vivienda digna, con infraestructura, equipamiento y demás servicios. (Cortés, 2012).

De acuerdo al diagnóstico realizado por el Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI, 2010), en el Estado de Oaxaca se puede identificar y describir la problemática relacionada con las personas de bajos recursos que no cuentan con un techo donde vivir.

Para combatir esta problemática los sistemas constructivos pueden ser una alternativa los cuales ayuden a proponer soluciones de viviendas a un bajo costo, aunque existen varios métodos constructivos, Sosa Pedrosa (2003), afirma que algunos tienen un profundo arraigo en la población en general, dentro del mismo medio de construcción del país los sistemas típicos tienen preferencia sobre otros, que pueden considerarse como alternativos, tal vez por temor al uso de lo novedoso o también por el desconocimiento de su existencia o de sus ventajas como propuestas alternativas de construcción, como es el caso del sistema constructivo ferrocemento.

El ferrocemento es un sistema constructivo con más de un siglo y medio de antigüedad y durante ese tiempo ha tenido diferentes aplicaciones que van desde embarcaciones hasta grandes estructuras. El uso del mortero reforzado con fibras surge desde el imperio Romano, pero un hombre llamado Joseph Louis Lambot produjo a finales del siglo XIX los primeros objetos construidos con mortero reforzado con malla de alambre en Miraval, en el sur de Francia que posteriormente sería llamado ferrocemento.

Lambot concibe el ferrocemento como un material de construcción para ser usado como sustituto de la madera en construcciones navales, arquitectónicas y para uso doméstico, que no es vulnerable a daños ocasionados por agua y humedad. El material tiene una base de malla electro-soldada o varilla geométrica necesaria para el objeto que se quiere construir, este tejido se rellena con una mezcla cementante, (Pama, 1992).

#### **1.4 Problemas a resolver**

La vivienda es una necesidad básica para el ser humano la cual debe satisfacerse, sin embargo conforme pasan los años el crecimiento de la población causa que exista más demanda de vivienda teniendo una escasa oferta. En la ciudad de México la oferta de

vivienda de interés social ha sido asumida por un conjunto de organismos que limita el acceso de vivienda a la población debido a los créditos otorgados por los bancos. No obstante se deben generar alternativas para cubrir los requerimientos y fortalecer la oferta de viviendas rompiendo los paradigmas establecidos de una vivienda de interés social ofreciendo nuevos diseños, con nuevos materiales y pretendiendo un bajo costo. (Villavicencio y Hernández, 2001)

El análisis del tema de vivienda, las características de la vivienda de interés social y las potencialidades del sistema constructivo ferrocemento permitirán integrar un bagaje de conocimiento que fundamenten los requerimientos de diseño de una vivienda de bajo costo; estos requerimientos de diseño extraídos del marco referencial apoyados con una metodología de diseño arquitectónico darán como resultado la conceptualización de diseño del espacio para el desarrollo y proyección de dibujos constructivos con el objetivo de exponer los detalles necesarios, así como el procedimiento del desarrollo de la propuesta de diseño de la vivienda de menor costo con respecto al concreto armado. Esta proyección gráfica de dibujos constructivos permitirá presentar una concentración de información del proceso constructivo que sustentará la realización de un desglose de cada etapa de construcción con los generadores de costos para conocer el monto parcial y total de la propuesta según se requiera, con la finalidad de que el interesado pueda retomar la información que requiera. La recopilación de los resultados de la generación de costos dará paso a la comparación de la propuesta con la estimación del costo total de una vivienda de interés social existente construida con el sistema tradicional (concreto armado), para evaluar la hipótesis sobre el diseño de una vivienda de ferrocemento a un mejor costo comparado con el sistema constructivo tradicional y mostrar los resultados que se obtuvieron a partir de la integración de la información de la vivienda de interés social y el sistema constructivo ferrocemento que concibieron y dieron como resultado el diseño de una vivienda con el sistema constructivo de ferrocemento.



## 1.5 Justificación

La demanda y oferta de la vivienda es uno de los temas principales que desde hace tiempo ha llamado la atención no solo en México si no en varias partes del mundo. La vivienda se concibe como un bien que toda persona debe y necesita adquirir para desarrollar sus necesidades básicas como lo declara la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1917):

Todas las familias tienen derecho a disfrutar de una vivienda digna y decorosa, entendida ésta como el lugar seguro, salubre y habitable que permita la integración social y humana, que cuente con los servicios básicos y brinde a sus ocupantes seguridad jurídica en cuanto a su propiedad y legítima posesión.

Sin embargo esta premisa está lejos de conseguirse puesto que no todos tienen las posibilidades económicas para adquirir una vivienda. En la actualidad, se calcula que entre 30 y 40 millones de mexicanos no tienen una vivienda. Cada año, 560mil nuevas familias se suman a la cifra de quienes carecen de una vivienda propia. Hasta el 2014, el déficit en el país sumó ocho millones de viviendas, esto de acuerdo a datos del INEGI (2017), expuestos por la Asociación Mexicana de Profesionales Inmobiliarios.

Diferiendo con la afirmación de Villavicencio y Hernández (2001), cuando la vivienda es adecuada tiene un alto costo, se propone una vivienda de bajo costo adecuada con el sistema constructivo ferrocemento donde se puedan desarrollar las necesidades básicas de los usuarios. La intención de esta propuesta no solo es diseñar un espacio para ayudar al usuario a desarrollar sus necesidades básicas, si no también, los espacios estarán diseñados de acuerdo con lo establecido en la ley y la normativa de construcción. Dicha propuesta se comparará con la estimación del costo total de una vivienda construida con el sistema constructivo tradicional (concreto armado) para sustentar que la alternativa que se propone cumple con los requerimientos de una vivienda habitable.

La idea de proponer una vivienda de bajo costo con el sistema constructivo ferrocemento no pretende erradicar por completo la problemática de escases de vivienda sino proveer de una alternativa más a los usuarios.

## 1.6 Objetivo general

Diseñar una vivienda implementando el sistema constructivo de ferrocemento, comparando los costos de construcción con el sistema de concreto armado.

## 1.7 Objetivos específicos y metas

1. Caracterización de la vivienda y el sistema constructivo ferrocemento.  
*Meta 1. Recopilación de datos e información de viviendas construidas con ferrocemento.*  
*Meta 2. Caracterizar el método para construcción con ferrocemento.*  
*Meta 3. Recopilación de datos respecto al sistema constructivo ferrocemento y métodos de construcción.*
  
2. Definir requerimientos de diseño para el desarrollo de una vivienda de interés social con el sistema constructivo ferrocemento.  
*Meta 4. Realizar un listado de requerimientos a partir del Marco Referencial.*
  
3. Conceptualización de diseño de la vivienda de interés social con el sistema constructivo ferrocemento.  
*Meta 5. Elaborar bocetos.*  
*Meta 6. Elaborar análisis de correlación y selección de la propuesta de diseño. (Selección de la mejor alternativa)*
  
4. Desarrollar la propuesta de la vivienda de interés social con el sistema constructivo ferrocemento.  
*Meta 7. Dibujo de planos constructivos.*  
*Meta 8. Reporte para definir el método de construcción.*  
*Meta 9. Planos de instalaciones (sanitarias, hidráulicas y eléctricas).*
  
5. Desglosar los costos de construcción.  
*Meta 10. Elaborar generadores de construcción.*

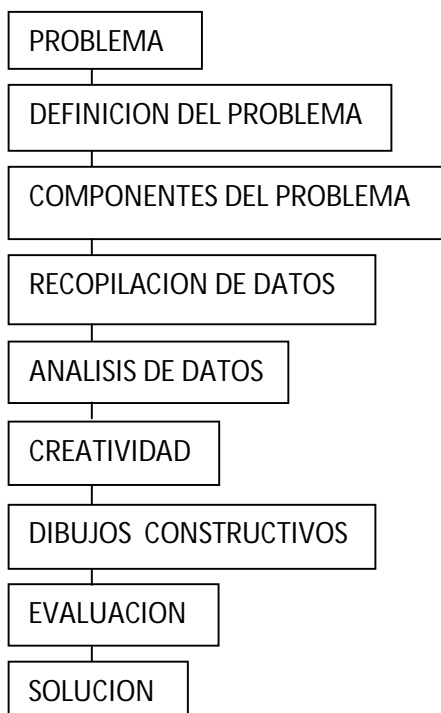
6. Comparar costos de construcción.

*Meta 11. Comparativa de costos entre sistemas constructivos.*

## 1.8 Metodología

A continuación en este apartado se planteará la metodología de diseño para la realización del proyecto de tesis. La cual fue fundamentada de la metodología de Bruno Munari (1983).

### METODOLOGIA



El problema. Vivienda de interés social con un sistema constructivo eficiente y de bajo costo.

Definición del problema. Diseño de vivienda de interés social con ferrocemento y comparativa de costos con concreto armado.

Componentes del problema. En esta etapa se realizó una investigación donde tuvo lugar la integración de la vivienda de interés social y el sistema constructivo de ferrocemento.

Recopilación de datos. Ayudó a fortalecer el proyecto de tesis con la información de cómo se ha intentado resolver el tema.

Análisis de datos. Permitted la selección de la información para estructurar el marco referencial, además de identificar cuáles son los aspectos a considerar en el diseño de una vivienda de interés social y como el sistema constructivo ferrocemento los fortalece.

Creatividad. Se realizó el concepto de diseño.

Dibujos constructivos. Elaboración de planos constructivos.

Evaluación. Desglose de costos por etapas de construcción y comparativa con el concreto armado.

Solución. Planos finales, desglose de costos de la propuesta de diseño y estimación del monto total.

## **CAPÍTULO II. LA VIVIENDA**

## 2.1 Definición

La vivienda se define como un bien complejo, el cual debe integrar un conjunto de atributos o características que ayudan a satisfacer necesidades, estos atributos pueden variar de acuerdo al contexto histórico y cultural. La vivienda se puede interpretar desde dos perspectiva, la primera es a partir de la función que cumple como satisfactor de necesidades básicas humanas con la cual se puede determinar la existencia del ser humano a lo largo de toda su historia; y la segunda desde las características que debe tener en cuanto a forma, volumen y diseño (DANE, 2009).

Se pueden distinguir tres términos asociados al concepto de vivienda, estos son: casa, hogar y residencia; la palabra vivienda proviene del latín *vivienda*, cuya raíz es la palabra *vivêre*, que quiere decir vivir. Así mismo, define la palabra vivienda como una morada o habitación, como género de vida o modo de vivir (Real Academia Española, 1970).

El hecho que la vivienda sea un término complejo, hace difícil establecer una única definición, aunque cabe destacar que existen diversas definiciones. Sin embargo, se pueden vincular tres variables que dan sentido a las definiciones, estas variables son: personal, social y físico, (Sixsmith, 1986). Por tal motivo, la vivienda no solo consiste en un conjunto de paredes o muros estructurados al azar o sistemáticamente, sino que la estructura física de la vivienda se adapta para lograr una mejor satisfacción con la misma. Es decir, las personas son las que eligen una vivienda para conseguir la adaptación del espacio y lugar. De acuerdo con Pasca García (2014), la vivienda no es solo un ambiente físico, también es un concepto afectivo y social, tal afirmación se sustenta en estudios realizados en Hayward donde el objetivo fue tratar de responder a la pregunta “¿Qué es la vivienda?” utilizando 85 tarjetas con significados distintos de vivienda para agruparlas por similitud, lo que tuvo como resultado 9 asociaciones: la vivienda como intimidad, red social, identidad, privacidad y refugio, continuidad, lugar personalizable, lugar para los niños y estructura física.

De manera general la vivienda es una integración de diversos factores que permiten al ser humano desarrollarse individual y socialmente. Por sus características representa un bien que ocupa un lugar relevante entre las preocupaciones y necesidades de la población; es constituido como un bien primario de defensas ante los rigores

climáticos, que todo individuo tiene derecho a poseer, aunque el crecimiento continuo de la población y el alza de precios hace cada vez más difícil su adquisición. Por lo cual es necesario la creación de nuevas propuestas de diseño y construcción para generar alternativas ante tal situación (DANE, 2009).

## **2.2 Antecedentes sobre la vivienda**

La evolución de la vivienda a través de la historia se refleja en los aspectos espaciales asociados a distintos métodos de construcción, que fueron desarrollados a partir de la aparición de nuevas actividades, todas estas producto de las necesidades de los usuarios. Tal evolución se presenta de forma diferente en cada parte del planeta debido a factores como el clima, los valores sociales, estilos de vida, creencias, entre otros, los cuales al conjuntarlos definen la forma, el color y el tamaño de las viviendas. Las peculiaridades específicas de una vivienda dependen del tiempo, del terreno, de los materiales, de las técnicas de edificación y de los factores simbólicos como la clase social o recursos económicos.

El ser humano, a través de su desarrollo como individuo tránsito de una primera fase donde el concepto de vivienda se concebía como un lugar o espacio donde su función principal era la de proteger del medio ambiente, de animales y de otros humanos integrándose al medio donde se habitaba, a una segunda fase donde el desarrollo de las primeras ideas y herramientas le permitieron la construcción de las primeras viviendas formales, estas edificaciones y formas de acondicionamiento mantenían un equilibrio que permitían la adaptabilidad con el medio físico natural a través de formas no impactantes. No obstante con esta segunda fase la evolución del hombre permitió el desarrollo de nuevos materiales, nuevas técnicas y formas de construcción, cambiando constantemente el proceso de diseñar y construir viviendas (Senosiain, 1996).

Los primeros indicios de vivienda y las soluciones espaciales que se desarrollaron a lo largo de la historia dieron como resultado lo que hoy en día se conoce como Arquitectura Vernácula que se caracteriza por el uso de materiales autóctonos, este

tipo de arquitectura para la edificación de viviendas está vinculada directamente con los materiales y métodos de construcción de cada región; algunas de estas técnicas o métodos constructivos han perdurado hasta la actualidad; en las zonas tibias y cálidas, se puede emplear la tierra cruda para la elaboración de adobes y tapiales, o bien cocida en forma de ladrillos. El adobe uno de los materiales más térmicos para la construcción se elabora con barro y paja, y es secado al sol. El tapial se desarrolla utilizando una cimbra de madera para posteriormente rellenarla con tierra (en la mayoría de los casos tierras areniscas) y es apisonada humedeciendo cada capa que se agrega hasta obtener la altura deseada de los muros. Otro material de construcción vernácula es la cal, la cual se utilizaba para construir y recubrir muros, pero ahora se utiliza como un tipo de aglutinante para la composición de morteros y es uno de los recubrimientos impermeables más usados (Ovacen, 2017).

La evolución de la vivienda también proporciona características de adecuación al medio físico donde se construyen y que hasta el día de hoy se pueden utilizar. Las casas se pueden edificar por encima o bien por debajo del nivel de suelo, la mayor parte de las residencias modernas están emplazadas en un nivel superior al del terreno, en ocasiones sobre sótanos semienterrados, singularmente en los tiempos fríos. Los materiales que se utilizan como la propia tierra, madera, ladrillos, piedra, y cada vez en mayor medida hierro y hormigón, sobre todo en las áreas urbanas forman parte de la evolución la vivienda. La mayor parte de las veces los materiales se combinan entre sí, la elección del tipo y forma de la vivienda depende del proyecto arquitectónico, de los gustos del cliente, del servicio y, sobre todo, del costos de los materiales (Ovance, 2117).

La vivienda como bien material en la satisfacción de necesidades también paso a ser parte de las sociedades como un aspecto que influye en el desarrollo de un pueblo, de manera que los gobiernos de cada uno de los países buscan el desarrollo sus pueblos y así ofrecer una mejor calidad de vida (Marín y Monsiváis, 2010) . En el caso de México existe el Código de Edificación de Vivienda (CEV, 2010) el cual tiene como objetivo establecer normas y recomendaciones que permitan el desarrollo del país, este código define a la vivienda con las siguientes palabras:



- Ámbito físico-espacial que presta el servicio para que las personas desarrollen sus funciones vitales básicas. Este concepto implica tanto el producto terminado como el producto parcial en proceso, que se realiza paulatinamente en función de las posibilidades del usuario.
- Estructura material destinada a albergar una familia o grupo social, con el fin de realizar la función de habitar, constituida por una o varias piezas habitables y un espacio para cocinar, y generalmente, sobre todo en el medio urbano, un espacio para baño y limpieza personal. Es el componente básico y generador de la estructura urbana y satisfactor de las necesidades básicas del hombre, por lo cual no se considerará aisladamente, sino como elemento del espacio urbano.

La Ley de Desarrollo Urbano (2013), define a la vivienda:

- Como un espacio delimitado normalmente por paredes y techos de cualquier material, con entrada independiente, que se utiliza para vivir, esto es, preparar alimentos, comer y protegerse. Se considera como entrada independiente al acceso que tiene la vivienda por lo que las personas pueden entrar y salir de ella sin pasar por el interior de los cuartos de otra.

La historia de la vivienda ha sido y será un aspecto importante para el desarrollo y evolución del ser humano, las formas de construcción o edificación sufren cambios constantes, sin embargo el propósito es el mismo, en consecuencia es trabajo de muchos buscar la manera de ofrecer alternativas que permitan que la vivienda no sea un bien escaso en la sociedad, y de este modo permitir tal desarrollo.

### 2.2.1 Clasificación de la vivienda

Según el CVE la clasificación de la vivienda depende del mercado y de las políticas de las fuentes de financiamiento. Las principales características que diferencian a las viviendas son: precio final en el mercado, forma de producción y superficie construida o número de espacios, entre otros.

### 2.2.1.1 Clasificación por precio

La clasificación de la vivienda en cuanto al precio se emplea como fundamento el valor y la forma de producción de la vivienda. Tabla 1. La vivienda de interés social se clasifica en económica, popular, tradicional, media, residencial y residencial plus, el costo varía según la superficie construida. Tabla 2.

**Clasificación de la vivienda de interés social por precio.**

Promedios	Económica	Popular	Tradicional	Media	Residencial	Residencial Plus
Superficie construida promedio	30 m <sup>2</sup>	42.5 m <sup>2</sup>	62.5 m <sup>2</sup>	97.5 m <sup>2</sup>	145 m <sup>2</sup>	225 m <sup>2</sup>
Costo promedio:						
Veces Salario Mínimo Mensual (VSMM)	Hasta 118	De 118.1 a 200	De 200.1 a 350	De 350.1 a 750	De 750.1 a 1,500	Mayor de 1,500
Número de cuartos	Baño Cocina Área de usos múltiples	Baño Cocina Estancia-comedor De 1 a 2 recámaras	Baño Cocina Estancia-comedor De 2 a 3 recámaras	Baño 1/2 baño Cocina Sala Comedor De 2 a 3 recámaras Patio de servicio	De 3 a 5 baños Cocina Sala Comedor De 3 a 4 recámaras Cuarto de Servicio Sala familiar	De 3 a 5 baños Cocina Sala Comedor De 3 a más recámaras De 1 a 2 cuartos de servicios Sala familiar

**Tabla 1.** Clasificación por precio de la vivienda de interés social de acuerdo a la superficie construida. Fuente: CVE, 2015

### 2.2.1.2 Clasificación por forma de construcción

La construcción de vivienda puede ser por encargo o a desarrolladores privados o por autoconstrucción, ver tabla 2. La autoconstrucción es la edificación de una construcción destinada para vivienda realizada de manera directa por el propietario, poseedor o usuario, de forma individual, familiar o colectiva, la cual puede desarrollarse también por la contratación de terceros.

### Clasificación por forma de construcción.

A)	Por encargo a un profesionalista
B)	Realizado por el propietario
C)	Mediante asociaciones o formación de grupos

**Tabla 2.** Clasificación de la vivienda por forma de construcción. Fuente: CEV, 2015

### 2.2.1.3. Clasificación por número de viviendas por lote

Este tipo de vivienda se puede definir de dos formas: Unifamiliar (en donde la construcción está destinada para alojar una sola familia por predio), o Plurifamiliar (en donde la construcción está destinada para alojar a más de dos familias en un mismo predio), como se muestra en la tabla 3.

### Clasificación por número de viviendas por lote

<b>Vivienda Unifamiliar</b>	
A)	Un nivel
B)	Dos niveles
<b>Vivienda Plurifamiliar</b>	
C)	Duplex
D)	Un nivel
E)	Dos niveles
F)	Cinco niveles
G)	+ de 5 niveles

**Tabla 3.** Clasificación de la vivienda por número de construcciones por lote. Fuente: CEV, 2015.

La segmentación o clasificación de la vivienda esta referenciada a algunas de las características de la producción de la vivienda en el país, sin embargo pueden existir otras características las cuales pueden reconfigurar la clasificación.

### 2.2.2. Vivienda de interés social

El derecho a una vivienda es una condición esencial para poder ejercer otros derechos, tratar de dar satisfacción a la necesidad que tienen las personas de contar con un lugar digno para vivir y llevar un estilo de vida segura, autónoma e independiente, de no contar con ello algunos derechos pueden sufrir amenaza. La pretensión de una vivienda adecuada, en realidad, encierra un derecho compuesto, en la cual la vulneración hace peligrar el derecho al trabajo, amenaza contra el derecho a la integridad física y mental, dificulta el derecho a la educación, salud y al libre desarrollo personal y menoscaba el derecho a la elección de residencia que conlleva a la privacidad y la vida familiar (Marín y Monsiváis, 2010).

La vivienda de interés social es un tipo de vivienda que surge a finales del siglo XIX en los países más desarrollados en Europa y particularmente en los Estados Unidos de América, debido a pensamientos éticos y políticos que buscaban la salud pública, la integración familiar y el control de los movimientos sociales (Villavicencio y Hernández, 2001).

El desarrollo de las ciudades industrializadas a principios del siglo XX abrió paso a una fuerza laboral que trajo como consecuencia la necesidad de espacios habitacionales para los trabajadores, llamadas viviendas de interés social (VIS). En 1963 surge en México el Programa Financiero de la Vivienda (PFV) mediante Fovi el cual se financió a partir de la obligatoriedad impuesta a las instituciones bancarias, las cuales debían destinar una parte de los recursos captados del ahorro público. Desde su creación el PFV funciona como un organismo coordinador de las inversiones y de la oferta de la vivienda de interés social, sin embargo, el Fovi fue incapaz de dar respuesta a estas necesidades a pesar de los esfuerzos realizados, su aportación a la eliminación de los problemas de vivienda de la población trabajadora resultó limitada. Por tal motivo, como parte de la reforma constitucional y en respuesta a las demandas de la vivienda social del movimiento obrero, se estableció una aportación patronal del 5% sobre el salario del trabajador surgiendo así en 1972 el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), cuyo objetivo fue establecerse como fondo solidario en el que las aportaciones de los trabajadores de mayores ingresos faciliten el acceso a créditos de menores ingresos, es decir a los trabajadores que tienen

una baja economía. El INFONAVIT destacó como el más importante de los fondos de vivienda por tener la mayor cantidad de agremiados, así como la capacidad para financiar la mayor cantidad de vivienda (Marín y Monsiváis, 2010). De este modo también fueron beneficiadas las empresas constructoras dedicadas a la edificación residencial.

Pero durante la crisis económica del país en los años ochenta, las condiciones financieras del INFONAVIT no se adecuaron al entorno económico del país, lo cual trajo como consecuencia que los trabajadores no recuperaran el ahorro que se había planteado al constituirse, por tal motivo en 1994 INFONAVIT abandona su papel de promotor de vivienda y siguiendo los lineamientos del Banco Mundial se convirtió en facilitador. De tal manera que solo algunas empresas nacionales e internacionales que contaban con capital suficiente incrementaron sus ventajas gracias a los recursos provenientes del salario indirecto de los trabajadores, causando que la producción de la vivienda se transformara en un negocio financiero que repercutió en la calidad de la vida y en su entorno urbano, desapareciendo la supervisión en cuanto a la calidad de la construcción por parte de INFONAVIT (García et al., 1996).

A partir de estos hechos la vivienda de interés social ha formado parte de la vida de los trabajadores asalariados. En México el Código de Edificación de Vivienda 2010, define a la Vivienda de Interés Social como aquella cuyo valor, al término de su edificación, no exceda a la suma que resulte de multiplicar por diez el salario mínimo general elevado al año, vigente en la zona de que se trate. La Alianza para la Vivienda 1995-2000 actualizó esta definición ampliando su rango a quince salarios mínimos (mensuales) vigentes en el Distrito federal elevados (multiplicados) al año. (CONAVI, 2010).

De acuerdo con el cálculo de la definición, la VIS tenía un valor máximo de 180 SMMDF (287,867.14 MXN pesos en 2008), por lo que se ubicaría dentro del rango de la vivienda popular (118 – 218 SMMDF) de la Clasificación Homologada de la Vivienda por la Sociedad Hipotecaria Federal (valores de 2008), cubriendo el rango de Vivienda Económica.

A partir de lo expuesto, se construye el concepto de Vivienda de Interés Social (VIS) siendo definida como aquella vivienda producida de forma comercial (industrial), controlada y supervisada por los Organismos Nacionales de Viviendas, (2010) con base

al Código de Edificación de vivienda (CEV); cuyo valor es menor de 350 SMMDF, destinado a la población asalariada con los ingresos de hasta 5 salarios mínimos (Sánchez, 2012).

La necesidad de VIS es variable en la extensión del territorio nacional, debido a que cada una de las regiones y ciudades presentan diferentes características geográficas, económicas y sociales; así como sus problemáticas. Aunque la evolución de la vivienda es constante, se han establecido espacialmente tipos de vivienda, de acuerdo a la necesidad de cada usuario, sin embargo se sabe que todos los seres humanos tienen las mismas necesidades fisiológicas y necesitan de un espacio para desarrollar sus actividades básicas, la diferencia que existe entre los individuos es la forma del desarrollo de estas actividades, con lo que delimita el tipo de vivienda (Base de datos, SEDATU y ONAVIS, 2015). En la actualidad se emplean normas y reglamentos para la edificación de viviendas de interés social, estas normas están regidas por un código de edificación de vivienda que en cada lugar es revisado por expertos en la materia con la finalidad de homologar y establecer estándares que faciliten y puedan medir la calidad y seguridad de las construcciones, incorporando la reglamentación para el desarrollo de construcciones seguras, confiables, habitables y sustentables en un contexto urbano ordenado y equilibrado, estableciendo obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en dicho proceso (CEV, 2015).

### 2.2.3 Producción de vivienda en México

En México, de acuerdo a la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda (CONADEVI) 2010, existen tres formas de producción de la vivienda en el país:

**Producción Social.** La más antigua forma de producir vivienda. Es la que construye la población por medios propios, sin instrumentos financieros y está destinada a la población no asalariada y sin acceso a un crédito tradicional.

**Producción Institucional.** Desarrollada por instituciones de vivienda a nivel federal, estatal y municipal. Destinada a la población de bajos recursos.

**Producción Comercial (industrial).** Dirigida a la población asalariada y/o con acceso a crédito. Cuenta con instrumentos financieros, fiscales y técnicos.

### **2.3 Problemática de la Vivienda**

De acuerdo con la Encuesta Nacional de los Hogares (ENH), en 2015 se estimaron 121.1 millones de personas en el país. De ellas, 23.3% (28.2 millones), se situaron en localidades rurales o de menos de 2,500 habitantes y 76.7% (93 millones) se ubicaron en localidades urbanas o de 2,500 habitantes y más. Según datos de la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (2015), en 2014, 96.8% de la población del país formaba parte de un hogar familiar. De los cuales 73.6% de los hogares tiene como jefe a un varón y 26.4% a una mujer.

En México existen 31.8 millones de hogares, a nivel nacional cada hogar se constituye en promedio por 3.8 integrantes, en tanto que por vivienda, el promedio es de 3.9 residentes. Por sexo, los hogares están conformados en 51.3% (62.1 millones) por mujeres y en 48.7 % (58.9 millones), por hombres (ENADID, 2014).

De la composición de los hogares familiares sobresale como principal forma de organización la del jefe, cónyuge y los hijos con 62.8%, seguida por los hogares constituidos por uno de los padres y sus hijos con un 20.1%.

El porcentaje de hogares encabezados por una mujer fue mayor en localidades urbanas que en rurales. A nivel nacional el 27.6% del total de hogares tuvo como jefe del hogar a una mujer; este porcentaje representó el 20.3% del total de hogares residentes en localidades rurales y 29.7% de los hogares en localidades urbanas.

Por su parte, se considera hacinamiento cuando la razón entre los residentes de la vivienda y el número de cuartos de estas sea igual o mayor a 2.5. En 2015, se estimó a nivel nacional que el 11.9% de los integrantes del hogar se encontraban viviendo en condiciones de hacinamiento. En localidades rurales, este porcentaje representó el 20.1% y 9.4% en localidades urbanas, (Sociedad Hipotecaria Federal, 2016).

La familia mexicana ha experimentado cambios de gran relevancia en las condiciones socio-demográficas que influyen de manera directa en la conformación de los arreglos familiares, vinculadas principalmente con los patrones del crecimiento económico, el incremento de la fuerza de trabajo asalariada, la migración del campo a la ciudad y la consiguiente expansión de las principales ciudades del país.

La clasificación que se hace del conjunto de hogares familiares se divide en nucleares (que se componen usualmente de: el jefe, su cónyuge y/o sus hijos, un jefe con sus hijos o pareja sin hijos), que representan el 67.6%; y los extensos (que se integran por un hogar nuclear al que se han agregado otros parientes o no parientes), concentran el 21.5%. Los primeros agrupan a 68.6% de la población y los segundos a 31.3%. Los hogares nucleares presentan una mayor proporción de menores de 15 años (29.1%), respecto a los hogares extensos (26.9%); mientras que los hogares extensos tienen una mayor proporción de adultos de 60 y más años (12.3%), que los nucleares (8.7%).

Los hogares nucleares presentan una similar proporción de hombres (49.7%) y mujeres (50.3%); mientras que los extensos tienen mayor presencia de mujeres (53.8%) que de hombres (46.2 %) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2016).

El crecimiento de la población y la insuficiencia de viviendas en México constituyen actualmente un problema que se debe afrontar, aunque su intensidad varía conforme a las características económicas y sociales de cada región, diversas causas comunes actúan como factores de agudización.

El problema, además, es particularmente grave en algunos estados del país como el caso de Guerrero, Chiapas y Oaxaca, (ver tabla 4), debido a deficiencias estructurales inherentes a su estado de desarrollo, no siendo capaces de responder al crecimiento de la población con viviendas nuevas y adecuadas en número suficiente.



### 2.3.1 Número y tamaño de los hogares

El crecimiento demográfico y el aumento gradual en el número de personas que contraen matrimonio y forman hogares independientes, la estructura por sexo, edad y situación conyugal de la población son factores determinantes tanto del aumento del número de hogares, como del comportamiento de sus tasas de crecimiento.

Asimismo, cambios en la estructura demográfica del país han derivado en un mayor número de personas en edades productivas y reproductivas, por consiguiente, el número de hogares se ha incrementado en los últimos 25 años, pasando de 16.2 millones en 1990, a 32.3 millones en 2014, (INEGI, 2017).

El aumento en el número de hogares se ha dado con un ritmo mayor al crecimiento de la población en el periodo de 1990 a 2014. La tasa de crecimiento anual de los hogares es de 2.8% mientras que la población creció a una tasa de 1.7% anual, al pasar de 79.5 a 119.9 millones de personas.

El crecimiento acelerado en el número de hogares es consecuencia de la reducción del tamaño promedio de hogar. Según la información más reciente de la ENADID 2014, el tamaño promedio de los hogares familiares es de 4 integrantes, mientras que en 1990 el tamaño promedio era de 4.9 personas por hogar.

El tamaño de los hogares disminuye al tratarse de hogares nucleares donde el promedio en 2014 es de 3.6 integrantes. Por su parte, los hogares extensos tienen en promedio de 5.2 integrantes. Respecto a los hogares no familiares 91.8% son hogares unipersonales mientras que 8.2% son hogares de corresidentes. Los hogares no familiares albergan al 3.2% de la población total del país.

### 2.3.2 Condiciones habitacionales de los integrantes del hogar

En el análisis del porcentaje de hacinamiento por entidad federativa, Guerrero, Chiapas y Oaxaca presentan el mayor porcentaje de personas en esta condición, con 32.9%, 29.8% y 17.6% respectivamente. En contraste, Aguascalientes y Nuevo León, presentaron los menores niveles de hacinamiento, con el 3.7% y 4.5% respectivamente en 2015.

## Porcentaje de integrantes del hogar que viven en condiciones de hacinamiento

Estado	% de hacinamiento	Estado	% de hacinamiento
Aguascalientes	3.7%	México	11.2%
Nuevo León	4.5%	Tlaxcala	11.6%
San Luis Potosí	6.1%	Estados Unidos Mexicanos	<b>11.9%</b>
Coahuila	6.2%	Morelos	12.2%
Jalisco	6.4%	Nayarit	12.5%
Zacatecas	6.6%	Quintana Roo	13.7%
Tamaulipas	6.9%	Michoacán	13.8%
Distrito Federal	7.5%	Tabasco	13.9%
Chihuahua	8.4%	Veracruz	14.1%
Baja California	8.5%	Baja California Sur	14.2%
Durango	8.9%	Puebla	14.9%
Colima	9.5%	Campeche	16.4%
Querétaro	9.8%	Yucatán	17.2%
Sinaloa	9.8%	Oaxaca	17.6%
Guanajuato	9.8%	Chiapas	29.8%
Sonora	10.3%	Guerrero	32.9%
Hidalgo	10.5%		

**Tabla 4.** Porcentaje de integrantes del hogar que viven en condiciones de hacinamiento por entidad federativa 2015, INEGI, 2017.

Las viviendas con piso de tierra en localidades urbanas fue el 1.6%, mientras que en localidades rurales el 7.1%. Los materiales de techos son: de desecho, lámina de cartón, de asbesto o metálica; carrizo, bambú o palma; embarro o bajareque. Las familias que habitaron en viviendas con este tipo de material representaron el 1.0% en localidades urbanas, mientras que este porcentaje se eleva a 3.8% en localidades rurales.

La familia, según la Declaración Universal de los Derechos Humanos, es un elemento natural y fundamental y tiene derecho a la protección de la sociedad y del Estado, pues constituye el grupo social elemental en el que la mayoría de la población se organiza para satisfacer las necesidades más esenciales de las personas como: comer, dormir, alimentarse, etc. Además, constituye el ámbito en el cual los individuos nacen y se desarrollan, así como el contexto donde se construye la identidad de las personas por medio de la transmisión y actualización de los patrones de socialización (Diario Oficial de la Federación, 2017).

La base de datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2017 declara que el rezago habitacional en México es de 9 millones de hogares, lo cual representa 31% de las viviendas particulares habitadas e involucra a 35.7 millones de personas. Casi 36 millones de personas carecen de una vivienda digna en México, cifra que representa el 31% de casas deshabitadas. En su informe semanal la dependencia indicó que la tercera parte de la población del país carece de acceso a vivienda digna y más de 2 millones 250,000 viven en hacinamiento.

Los datos señala que el número de viviendas particulares habitadas en México pasó de 21.9 millones en el año 2000 a 28.6 millones en el año 2010, sin embargo, persisten grandes retos como otorgar más créditos con tasas de financiamiento y precios más accesibles.

Los Censos de Población y Vivienda del INEGI mencionan que el hacinamiento se concentra en 561,000 hogares, mientras que las viviendas con materiales en deterioro y los que no tienen óptimas condiciones agrupan a 1 millón 100,000 y 7 millones 300,000 unidades, respectivamente. En la tabla 4 se muestran las entidades federativas y sus porcentajes de hacinamiento.

### 2.3.3 Demanda de vivienda

La demanda de vivienda permite a los participantes del sector entender qué tipo de soluciones de financiamiento y de soluciones de vivienda serán requeridas durante el año referido. A continuación se presenta la estimación de la demanda de vivienda

2016 por componente, tipo de solución, organismo de vivienda y por entidad federativa (INEGI, 2017).

### 2.3.3.1 Demanda de vivienda por componente

El estado actual de la vivienda de México (EAVM, 2015), estima que 1, 159,480 familias demandan algún crédito para vivienda, por lo que dicha demanda tendrá como consecuencia un impacto de más de 4.5 millones de personas. La demanda total es constituida por cuatro componentes que se pueden observar en la tabla 5.

<b>(Número de hogares y porcentaje)</b>			
<b>Componente</b>	<b>2016</b>	<b>2015</b>	<b>Variación porcentual (%)</b>
Formación de hogares	320,774	317,414	1.1
Rezago habitacional	716,168	714,522	0.2
Movilidad habitacional	94,931	93,252	1.8
Curas de originación	35,000	34,292	2.1
<b>Demanda total</b>	<b>1,166,8,872</b>	<b>1,159,480</b>	<b>0.6</b>

**Tabla 5.** Demanda de vivienda por componente, 2015. Fuente: Elaborado por la DEEV, SHF

Formación de nuevos hogares: De los hogares que se formaron en 2016 más del 50% demandaron un crédito por su nivel de ingreso, localización geográfica y ocupación, esto es 320,774. Representan 1.1 % más que en 2015.

- Rezago habitacional: El 8.16% de los hogares en rezago habitacional tendrán la capacidad económica para una solución de vivienda este año, es decir, 716,168 créditos. Así, este componente muestra un aumento de 0.2 % respecto a 2015.
- Movilidad habitacional: 94,931 familias demandarán una vivienda con mejores atributos comparada con su vivienda actual. La demanda por movilidad aumentará 1.8% con respecto al año anterior.

- Curas de originación (Hogares que son rechazados para adquirir un crédito hipotecario y que posteriormente se les autoriza como resultado de una mejora en su perfil crediticio): Se estima un incremento de 2.1% en la demanda de curas de originación, es decir, será de 35,000 créditos a la vivienda.

Durante el año 2016 se calculó que la demanda de vivienda tendría una variación positiva mínima de 0.6%, que representa 7 mil créditos más al compararse con 2015. Este crecimiento es resultado de las proyecciones en el crecimiento de la economía mexicana, ver tabla 6.

### 2.3.3.2 Demanda de vivienda por tipo de solución

Demanda de vivienda por tipo de solución de acuerdo al ingreso de los hogares, su capacidad de pago, afiliación a sistemas de seguridad y localización (urbano, rural o en transición), ver Tabla 7 por tipo de solución.

**Número de créditos**

<b>Tipos de solución</b>	<b>2016</b>	<b>2015</b>	<b>Variación porcentual anual</b>
Adquisición	575,409	615,109	[-] 6.5
Mejoramientos	475,353	443,623	7.2
Autoproducción	116,110	100,748	15.2
Total de créditos	1,166,872	1,159,480	0.6

**Tabla 6.** Comparación de demanda de vivienda por número de créditos, entre los años 2015 y 2016.  
Fuente: Elaborado por la DEEV, SHF

**Adquisición:** concentra la mayor cantidad de créditos, 575,409, es decir, 49.3% de la demanda total para el presente año. Muestra un decremento de -6.5 %.

- **Mejoramientos:** se estima que esta solución ascienda a 475,353, que significa 40.7% del total. El aumento de esta solución de 7.2% está relacionado con el impulso recibido por Infonavit y Fovissste.

• **Autoproducción:** representa 10% de la demanda y totaliza 116,110 soluciones de vivienda. Esta solución atiende principalmente a las familias residentes en zonas rurales y aumentará en 15.2% considerando el nuevo producto de INFONAVIT que atenderá este segmento.

Por organismo de vivienda se espera la siguiente colocación:

### Número de créditos por tipo de solución

	Adquisición	Mejoramiento	Autoproducción	Total	Composición %
INFONAVIT	394,753	320,765	29,680	745,198	63.9
FOVISSSTE	59,847	19,730	0	79,577	6.8
Banca	105,000	10,000	3,500	118,500	10.1
Otras entidades	15,809	124,858	82,930	223,597	19.2
<b>Total</b>	<b>575,409</b>	475,353	116,110	1,166,872	100

**Tabla 7.** Número de créditos por tipo de solución, 2016. Fuente: Elaborado por la DEEV, SHF

Se considera que a INFONAVIT se demanden 745,198 créditos de los cuales cerca de 395 mil corresponderán a adquisición de vivienda (nueva y usada), 320,000 a mejoramientos para vivienda.

En el caso de FOVISSSTE, cerca de 60,000 créditos serán para adquisición mientras que el resto 19,847 consideran otras opciones.

En cuanto a la Banca, se demandarán 105,000 créditos para adquisición, 10,000 para mejoramiento y 3,500 para autoproducción de vivienda.

A Fonhapo, los Orevis, Banjercito, Issfam, Pemex, Hábitat A.C. y otras agencias productoras de vivienda, que otorgan créditos para adquisición, mejora y autoproducción se estima se demanden 223,000 créditos.

### 2.3.3.3 Demanda de vivienda por entidad federativa

Entidad Federativa	Adquisición	Mejoramiento	Autoproducción	Demanda por entidad
Aguascalientes	4,669	1,194	1,062	6,925
Baja California	40,134	8,567	4,329	53,030
Baja California Sur	4,406	1,193	1,314	6,913
Campeche	7,325	2,087	1,930	11,342
Chiapas	38,294	12,589	9,062	59,945
Chihuahua	42,639	7,648	1,926	52,213
Coahuila	8,371	23,441	2,033	33,845
Colima	4,361	3,210	339	7,910
Ciudad de México	52,016	8,453	310	60,779
Durango	6,885	8,418	5,012	20,315
Guanajuato	20,443	24,007	4,606	49,056
Guerrero	12,143	25,592	2,434	40,169
Hidalgo	11,389	7,763	1,603	20,755
Jalisco	33,315	15,540	3,190	52,0
Estados Unidos Mexicanos	79,043	23,929	8,655	111,627
Michoacán	21,386	19,053	9,035	49,474
Morelos	10,490	5,047	841	16,378
Nayarit	4,392	5,886	1,266	11,544
Nuevo León	26,434	5,334	1,370	33,138
Oaxaca	15,013	43,855	6,923	65,791
Puebla	21,091	28,208	4,108	53,407
Querétaro	8,803	3,840	1,979	14,622
Quintana Roo	8,790	3,202	920	12,912
San Luis Potosí	7,721	13,366	3,254	24,341
Sinaloa	10,229	5,259	979	16,467
Sonora	18,727	9,914	2,663	31,304
Tabasco	15,945	23,703	4,328	43,976

Entidad Federativa	Adquisición	Mejoramiento	Autoproducción	Demanda por entidad
Tamaulipas	19,548	12,361	1,276	33,185
Tlaxcala	5,860	2,715	299	8,874
Veracruz	45,308	75,237	10,468	131,013
Yucatán	5,028	2,784	514	8,326
Zacatecas	4,911	10,228	2,720	17,859
Nacional	615,109	443,623	100,748	1 159,480

**Tabla 8.** Demanda de vivienda por entidad federativa, 2016. (Número de créditos). Fuente: DEEV, SHF.

Para el año 2017 se estima una demanda mayor a la de 2015 y 2016 considerando el comportamiento del ingreso de los hogares y la situación general de la economía mexicana, ver tabla 9. México necesita construir viviendas para abatir el déficit de ocho millones que se necesitan anualmente señaló el director de la comisión nacional de vivienda Jorge Wolpert Kuri organismo descentralizado de la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano. (Sedatu, 2017)

#### Hogares, Nacional y Variaciones

Año	Número de hogares	Año	Número de hogares
2010	969,04	2022	1,124,012
2011	982,194	2023	1,136,497
2012	995,24	2024	1,148,907
2013	1,008,124	2025	1,161,112
2014	1,021,084	2026	1,173,112
2015	1,034,173	2027	1,184,951
2016	1,047,281	2028	1,196,413
2017	1,060,245	2029	1,207,463
2018	1,073,054	2030	1,218,205
2019	1,085,891		



<b>Año</b>	<b>Número de hogares</b>	<b>Año</b>	<b>Número de hogares</b>
2020	1,098,708		
2021	1,111,414		

**Tabla 9.** Número de hogares y variación en años, Fuente: INEGI,2017

## **2.4 Costos y subsidios de la vivienda**

Tipos de Subsidio Federal. Modalidades:

Los subsidios federales se aplican en forma directa para las siguientes modalidades de solución habitacional:

- Adquisición de Vivienda, nueva o usada.
- Ampliación y/o Mejoramiento de Vivienda.
- Adquisición de Lote con Servicios.
- Autoproducción de Vivienda.

Según lo declaran las Reglas de Operación del Programa de Esquemas de Financiamiento y Subsidio Federal para Vivienda del ejercicio fiscal 2015 y subsecuentes (2015), en ningún caso la solución habitacional a la que se destine el subsidio podrá estar ubicada en zona de riesgo, entendiendo que no está bajo esa condición cuando la autoridad competente autorice o permita la ubicación de la solución habitacional.

Se deben de cumplir con las condiciones de cada modalidad, las modalidades de adquisición de lotes con servicios fuera de los perímetros de contención urbana, deben estar ubicadas en una reserva territorial adquirida e inscritas en el Registro Nacional de Reservas Territoriales (RENARET), bajo los requisitos que establezca la instancia normativa para verificar que la información general, el grado de desarrollo reportado por el propietario de la reserva corresponda a la realidad de la calificación o de la recalificación que solicite.

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público encabeza programas para los otorgamientos de apoyos para los sujetos que se encuentren incorporados al Régimen de Incorporación Fiscal (RIF) y a los beneficiarios del Régimen de Incorporación a la

Seguridad Social (RISS). Estos contarán en adición a las modalidades previstas y observando las condiciones y requisitos específicos de la modalidad, con los siguientes apoyos:

- a. Para trabajadores afiliados al INFONAVIT que estén incorporados al RIF y/o sean beneficiarios del RISS un Subsidio Federal como complemento a sus aportaciones voluntarias de la subcuenta de vivienda.
- b. Para aquellas personas inscritas en el RIF que contraten un Crédito para Adquisición de Vivienda con la banca comercial, un Subsidio Federal que podrá cubrir la mensualidad número 12 de cada año del Crédito, mismo que será otorgado a través de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) y/o Fondo de Operación y Financiamiento Bancario a la Vivienda (FOVI).

#### 2.4.1 Montos del Subsidio

Solo los beneficiarios podrán obtener un Subsidio Federal para Vivienda hasta por un monto máximo equivalente a 33.0 veces el SMGVM (Salario Mínimo General Mensual). Resultado de multiplicar por 30.4 el salario mínimo general definido por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos para el área geográfica "A" considerando la combinación de modalidades del inciso b) de las presentes Reglas y excepto en la modalidad de Adquisición de Vivienda, en la que se podrá acceder a un Subsidio Federal hasta por 37 veces el SMGVM, observando las condiciones y requisitos de la modalidad.

El Subsidio Federal podrá utilizarse para el pago de primas o comisiones en el caso de que el Beneficiario contrate, a través de la Entidad Ejecutora (o entidad financiera en el caso en que la Entidad Ejecutora es un Organismo Nacional de Vivienda y el Financiamiento provenga de esta entidad financiera), coberturas, garantías o seguros de riesgo crediticios para cualquiera de las modalidades antes descritas.

#### 2.4.2 Costos del terreno para edificación de vivienda

La tabla 10 muestra el valor promedio del terreno por entidad federativa; el promedio nacional es de \$204,768 pesos de un lote promedio de 90 m<sup>2</sup>.

### Valor del terreno por entidad federativa a nivel nacional

Estado	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Promedio semestral
Aguascalientes	167.06	176.16	250.93	160.67	166.39	167.88	178.73
Baja California	190.94	188.22	266.96	180.51	182.48	184.81	198.14
Baja California Sur	189.90	196.98	319.40	171.36	154.56	148.08	190.15
Campeche	213.62	198.17	254.76	232.98	207.25	226.07	221.48
Coahuila	127.32	143.59	202.72	139.55	133.55	147.79	148.03
Colima	184.51	173.40	234.03	187.89	186.93	164.91	187.16
Chiapas	232.19	207.23	282.42	180.91	214.60	184.10	213.42
Chihuahua	161.87	158.54	181.86	138.73	138.28	152.46	153.28
Ciudad de México	452.27	475.98	588.42	474.20	486.26	496.83	495.03
Durango	114.00	123.91	213.05	126.64	126.20	133.14	140.82
Guanajuato	161.70	166.08	285.82	170.91	169.26	169.68	185.55
Guerrero	151.45	140.44	210.01	167.61	161.66	145.78	164.26
Hidalgo	133.84	155.99	202.16	150.43	131.23	128.47	148.24
Jalisco	213.85	197.85	278.85	202.38	217.83	196.48	218.40
Michoacán	186.38	193.85	237.65	203.03	173.57	212.49	200.78
Morelos	257.61	264.40	306.15	230.21	235.51	252.07	256.82
Nayarit	193.11	192.10	224.69	205.20	198.18	234.49	208.08
Nuevo León	207.92	196.54	246.38	183.33	196.91	190.93	202.46
Oaxaca	208.05	231.44	251.50	186.89	201.82	229.37	215.76
Puebla	207.39	227.89	285.95	143.57	179.78	184.25	199.58
Querétaro	276.93	273.58	384.48	266.78	260.86	257.95	287.12
Quintana Roo	144.36	172.13	172.02	135.43	142.71	134.70	147.38
San Luis Potosí	239.82	200.07	287.08	202.02	199.49	191.81	215.94
Sinaloa	189.04	175.97	202.89	172.21	171.27	170.86	180.17
Sonora	132.38	128.73	200.38	134.54	139.38	141.26	146.10
Tabasco	201.25	208.69	273.09	210.57	137.99	275.62	210.84
Tamaulipas	172.53	145.83	237.27	146.70	158.85	162.24	168.35
Tlaxcala	114.00	113.48	203.95	104.21	122.96	126.99	131.00
Veracruz	160.79	188.02	267.18	194.07	205.57	203.27	203.09
Yucatán	150.07	166.53	184.69	157.82	135.90	141.60	154.52

### Valor del terreno por entidad federativa a nivel nacional

Estado	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Promedio semestral
Zacatecas	158.39	142.33	191.39	147.61	155.41	130.66	152.90
Nacional	195.74	197.33	264.27	189.37	192.87	195.03	205.77

**Tabla 10.** Valor del terreno por entidad federativa a nivel nacional, periodo Enero-Junio. Fuente: Elaborado por la DEEV con información de la base de avalúos, SHF.

Valor del terreno por m<sup>2</sup>; La tabla 11 muestra el valor semestral por entidad federativa.

### Valor del terreno por m<sup>2</sup> por entidad federativa y a nivel nacional

Estado	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Promedio semestral
Aguascalientes	1,555	1,578	2,632	1,504	1,500	1,528	1,682
Baja California	1,454	1,410	1,788	1,247	1,327	1,393	1,428
Baja California Sur	1,281	1,380	2,503	1,146	1,158	1,072	1,373
Campeche	1,359	1,433	1,771	1,239	1,300	1,385	1,407
Coahuila	914	912	1,281	938	914	950	979
Colima	1,481	1,503	1,853	1,496	1,559	1,469	1,555
Chiapas	1,723	1,736	2,582	1,537	1,613	1,526	1,770
Chihuahua	1,025	1,063	1,198	932	917	955	1,003
Ciudad de México	9,093	9,333	8,149	8,907	9,254	9,525	9,067
Durango	877	926	1,631	929	939	945	1,049
Guanajuato	1,627	1,631	2,093	1,560	1,550	1,516	1,649
Guerrero	1,547	1,647	1,582	1,602	1,472	1,346	1,521
Hidalgo	1,424	1,594	1,954	1,562	1,532	1,493	1,586
Jalisco	2,307	2,175	3,036	2,287	2,354	2,176	2,397
Edo. de México	2,532	2,577	2,603	2,352	2,482	2,608	2,521
Michoacán	1,848	1,962	2,880	2,030	1,841	2,227	2,140
Morelos	1,923	1,984	2,138	1,868	1,836	1,983	1,954
Nayarit	1,882	1,832	2,094	2,016	2,033	2,118	2,000
Nuevo León	1,907	1,792	1,965	1,628	1,701	1,719	1,774
Oaxaca	1,799	1,854	2,032	1,727	1,778	1,834	1,830

### Valor del terreno por m<sup>2</sup> por entidad federativa y a nivel nacional

Estado	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Promedio semestral
Puebla	1,704	2,000	2,840	1,640	1,796	1,838	1,961
Querétaro	2,284	2,152	3,067	2,126	2,110	2,066	2,302
Quintana Roo	1,567	1,769	1,245	1,267	1,479	1,473	1,427
San Luis Potosí	1,901	1,710	2,127	1,657	1,620	1,593	1,742
Sinaloa	1,391	1,408	1,700	1,411	1,463	1,504	1,491
Sonora	879	909	1,368	883	900	912	976
Tabasco	1,738	1,803	2,797	1,856	1,895	1,982	2,037
Tamaulipas	1,258	1,234	1,960	1,235	1,264	1,351	1,377
Tlaxcala	1,177	1,183	1,556	1,093	1,035	1,140	1,188
Veracruz	1,515	1,587	2,093	1,763	1,755	1,655	1,729
Yucatán	765	784	958	744	759	739	788
Zacatecas	1,448	1,386	1,570	1,383	1,408	1,276	1,405
Nacional	1,895	1,934	2,304	1,866	1,888	1,908	1,966

**Tabla 11.** Valor del terreno por m<sup>2</sup> por entidad federativa y a nivel nacional, 2015 enero - junio (pesos corrientes). Fuente: Elaborado por la DEEV con información de la base de avalúos, SHF

Los costos y subsidios de las viviendas mostrados en las tablas anteriores, solo se aplican a las personas asalariadas afiliadas a algún organismo. No se debe olvidar que un gran número de personas no afiliadas también carecen de un vivienda por tal motivo se deben de tomar en cuenta para proponer alternativas.

### 2.5 Sistemas de construcción para viviendas de interés social en México.

Los métodos o sistemas de construcción que se señalan como 'tradicionales', son identificados por el usuario en cualquier zona urbana del país. Estos métodos tienen un profundo arraigo en la población en general, a pesar del desconocimiento sobre construcción o sin estar relacionados en el quehacer arquitectónico. Esta dentro del mismo medio de construcción del país que los sistemas típicos tienen preferencia sobre otros, que pueden considerarse como alternativos, tal vez por temor al uso de lo

novedoso, también por el desconocimiento de su existencia o de sus ventajas como propuestas alternativas de construcción (Sosa, 2003).

De acuerdo a la Evaluación y perspectivas del mercado de tecnologías de VIS y recomendaciones de las medidas institucionales de fomento para la I+D en el sector habitacional (2010), el acero de refuerzo, el cemento, la losa armada, el tabique rojo recocido, etc. y los sistemas constructivos como la losa de concreto, los muros de tabique y las cimentaciones de mampostería de piedra son los de mayor preferencia por tradición como se muestra en la tabla 12.

Para los conocedores de las áreas de diseño arquitectónico, el uso de éstos materiales y sistemas también representan desventajas que repercuten de forma inmediata en el usuario.

Como se mencionó anteriormente la producción de vivienda en México es de tres tipos: social, institucional y comercial o industrial, en esta última los organismos como INFONAVIT y FOVISSTE ofrecen viviendas con siguientes sistemas de construcción (ver tabla 12), los cuales cumplen requisitos mínimos de calidad y de seguridad estipulados por los Reglamentos de Construcción y el Código de Edificación de Vivienda (CEV).

### **Tipos de sistemas de construcción para la vivienda comercial (industrial)**

Sistema	Clave	Categoría de vivienda	Demanda %	Oferta %	Tiempo de vida de la vivienda (años)
Concreto armado	JRZ- 777	B	90	45	+ de 100
Acero	DVR- 193	B	3	19.5	- de 80
Panel	IPM- 393 COR- 236 VCH- 103	A	5	22.5	40-60
Ferrocemento	FYJ- 927	A	1.5	10	+ de 100
Plástico	CTD- 777	A	.5	3	40-60
Total			100	84	

**Tabla 12.** Tipos de sistemas de construcción para la oferta y demanda de la vivienda comercial (Industrial). Elaboración propia.

La tabla 4 muestra al sistema constructivo de ferrocemento con un porcentaje de demanda y oferta bajo, sin embargo se puede notar que en el tiempo de vida de las viviendas el concreto armado y el ferrocemento tienen los mismos datos, siendo esta una de las características que se puede potencializar. Además de acuerdo al Fondo Sectorial de Desarrollo Científico y Tecnológico para el Fomento de la Producción y Financiamiento de Vivienda y el Crecimiento del Sector Habitacional (2010), el costo de la vivienda varía de acuerdo al sistema de construcción, la calidad de los materiales los cuales se ven reflejados en el tiempo de vida de la vivienda y a la categoría de vivienda A o B siendo la A como Vivienda Preindustrializada y la categoría B Industrializada.

La oferta del mercado para viviendas en México no se limita solo al sistema tradicional (concreto armado), sin embargo la demanda del concreto armado es mayor debido al desconocimiento de los sistemas de construcción, así como a sus ventajas (Ver tabla 13).

		Estructura de Mercado: oligopsonio con diferenciación de producto.	
Paquetes	Atributos	Oferta(muchos vendedores frente a pocos compradores)	Demanda (pocos compradores frente a muchos vendedores)
Atributos generales	Categoría	Vivienda experimental, vivienda industrializada	Vivienda Híbrida
	Trayectoria tecnológica	Vernácula: 16.0% Convencional: 0.0% Industrial: 84.0%	Vernácula: 0.0% Convencional: 66.0% Industrial: 34.0%
	Material de construcción predominante	Acero: 19.5 % Concreto armado: 22.5% Otros : 10.0 % Plástico: 3.0 % Instalaciones: 6.5 %	Concreto armado: 100.0 % Otros: participación Atípica

**Tabla 13.** Catalogación tipológica del mercado de bienes y servicios tecnológicos para la vivienda pública de en México. Fuente: CONAVI, 2010.

Por otra parte la participación del sistema constructivo de ferrocemento ha sido atípica, sin embargo, sigue siendo una opción con ventajas y características que no se han potencializado, sabiendo que el ferrocemento es un tipo de concreto reforzado el cual no se combina con ningún otro material mampuesto.

## 2.6 Concreto armado

El concreto armado o concreto reforzado es una serie de materiales que se integran en un proceso que se utiliza para elementos que estén sometidos a esfuerzos de compresión. Pero eventos externos tales como sismos pueden generar esfuerzos multidireccionales que someten tanto a compresión como a tensión (Revista ARQHYS. 2012, pp. 12).

### 2.6.1 Breve reseña histórica

El descubrimiento del concreto armado o reforzado se le atribuye a Joseph Louis Lambot a finales del siglo XIX como ya se mencionó anteriormente en los antecedentes del sistema constructivo Ferrocemento. Al experimentar en la incorporación de acero a la pasta de concreto, Lambot se percató del aumento de la resistencia de este material; un barco es la primera prueba del uso del concreto con refuerzos de acero. No obstante la patente de este nuevo material la obtuvo Joseph Monier, quien a partir de los estudios de Lambot utilizó el material que hasta ese momento no se le conocía con ningún nombre, para la creación de macetas y cubos para almacenar agua.

Pero este descubrimiento del siglo XIX no produjo muchos cambios en los sistemas constructivos debido a la escasez de tecnología de aquella época para elaborar mallas de acero; no fue hasta 1879 que François Hennebique, un albañil Francés empezó a promocionar el concreto como un sistema que protegía del fuego a los elementos de acero. Este nuevo sistema tuvo una buena aceptación y la empresa de Hennebique pasó de 6 proyectos anuales a más de 7000, esta gran cantidad de proyectos fue la incubadora de innovaciones en la construcción de elementos de concreto armado. Es así como el concreto armado llega a remplazar al ferrocemento debido a que en su momento era más fácil la elaboración de barras de acero que mallas, sin embargo es importante recalcar que el ferrocemento es el antecesor del concreto armado (Nistal, et al., 2012).



## 2.6.2 Componentes

El concreto armado o reforzado está compuesto por:

**Concreto simple (hormigón):** Este está compuesto por cuatro elementos básicos como son: grava, arena, cemento portland (tipo i, ii, iii, iv, v según la región), y agua con los cuales al mezclarlos se genera una roca artificial sumamente dura y resistente, por lo cual se emplea en estructuras ofreciendo la capacidad a la compresión.

**Concreto armado:** Se le conoce Concreto armado o reforzado a la integración del concreto simple + acero de refuerzo, básicamente cuando se tiene un elemento estructural que trabajará a compresión y tensión; ningún esfuerzo de tensión será soportado por el concreto simple es por ello que se debe incluir un área de acero que soporte la tensión generada y se traducirá en el número de varillas y su diámetro así como su colocación.

## 2.6.3 El concreto armado como sistema de construcción

En la actualidad el concreto armado es uno de los sistemas constructivos más utilizados en México para la construcción de viviendas, este sistema de construcción está regido a las especificaciones y normativas de acuerdo a los Requisitos del Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05). Este reglamento proporciona los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de elementos de concreto estructural de cualquier construcción. En lugares en donde no se cuente con un reglamento de construcción legalmente adoptado, este reglamento define las disposiciones mínimas aceptables en la práctica del diseño y la construcción (American Concrete Institute, 2005).

Actualmente en el país los materiales que se utilizan con mayor frecuencia en la construcción de vivienda destinada para interés social son materiales tradicionales tales como: Estructura de mampostería, concreto, acero, block, mortero, cemento, arena, tabique/tabicón. Aún a la fecha, existe una resistencia a construir con sistemas

alternativos como el ferrocemento el cual permite la creación de formas distintas a las convencionales, tales que con el sistema tradicional es difícil lograr sin tener un aumento considerable en el costo (Gallegos, s.f).

La gran mayoría de las construcciones dedicadas a la vivienda se construyen con los materiales antes mencionados, por lo cual el motivo del presente trabajo es dar a conocer una alternativa viable en costos y diseño en la construcción de viviendas de tipo interés social destinadas a satisfacer las necesidades básicas.

## **2.7 El Ferrocemento**

### 2.7.1 Definición

El ferrocemento es un término que se utiliza para definir un sistema constructivo de concreto reforzado. El mortero es la base matriz que es de consistencia frágil, pero el refuerzo consistente en mallas metálicas u otros materiales a través del compuesto. El ferrocemento es considerado como una forma versátil de un sistema constructivo compuesto utilizando mortero de cemento y capas de mallas de alambre o de un emparrillado de acero de diámetros pequeños, ligados, con la finalidad de crear una estructura rígida (Unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural, 2009).

El ferrocemento es un tipo de hormigón armado de pared delgada constituido de mortero de cemento y reforzado con capas de malla de alambres continuas de calibres pequeños y en algunas ocasiones se emplean barras de acero para armazón. La manejabilidad del mortero y su composición debe ser compatible con el tejido de las mallas y con la barras del armazón para permitir su colocación (Bedoya Ruiz, 2005).

### 2.7.2 Antecedentes.

A finales del siglo XIX en Miraval en el sur de Francia un hombre llamado Joseph Louis Lambot produjo los primeros objetos construidos con mortero reforzado con malla de alambre. Entre 1848 y 1849, fueron construidos dos botes con un poco más de tres metros de longitud, 1.3 m de ancho y 38 mm de espesor. En la actualidad estos botes se encuentran exhibidos en el museo de Brignoles en Francia, ver figura 5. Para Lambot el ferrocemento es concebido como un material de construcción que sustituye a la madera en construcciones navales, arquitectónicas y para uso doméstico, debido a que el material no está sujeto a daños por agua y humedad. El material tiene un base de malla metálica de alambre o varilla entrelazada, formando un tejido flexible, adaptable al tamaño y forma geométrica del objeto que se desea construir; el tejido se rellena con una mezcla cementante de cemento hidráulico. El ferrocemento se considera como la primera aplicación del hormigón armado. En 1852 Joseph Louis Lambot patenta el material con el nombre de *Ferciment*, ver figura 6 (Bedoya, 2005)



Figura 5. Bote construido por Lambot

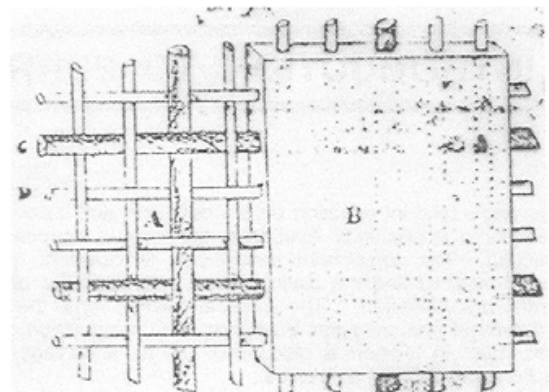


Figura 6. Esquema del material por Lambot

A principios de 1849, otro francés llamado Joseph Monier construye objetos utilizados en la horticultura, independientemente de Lambot. Los maceteros y cubos para jardinería estaban estructurados con cemento y varillas de hierro. Monier patenta este material en Julio de 1867, considerándosele un pionero del ferrocemento y el hormigón armado (Bedoya, 2005).



*Figura 7. Joseph Lambot*



*Figura 8. Joseph Monier*

La tecnología existente en la segunda mitad del siglo XIX para la elaboración de mallas y alambres de acero con diámetros pequeños no proporcionó un desarrollo eficiente. El uso y producción de varillas de acero con diámetros grandes, fue incrementando llevando el ferrocemento a la construcción con hormigón armado. Se construyeron buques y barcos con hormigón armado durante la primera guerra mundial, y fueron usados en la segunda guerra mundial debido a la escases del acero. Es así como el ferrocemento fue olvidado y reemplazado por el hormigón armado y preesforzado, (Bedoya, 2005).

A principios de los años cuarenta Pier Luigi Nervi arquitecto, ingeniero y constructor italiano retoma los estudios de Lambot a cerca del hormigón reforzado con capas de alambre. Al observar los resultados del estudio se asombra describiendo que el material tiene el 'comportamiento similar al de un material homogéneo de elevadas resistencias' (Pama, 1992). Nervi encuentra un sistema constructivo altamente flexible, elástico y resistente a la tracción. Variando diámetros de capas de refuerzo, obtuvo espesores con cualidades importantes, gran deformidad y baja formación y propagación de grietas. Con estos resultados Nervi diseña y construye diferentes proyectos arquitectónicos en ferrocemento considerados racionales y estéticos dentro del diseño estructural (ver figura 9). Aunque el trabajo de Nervi fue apreciado dos décadas después; la durabilidad y el buen estado de sus obras permitieron la difusión y aceptación del ferrocemento en el mundo. Las aplicaciones constructivas del

ferrocemento son extensas y variadas, se ha utilizado en Estados Unidos, Rusia, India, Suroeste Asiático, Cuba, Brasil, México entre otros (Quiun.D, 2011).



*Figura 9.* Obras con ferrocemento de Pier Luigi Nervi

Organizaciones a nivel mundial han analizado datos, experiencias, métodos de construcción, dimensiones, nuevas aplicaciones y revisión del estado actual de la tecnología para la construcción con ferrocemento. En 1960 se creó en Nueva Zelanda el Journal of Ferrocement, para más tarde trasladarse al centro de información sobre ferrocemento (IFIC), en Bangkok Tailandia donde actualmente se encuentra activo. El American Concrete Institute (ACI), en 1975 estableció el comité 549 sobre ferrocemento con la finalidad de hacer una extracción y revisión de documentos para elaborar un reglamento práctico de este material. En 1979, la Unión Internacional de Laboratorios de Pruebas e Investigación de Materiales y Estructuras (RILEM), estableció en Europa el comité 48-FC para la examinación de métodos de prueba del ferrocemento. En el año 2000 en Italia, se desarrolló un sitio virtual que contiene y ofrece información sobre el ferrocemento, orígenes, usos, aplicaciones, formas constructivas, investigaciones, contactos con investigadores y constructores del ferrocemento mostrando que a pesar del tiempo, el ferrocemento sigue siendo utilizado como sistema de construcción en diferentes partes del mundo (Simposio del Ferrocemento, 2015).

### 2.7.3 Ferrocemento como sistema constructivo

El ferrocemento como sistema de construcción ha tenido un número considerable de aplicaciones, debido a su estructura rígida y moldeable, que el sistema tradicional (concreto armado), no puede lograr; la forma de construcción del ferrocemento puede ser utilizando elementos prefabricadas o bien, se puede utilizar en la construcción en sitio. El uso del ferrocemento como sistema constructivo ha dado soluciones desde tanques de almacenamiento de agua o cisternas, hasta grandes edificaciones como las de Pier Luigi Nervi, de este modo se puede conocer que el ferrocemento tiene una trayectoria en la cual, los resultados permiten su uso como alternativa de construcción hasta la actualidad, (Quiun. D, 2011).

### 2.7.4 Ferrocemento: Componentes

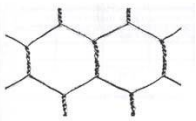
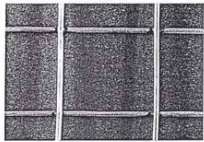
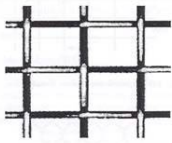

Aunque la forma de construcción y utilización del ferrocemento varía de acuerdo al diseño y región, el concepto y los resultados son similares, así como los componentes o materiales. El ferrocemento se ha definido como un sistema de construcción compuesto por mortero y reforzado con mallas de alambre y en algunas ocasiones con barras de acero. Sin embargo gracias al desarrollo tecnológico y con la intención de mejorar la forma de construcción se emplean los nuevos materiales y aditivos que se encuentran actualmente en el mercado, fortaleciendo al sistema.

#### 2.7.4.1 Mallas de refuerzo

Las mallas de alambre delgado son uno de los componentes principales del ferrocemento, pueden ser soldadas, entretejidas o troqueladas (mallas expandidas). El comportamiento mecánico del ferrocemento depende en gran parte del tipo, cantidad, orientación y propiedades de la resistencia de la malla y varillas de refuerzo.

Deben tener la flexibilidad necesaria para poder doblarlas según se requiera. El entretejido metálico proporciona ductilidad y la distribución es homogénea en toda la sección transversal (Bedoya, 2005).

Las mallas que son más utilizadas en el armado del ferrocemento son las mallas cuadradas, rectangulares tejidas o soldadas, mallas de metal expandido o desplegado y las mallas de forma hexagonal como se muestra en la tabla 14, todas estas deben ser resistentes a la corrosión. Es preferente utilizar mallas galvanizadas excepto las mallas de tipo expandidas (Unidad de Apoyo Técnico para el Saneamiento Básico del Área Rural (UNATSABAR), 2003).

TIPOS		NORMAS	DESCRIPCIÓN
Hexagonal de alambre (malla de gallinero)			Se forma por el trenzado de alambres galvanizados, es fabricado con alambre estirado en frío. Manejo fácil
Elecatromalla o Malla electro-soldada		ASTM A185	Formada por alambres rectilíneos de acero dispuestos que forman cuadrados o rectángulos soldados entre sí en los puntos de intersección.
Malla cuadrada tejida		ASTM E20016-99	Malla tejida con hilos de alambre entrelazados formando cuadrados o rectángulos, los hilos no están completamente rectos y existe un ondulación. Comportamiento rígido.
Malla de metal expandido o desplegado		ASTM C 847	Se corta una hoja de metal desplegado para formar rombos. Tiende a deformarse.

**Tabla 14.** Clasificación de los tipos de malla para refuerzo de la estructura del ferrocemento. Fuente: UNATSABAR, 2003.

#### 2.7.4.2 Refuerzo de acero

El refuerzo de acero primario o estructura que define la forma final que tendrá el ferrocemento, pueden ser de diferentes tipos: corrugados o lisos pero con diámetros

pequeños que permitan la docilidad necesaria en la forma, ver figura 10. Se emplea para dar la forma de la estructura y sobre ella se colocan las capas de malla de alambre o refuerzo (UNATSABAR, 2003).



Figura 10. Acero corrugado

#### 2.7.4.3 Mortero hidráulico

El mortero es una matriz aglutinante del ferrocemento, generalmente hecho con cemento Portland, agregado fino, agua y en ocasiones se utilizan algunos aditivos. Esta materia aglomerante comprende más del 90% del volumen del ferrocemento. Las relaciones recomendadas son: arena/cemento 1.5 a 2.5, y relación de agua/cemento 0.35 a 0.5, sin que esta sea mayor de 0.4 cuando la estructura deba retener agua o líquidos (Mejía Son, 2005).

#### 2.7.4.4 Cemento

Material con propiedades de adherencia y cohesión necesaria para unir agregados inertes y conformar una masa sólida de resistencia y durabilidad adecuada. El cemento debe ser fresco, libre de terrones y sustancias ajenas a su compuesto. Regularmente se utiliza en cemento portland con la finalidad de que el ferrocemento tenga elementos resistentes a la compresión, dureza, impermeabilidad y resistencia a ataques químicos; así mismo se pretende que su consistencia sea uniforme y compacta. (Bermúdez y Hernández, 2015; Bedoya 2005).



A continuación una breve descripción de los tipos de cemento Portland que se utilizan para la fabricación de ferrocemento:

- Tipo I. No recomendable bajo condiciones agresivas de sulfatos, agua salada y altas temperaturas. Aptos para condiciones normales poco severas de ataques de sulfatos.
- Tipo II. Ofrece resistencias iniciales bajas y últimas altas. Destinado a obras expuestas a la acción moderada de sulfatos y bajo calor de hidratación.
- Tipo III. Desarrolla altas resistencias iniciales; en condiciones con altas temperaturas puede presentar dificultades, debido a la rápida velocidad el fraguado; en bajas temperaturas puede ser satisfactorio. Su resistencia última puede ser un poco menor a las resistencias últimas de los cementos tipo I y II. No posee efectos perjudiciales en secciones delgadas y ofrece ventajas a mezclas con granulometría fina.
- Tipo IV. Desarrolla bajo calor de hidratación, es útil en hormigones masivos donde las condiciones adiabáticas pueden causar serios problemas al hormigón endurecido.
- Tipo V. Alta resistencia al ataque de sulfatos y posee un tiempo de fraguado promedio. Útil en estructuras sometidas en ambientes marinos y susceptibles al ataque de sulfatos.
- Cemento Portland de escoria de alto horno. La calidad y propiedades de este tipo dependen directamente de las características de la escoria de alto horno. La velocidad de fraguado es lenta y su proceso de curado debe ser minucioso. Su resistencia final es similar al del tipo I. Es recomendable en construcciones marinas o expuestas a sulfatos.
- Cemento Portland Puzolánico. Requiere mayor tiempo que en los demás tipos de cemento para obtener su resistencia final, aunque depende también de la calidad de la puzolana y de la cantidad de cemento portland. Provee buena resistencia al ataque de sulfatos y otros agentes destructivos como la reacción álcali-agregado. El ahorro en costo de la mezcla dependerá de la fuente de puzolanas.

El cemento que se emplee para la elaboración del mortero para ferrocemento debe cumplir con las normativas de calidad.

#### 2.7.4.5 Arena

Es un agregado, normalmente se utiliza la arena natural. Debe ser arena de buena calidad, limpia y con una granulometría uniforme. La arena no debe ser porosa, ni poseer cantidades de polvo fino que puedan causar espacios vacíos.

Las características de la arena (granulometría, módulos de finura, forma y textura de los granos), deben ser adecuadas para obtener un buen empacamiento de las partículas para apoyar la resistencia del cemento. Las propiedades (durabilidad, permeabilidad, resistencia y porosidad), del mortero no solo dependen de la calidad del cemento, sino también de la gradación y tamaño de las partículas de la arena.

#### 2.7.4.6 Agua

La calidad del agua que se utiliza en la preparación del mortero para ferrocemento es muy importante para el endurecimiento resultante; las impurezas del agua pueden inferir en el fraguado del cemento y afectar la resistencia de este o provocar en casos mínimos manchas en la superficie. También se debe tener en cuenta que la resistencia del mortero es inversamente proporcional a la relación Agua-Cemento.

La calidad de la edificación será directamente proporcional a la calidad de los materiales por lo cual se recomienda la utilización de materiales óptimos para obtener los mejores resultados del sistema constructivo.

### **2.8 El ferrocemento y la vivienda**

La vivienda es un bien que se encuentra en constante cambio en su forma de construcción, por lo que han existido y existen diferentes sistemas constructivos para la edificación de viviendas; algunos de estos sistemas de construcción están identificados por el usuario debido a su uso, aunque el usuario en la mayoría de las veces no tiene conocimiento sobre la construcción o arquitectura, solo tiene un arraigo a alguno de los sistemas constructivos. En México los sistemas típicos tienen preferencia sobre otros que se consideran como alternativos, la razón es el temor al

uso de lo novedoso o por el desconocimiento de su existencia. En el caso del ferrocemento es un sistema constructivo no conocido por muchos; las ventajas de confortabilidad, seguridad y economía de este sistema son ignoradas y poco valoradas. Sin embargo algunas personas han retomado este sistema y han dado paso a la creación de viviendas con otro estilo y diferentes conceptos, sin embargo la mayoría busca solucionar diferentes tipos de problemas (Sosa, s.f).

**Mario Javier Moscoso Villanueva** es un arquitecto Boliviano que ha dedicado décadas de investigación en el área de la construcción con sistemas tradicionales, pero en las últimas dos décadas ha dedicado de su vida a la '**Arquitectura Orgánica**'. Su trabajo se ve inspirado en las formas naturales y tecnologías de ahorro de energía, crea lo que él llama "Casas de Vida".

*"Al andar por nuestras ciudades deberíamos ver todas las edificaciones con muros verdes de vegetación, pieles que respiran y que tienen alma propia", anhela Mario Moscoso.*

Las actuales creaciones de Moscoso son construidas con el Sistema constructivo de Ferrocemento, para la creación de las formas tan caprichosas que se pueden apreciar en sus diseños implemente en varios casos una cimbra de poliuretano la cual es elaborada por encargo especial, utiliza barras de acero corrugado, cubriendo la estructura con dos capas de malla de gallinero para reforzar la estructura para posteriormente recibir el recubrimiento (Moscoso, 2016).

Las edificaciones de Moscoso son complementadas con tecnología, materiales y acabados muy finos; la cantidad de acero que utiliza para poder dejar unos espacios entre barras de acero vertical y horizontal de 20 cm es considerable, agregando la cimbra de poliuretano que utiliza para cada diseño, se puede notar que el costo para cada edificación es un tanto alto. Por lo que este tipo de viviendas solo está dirigido a un grupo de usuarios con un nivel socioeconómico alto. De las creaciones de Moscoso se puede señalar el Auditorio Hospital psiquiátrico, Estudio Moscoso, Cabaña ojo de agua, la laguna, Vivienda semi subterránea, Casa mirador en España, Casa de la Naturaleza, entre muchas otras, figuras, 11 y 12.



*Figura 11.* Fotografía de Casa de la Naturaleza, Moscoso (2013).



*Figura 12.* Fotografía de Casa semi-subterránea, Moscoso.

**Javier Senosiain** es un destacado Arquitecto Mexicano que ha utilizado el ferrocemento con su particular Biorquitectura. Senosiain al igual que Moscoso toman formas de la naturaleza para crear espacios armónicos, también buscan una integración de la edificación con la naturaleza. A diferencia de Moscoso, Senosiain utiliza una cimbra neumática para cada diseño, la idea es hacer una cimbra elástica que se llena con aire para posteriormente colocar las barras de acero, las mallas de gallinero y el mortero. Este tipo de cimbra es especial por lo que su costo es elevado, además que solo puede ser utilizado una sola vez, por lo que también sus obras están dirigidas a personas con un nivel socioeconómico alto.

Entre las creaciones que caracteriza a Senosiain se encuentran Nautilus, La ballena Mexicana, Casa Flor, Casa Orgánica, Sarape y Sombrero, entre muchos más (Senosiain. 2008), ver figuras 13, 14 y 15.



*Figura 13. Fotografía de Casa Nautilus, Senosiain (2017).*

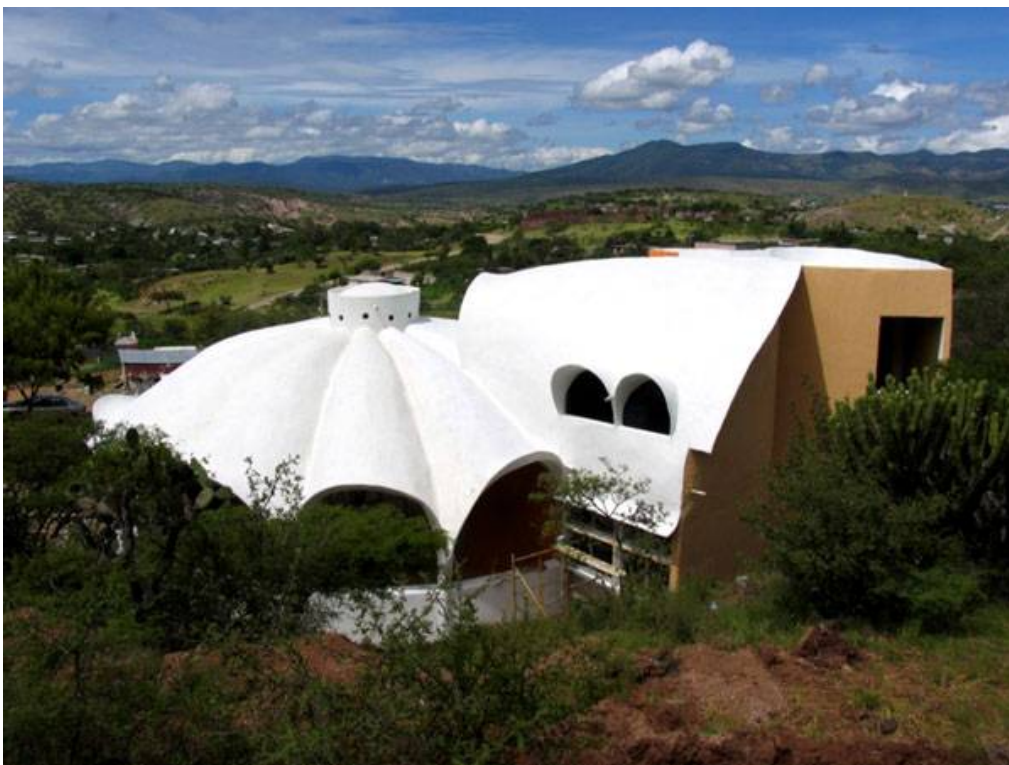


Figura 14. Imagen Nautilus, Azotea, Corte y Fachada, Senosiain (2017).



Figura 15. Fotografía de Casa Flor, Senosiain (1993).

En el estado de Oaxaca existe una técnica de construcción con ferrocemento utilizada por el Arq. Jesús Sánchez Luqueño profesor e investigador de la Universidad Tecnológica de la Mixteca (UTM). Dicha técnica ha dado como resultado una variedad de edificaciones orgánicas dentro y fuera de la UTM, así como en varias universidades del estado. El Arq. Luqueño utiliza barras de acero, electro malla calibre 6/6 o 10/10 y a diferencia de Moscoso y Senosiain, sustituye la malla de gallinero por metal desplegado calibre 500. Su técnica de construcción es similar a los demás constructores de ferrocemento, sin embargo, busca reducir costos al utilizar electro malla para que la separación de las barras de acero corrugada vertical y horizontal sea no mayor a 1m de distancia; coloca apoyos de madera (polines), en algunos puntos de la edificación para no utilizar alguna cimbra especial, de las proyectos del Arq. Luqueño se puede mencionar el auditorio y el Instituto de Diseño de la UTM, la biblioteca de la Secundaria Técnica 232, proyectos de viviendas como Casa Odón, Casa Efraín, Departamentos Dúo, entre muchos proyectos más (Sánchez, 2016), ver figuras 16, 17 y 18.



*Figura 16.* Fotografía de Biblioteca Secundaria Técnica 232, Luqueño.



*Figura 17. Fotografía de Casa Odón, Luqueño (2013).*



*Figura 18. Fotografía de Departamentos Dúo, Luqueño.*



### 2.8.1 Reporte para definir el método de construcción

La recopilación de la información con respecto a los métodos de construcción de los Diseñadores y constructores del ferrocemento (tabla 15) mencionados en el apartado 2.8 permitió un reporte donde se pueden distinguir y comparar algunos aspectos de las etapas de construcción. Dicho reporte permitió la elección del método de construcción para la propuesta con respecto al costo.

Arq.	Cimbra	Estructura	Aplicación del mortero	Instalaciones
Moscoso	Especial de poliuretano especial para cada diseño	Uso de barras de acero corrugado a cada 20 cm de distancia vertical y horizontalmente, reforzado con malla de gallinero	Con lanza mortero, por el tipo de cimbra	Especiales
Senosiain	Cimbra neumática especial para cada diseño.	Uso de barras de acero a cada 50 cm de distancia vertical y horizontalmente, reforzado con electromalla 10/10 y malla de gallinero	Con lanza mortero, por el tipo de cimbra	Especiales
Luqueño	Puntales (barrotes o polines) de madera, usados solo en lugares específicos	Uso de barras de acero a cada 50 cm de distancia vertical y horizontalmente, reforzado con electromalla 6/6 y metal desplegado k-500	Manual	Convencionales

**Tabla 15.** Comparativa de aspectos en el proceso constructivo de ferrocemento. Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 15, aunque es el mismo sistema constructivo, el método de construcción varía en algunos aspectos, los cuales inciden en el costo de la edificación. Se eligió el sistema utilizado por el Arq. Jesús Sánchez Luqueño debido a que una de las características que se desean para el diseño de la propuesta es reducir los costos de construcción. Este ahorro se puede observar en el uso de la cimbra no especial, así como los materiales utilizados para la estructura y las instalaciones. Además que los materiales que se utilizan son comercializados en la región los cuales se pueden adquirir sin ningún problema. La mano de obra no es especializada, ni tampoco las herramientas.

## 2.9 Normativas y Reglamentos

### 2.9.1 Refuerzo de la cáscara

Para el diseño y construcción de viviendas existen normas y reglas que permiten una regulación de infraestructura física, estas varían de acuerdo a la entidad federativa de la región pero sirven como herramienta para normar y hacer más eficiente los procesos de construcción. La continua actualización de los documentos normativos es conforme a la Ley Federal, con el propósito de establecer y promover requisitos de calidad, seguridad, funcionalidad, oportunidad, equidad, sustentabilidad y pertinencia.

En el caso del ferrocemento como sistema de construcción no se encuentran especificaciones en ningún apartado del Reglamento de construcción para la construcción con este sistema, sin embargo pero se hacen algunas referencias en el *American Concret Institute (ACI, 2005)*, el cual define al tipo de sistema como una cáscara por lo que se debe considerar:

- El refuerzo de la cáscara se debe proporcionar para resistir los esfuerzos de tracción provocados por las fuerzas internas de la membrana, para resistir la tracción producida por los momentos de flexión y de torsión, para controlar la fisuración por retracción y temperatura y para actuar como refuerzo especial en los bordes de la cáscara, en los puntos de aplicación de la carga y en las aberturas de la cáscara.
- Alternativamente, el refuerzo para los esfuerzos de membrana en la losa puede calcularse como el refuerzo requerido para resistir las fuerzas de tracción axial más las fuerzas de tracción debidas al cortante por fricción necesario para transferir el cortante a través de cualquier sección transversal de la membrana. El coeficiente de fricción,  $\mu$ , no debe exceder  $1.0\lambda$ , donde  $\lambda = 1.0$  para concreto de peso normal, **0.85** para concreto liviano con arena de peso normal, y **0.75** para concreto liviano en todos sus componentes. Se permite la interpolación lineal cuando se usa reemplazo parcial de arena.

- El área de refuerzo de la cáscara en cualquier sección, medida en dos direcciones ortogonales, no debe ser menor que el refuerzo de losa por retracción o temperatura requerida por 7.12.
- El refuerzo por cortante y momento flector alrededor de ejes en el plano de la losa cáscara, deben calcularse de acuerdo con los Capítulos 10, 11 y 13.

Para la edificación con Ferrocemento las normas de construcción que utilizan en el sistema constructivo de Concreto Armado pueden ayudar al diseño debido a la similitud de su estructura. Para la correcta aplicación de las normas en la construcción con ferrocemento se puede utilizar como referencia las normas oficiales mexicanas vigentes de construcción con concreto armado como criterio de construcción: **NOM-123-SCFI-1996** y **NMX-C-486-ONNCCE-2014**, estas normas hacen referencia al mortero y acero que se deben utilizar (Reglamento de construcción y seguridad estructural del Estado de Oaxaca, 2010).

### 2.9.2 Concreto.

Las normas y reglamento proporcionan los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de elementos de concreto estructural de cualquier estructura construida según los requisitos del reglamento general de construcción legalmente adoptado, del cual este reglamento forma parte. En lugares en donde no se cuente con un reglamento de construcción legalmente adoptado, este reglamento define las disposiciones mínimas aceptables en la práctica del diseño y la construcción. Para el concreto estructural,  $f_c'$  no debe ser inferior a 17 MPa. No se establece un valor máximo para  $f_c'$  salvo que se encuentre restringido por alguna disposición específica del reglamento.

### 2.9.3 El cemento

De acuerdo al American concrete Institute (2005), el cemento debe cumplir con alguna de las siguientes normas:

- (a) "Specification for Portland Cement" (ASTM C 150);
- (b) "Specification for Blended Hydraulic Cements" (ASTM C 595), se excluyen los Tipos S y SA ya que no pueden ser empleados como constituyentes cementantes principales en el concreto estructural;
- (c) "Specification for Expansive Hydraulic Cement" (ASTM C 845).
- (d) "Performance Specification for Hydraulic Cement" (ASTM C 1157)

#### 2.9.4 Acero de Refuerzo

El refuerzo debe ser corrugado, excepto en espirales o acero de preesfuerzo en los cuales se puede utilizar refuerzo liso; y se puede utilizar refuerzo consistente en perfiles de acero estructural o en tubos y elementos tubulares de acero de acuerdo con las especificaciones de este reglamento (American concrete Institute, 2005).

El ACI y su comentario (versión castellano y en sistema métrico), al igual que el reglamento de construcción garantizan las condiciones de habitabilidad, accesibilidad, funcionamiento, higiene, acondicionamiento ambiental, eficiencia energética, comunicación, seguridad en emergencias, integración al contexto e imagen urbana de las edificaciones. Además los proyectos arquitectónicos correspondientes deben cumplir con los requerimientos establecidos en las normas técnicas complementarias del reglamento de construcciones local vigente o en ausencia de éste, las NTC-Diseño Arquitectónico.

#### 2.9.5 Sismos

En México se deben considerar aspectos sísmicos debido a la acción sísmica que sufre el país, y aun mayor en el estado de Oaxaca. El Capítulo 21 del ACI contiene disposiciones especiales para el diseño y la construcción de los elementos de concreto

reforzado de una estructura para la que se han determinado las fuerzas de diseño, relacionadas con los movimientos sísmicos, con base en la disipación de energía en el rango no lineal de respuesta los cuales deben considerarse para el diseño de la vivienda de interés social que se propondrá para el estado de Oaxaca.

#### 2.9.6 Análisis del reglamento de construcción del estado de Oaxaca

Para el desarrollo de este proyecto se analizaron aspectos normativos que influyen en el tema de estudio, los cuales tienen sustento en el Reglamento de Construcción del estado de Oaxaca (2010) y el ACI (2005). Los siguientes apartados fueron consultados y analizados con la finalidad de fortalecer la investigación.

##### 1. Aspectos generales.

Se analizaron las características generales con las que este tipo de edificación debe contar, tales como requerimientos básicos, servicios sanitarios, circulaciones, dimensiones, etc.

##### 2. Proyecto arquitectónico.

En el apartado de proyecto arquitectónico se analizaron las condicionantes que este implica, como altura máxima de la edificación, saliente, voladiza, dimensiones de aéreas mínimas, escaleras, rampas etc.

##### 3. Instalaciones.

Para lograr una propuesta de diseño arquitectónico se deben considerar criterios de instalaciones eléctricas, sanitarias, hidráulicas y si es el caso instalaciones especiales las cuales se pueden encontrar en el apartado de instalaciones del reglamento de construcción del estado de Oaxaca.

#### 4. Normas de seguridad estructural y Criterio de diseño estructural.

También se consideraron estos apartados, los cuales son importantes en todo el proyecto arquitectónico ya que existen criterios que se deben cumplir para lograr una propuesta funcional.

### 2.10 Procedimiento de construcción

A partir de la investigación bibliográfica y de campo, tomando en cuenta las técnicas del sistema constructivo ferrocemento, juntamente con los materiales de construcción, así como los aspectos necesarios, se decidió analizar la técnica de construcción que el Arquitecto Jesús Sánchez Luqueño utiliza, para proponer la vivienda de interés social. Cabe mencionar que existen ventajas que pueden auxiliar la propuesta de diseño. La técnica está probada en la región, por lo tanto, los resultados de los comportamientos del sistema son conocidos así como los materiales necesarios para la ejecución.

#### 2.10.1 Limpieza del Terreno o Lote

La limpieza del terreno puede ser manual o se puede hacer uso de maquinaria según se requiera, la finalidad es dejar visible el área que posteriormente será utilizada para el trazado de la edificación. Ver figuras 19 y 20.



*Figura 19.* Limpieza de terreno manual.



*Figura 20.* Limpieza con maquinaria.

### 2.10.2 Trazado

Una vez que el terreno está totalmente limpio se precede al trazado del área de construcción, para el trazado de los diseños orgánicos, se utilizan ejes de referencia para iniciar con los trazos de arcos o cuervas según se requiera, estos ejes centrales serán la base para poder dar forma al diseño de la cimentación como se muestra en la figura 21.



*Figura 21.* Fotografía trazado de la cimentación, Casa Odón, Luqueño.

### 2.10.3 Excavación

La excavación del armado para la cimentación es realizada a mano cuando el diseño es completamente orgánico, debido a la complejidad de las formas se requiere de cortes exactos, esto también depende del tipo de suelo, en el caso del suelo tipo c, se podrá hacer el uso de maquinaria hasta donde sea posible. Se hará una excavación de 60 cm de ancho por una profundidad de 80 cm para el armado de la zapata corrida perimetral. Ver figura 22. La profundidad y el ancho de la excavación son acorde a las normas expuestas en el CEV en su sección 1103, considerando esta como un tipo de cimentación superficial la cual se puede utilizar en cualquier tipo de suelo, a diferencia de la cimentación utilizada con el sistema de construcción de concreto armado, la

profundidad de la excavación dependerá del tipo de suelo y de los niveles de la edificación.



*Figura 22.* Fotografía de excavación terminada para la cimentación de Casa Odón, Luqueño.

#### 2.10.4 Plantilla perimetral

Cuando la excavación esta lista se precede a la colocación de una plantilla de 5 centímetros de espesor utilizando una mezcla de cemento, arena, grava y agua con proporción 1: 7: 8 de acuerdo a la norma NOM-123-SCFI-1996 para evitar que el acero tenga contacto con las sales y minerales de la tierra que pueden causar problemas al armado de acero. Ver figura 23.





*Figura 23.* Fotografía plantilla de la zapata perimetral de Casa Odón, Luqueño.

#### 2.10.5 Armado de zapata y contra-trabe perimetral

El armado de la zapata perimetral es de acuerdo a la norma vigente NMX-C-486-ONNCCE-2014 del uso de acero estructural, además de las especificaciones descritas en el CEV (2015), en la sección 1103. Se utilizan 4 varillas corrugada longitudinales de 3/8" @ 20cm de distancia, bastones transversales de varilla corrugada de 3/8" con una longitud de 80 cm agregando ganchos de ambos lados no menor a 7 cm @ 20cm de distancia, como se muestra en la figura 24. Sobre el armado de la zapata perimetral se colocará el armado de la contra-trabe perimetral que estará formada por 4 varillas longitudinales de varilla corrugada de 3/8" con estribos de 1/4" @ 20cm con una base de 20 cm y un peralte de 40 cm, también se colocan castillos anclados a la contra-trabe para amarre del muro de enrase que se realizará después del colado de la contra-trabe, este tipo de armado es similar al armado que se utiliza con el sistema tradicional con diferencias en las dimensiones de acuerdo al tipo de suelo y al diseño de la edificación.



*Figura 24.* Fotografía armado de zapata y contra-trabe perimetral de Casa Odón, Luqueño.

#### 2.10.6 Colado y Muro de enrace

Al término del armado de la zapata y contra-trabe perimetral se procede al cimbrado de dicho armado, regularmente y debido a las formas se utiliza triplay de madera con un espesor de 6mm para poder cimbrar las formas curvas y posteriormente hacer el colado con una mezcla de cemento, arena, grava y agua en una proporción de 1:4:4, como se muestra en la figura 25.

Sobre la contra-trabe se coloca el muro de enrace para lograr la altura deseada utilizando block o tabique pesado pegados con una mezcla de mortero cemento-arena en una proporción de 1:4, ver figura 26.



*Figura 25.* Fotografía de cimbrado con triplay y colado de contra-trabe perimetral, Luqueño.



*Figura 26.* Fotografía de colocación de Muro de enrase sobre la contra-trabe perimetral, Luqueño.

### 2.10.7 Relleno y compactación del suelo

Al finalizar el muro de enrase, así como el colado de los castillos de amarre dejando sin colar el área para el amarre y anclaje de la trabe de contra-volteo perimetral como muestra la fotografía 27, se rellena el área para la construcción hasta emparejar con el muro de enrase, se realiza la compactación del relleno para evitar asentamientos futuros. Este relleno y compactación servirán como cimbra de lado interior para el armado y colado de la trabe de contra-volteo central y perimetral. Ver figura 28.



*Figura 27.* Relleno del área utilizando maquinaria, Casa Odón, Luqueño.



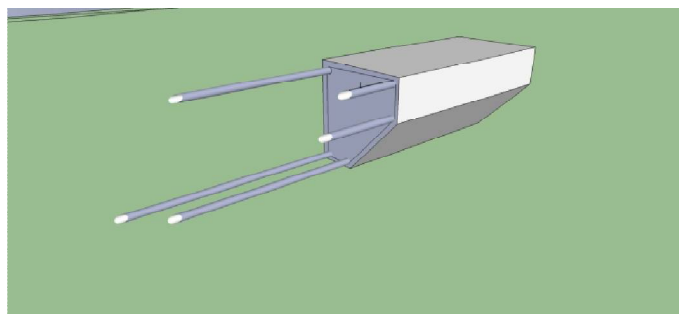
*Figura 28.* Fotografía compactación manual del relleno, Casa Odón, Luqueño.

### 2.10.8 Trabe de contra-volteo perimetral

Este tipo de trabe se coloca en encima del muro de enrase utilizando 5 varillas corrugadas de 3/8" con estribos de una forma en particular (como se muestra en la imagen 23) de 1/4" @ 20cm con una base de 15 cm y un peralte de 30cm, una corona de 30 cm, otro peralte que se une a la losa de cimentación de 10 cm y una inclinación de 25 cm amarrados con alambre recocido; la forma de la trabe ayuda a que el colado de la losa de cimentación trabaje de forma monolítica con los demás componentes (figura 29), es decir la inclinación que se forma en la trabe permitirá aprovechar el relleno como cimbra, la longitud más corta de la forma del estribo servirá como punto de unión con el acero de la losa de cimentación que al realizar el colado quedaran unidas en una sola pieza.



*Figura 29.* Fotografía de armado de trabe de contra-volteo perimetral, autoría propia.



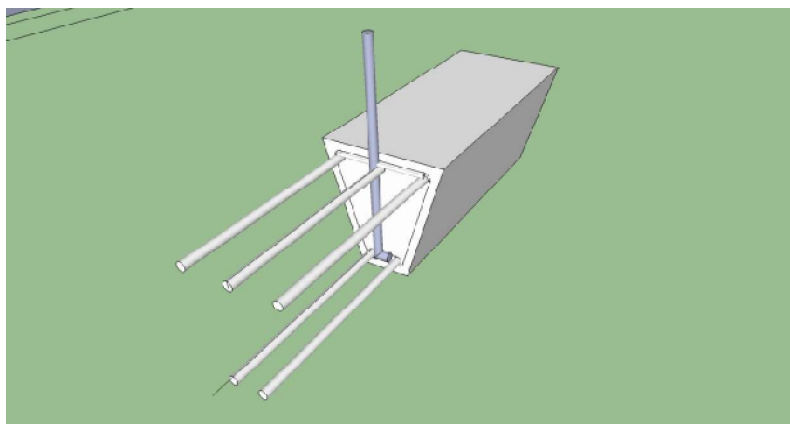
*Figura 30.* Detalle de trabe de contra-volteo perimetral, Luqueño.

### 2.10.9 Trabe de contra-volteo central

Estas trabes se utilizan para delimitar cada espacio diseñado, funcionando como trabes de liga la cual ayudarán a fortalecer la losa de cimentación, así como para anclar las varillas verticales y castillos que posteriormente ayudarán al armado de muros. Para este tipo de trabes se utilizan 4 varilla corrugadas de 3/8" con estribos de una forma en particular (trapezoidal) de 1/4" @ 20cm con una base de 15 cm, una corona de 30 cm y un peralte de 30cm; una vez rellena el área de construcción se realiza la excavación para este tipo de trabes aprovechando el relleno, la compactación y la plantilla como cimbra de esta trabe. Ver figura 31.



*Figura 31.* Fotografía de armado de trabe de contra-volteo central, Luqueño.



*Figura 32.* Imagen de detalle de trabe de contra-volteo central, Luqueño.

#### 2.10.10 Anclaje de castillos y varillas verticales

Cuando el armado de las trabes de contra-volteo perimetral y central están listas, se colocan los castillos triangulares con varillas corrugadas de 3/8" y estribos de 1/4" @ 20cm de acuerdo al diseño (triangular), también se colocan varillas corrugadas de 3/8" verticales @ 1.0 m de distancia anclados con un anclaje no menor a 10cm a la trabe de contra- volteo perimetral o central según se requiera, las cuales formaran parte de los muros de carga y divisorios, como se muestran en las figuras 33 y 34.



*Figura 33.* Fotografía de anclado de castillos en cadena de contra-volteo perimetral y central, Casa Odón, Luqueño.



*Figura 34.* Fotografía de anclaje de varilla vertical en trabes de contra-volteo perimetral y central, autoría propia.

### 2.10.11 Losa de cimentación

La losa de cimentación es un tipo de cimentación superficial que tiene muy buen comportamiento en terrenos poco homogéneos que con otro tipo de cimentación podrían sufrir asentamientos diferenciales. Cuando el armado de las trabes perimetral y central están unidas, terminadas y cimbradas se colocan bastones de varilla corrugada de 3/8" @ 50 cm de distancia en las trabes como se muestra en la figura 36. Se refuerza con electro-malla calibre 6/6 o 10/10 colocando en toda el área a construir amarrada con alambre recocido para lograr un armado monolítico en toda la losa. Antes de la colocación de la malla se hace la preparación para las instalaciones sanitarias u otras instalaciones que se requieran, ver figura 35. Cuando el armado está listo se realiza el colado de la losa de cimentación, preferiblemente de una sola pieza, ver figuras 37 y 38.



*Figura 35.* Fotografía de la colocación de bastones como refuerzo de la losa de cimentación, Casa Odón, Luqueño.





*Figura 36. Fotografía colocación de instalación Sanitaria, Luqueño.*



*Figura 37. Fotografía de colado de losa de cimentación, Luqueño.*



*Figura 38.* Fotografía de losa de cimentación colada, Luqueño.

#### 2.10.12 Armado de muros

Para el armado de los muros de ferrocemento se utilizan las varillas corrugadas que previamente se dejaron preparadas y ancladas al armado de la losa de cimentación, se colocan horizontalmente varillas corrugadas de 3/8" @ 1 m de distancia dándole la forma deseada utilizando tubo y grifa, estas varillas se unen con las varillas verticales del armado anterior para empezar a darle la forma deseada de los muros, para rigidizar las varillas se coloca la electro-malla calibre 10/10 o 6/6 empezando por el lado interior del área a construir; se sujetará la electro-malla con amarres de alambre recocado utilizando barrotes de madera verticalmente para nivelar y enderezar la electromalla y las varillas. Al término de la colocación de la electro-malla se procede a colocar de una nervadura triangular utilizando 3 varillas corrugadas de 3/8" y estribos triangulares (10 cm X 10 cm X 10 cm) de 1/4" @ 20cm de acuerdo al diseño, esta nervadura cumple la función de trabe de cerramiento donde posteriormente serán ancladas las varillas corrugadas que formarán la losa. Ver figura 39.



*Figura 39.* Fotografía del armado de muros de ferrocemento, Casa Odón, Luqueño.

#### 2.10.13 Armado de losa

Para el armado de losas con ferrocemento se recomiendan dos formas una forma en cúpula y otra en forma de media caña, ver figuras 40 y 41, en la primera forma aplican en espacios de forma circular o parecidas, armando anillos de acero con un peralte de la curva de 50 cm, los anillos se utilizan para darle la forma a la cúpula a partir del centro y con varillas perpendiculares que terminan la forma uniéndose en el centro para reforzar la estructura de la losa. La forma de media caña se utiliza en espacios cuadrangulares, rectangulares o espacios reducidos como pasillos, se realiza un armado de arco de media caña, esto debido a la delgadez del material, la finalidad del armado es aumentar la resistencia. Para el armado de las losas se utilizan varillas corrugadas de 3/8 " @ 50 cm de Para el armado de media caña se divide el área hasta formar cuadrados (no necesariamente cuadrados suelen ser rectángulos) de no más de 50 x 50 cm. Para finalizar el armado se coloca la electro-malla o malla electro-

soldada amarrándola por debajo del armado empezando a amarrar desde el centro para posteriormente finalizar en las orillas, esto ayudará a que el armado sea uniforme, permitiendo que el acero utilizado esté bien estirado, unido y amarrado.

Al término del armado de la losa se colocan las instalaciones eléctricas e hidráulicas para ocultarlas en el muro, ver figuras 42 y 43. También se arman los vanos para las ventanas y puertas.



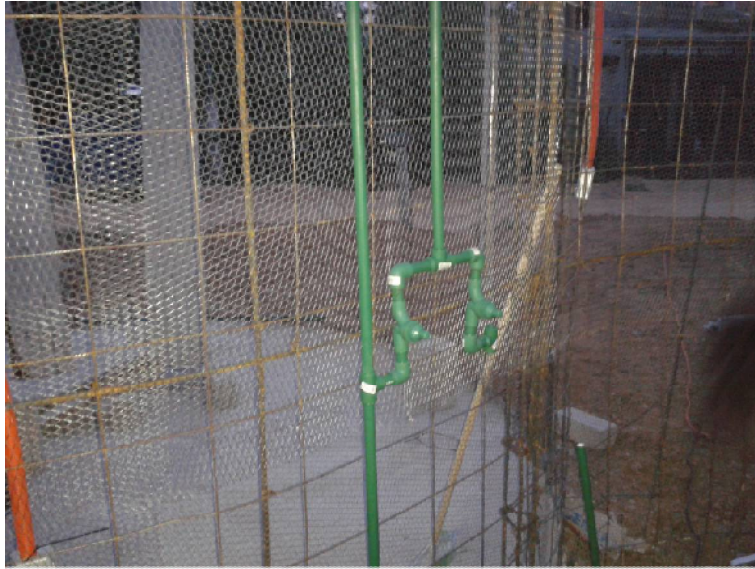
*Figura 40.* Fotografía del armado de losa tipo cúpula, autoría propia.



*Figura 41.* Fotografía de armado de losa tipo media caña, Luqueño.



*Figura 42.* Fotografía de la colocación de los ductos para instalación eléctrica, autoría propia.



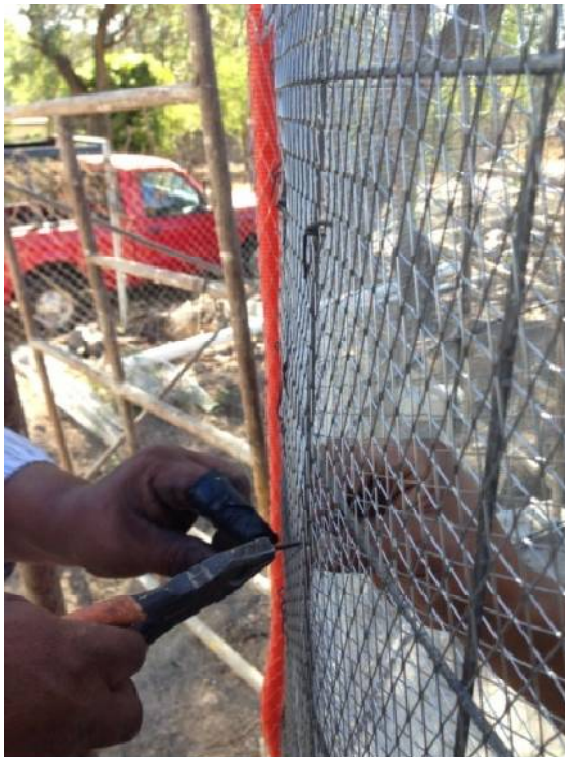
*Figura 43.* Fotografía de la instalación hidráulica, Luqueño.

#### 2.10.14 Colocación del metal desplegado y engrapado

Se puede utilizar metal desplegado calibre 500 o 600, para recubrir toda la estructura de varillas y electro-malla empezando por los muros. Se coloca el metal desplegado por ambos lados del armado de un lado de forma vertical y de otro de forma horizontal para una mejor adherencia del mortero. Al ser colocado el metal desplegado, con alambres de 8 cm de larga se forman grapas para poder sujetar el metal desplegado a esta acción se le denomina "engrapado". El engrapado se realizará en cada esquina que forman los cuadrados de la electro-malla para los muros y para la losa además de las esquinas también se sujetan los puntos medios de la longitud del lado de los cuadros de la malla, para esta acción solo se utilizan pinzas mecánicas y se recomiendan las pinzas con punta. Es recomendable hacer el engrapado en parejas para facilitar el trabajo; debe ser de una forma minuciosa para evitar que el mortero se resbale del armado en el momento de su aplicación. Primero se realizará el engrapado de los muros para poder empezar a colocar la primer capa de mortero, la cual ayudará a rigidizar lo que al final será el muro, ver figuras 44 y 45.



*Figura 44.* Fotografía del Engrapado de muro, autoría propia.



*Figura 45.* Fotografía de engrapado de muro utilizando pinzas mecánicas, autoría propia

### 2.10.15 Aplicación de la mezcla

La mezcla del mortero es de una proporción de 1:3, es decir un saco de cemento portland de 50 kg por tres botes de 19 L de arena arneada con criba de 5 mm. La proporción del agua varía según la humedad de la arena pero no debe ser menor a 1.5 botes de 19 L. La aplicación del mortero se puede realizar con cuchara de albañil o con llana de gaucho, esta acción se le conoce como embarrado. El embarrado puede ser de cualquier lado del armado ya engrapado, ver figuras 46 y 47. Esta primera capa de mortero se coloca en todos los muros y posteriormente en el plafón de la losa.



*Figura 46.* Fotografía de aplicación del mortero con cuchara de albañil, autoría propia.





*Figura 47.* Fotografía de aplicación del mortero en muro utilizando llana de gaucho, Luqueño.

#### 2.10.16 Aplanado de muro

El aplanado del muro se realiza después de haber transcurrido 12 horas del embarrado permitiendo que la mezcla del mortero frague pero no en su totalidad para que el fraguado total sea con el aplanado de ambos lados del muro. La proporción de la mezcla del mortero para aplanado es 1:4, un saco de cemento portland por 4 botes de arena cernida con criba de 5 mm. Primero se realizará el aplanado de un lado del muro y al cabo de 12 horas se realizará el aplanado del siguiente lado, ver figura 48. El terminado del muro será con llana de gaucho como lo muestra la figura 49. Para el terminado total del muro no debe transcurrir más de 48 horas para evitar juntas frías en las capas del mortero y lograr que el fraguado del muro sea en una sola pieza. El grosor del muro será entre 4 y 6 cm de espesor.



*Figura 48.* Fotografía de aplanado de muro, Luqueño.



*Figura 49.* Fotografía de terminado de muro utilizando llana de gauchó, Luqueño.

### 2.10.17 Terminación de losa

Cuando los muros estén aplanados se procederá a enbarrar la losa con la proporción de la mezcla de mortero 1:3, un saco de cemento portland por botes de arena cernida con criba de 5mm; esta acción se realizará con una llana de gaucho para evitar que el mortero se desprenda del armado de la losa como se muestra en la figura 50, además se colocarán polines de madera en puntos estratégicos para evitar que el armado sufra algún tipo de deformación con el peso del mortero; de igual forma que los muros se dejará secar 12 horas para poder aplanar y terminar el plafón; se dejará transcurrir otras 12 horas para aplicar la capa de encima de la losa, la mezcla del mortero de esta capa será de 1:4, un saco de cemento portland por 4 botes de arena cernida con criba de 5mm, el grosor de esta capa de mortero será no mayor a 4 cm de espesor. La terminación de la parte superior de la losa será con llana de gaucho y con una lechada de cal- cemento para cerrar cualquier poro generado.



*Figura 50.* Fotografía de colocación del mortero en losa con llana de gaucho

## 2.10.18 Losa de entrepiso y azotea

Al concluir el recubrimiento de la losa en su totalidad se debe contemplar un pretil el cual esté a nivel del punto más alto de la bóveda o cúpula para poder nivelar la losa ya sea para direccionar las aguas pluviales si la edificación es de un solo nivel o bien, como losa de entrepiso para continuar el armado del siguiente nivel según se requiera. Al terminar el pretil regularmente de 50 cm de altura (el proceso de armado y terminado es el mismo que los muros) se rellena con tepexil o tezontle el cual ayudará a aligerar el peso de la losa de entrepiso o de azotea según el caso; también se pueden ahogar botellas de pet como aislante térmico y al mismo tiempo ayudan a aligerar aún más el peso. Al tener bien nivelado con tepexil o tezontle se coloca en toda el área electro-malla calibre 6/6 o 10/10 para reforzar la capa de compresión (5 cm de espesor) de la mezcla y así se tendrá una losa de entrepiso plana. Si el diseño arquitectónico es solo de un nivel entonces será una losa de azotea por lo tanto se armará otro pretil de no más de 50 cm de altura o según el diseño para evitar escurrimientos en los muros y direccionar el agua pluvial a las bajadas. Si el diseño de la edificación tiene más de un nivel las varillas verticales, los castillos y la electro-malla de los muros continuarán hacia arriba para asegurar que el armado sea monolítico este procedimiento se realiza las veces que sean necesarias según los niveles del diseño arquitectónico hasta llegar a la losa de azotea (ver figuras 51, 52 y 53).



*Figura 51. Fotografía del colado de losa con mortero, autoría propia.*



*Figura 52.* Fotografía de losa de entrepiso, Luqueño.



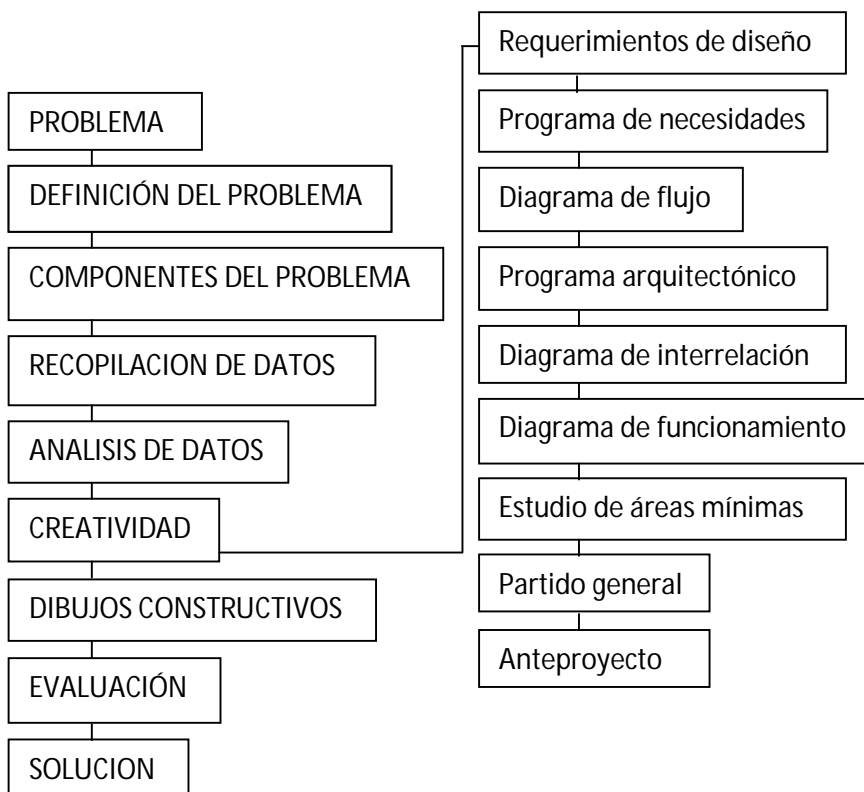
*Figura 53.* Fotografía de colado de firme de entrepiso, Luqueño.

Al tener los pasos detallados para la edificación con el sistema constructivo ferrocemento, se tiene un panorama más amplio del sistema con relación a la construcción de viviendas, así como sus materiales y herramientas aptas para el proceso, comportamientos mecánicos, ventajas y desventajas para poder proponer la casa de interés social. Se tomarán en cuenta cada uno de los aspectos de construcción para el siguiente capítulo Concepto de Diseño.

## **CAPÍTULO III. CONCEPTO DE DISEÑO**

### 3.1 Metodología de Diseño Arquitectónico

Como complemento de la metodología de investigación de esta tesis, se realizó la integración de la Metodología de Diseño Arquitectónico propuesta por el Ing. Alfredo Plazola Cisneros (1986), en la sexta fase llamada Creatividad, teniendo como resultado el desarrollo del proyecto arquitectónico, la finalidad de esta metodología es dirigir paso a paso el proceso para el diseño, conceptualización y proyecto de vivienda.





### 3.2 Requerimientos de Diseño

A partir de la información de las primeras cinco fases de la metodología de investigación, lo cual constituye el Marco Referencial del proyecto de tesis, se integraron los requerimientos de diseño, tomando en cuenta también los requerimientos fundamentales del hombre los cuales el Ing. Plazola (1986), recomienda para lograr una correcta solución de diseño arquitectónico de una vivienda.

Las funciones originan espacios arquitectónicos que son indispensables para el desarrollo de cada actividad, dando origen a elementos característicos del programa arquitectónico de la vivienda a diseñar, ver tabla 16.

<b>Funciones base de una vivienda.</b>	<b>Actividad para lograr la función.</b>	<b>Programa arquitectónico.</b>
Recuperación	Descansar Dormir Comer	Dormitorio Dormitorio Comedor
Relación	Platicar	Sala
Recreación	Juego Platicar	Comedor Sala
Servicio	Aseo personal Preparación de alimentos Lavado de ropa y otros	Baño Cocina Patio de Servicio

**Tabla 16 .** Requerimientos espaciales de diseño a partir de las funciones base de una vivienda.

Requerimientos espaciales de diseño a partir de las funciones base de una vivienda:

- Espacios para dormir y descansar.
- Espacios para preparar y consumir alimentos.
- Espacios para Socializar.
- Espacios para recreación y esparcimiento.
- Aseo personal.

Así también, se deben de considerar como parte de los requerimientos de diseño las Normas para la Edificación de Viviendas de Interés Social en México, las cuales se encuentran descritas en el Código de Edificación de Vivienda (2015), así como el Reglamento de Construcción del Estado de Oaxaca vigente juntamente con la Ley de Vivienda para el Estado de Oaxaca y todo lo referente a lotificación y colindancias, instalaciones, m<sup>2</sup> de construcción, áreas verdes, etc.

<b>Tema</b>	<b>Normativa</b>	<b>Requerimiento</b>
Lotificación	Lote para Vivienda de interés social no menos de 90m <sup>2</sup>	Lote 90m <sup>2</sup>
Forma del lote	Rectangular preferentemente	Lote de 6x15m. Fachada 6m.
Colindancias	1-3 colindancias	Situación crítica – 3 colindancias
Instalaciones	Hidráulica – colindancia con línea sanitaria –	Línea de abastecimiento separadas de la línea de conducción sanitaria 1m mínimo.
	Sanitaria – ubicación, almacenamiento y bombeo.	Ubicación de registros máx. a cada 6m entre sí. 1m de separación de la línea de desagüe sanitario min.

**Tabla 17.** Requerimientos normativos de diseño para la propuesta.

<b>Parámetros</b>	<b>Requisito</b>
NOM-123-SCFI-1996	Acero para uso estructural con diámetros de 3/8" y 1/2"
NMX-C-486-ONNCCE-2014	Mortero para uso estructural tipo II con F'c no menor a 75 kg/cm <sup>2</sup>

**Tabla 18.** Requerimientos de acero y mortero estructural.

En el Cap. II se señaló que el número de integrantes promedio de una familia mexicana son cuatro, así también se hizo referencia a que Oaxaca es uno de los estados con mayor déficit de vivienda, considerando estos y otros factores, se planeó diseñar una vivienda de interés social media en un lote ubicado en Huajuapán de León, Oaxaca.

De acuerdo a Plazola (1986), los requerimientos de diseño del usuario surgen a partir de las necesidades básicas, como se explicó en la tabla 16, para este proyecto también se consideraron los requerimientos del usuario:

- Espacios con ventilación e iluminación natural no menor al 20%.
- De acuerdo a la región no puede tener una altura menor a 2.5 m.
- Segura estructural (zona sísmica).
- Colores propios para el usuario y su contexto urbano.
- Mantenimiento eventual.
- Costo accesible.

Cada uno de estos requerimientos permite al usuario comodidad, al contar con una ventilación e iluminación natural adecuada los espacios permitirán al usuario cierto confort, además de reducir el uso de energía eléctrica al utilizar iluminación y ventilación natural, así mismo la altura ayudará a que la incidencia solar no impacte de manera negativa, se pretende que los colores a utilizar sean colores neutros que transmitan tranquilidad al usuario, y por último el fácil mantenimiento se plantea específicamente en la forma de la losa, al tener una losa plana se corre el riesgo de tener concentración de agua de lluvia, así como el acumulamiento de hojas.

Por otra parte y considerando lo establecido por el Código de Edificación de Vivienda (CVE, 2010), se definen y confirman los siguientes requerimientos para el diseño y construcción de una vivienda de interés social media:

- Sala (con capacidad para un juego de sala de tres piezas).
- Cocina (espacio para refrigerador, tarja y barra).
- Comedor (juego de comedor para 4 personas).

- 2 o 3 recámaras (cama, buró y espacio para closet por recamara).
- Baño completo (wc, lavabo y espacio para regadera).
- Medio baño (wc y lavabo).
- Circulaciones no menores a 0.9 m.
- Puertas no menores a 0.9 m de ancho x 2.2 m altura.
- El acceso a un espacio no debe cruzar por otro espacio excepto cuando se trata de estancia comedor.
- Estacionamiento al aire libre (cajón regular), 4 m de largo x 2.5 de ancho.
- El área de los patios de iluminación y ventilación natural no debe ser menor de  $4.41\text{m}^2$  con lado mínimo de 2.1m.
- La altura de los espacios no debe ser menor a 2.5m.
- 25% de área verde.

El sistema constructivo de ferrocemento posee cualidades que se deben potencializar en el diseño arquitectónico, el uso de formas curvas y/u orgánicas permite un comportamiento auto portante, se recomienda reducir la implementación en muros rectos (Mejía, 2005). Se adecua a cualquier topografía y tiene amplia versatilidad en cuanto a la implementación de formas (Senosiain, 2012).

### 3.3 Proyecto Arquitectónico

#### 3.3.1 Programa de necesidades

En referencia a la investigación que permitió definir los requerimientos de diseño se confirman las necesidades del o los usuarios de la vivienda de interés social media. Se realizó un listado de las necesidades básicas de los usuarios de la vivienda de interés social media, dichas necesidades son agrupadas de acuerdo a la relación que existen entre sí, lo cual permite definir la zonificación de los espacios (Tabla 19), (Plazola, 1986).

**Programa de necesidades**

<b>Necesidad</b>	<b>Local</b>	<b>Zona</b>
Dormir/Descansar	Recámara	Intima
Cocinar	Cocina	Servicio
Comer	Comedor	Social
Platicar	Sala, Jardín	Social
Aseo personal	Baño, ½ baño	Servicio
Lavado de ropa	Patio de servicio	Servicio
Estacionar vehículo	Cochera	Servicio

**Tabla 19.** Programa de necesidades. Elaboración propia.

#### 3.3.2 Diagrama de flujo

La figura 54 muestra el flujo que cualquier usuario puede tener dentro de la vivienda de interés social media.

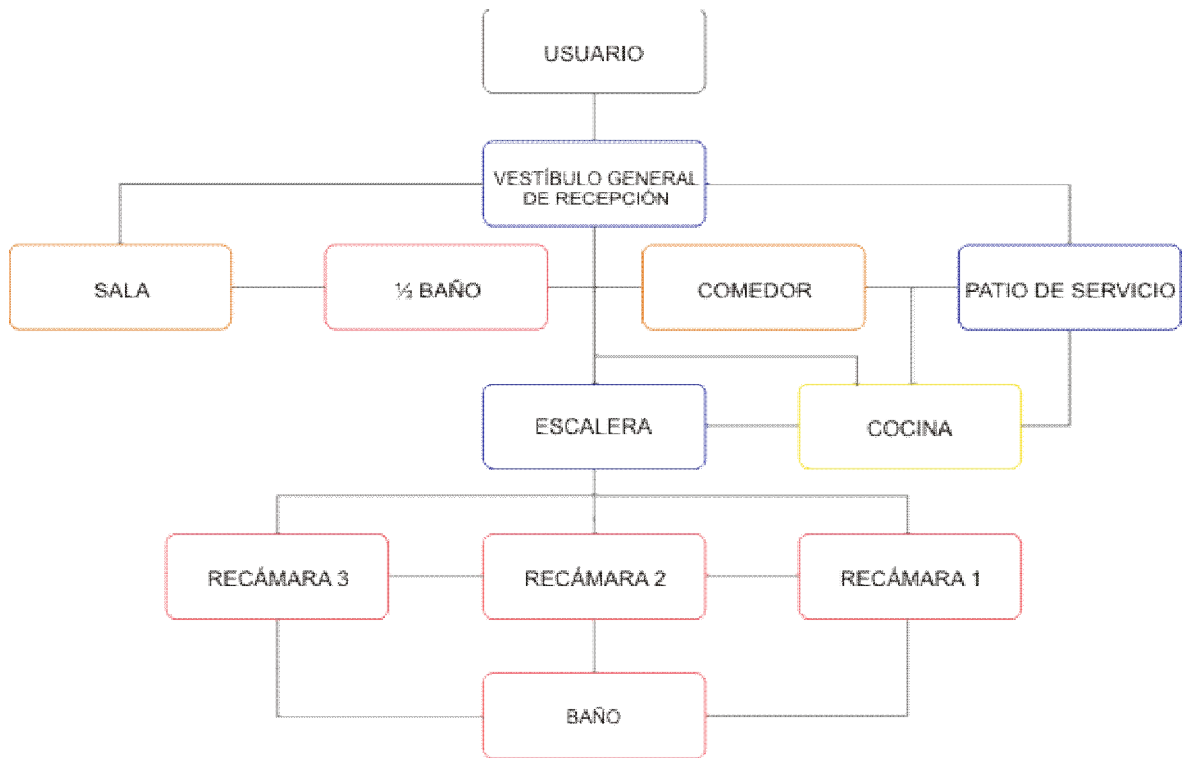


Figura 54. Diagrama de flujo del usuario de la casa de interés social media.

### 3.3.3 Programa arquitectónico

El programa arquitectónico es la integración de un listado de los espacios que se requieren para el diseño de la vivienda. Es conveniente realizar y ordenar este listado por zonas aún más específicas, para facilitar los estudios posteriores. En este caso el Programa arquitectónico está condicionado y sujeto a las normas y lineamientos del CVE (2015). Considerando que el número de habitantes promedio de una familia mexicana es de 4 integrantes (INEGI, 2017), se eligió la vivienda de interés social media la cual se muestra en la tabla 1.

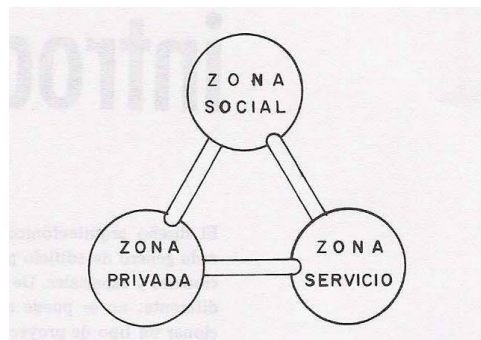


Figura 55. Separación por zonas, (Fonseca, 1994).

Para la propuesta se realizó la separación por zonas propuesta por Fonseca (1994), con la diferencia que la zona de servicio se propuso en dos partes privados y generales. Dando como resultado el siguiente programa arquitectónico dividido en zonas, tabla 20.

ZONA	ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICA	LOCAL
Social	Convivir, estar, leer, recreación,	Accesibilidad, confort, iluminación, ventilación.	1 Sala
	Comer, convivir	Accesibilidad, confort, iluminación, ventilación, liga con la cocina.	1 Comedor
Privada (Intima)	Estar, leer, descansar, estudiar.	Intimidad, confort, iluminación, ventilación.	3 recámaras
Servicios Privados	Aseo, evacuación.	Intimidad, iluminación, ventilación, protección.	Baño
	Almacenamiento, trabajo doméstico, lavar, tender, circular.	Iluminación, ventilación, protección.	Patio de servicio
Servicios Generales	Cocinar, almacenar	Accesibilidad, iluminación, ventilación.	Cocina
	Sanitaria, aseo, evacuación	Intimidad, iluminación, ventilación.	1 ½ baño
	Circular	Accesibilidad, iluminación, vinculación con la zona social y el exterior	Vestíbulo general de recepción
	Circular	Iluminación	Escaleras
	Estacionarse	Accesibilidad, acceso de vehículo	Cochera.

**Tabla 20.** Programa arquitectónico separado por zonas. Elaboración propia.

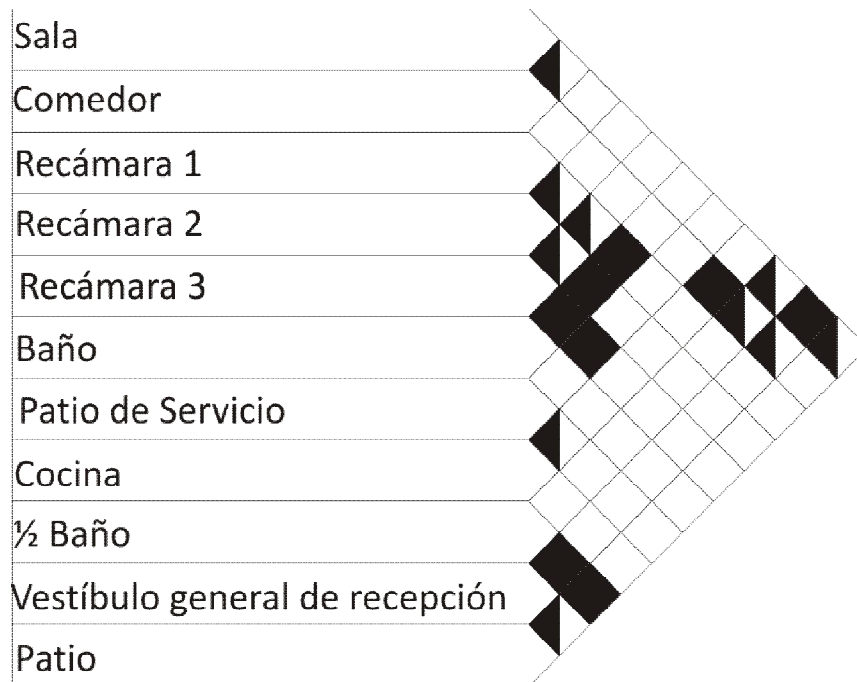
### 3.3.4 Diagrama de interrelación

Al tener establecido el programa de necesidades, así como el programa arquitectónico con los espacios que se requieren en una vivienda, se lleva a cabo el diagrama de interrelación, el cual consiste en generar una jerarquización de la relación que existe entre un espacio y otro, con la finalidad de definir los vínculos entre espacios. La figura 56 muestra las relaciones entre espacios que se requiere considerar para el diseño de la vivienda de interés social media.

Existen espacios o locales que para tener un correcto funcionamiento es necesario que se vinculen entre sí (muchacha relación). Así también existen espacios que mantienen una

relación de funcionamiento relativamente estrecha por la zonificación (relación media), como es el caso de la sala con el comedor. También hay espacios que no necesitan de otros para funcionar adecuadamente (poca o ninguna relación).

- **Mucha relación** se da cuando es directo el funcionamiento entre espacios o simplemente uno sin el otro no pueden funcionar.
- **Relación media** es a través de un tercer espacio que se relacionan dos espacios.
- **Poca o ninguna relación** se da cuando los espacios funcionan de manera totalmente independiente uno del otro.



#### JERARQUÍA DE RELACIÓN



Figura 56. Diagrama de inter-relación de la casa de interés social media, elaboración propia.



### 3.3.5 Diagrama de funcionamiento

Consiste en un organigrama en donde se vacía el programa arquitectónico y se establecen los vínculos espaciales de manera gráfica (figura 56), considerando las interrelaciones obtenidas del diagrama anterior. Dentro del diagrama de funcionamiento se establecen las circulaciones a través de líneas entre los diferentes espacios que se desean diseñar para la propuesta de la vivienda de interés social media, figura 57.

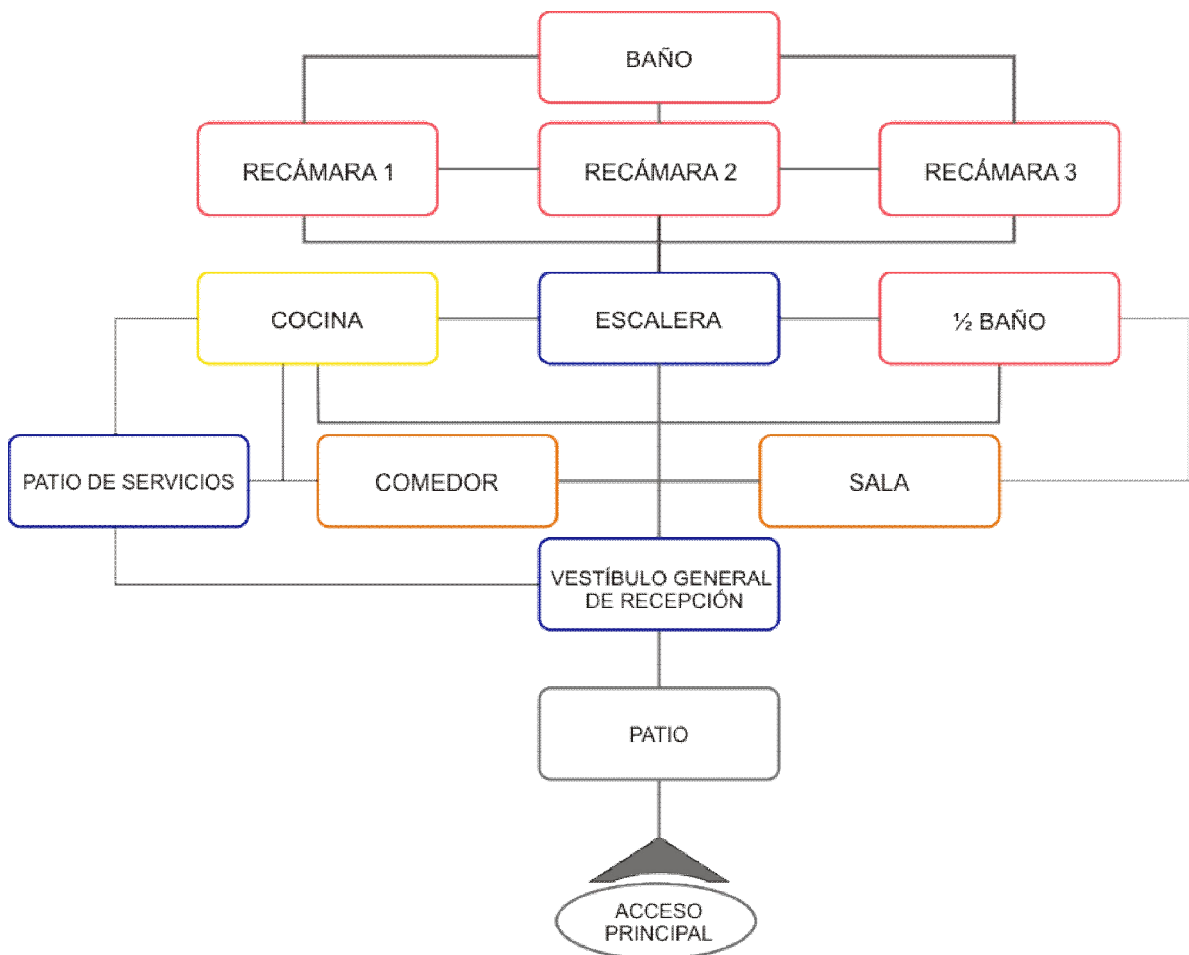


Figura 57. Diagrama de funcionamiento de la vivienda de interés social media, elaboración propia.

### 3.3.6 Estudio de áreas mínimas

La tabla 21 muestra un cálculo aproximado de las áreas mínimas necesarias para la edificación de una vivienda de tipo interés social (Código de Edificación de Vivienda, 2010)

ESPACIO	ÁREA MÍNIMA	LADO MÍNIMO	MOBILIARIO
Sala	7.29 m <sup>2</sup>	2.70 m	Sala de 3 piezas
Comedor	4.41 m <sup>2</sup>	2.10 m	Juego de comedor
Recámara principal	7.29 m <sup>2</sup>	2.70 m	Cama matrimonial, 2 burós, closet.
Recamara	3.60 m <sup>2</sup>	2.00 m	Cama individual, buró, closet.
Cocina	3.30 m <sup>2</sup>	1.50 m	Barra, cajoneras.
Baño	2.73 m <sup>2</sup>	1.30 m	WC, lavabo y espacio para regadera.
1/2 Baño	1.44 m <sup>2</sup>	0.80 m	WC y lavabo.
Área de lavado	2.56 m <sup>2</sup>	1.60 m	Lavadora, y secadora.
Patio de servicio	1.96 m <sup>2</sup>	1.40 m	Lavadero.
Patio- área de lavado	2.66 m <sup>2</sup>	1.40 m	Lavadora, Lavadero.
Sala - Comedor	12.00 m <sup>2</sup>	2.70 m	Juego de sala y juego de comedor
Sala - Comedor- Cocina	14.60 m <sup>2</sup>	2.70 m	Juego de sala, juego de comedor y barra.

**Tabla 21.** Estudio de áreas mínimas. Fuente: Código de Edificación de Vivienda, 2010.

También se revisaron los datos de medidas, circulaciones, ventanas, iluminación, etc. (figura 58), que INFONAVIT (2010), utiliza para el diseño y construcción de viviendas de interés social en cada estado, algunas medidas de espacios, difieren con el Código de Edificación de Vivienda actualizado, las medidas varían para cada estado, por tal motivo se revisaron los lineamientos que se utilizan en el estado de Oaxaca



**DIMENSIONES MINIMAS DE VIVIENDA DE ACUERDO A DISPOSICIONES Y REGLAMENTOS OFICIALES**

Esta cedula tiene como propósito el identificar de manera clara y sencilla los requerimientos reglamentarios básicos de vivienda, establecidos por las Autoridades Oficiales, a nivel Estatal y/o Municipal, cabe señalar que su actualización dependerá de las modificaciones que, en su caso, realicen dichas Autoridades.

ENTIDAD	REGLAM ENTO DE FRACCI ONAME NTO		LOTIFICACION (UF)		LOTIFICACION (DX)		REGLAM ENTO DE CONSTR UCCION		HABITABLES		LOCALES ó ESPACIOS DE LA VIVIENDA								VENTANAS										
	FECHA	ML	ML	M2	FRENT O DEL LOTE	FOND O DEL LOTE	FRENT O DEL LOTE	ICE LOTE	EST-COM SUP	ESTANCIA SUP	COMEDOR SUP	REC SUP	ADIC SUP	ALCOBA SUP	COCINA SUP	BAÑO SUP	NO HABITABLES SUP	BAÑO SUP	BAÑO SUP	ALMIRANTE SUP	LIBRE SUP	RAMPA DE ESCALERAS EXTERNORES SUP	RAMPA DE ESCALERAS INTERIORES SUP	PASADIZO SUP	CUBO DE LUZ SUP	ILUMINACION NATURAL SUP	VENTILACION NATURAL SUP		
AGUASCALIENTES	Feb-99	6.00	15.00	90.00	9.00	15.00	135.00	Feb-99	13.60	2.60	7.30	2.60	6.30	2.50	7.00	2.50	6.00	2.50	1.80	3.00	1.50	1.05	2.00	2.30	2.50	1.16	8%	50%	
BAJA CALIFORNIA	Feb-99	6.00	15.00	90.00	9.00	15.00	135.00	Feb-99	13.60	2.60	7.30	2.60	6.30	2.50	7.00	2.50	6.00	2.50	1.80	3.00	1.50	1.05	2.00	2.30	2.50	1.16	8%	50%	
ENSENADA, TIJUANA Y TEGATE	Apr-71	6.00	20.00	120.00	6.00	20.00	120.00	Dic-88		7.29	2.70	7.29	2.70	7.29	2.70	7.29	2.70	7.29	1.80	4.05	1.50	3.24	1.20	3.24	2.50	1/10	10%	50%	
MEXICALI	Apr-71	6.00	20.00	120.00	6.00	20.00	120.00	Dic-88		7.29	2.70	7.29	2.70	7.29	2.70	7.29	2.70	7.29	1.80	4.05	1.50	3.24	1.20	3.24	2.50	1/10	10%	50%	
BAJA CALIFORNIA SUR	Nov-94	7.00		140.00				Nov-94		8.00	2.70	8.00	2.70	8.00	2.70	8.00	2.70	8.00	2.70							1/5	20%	33%	
CAMPECHE	Ene-81	7.00		120.00				Dic-89		8.12	2.85	8.12	2.85	8.12	2.85	8.12	2.85	8.12	2.85							1/4	25%	10%	
COAHUILA	Jul-94	7.00	13.00	91.00				Jul-96	13.60	2.70	7.30	2.60	6.30	2.40	7.00	2.70	6.00	2.50	3.00	2.70	1.15	1.68	1.40	2.30	2.50	1/20	5%	100%	
COLIMA	Apr-97	6.00	15.00	90.00	8.00	15.00	120.00	Feb-99	14.50	2.70	7.30	2.70	9.00	2.70	7.30	2.70	7.30	2.70	6.00	1.80	3.00	1.20	2.50	2.40	2.50	3/16	17%	33%	
CHIAPAS	Oct-98	6.00	15.00	90.00				Oct-98	16.50	3.00	9.00	3.00	9.00	3.00	9.50	2.85	8.50	2.85	4.00	1.50	2.70	1.35	2.80	1.20	2.50	1/8	13%	1/3	
TUXTLA GUTIERREZ	Oct-98	6.00	15.00	90.00				Oct-98	16.50	3.00	9.00	3.00	9.00	3.00	9.50	2.85	8.50	2.85	4.00	1.50	2.70	1.35	2.80	1.20	2.50	1/8	13%	1/3	
TAPACHULA	Dic-97	6.00	15.00	90.00				Dic-97	15.00	2.80	7.50	2.70	7.50	2.70	10.50	3.50	9.00	3.00	6.25	2.50			2.80	1.15	2.50	1/5	20%	1/2	
CHIHUAHUA	Sep-98	7.00		120.00				Sep-98	13.60	2.70	7.30	2.70	6.30	2.70	7.00	2.70	7.00	6.00	2.00	3.00	1.50		2.50	1.20	2.50	1/10	10%	1/2	
DISTRITO FEDERAL	Dic-97	6.00	15.00	90.00	6.45	9.70	62.57	Dic-97	13.60	2.80	7.30	2.80	6.30	2.40	7.00	2.40	6.00	2.00	3.00	1.50	2.42	1.05	1.68	1.40	2.30	1/5	20%	1/4	
DURANGO	Ene-93	6.00	15.00					Ene-93	13.60	2.80	7.30	2.80	6.30	2.40	7.00	2.40	6.00	2.20	3.00	1.50	2.64	1.10	3.42	1.20	2.30	1/8	12%	60%	
GOMEZ PALACIO Y LERDO	Ene-93	6.00	15.00					Ene-93	13.60	2.80	7.30	2.80	6.30	2.40	7.00	2.40	6.00	2.20	3.00	1.50	2.64	1.10	3.42	1.20	2.30	1/10	10%	90%	
GUANAJUATO	May-91	6.00	15.00	90.00	9.00	15.00	135.00	May-91	15.00	2.70	7.50	2.70	7.50	2.70	7.50	2.70	7.50	2.70	1.80	4.05	1.50	3.24	1.20	3.24	1.50	1/7	14%	1/21	
GUERRERO	May-94	8.00	15.00	120.00				May-94	13.80	2.80	7.30	2.80	6.30	2.40	7.00	2.40	6.00	2.00	3.00	1.50			2.30					0.05	5%
HIDALGO		7.00	15.00	105.00					14.58	2.70	7.29	2.70	7.29	2.70	7.29	2.70	7.29	2.70	1.80	1.50	3.24	1.20	7.29	2.70	2.30	1/16	8%	1/2	
JALISCO																													50%
GUADALAJARA, PTO VALLARTA, OCCIDENTAL, CO. GUZMAN, LAGOS DE MORENO, AGUANON Y SAN MIGUEL EL ALTO	Mar-95	6.00	15.00	90.00	8.00	15.00	120.00	Mar-95	13.52	2.60	6.76	2.60	6.76	2.60	6.76	2.60	6.76	2.60	4.68	1.80	3.90	1.50	3.12	1.20	3.12	2.30		15%	1/2
TEPATITLAN DE MORELOS	Mar-95	6.00	15.00	90.00	8.00	15.00	120.00	Mar-95		3.16	9.00	3.16	9.00	3.16	9.00	3.16	9.00	3.16	5.13	1.80	4.27	1.50	3.42	1.20	2.30	1.20	0.90	0.90	2.50
SAN JUAN DE LOS RIOS	Mar-95	6.00	15.00	90.00	8.00	15.00	120.00	Mar-95		2.85	8.12	2.85	8.12	2.85	8.12	2.85	8.12	2.85	5.13	1.80	4.27	1.50	3.42	1.20	2.40	1.20	0.90	0.90	2.50
ESTADO DE MEXICO	Mar-93	6.00	15.00	90.00	6.00	15.00	90.00	Mar-93	13.60	2.80	7.30	2.80	6.30	2.40	7.00	2.40	6.00	2.00	3.00	1.50							1/7	15%	1/3
MICHOACAN																													33%
MORELIA Y ZAMORA	Jun-95	6.00	15.00	90.00	9.00			Apr-94	13.60	2.60	7.30	2.60	6.30	2.40	6.00	2.40	6.00	2.00	3.00	1.50						2.50	2.40	0.90	0.75
URUAPAN Y TARIMBARO	Jun-95	6.00	15.00	90.00	9.00			Jul-95		6.25	2.50	6.25	2.50	6.25	2.50											3.06	1.75	2.40	1.75
ZACAPU Y JACONA	Jun-95	6.00	15.00	90.00	9.00			Sep-96		7.50	2.50	7.50	2.50	7.50	2.50											2.50	2.40	0.90	0.75
OAXACA	Feb-98	6.00	15.00	90.00				Feb-98		2.50	7.50	2.50	7.50	2.50	7.50	2.50	7.50	2.50	2.50	2.50						2.30	1.20	0.90	2.00

Figura 58. Dimensiones mínimas utilizadas por INFONAVIT.

Para el diseño de esta vivienda de interés social media se analizaron los lineamientos y normativas de medidas mínimas necesarias que el CEV expone comparándolas con las medidas que INFONAVIT utiliza para las construcciones de viviendas de interés social que ofrece en el mercado. En la comparación de ambas tablas se pudo notar que en los lineamientos de INFONAVIT no existe información de medidas mínimas para algunos espacios del estado de Oaxaca, por lo cual, se integró la información de las tablas en una nueva tabla de medidas mínimas tomando como régimen los espacios más amplios en beneficio del usuario (tabla 22).

**Tabla 18. Estudio de áreas mínimas para la vivienda de interés social media.**

<b>ESPACIO</b>	<b>ÁREA MÍNIMA</b>	<b>LADO MÍNIMO</b>
Sala	7.50 m <sup>2</sup>	2.50 m
Comedor	4.41 m <sup>2</sup>	2.10 m
Recámara	7.50 m <sup>2</sup>	2.50 m
Cocina	3.30 m <sup>2</sup>	1.50 m
Baño	2.73 m <sup>2</sup>	1.30 m
1/2 Baño	1.69 m <sup>2</sup>	1.30 m
Patio de servicio	1.96 m <sup>2</sup>	1.40 m
Patio de servicio –Área de lavado	2.66 m <sup>2</sup>	1.40 m
<b>Área Total</b>	<b>46.76 m<sup>2</sup></b>	

**Tabla 22.** Estudio de áreas mínimas para la vivienda de interés social media. Elaboración propia.

El área mínima necesaria para el diseño de la vivienda de interés social media es de 46.76m<sup>2</sup> sin contar circulaciones (accesos, vestíbulos y escaleras).

### 3.4 Partido general

#### 3.4.1. Diseño de la propuesta

Cada diseñador de espacios tiene un método para proyectar, este método en particular tiene como propósito el desarrollo de lo que se desea crear (Csikszentmihalyi, 1997), en este caso es el diseño de una vivienda de interés social media. Una de las características particulares del ferrocemento que puede potencializarse es el uso de formas curvas u orgánicas, cuando el diseño está compuesto por curvas como cúpulas esféricas, semiesféricas, paraboloides o hiperbólicas ayuda a que la estructura sea más rígida permitiendo una mayor resistencia (Mejía, 2005).

¿Qué es la Arquitectura Orgánica? Frank Lloyd Wright (1867-1959) Arquitecto Estadounidense define a la Arquitectura Orgánica o también llamada “Organicismo Arquitectónico”, como una filosofía de la arquitectura que promueve la armonía entre el hábitat humano y la naturaleza. Mediante este tipo de diseño se busca comprender e integrar al sitio los edificios, mobiliarios y alrededores para convertirse en un todo formado por partes unificadas y correlacionadas. Los arquitectos Gustav Stickley, Antoni Gaudí, Alvar Aalto, Louis Sullivan, Bruce Goff, Rudolf Steiner, Bruno Zevi, Hundertwasser, Imre Makovecz y Antón Alberts son los mayores exponentes de la denominada Arquitectura Orgánica (Wright, 1991).

Una de las características particulares del ferrocemento que puede potencializarse es el uso de formas curvas u orgánicas (propias de la naturaleza), cuando el diseño está compuesto por curvas como cúpulas esféricas, semiesféricas, paraboloides o hiperbólicas ayuda a que la estructura sea más rígida permitiendo una mayor resistencia (Mejía, 2005).

Así es como gracias a la nobleza del sistema constructivo también se puede relacionar el Ferrocemento con la Bioarquitectura la cual Javier Senosiain (2014), define con el concepto *Biomimicry* (del latín *Bio*: naturaleza, y *mimis*: imitación, imitación de la

naturaleza) este se refiere a la imitación de la naturaleza a través de su estudio retomando sus conceptos y principios más importantes.

Conociendo las definiciones de Arquitectura Orgánica y Bioarquitectura, así como los requerimientos de diseño, se diseñaron los primeros bocetos para definir la forma arquitectónica de la vivienda de interés social media. Considerando las características del sistema constructivo, el programa arquitectónico, las reglas y normativas de construcción para establecer un estilo en el diseño, el estilo arquitectónico fue: el diseño orgánico. Tomando en cuenta que la intención de este estilo es el uso de formas o estructuras de la naturaleza, no olvidando la gran relación que existe con la bioarquitectura, se optó por utilizar como analogía algunos elementos naturales para el diseño de la vivienda.

La naturaleza es una gran fuente de aspiración que consiste en observar cada uno de los detalles que ofrece, extraer de ella la esencia y sus principios, no consiste en copiarla, sino en hacer una interpretación de ella (Senosiain, 2012). El proceso creativo para el diseño de la vivienda de Interés social media parte de uno de los métodos de diseño del espacio llamado Diseño por Analogía, el cual consiste en generar propuestas o ideas espaciales, ya sea a nivel de planta, estructura o forma elementos ya definidos, en este caso se eligieron como analogía los siguientes elementos naturales:

- Insecto Cochinilla de humedad,
- Cascaron de huevo y
- Molusco (babosa).

Las analogías elegidas dieron como resultados las siguientes propuestas

### **Propuesta 1. Cochinilla de humedad.**

Para la primera propuesta en etapa de bocetaje se eligió un crustáceo artrópodo de tierra firme llamado comúnmente Cochinilla perteneciente a la familia *Aramadillidiidae*.

Las cochinillas pueden medir de 7 a 15 mm, son de un color grisáceo, cuentan con 7 pares de patas, dos pares de antenas, tienen un cuerpo aplanado dorsoventralmente (de arriba hacia abajo). Capaz de enrollarse en forma de bola ajustada gracias a su exoesqueleto (Tejido orgánico duro y rígido que recubre exteriormente el cuerpo de los artrópodos y otros invertebrados), ver figura 59. El tórax de estos crustáceos está formado por 8 segmentos, estando el primero integrado por la cabeza. El abdomen consta de 6 segmentos, de los cuales el último tiene forma troncocónica. Los 'bichos bolita' o cochinillas de humedad durante el día son inactivos y permanecen debajo de objetos para reducir la pérdida de agua. Pueden ser encontrados alrededor de los edificios, debajo de basura, leña, rocas, macetas, vegetación en descomposición, etc. Son carroñeros, se alimentan generalmente de materia orgánica en descomposición. (Wilson, Pérez y Espíndola, 2014).

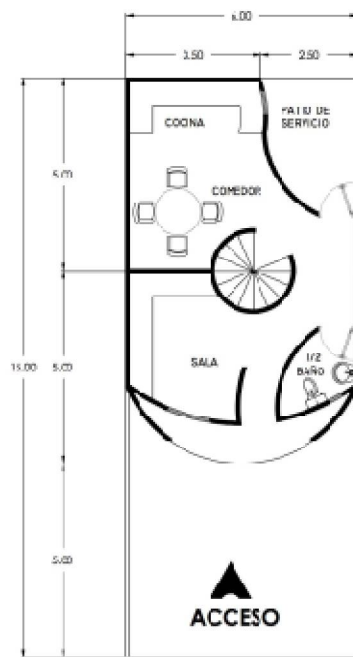


*Figura 59.* Imagen de Cochinilla de humedad

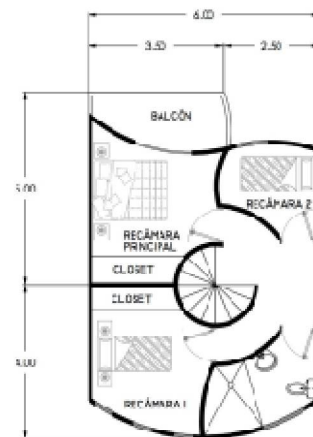
La cualidad de defensa de las cochillas de humedad al envolverse fue uno de los factores por el cual se eligió como analogía para esta primer propuesta de diseño. La segmentación de la cochinilla permitió diseñar una vivienda de interés social en la cual la modulación de su estructura, así como su forma orgánica, permitió el desarrollo de cada espacio en virtud de las necesidades de manera seccionada, así también el impacto de los vientos dominantes e irregulares es contrarrestado por la doble curvatura del seccionamiento y la exposición al asoleamiento de la losa de azotea es menor comparado con la losa plana.

Como resultado se obtuvieron los siguientes bocetos en perspectiva y plantas arquitectónicas como se muestra en la imagen 60.





**PLANTA ARQUITECTONICA BAJA**



**PLANTA ARQUITECTONICA ALTA**

*Figura 60. Propuesta 1 – Perspectiva y plantas arquitectónicas-*

## **Propuesta 2. Huevo (cascarón).**

Partiendo de la premisa que no se puede romper un huevo con dos dedos ejerciendo presión desde la parte inferior hasta la parte superior, se seleccionó este elemento natural como analogía para diseñar la segunda propuesta. El huevo es de forma oval (figura 61), tiene una estructura compleja a consecuencia de su función reproductiva, está preparado para albergar y alimentar durante el tiempo que dura la incubación, el huevo contiene al ovulo que es la yema, protegido por la clara, la cascara y las membranas (Instituto de estudio del huevo, 2009). La cáscara del huevo mantiene su integridad física y actúa como barrera. Su grosor es aproximadamente de 0.35 mm, está constituido por una matriz con entramado orgánico en el que el calcio es el elemento más importante; la cascara tiene diversas aberturas circulares llamadas poros, que permiten el intercambio gaseoso entre el interior y el exterior. Toda la superficie de la cascara se encuentra recubierta por una cutícula orgánica (10-20 $\mu$ m de grosor), (García, 2015).

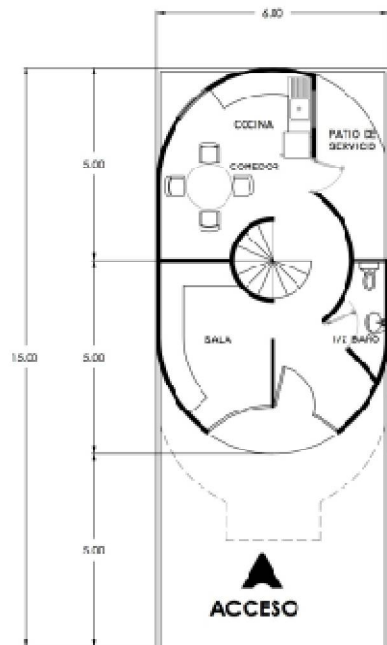


*Figura 61. Cascaron de huevo, de gallina.*

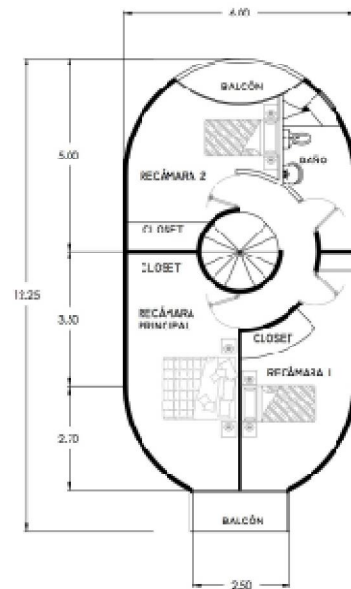
Las cualidades del huevo de albergar y proteger son características que se desean lograr en el diseño de una vivienda de interés social media, además de estar compuesto por una membrana delgada la cual la podemos asociar con el armado del

Ferrocemento. De la misma manera que el cascaron del huevo el Ferrocemento es una cascara delgada con características estructurales monolítica y autoportante, la forma orgánica integró el desarrollo del diseño de la vivienda con una cubierta continua hasta la cimentación que permite una mayor resistencia estructural, la altura propuesta en el diseño pretende contrarrestar el grosor del sistema constructivo y la ganancia de calor producto de la exposición al sol, que al igual que la primer propuesta es menor que en las losas planas, su forma de paraboloides provoca que la sección de la losa de azote expuesta al sol tenga un enfriamiento paulatino conforme a la exposición del sol, es decir, mientras la parte expuesta se calienta la parte no expuesta mantiene una temperatura menor por su falta de exposición o su proceso de enfriamiento. Así también la forma inclinada de la vivienda permite una proyección de sombra hacia la cochera cuando la posición del sol está en su punto máximo (12:00 del medio día).

Los resultados de la propuesta número dos fueron los siguientes bocetos en perspectiva y plantas arquitectónicas, ver figura 62.



**PLANTA ARQUITECTONICA BAJA**



**PLANTA ARQUITECTONICA ALTA**

Figura 62. Propuesta 2 – Perspectiva y plantas arquitectónicas-

### Propuesta 3. Molusco.

Una tercera propuesta de diseño se basa en la analogía de la concha de un molusco terrestre conocido popularmente como 'babosa'. La concha que los moluscos transportan en sus espaldas tienen características particulares las cuales ayudan a su portador a su sobrevivencia, es altamente diversa en morfología y ornamentación; puede ser de forma discoidal, globosa, coniforme, turriforme, en forma de huso o de pupa, está constituida por cristales de carbonato de calcio en forma de aragonita. La idea surge a partir de la concha que al igual que una casa está constituida por materiales homogéneos resistentes que permiten el resguardo del invertebrado (habitantes), (Castillejo, 1986). Como se puede observar en la figura 63 la forma de la concha es orgánica con secciones que fueron retomadas en el diseño de la vivienda en primer lugar como estructura, conociendo que la forma de arcos de medio punto y de media caña tienen mayor resistencia que los elementos horizontales rectos, y en segundo lugar la unión de las secciones permitiría la conducción de las aguas pluviales, así como a contrarrestar a los vientos dominantes debido a la forma orgánica no lineal de los segmentos (doble curvatura).



*Figura 63. Molusco terrestre (babosa)*

La figura 64 muestra los bocetos correspondientes a la analogía del invertebrado.

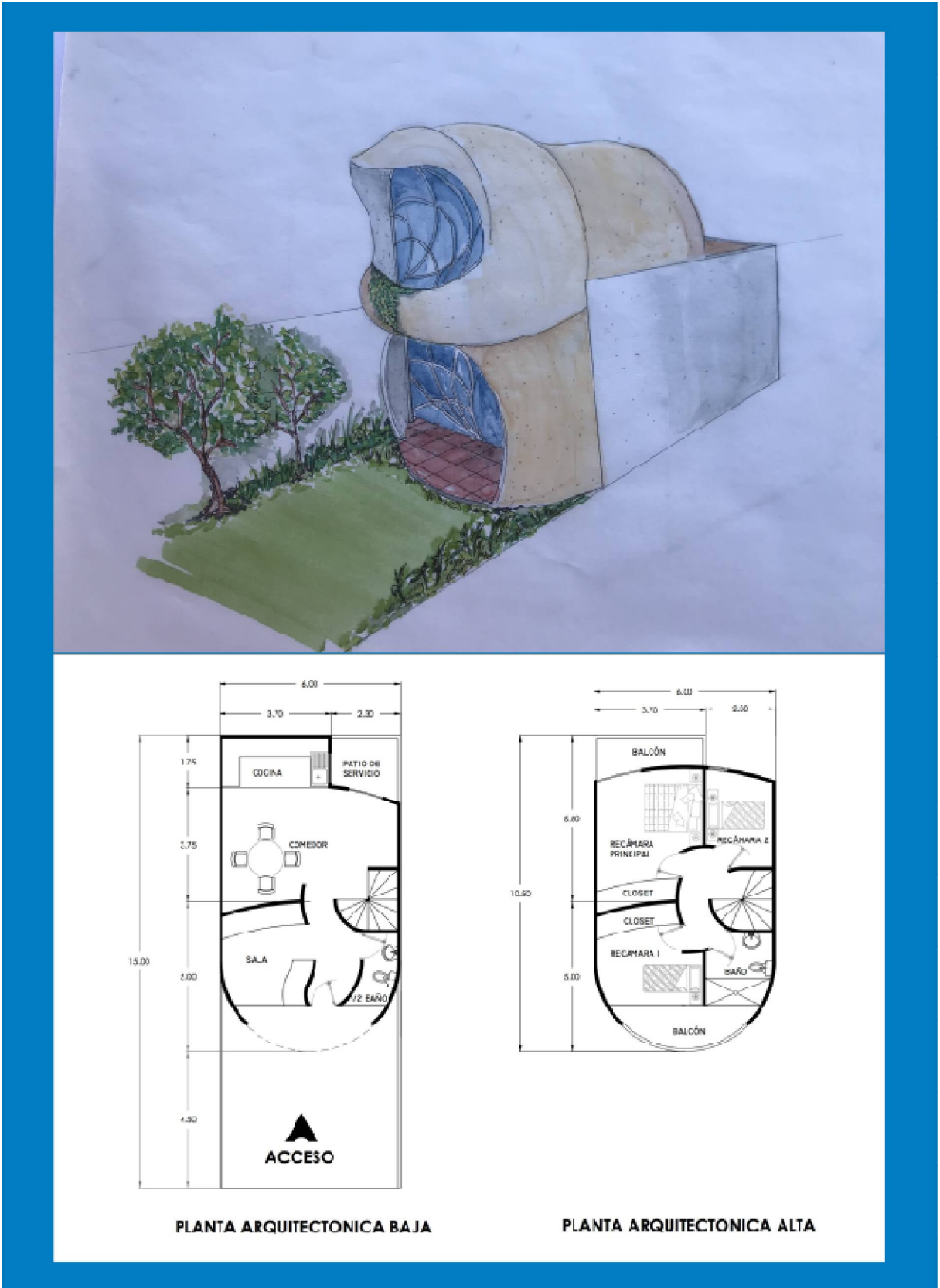


Figura 64. Propuesta 3 – Perspectiva y plantas arquitectónicas-

### 3.4.2. Selección de la propuesta

Para la selección de la mejor propuesta se consideraron algunos aspectos utilizados por Yan Beltrán (2011), características del sistema constructivo y los requerimientos de diseño antes mencionados. Los criterios para la selección de la propuesta fueron: Concepto, Forma, Instalaciones, Espacios y Estructura.

**Concepto:** El diseño arquitectónico es un proceso complejo en el que cada género de edificación involucra diferentes tipos de estructuras funcionales, así como espaciales. Cada problema arquitectónica posee una solución, en la que se desenvuelven diferentes aspectos, aunque no se puede establecer una forma única absoluta, existen normas que se pueden y deben aplicar en cada solución de espacios, y a un mas cuando se trata de una producción seriada (Fonseca, 2000). La evaluación del concepto fue realizada a partir del estilo orgánico el cual se vincula eficientemente con el sistema constructivo de ferrocemento, además de que la forma orgánica permite que el diseño cumpla con la función la edificación cuenta con un alto valor estético. En este caso el valor estético está determinado por la versatilidad del sistema constructivo y el medio físico natural y artificial.

**La forma:** De acuerdo a Ching (2002), la forma es un término amplio que encierra diversos significados, en los cuales se ven involucrados el contorno, el tamaño, el color y la textura. Según Senosiain (2012), las formas curvas continuas en los espacios arquitectónicos generan bienestar tanto físico como psicológico, permitiendo la integración del espacio arquitectónico, el medio y el usuario. Por otra parte la forma arquitectónica es una variable que incide en el diseño del espacio, permitiendo el direccionamiento de los vientos dominantes al espacio interior en busca de un mayor confort, especialmente las formas orgánicas ayudan a conducir e inducir los vientos dominantes y con su curvatura reducen la exposición a la radiación solar ya que incide solo en un punto específico y no en toda la superficie como es el caso de superficies planas (L. Sánchez y Sánchez, 2015).

**Instalaciones:** En la evaluación de las instalaciones se consideró como aspecto importante la forma más eficiente y rápida en que se podrían realizar las conexiones

hidrosanitarias y eléctricas, viéndose reflejado en los costos como uno de los objetivos del proyecto.

**Espacios:** Para la evaluación de los espacios se tiene que considerar los lineamientos y normativas del código de edificación de vivienda (2015), así como los requerimientos de diseño. Se consideró la eficiencia espacial en cuanto a la relación de los espacios, circulaciones y el aprovechamiento del lote.

**Estructural:** Como se mencionó anteriormente en el Capítulo 2, el ferrocemento es un sistema de construcción que trabaja estructuralmente de forma monolítica, lo que permite que cada uno de sus elementos formen parte de la estructura. Los estudios realizados por Mejía (2005), declaran que las estructuras de ferrocemento de doble curvatura como los domos esféricos, cúpula esférica, hiperboloide hiperbólico tiene mayor resistencia a la compresión, tensión y deformación debido a que las fuerzas se distribuyen en diferentes direcciones. Para poder evaluar este concepto se tomó en cuenta la forma, así como los puntos de apoyo en los muros y puntos de uniones de cada propuesta.

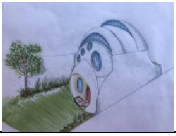

**Función:** Está ligada con la forma, considerar la relacionen en forma lógica y racional de los espacios, satisfaciendo las necesidades internas y externas, así como las psicológicas del usuario.

Para la evaluación de las propuestas se empleó una Matriz de Correlación, planteando tres valores los cuales permitieron la elección de la mejor propuesta al sumar los puntos de cada aspecto a considerar.

1. Bajo
2. Medio
3. Alto



## MATRIZ DE CORRELACION

ASPECTO	PROPUESTA 1 	PROPUESTA 2 	PROPUESTA 3 	SUB-TOTAL
<b>Espacial</b> – espacios más amplios	2	3	3	8
<b>Espacial</b> – mejor ventilación e iluminación	3	2	2	7
<b>Espacial</b> – mejor distribución	2	3	2	7
<b>Normativa</b> – facilidad en el cumplimiento de las normas	3	3	3	9
<b>Normativa</b> – facilidad en el mantenimiento	2	3	2	7
<b>Económicas</b> – m <sup>2</sup> de construcción – áreas mínimas	3	2	2	7
<b>Económicas</b> – instalaciones.	2	3	2	7
<b>Estructurales</b> – Permite la segmentación	3	2	3	8
<b>Estructurales</b> – permite curva continua	2	3	2	7
<b>Estructurales</b> – aprovechamiento mayor del sistema Constructivo	3	3	3	9
<b>Estructurales</b> – menor afectación por sismo	2	3	2	7
<b>Estructurales</b> – potencializa las ecotécnicas	3	3	2	8
Total	30	33	28	

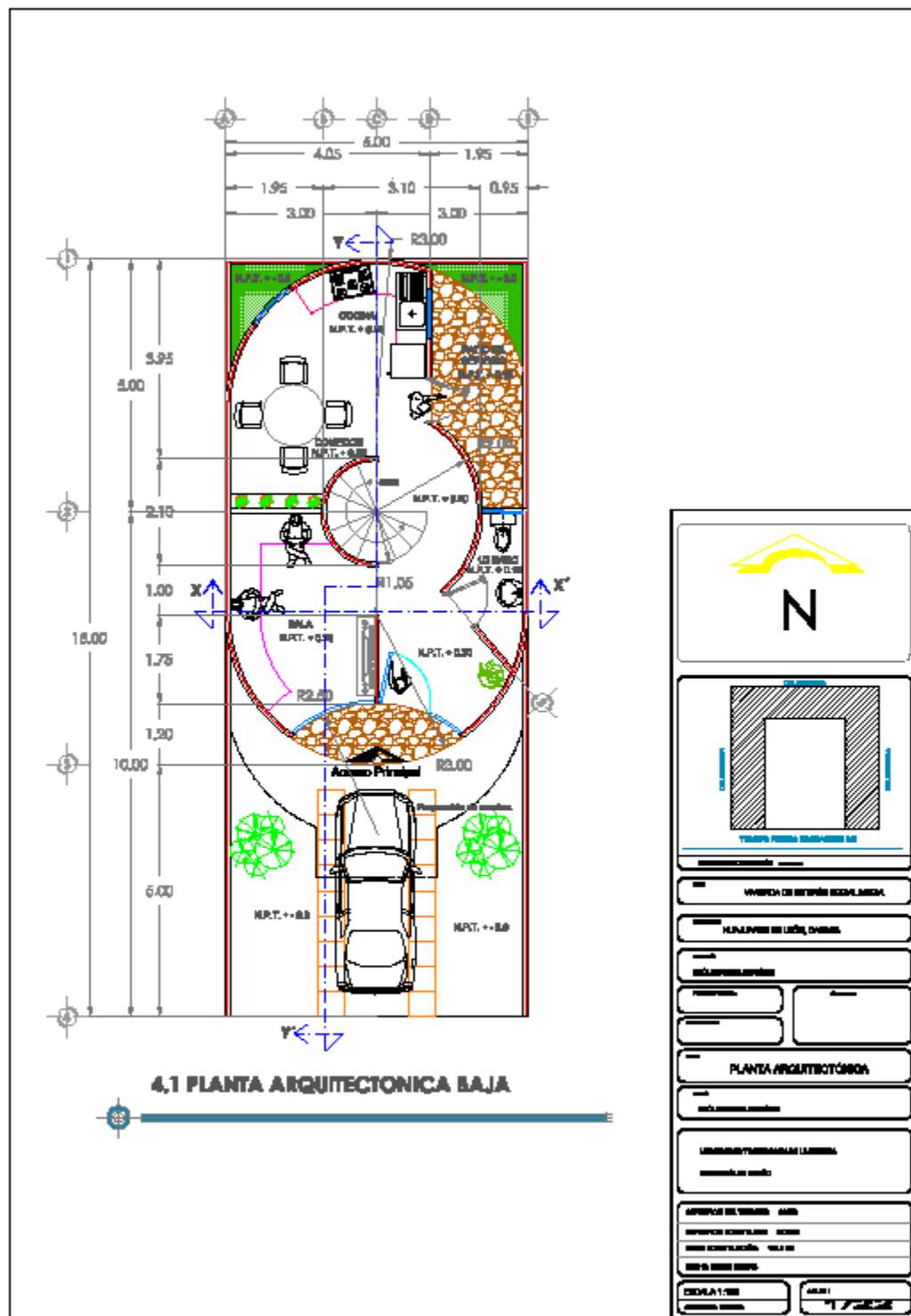
**Tabla 23.** Matriz de correlación para la selección de la mejor alternativa. Elaboración propia.

Cada uno de los aspectos considerados en la tabla 23 fueron de acuerdo a los requerimientos de diseño, en los aspectos espaciales se consideraron los requerimientos del usuario, en los aspectos económicos fueron con base a los m<sup>2</sup> de construcción, no siendo la mejor opción la que contaba con la menor cantidad de m<sup>2</sup>, ni tampoco la que permitía el mayor número de m<sup>2</sup>, sino la que cumplió con las áreas mínimas y permitió una buena funcionalidad del espacio, además de contar con la mejor solución, y en los aspectos estructurares se evaluaron a partir de las características del sistema constructivo, es decir las ventajas al utilizar curvas, así como su resistencia a los sismos.

Con base a los resultados de la evaluación de las propuestas de diseño, se pudo observar que cada una de ellas cumple con las normativas de una vivienda de interés social media, al mismo tiempo se observó que en las tres propuestas se aprovecharon las características del sistema constructivo de ferrocemento, teniendo estos dos aspectos un subtotal de 9 puntos respectivamente. Por otra parte al realizar la suma de cada uno de los aspectos considerados en la matriz de correlación para la selección, la propuesta 2 tuvo un total de 33 puntos, seleccionando esta como la mejor opción para el diseño de la vivienda de interés social media.

## **CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

## 4.1 Planta arquitectónica baja

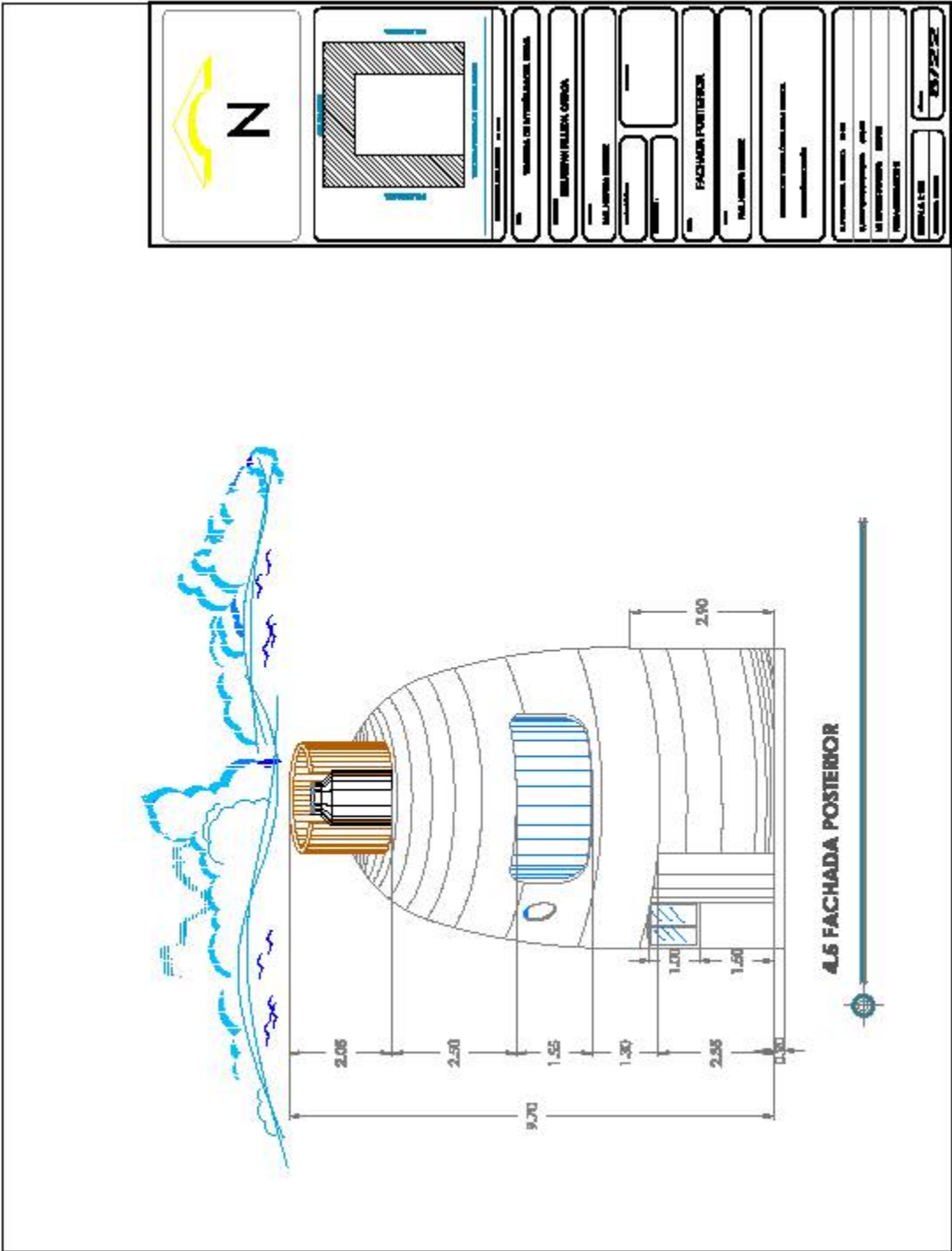






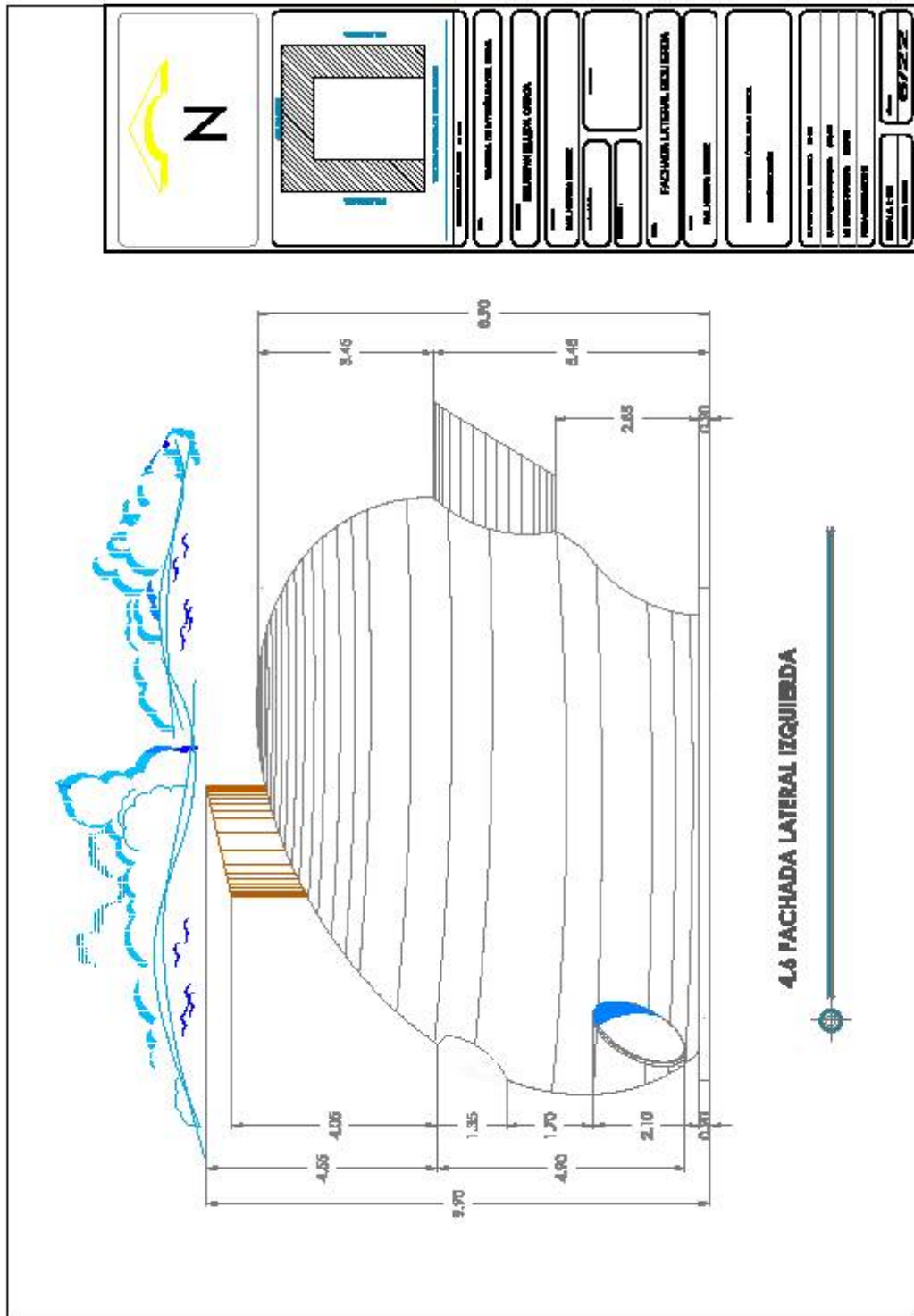


### 4.5 Fachada posterior

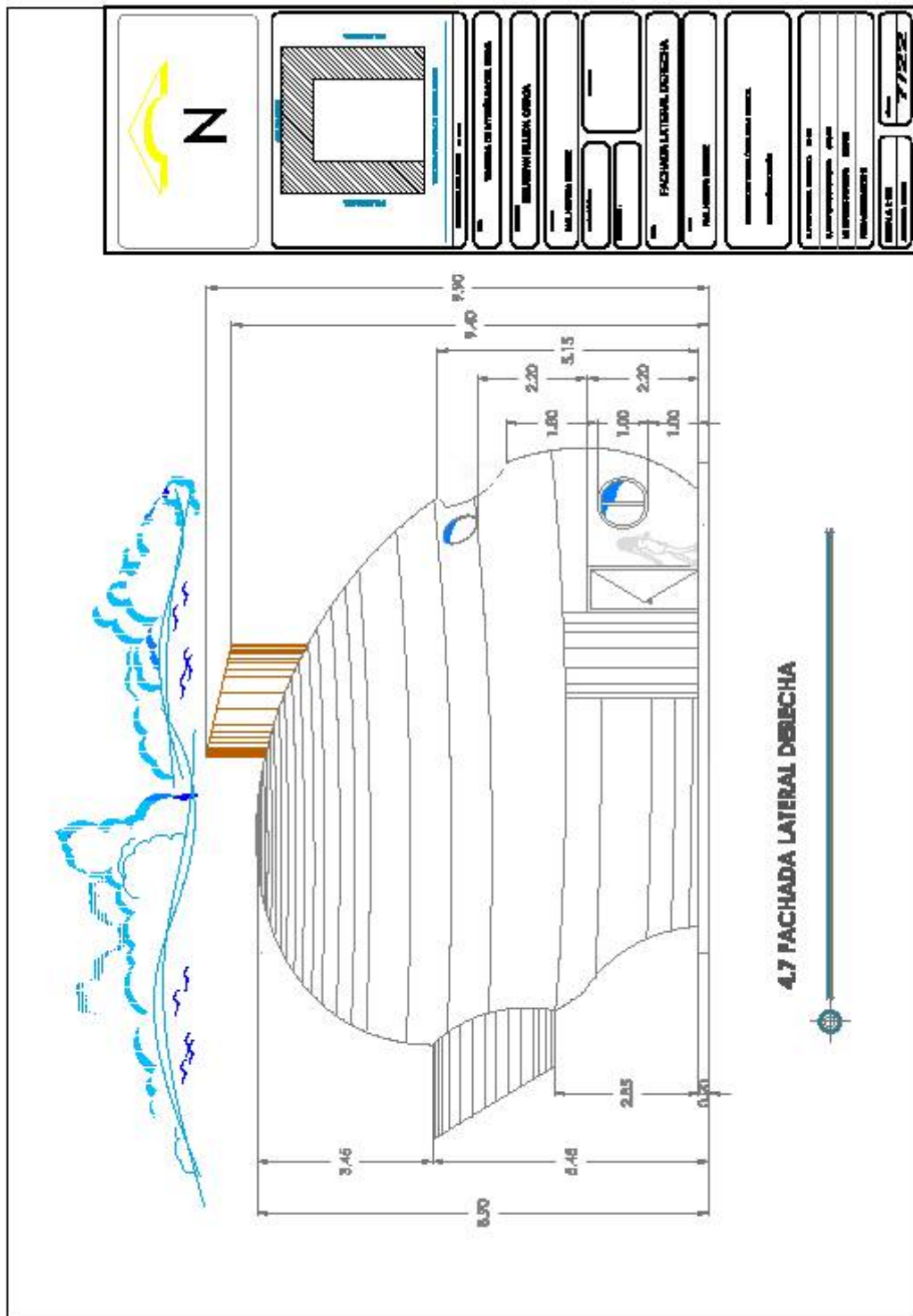




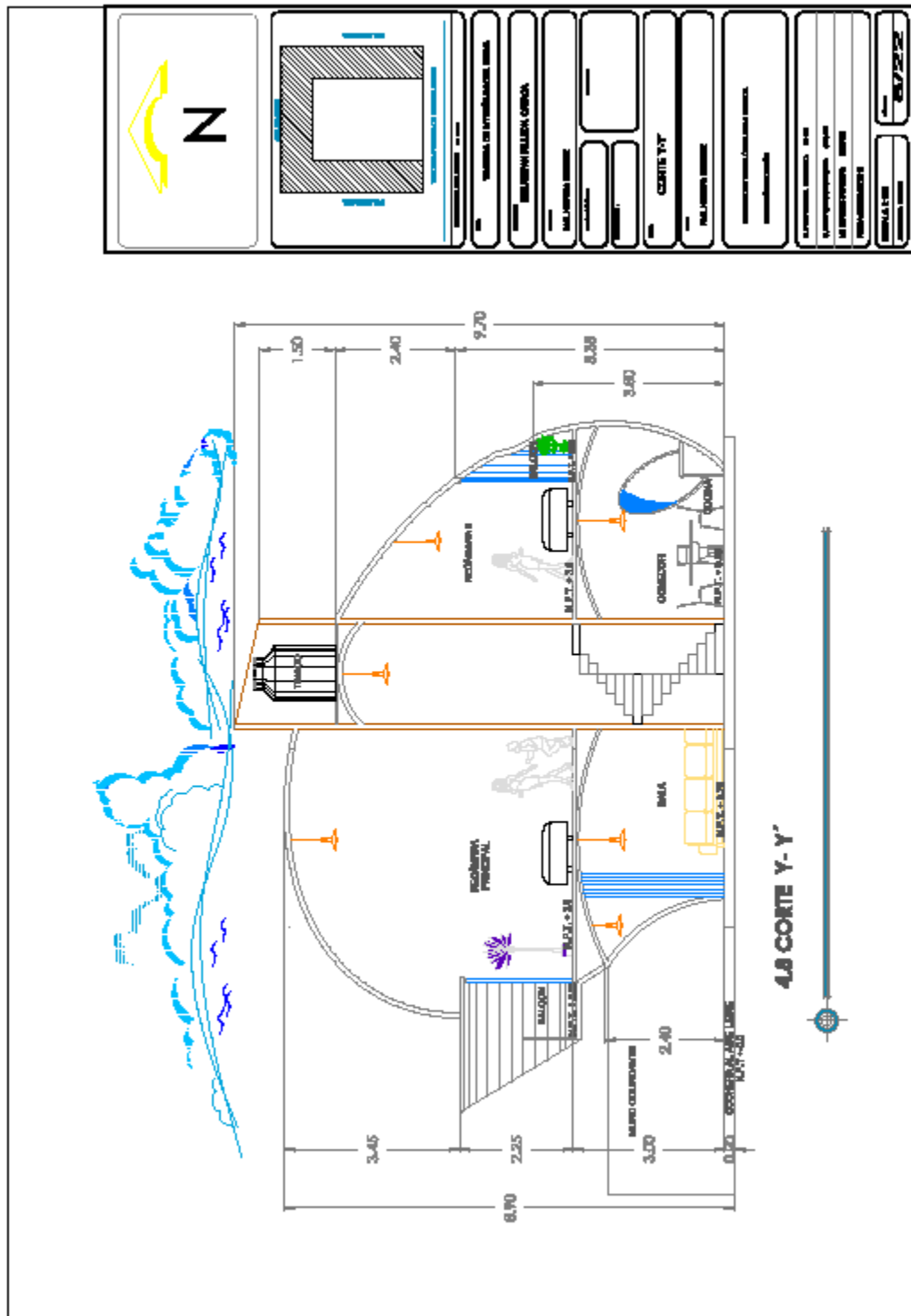
## 4.6 Fachada lateral izquierda



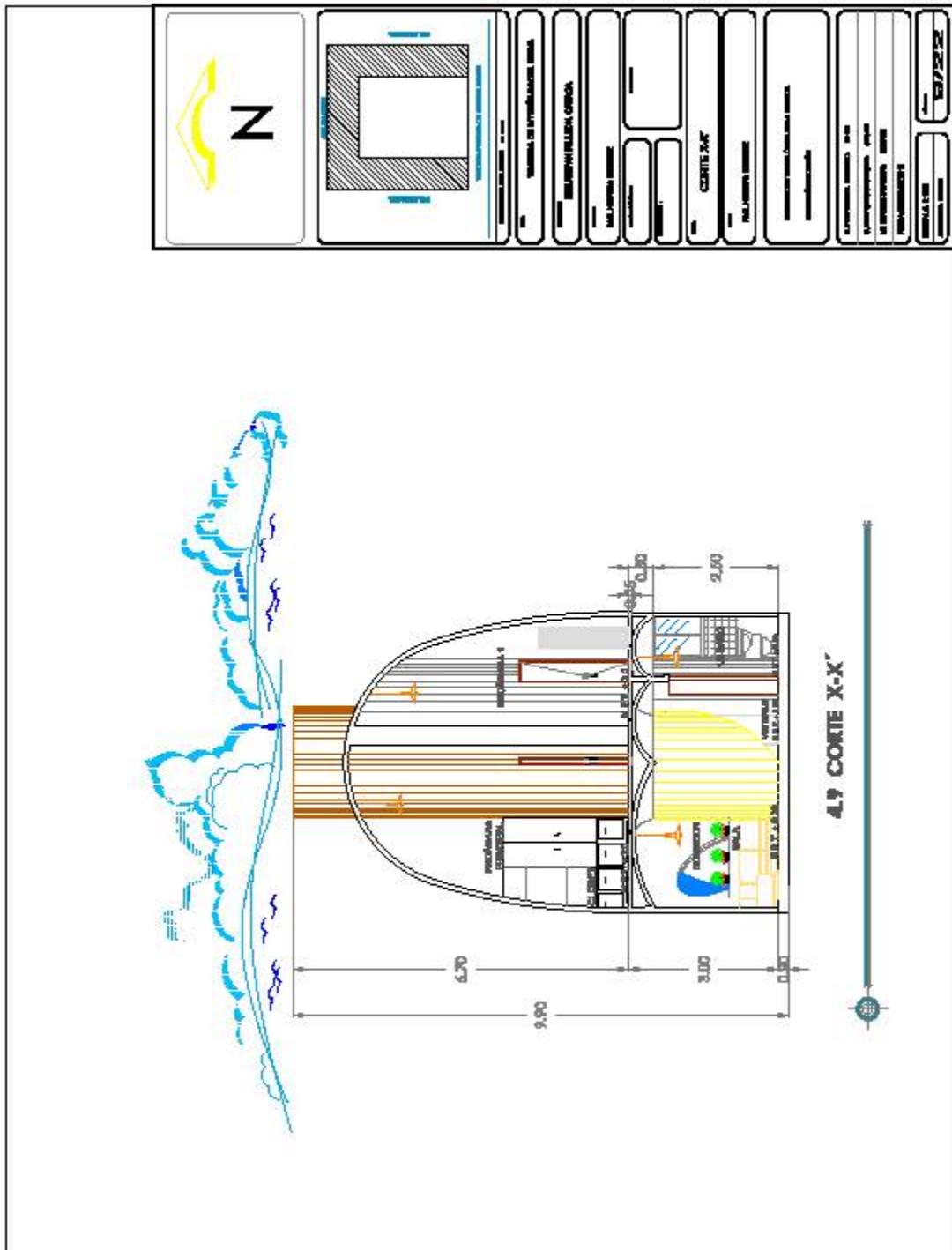
#### 4.7 Fachada lateral derecha



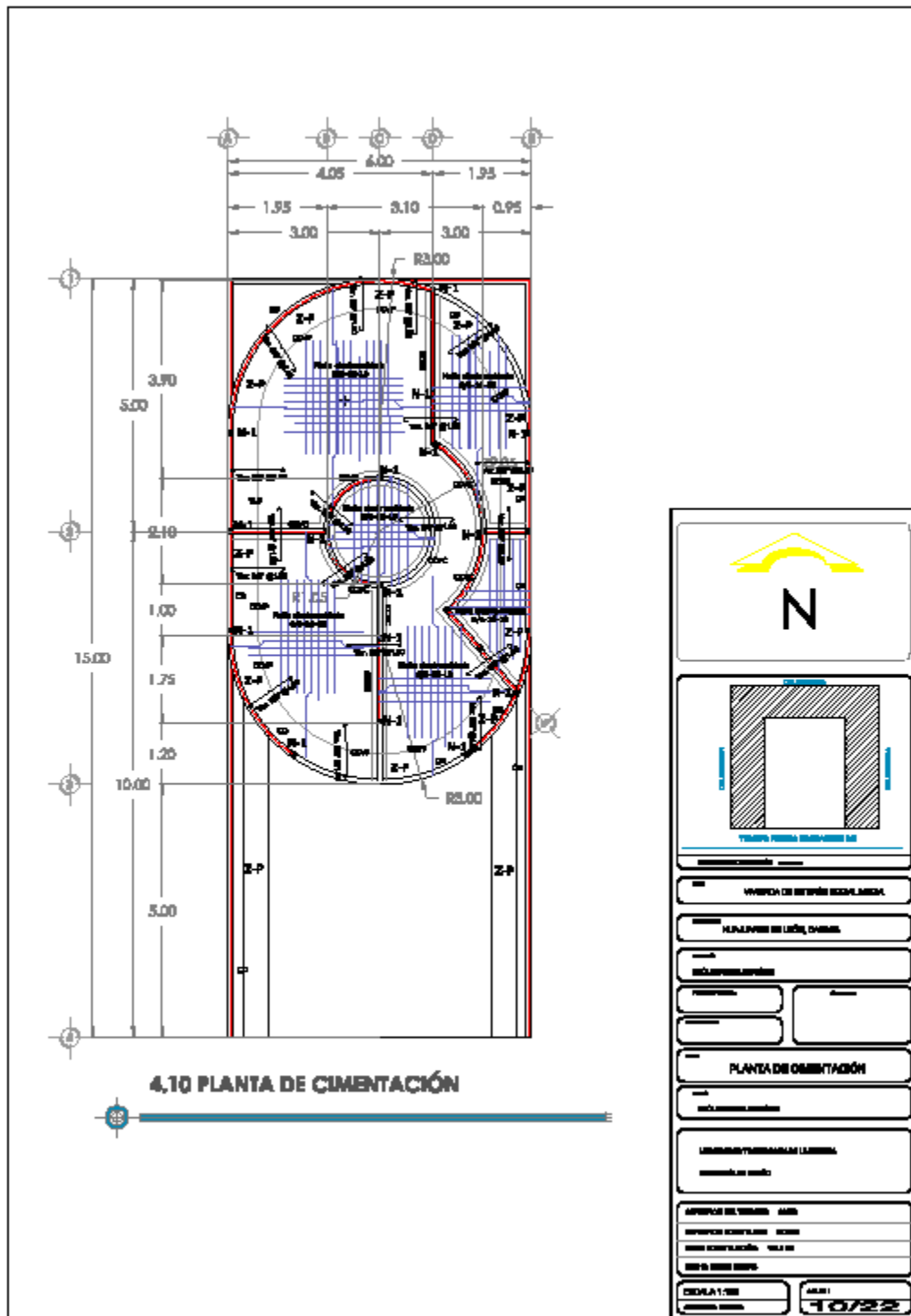
### 4.8 Corte Y-Y'



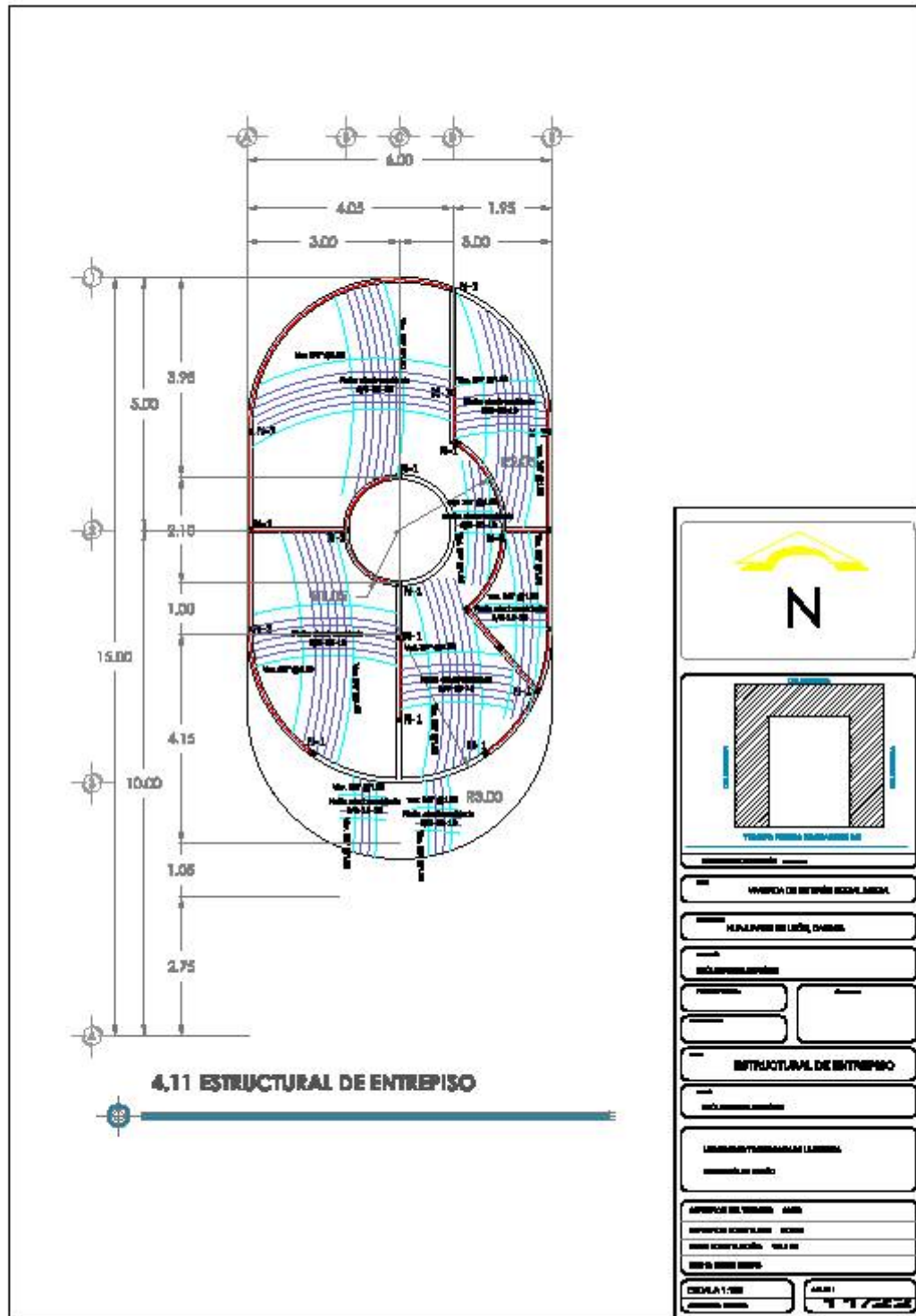
## 4.9 Corte X-X'



## 4.10 Planta de cimentación

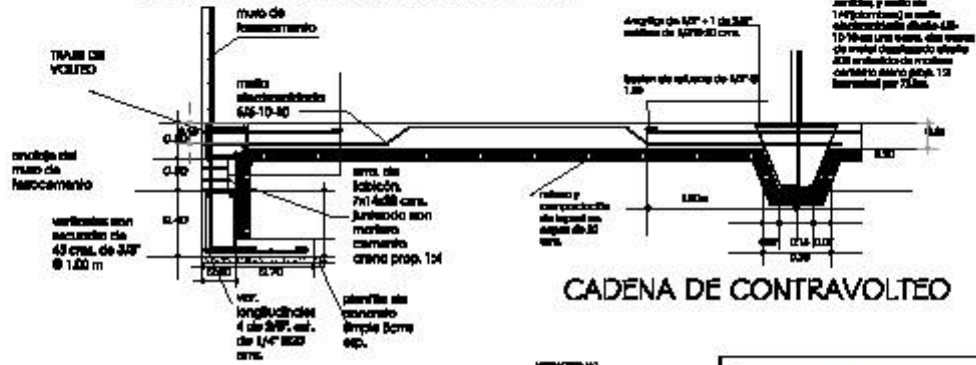


## 4.11 Estructural de entepiso

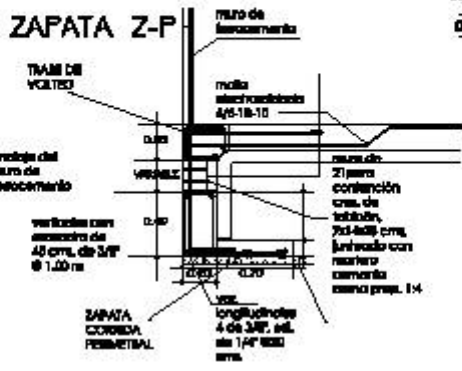




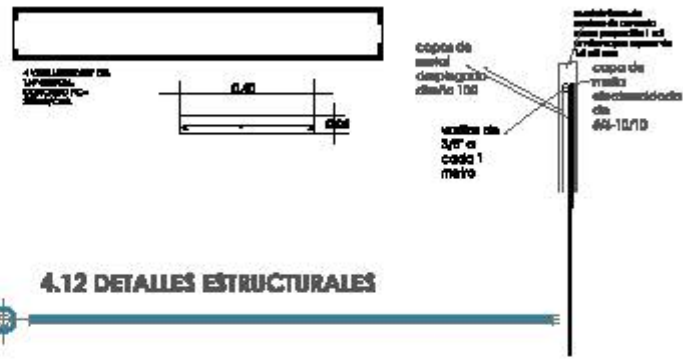
## CORTE DE LA CIMENTACIÓN TIPO LOSA ARMADA CON MALLA ELECTROSOLDAD 6X6 ZAPATA PERIMETRAL CONTRATRABE DE CIMENTACIÓN



PLANTA DE REFORZAMIENTO  
de la losa armada con malla electrosoldada 6x6-10-80 en ambos sentidos, y malla de 1x1 electrosoldada en malla electrosoldada 6x6-10-80-10-10 en una zona, las barras de acero dispuestas sobre 200 en sentido de flecha. 1:20 Escala por 7.5ms.



### ZAPATA Z-P



### 4.12 DETALLES ESTRUCTURALES

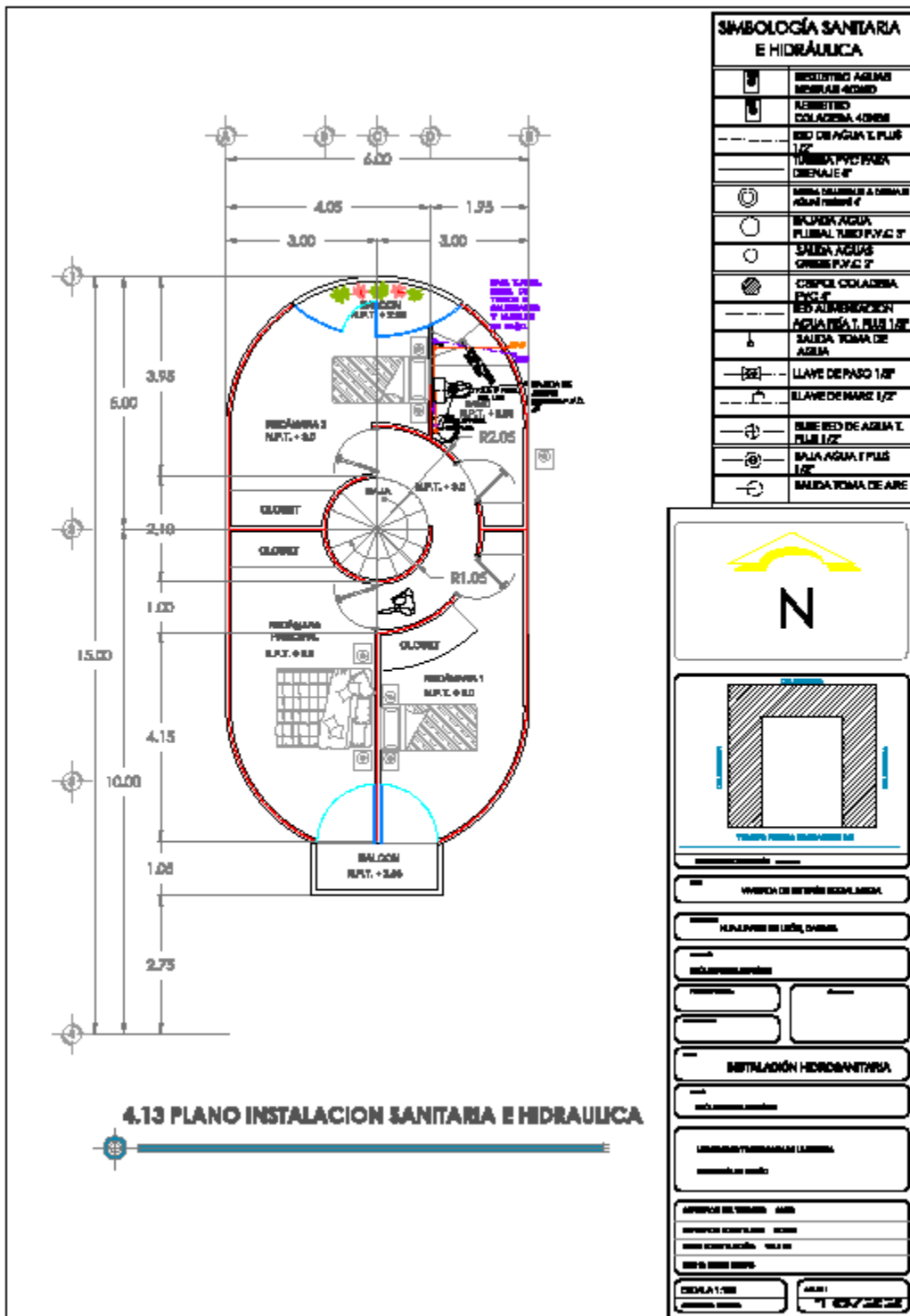
**N**

TIPO DE FONDO DE CIMENTACIÓN

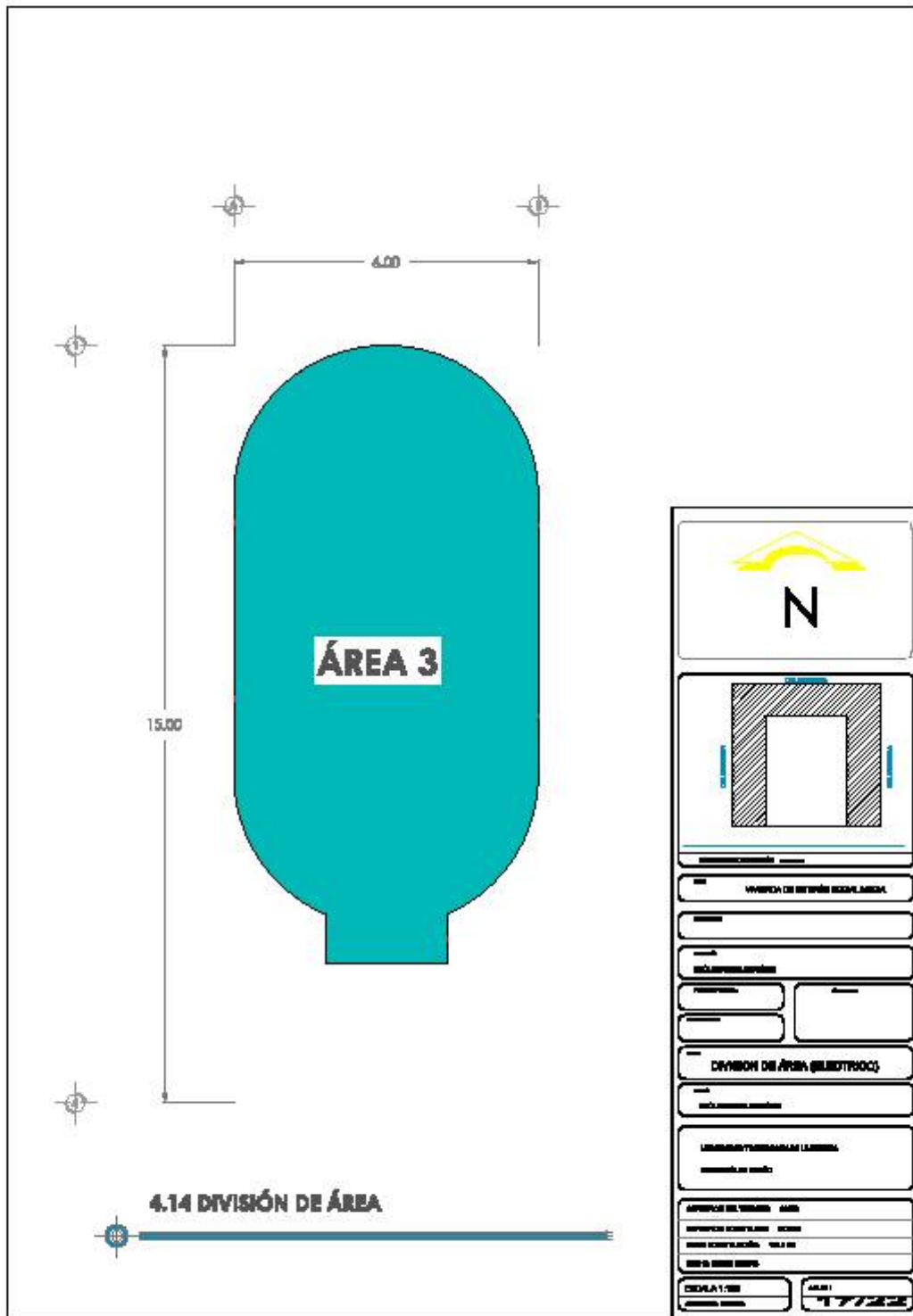
NOMBRE	
NÚMERO DE HOJA DE DISEÑO	
NOMBRE DEL DISEÑADOR	
FECHA	
PROYECTO	
<b>DETALLES ESTRUCTURALES</b>	
NOMBRE DEL DISEÑADOR	
<b>LEYENDA Y SIMBOLOS DE LA TABLA</b>	
NOMBRE DEL DISEÑADOR	
APROBADO EL DISEÑO	
REVISADO POR EL DISEÑO	
DISEÑO ESTRUCTURAL	
DISEÑO DE OBRAS	
DISEÑO 1:20	
DISEÑO 1:20	























## **CAPÍTULO V. EVALUACIÓN**

## **5.1 Desglose por etapas de construcción**

Una vez desarrollada la propuesta a través de la generación de los planos arquitectónicos, se realizó un desglose de la construcción con el sistema constructivo de Ferrocemento para poder estimar costos parciales y totales de la vivienda de interés social media. El desglose se integró por los siguientes apartados:

- Cimentación
- Estructura
- Albañilería
- Acabados
- Herrería y cancelería
- Instalaciones
- Limpieza

La fase de cimentación consta desde la excavación hasta el colado de la losa de cimentación; La fase de estructura consiste en el armado de muros y losas con sus respectivas nervaduras, así como el engrapado, listo para la aplicación del mortero; Para la parte de albañilería se refiere a la aplicación del mortero, colocación de pisos y azulejos; En herrería y cancelería engloba puertas y ventanas. Las instalaciones se refieren a instalaciones sanitarias, hidráulicas y eléctricas; Y por último la limpieza final del espacio construido.

## **5.2 Análisis de costo**

Con base a los números generadores de la vivienda de interés social media (anexo 1) se realizó la estimación del costo total y parcial de la vivienda de interés social media, esta estimación se desglosa en el siguiente catálogo de conceptos, volumen de obra, precios unitarios, monto parcial y monto total.

# VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL MEDIA DE FERROCEMENTO

## CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPUESTA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
<b>A</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
<b>A01</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
PRE0000	LIMPIEZA Y TRAZADO	M2	52,500	10,58	555,45
1					
	<b>Total PRELIMINARES</b>				<b>555,45</b>
	<b>TOTAL PRELIMINARES</b>				<b>555,45</b>
<b>B</b>	<b>CIMENTACION</b>				
<b>B01</b>	<b>CIMENTACION</b>				
CIM0000	EXCAV. MANUAL MAT. T-II, DE 0.00-2.00 M. EN CEPAS, ESTADO SECO, INCLUYE; AFINE DE TALUDES, FONDO DE CEPA, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN (P.U.O.T.)	<b>M3</b>	17,024	87,05	1.481,94
1					
CIM0000	ACARREO Y COMPACTACION CON PALA, PICO Y CARRETILLA DE MATERIAL PRODUCTO DE LA ESCAVACION, DE 0.00 - 20.00 MTS	<b>M3</b>	17,024	45,00	766,08
2					
CIM0000	AFINE DE TERRENO A PICO Y PALA PARA DAR NIVEL.	<b>M3</b>	17,024	45,00	766,08
3					
CIM0000	PLANTILLA DE 5 CM. DE ESP. CONCRETO F'c=250 KG/CM2, TMA.19mm, INCLUYE: ELABORACIÓN DEL CONCRETO, ACARREO, DESPERDICIOS, VACIADO, VIBRADO, CURADO CON AGUA, MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORECTA EJECUCIÓN.(P.U.O.T.)	<b>M3</b>	21,280	87,00	1.851,36
4					

CIM0000 5	ZAPATA CORR 0.80 DE ANCHO Y 15 CM DE ALTURA ARMADA CON VAR #3@ 20 CM, Y CONTRA TRABE DE 20x30 CM ARMADA CON 6 VAR. DE 3/8" EST #2 @ 20cm, CONCRETO DE F`C=250 KG/CM2, INCLUYE: CIMBRA, DESCIMBRA, HABILITADO DEL ACERO, ESCUADRAS, GANCHOS, DOBLECES, ELABORACIÓN DEL CONCRETO, ACARREOS, DESPERDICIOS, VACIADO, VIBRADO, CURADO, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	<b>M3</b>	9,2020	729,36	6.711,57
CIM0000 6	MURO ENRASE 15 CM BLOCK-P (15*20*40) 1:4 MORTERO CEM-ARENA, JUNTA DE 1.5 CM. DE ESPESOR ACABADO COMUN, INCLUYE; ELABORACION DEL MORTERO, ACARREOS, RECORTES, DESPERDICIOS, PLOMEADO, NIVELADO, MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	<b>M2</b>	10,640	205,12	2.182,48
CIM0000 7	TRABE DE VOLTEO PERIMETRAL TVP, DE F`Y=250 KG/CM2 DE 15 CM DE BASE POR 30 CM DE PERALTE X 30 CM DE CORONA, ARMADA CON 5 VARILLAS DE 3/8", CON ESTRIBOS DE 1/4" A CADA 15 CM. INCLUYE:MATERIALES,ACAR REOS, HABILITADO, CIMBRADO, DECIMBRADO, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.P.U.O.T	<b>ML</b>	26,600	463,12	12.318,99
CIM0000 8	TRABE DE CONTRAVOLTEO TCV,DE F`Y=250 KG/CM2 CON FORMA DE TRAPECIO CON BASE DE 15 CM, CORONA DE 30 CM Y 30 CM DE PERALTE, ARMADA CON 4 VARILLAS DE 3/8", CON ESTRIBOS DE 1/4" A CADA 15 CM. INCLUYE : MATERIALES, ACARREOS, HABILITADO, CIMBRADO, DECIMBRADO,	<b>ML</b>	26,600	294,45	7.832,37

HERRAMIENTA, MANO DE  
 OBRA Y TODO LO  
 NECESARIO PARA SU  
 CORRECTA  
 EJECUCION.P.U.O.T

CIM0000	LOSA DE CIMENTACIÓN DE	M3	6,2800	2.000,00	12.560,00
5	12 CM DE ESPESOR DE INCLUYE:MATERIALES,ACAR REOS, HABILITADO, CIMBRADO, DECIMBRADO, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.P.U.O.T				

CIM0000	SUMINISTRO Y	M2	21,280	13,37	284,51
6	COLOCACION DE POLIETILENO NEGRO 600 MC, COMO IMPERMEABILIZANTE.INCLUY E: HERRAMIENTA MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.				

<b>TOTAL CIMENTACION</b>	<b>46.755,38</b>
<b>TOTAL CIMENTACION</b>	<b>46.755,38</b>

<b>C</b>	<b>ESTRUCTURA</b>				
<b>C01</b>	<b>ESTRUCTURA</b>				
STRU00001	NERVADURA N-1 TRIANGULAR DE 10X10X10 CM, CON 3 VARILLAS DE 3/8" Y CONNESTRIBOS DE 1/4" @ 20CM.CONCRETO F´c=250 Kg/cm2. INCLUYE: HABILITADO DEL ACERO, HERRAMIENTA MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.P.U.O.T.	<b>ML</b>	178,00	150,00	26.700,00

STRU00002	ARMADO DE MURO CON VARILLA DE 3/8 " @ 1 M DE DISTANCIA VERTICAL Y HORIZONTAL, MALLA ELECTROSOLDADA 10/10, DOS CAPAS DE METAL DESPLEGADO K 500 Y ENGRAPADO, INCLYUE: HABILITADO DEL ACERO, HERRAMIENTA MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.P.U.O.T.	ML	400,00	160,00	64.000,00
STRU00003	NERVADURA DE CERRAMIENTO N-1 TRIANGULAR DE 10X10X10 CM, CON 3 VARILLAS DE 3/8" Y CONNESTRIBOS DE 1/4" @ 20CM.CONCRETO F'c=250 Kg/cm2. INCLUYE: HABILITADO DEL ACERO, HERRAMIENTA MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.P.U.O.T.	ML	45,000	150,00	6.750,00
<b>TOTAL ESTRUCTURA</b>					<b>97.450,00</b>
<b>TOTAL ESTRUCTURA</b>					<b>97.450,00</b>
D	<b>LOSA DE ENTREPISO</b>				
D01	<b>LOSA DE ENTREPISO</b>				
LOS00001	ARMADO CON 4 VARILLAS DE 3/8" A CADA 80CM, CON MALLE ELECTROSOLDADA 10/10, DOS CAPAS DE METAL DESPLEGADO K 500 Y ENGRAPADO CON ALAMBRE RECOSIDO. INCLUYE: MATERIALES,ACARREOS, HABILITADO, CIMBRADO, DECIMBRADO, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.P.U.O.T	M2	65,000 0	200,00	13.000,00
<b>TOTAL LOSA DE ENTREPISO</b>					<b>13.000,00</b>
<b>TOTAL LOSA DE ENTREPISO</b>					<b>13.000,00</b>
E	<b>ALBAÑILERIA</b>				
E01	<b>ALBAÑILERIA</b>				
ALB00001	APLANADO CON MORTERO FINO CEMENTO: ARENA SOBRE DOS CARAS DEL ARMADO DE MURO. A UN PROMEDIO DE 2 CMS. DE ESPESOR A REGLA Y PLOMO, TERMINADO CON FLOTA DE GAUCHO FINA. INCLUYE: HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.	M2	400,00 00	180,00	72.000,00
ALB00002	APLANADO DE LOSA DE ENTREPISO POR AMBOS LADOS DE 2 CM DE ESPESOR PROMEDIO CON MORTERO 1:3 NCLUYE: ANDAMIOS,HERRAMIENTA,MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO P.U.O.T.	M2	65,000 0	180,00	11.700,00
ALB00003	RELLENO DE LOSA DE ENTREPISO CON BOTELLAS DE PLASTICO Y TEPEXIL, Y CAPA DE COMPRESION DE 5 CM DE ESPESOR CON CONCRETO DE F'C=150 KG/CM2 FEFORZADO CON MALLA ELECTROSOLDADA 10/10, MATERIALES Y HERRAMIENTAS , HERRAMIENTA,MANO DE OBRA Y	M2	61,500 0	180,00	11.070,00

TODO LO NECESARIO P.U.O.T.

	<b>Total ALBAÑILERIA</b>				<b>94.770,00</b>
	<b>Total ALBAÑILERIA</b>				<b>94.770,00</b>
F	<b>ACABADOS (PINTURA E IMPERMEABILIZANTE)</b>				
F01	<b>TOTAL ACABADOS</b>				
IYP00003	SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE PINTURA VINÍLICA A 2 MANOS INCLUYE SELLADO Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	M2	800,00 00	29,02	<b>23.216,00</b>
IYP00002	IMPERMEABILIZACION DE LOSA BASE DE SISTEMA PREFABRICADO MARCA IMPERQUIMIA, CON MODIPLY DE 3. MM DE ESPESOR GRANULADO EN COLOR BLANCO Y GARANTIA DE 3 AÑOS ; INCLUYE : FLETES, ACARREOS, ELEVACIONES, DESPERDICIOS, PREPARACION DE LA SUPERFICIE, SELLADO DE FISURAS Y PARTES CRITICAS CON CEMENTO PLASTICO ( BITUPLASTIC A.T.) UNA APLICACION DE PRIMARIO TAPAPORO ( IMPERPRIM S-L ), COLOCACION DEL IMPERMEABILIZANTE PREFABRICADO CON TERMOFUSION, CON TRASLAPES DE 10 CM EN LOS DOS SENTIDOS, SELLADO DE TRASLAPES Y APLICACION DE PINTURA AHULADA COLOR BLANCO COMO ACABADO EN ZONAS DE SELLADO, LIMPIEZA Y RETIRO DE SOBRESANTES FUERA DE OBRA, INSTALACIONES ESPECIFICAS, MATERIALES, MANO DE OBRA EN CUALQUIER NIVEL, EQUIPO DE SEGURIDAD, DE PRECIACION Y DEMAS CARGOS DERIVADOS DEL USO DE EQUIPO Y HERRAMIENTA; P.U.O.T.	M2	40,000 0	103,60	<b>4.144,00</b>
	<b>Total IMPERMEABILIZACION Y PINTURA</b>				<b>27.360,00</b>
	<b>TOTAL ACABADOS (PINTURA E IMPERMEABILIZANTE)</b>				<b>27.360,00</b>
G	<b>TOTAL ACABADOS (PISOS Y RECUBRIMIENTOS)</b>				
G01	<b>PISOS Y RECUBRIMIENTOS</b>				
PYR00001	LOSETA CERAMICA 55 X 55 MODELO MAYACOBIA DE 1RA CALIDAD, MARCA PORCELANITE, ASENTADO CON PEGAZULEJO INLCUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	M2	49,529 9	281,44	<b>13.939,70</b>
PYR00002	PISO MOD. FALCON BEIGE-NVO DE 33x33 CMS, DE 1RA CALIDAD, MARCA PORCELANITE, ASENTADO CON PEGAZULEJO INLCUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	M2	79,550 9	178,24	<b>14.179,15</b>



PYR00003	AZULEJO MOD. FALCON HUESO DE 20x30 CMS DE 1RA CALIDAD, MARCA PORCELANITE, A UNA ALTURA DE 2.10 M CON UN DESARROLLO DE 3.00 DE LONGITUD EN ÁREA HÚMEDA DE REGADERA Y COCINA INCLUYE: PREVIO REPELLADO MORT 1:4 PARA RECIBIR LAMBRIN, MATERIAL, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	M2	8,4680	165,56	1.401,96
----------	--	----	--------	--------	----------

<b>Total PISOS Y RECUBRIMIENTOS</b>					<b>29.520,81</b>
<b>TOTAL ACABADOS (PISOS Y RECUBRIMIENTOS)</b>					<b>29.520,81</b>

H	HERRERIA, ALUMINIO Y VIDRIO				
H01	HERRERIA, ALUMINIO Y VIDRIO				
HAV00001	CANCELERIA DE ALUMINIO 2" COLOR NATURAL CON VIDRIO DE 5MM EN VENTANAS, INCLUYE; SUMINISTRO, ACARREOS, DESPERDICIOS, COLOCACION, NIVELADO, PLOMEADO, MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	LOTE	1,0000	10.915,93	10.915,93

<b>Total HERRERIA, ALUMINIO Y VIDRIO</b>					<b>10.915,93</b>
<b>TOTAL HERRERIA, ALUMINIO Y VIDRIO</b>					<b>10.915,93</b>

I	CARPINTERIA Y CERRAJERIA				
I01	CARPINTERIA Y CERRAJERIA				
CYC00001	PUERTA MULTIPANEL MIXTA IZQ VE/AD, COLOR BLANCA, MARCA MONTEALBAN, MOD EUCAPANE DE 90X210 CMS, EN ACCESO PRINCIPAL. INCLUYE: CHAPA DE PLOMO BOLA PARA ENTRADA, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, COLOCACIÓN EN SITIO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	PZA	4,0000	2.617,30	10.469,20

CYC00003	PUERTA MULTIPANEL DE 90X210 CMS, EN BAÑO. INCLUYE: CHAPA, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, COLOCACIÓN EN SITIO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	PZA	2,0000	1.297,50	2.595,00
----------	---	-----	--------	----------	----------

<b>TOTAL CARPINTERIA Y CERRAJERIA</b>					<b>13.064,20</b>
<b>TOTAL CARPINTERIA Y CERRAJERIA</b>					<b>13.064,20</b>

J	INSTALACION HIDROSANITARIA Y GAS				
J01	INSTALACION HIDROSANITARIA Y GAS				
IHG00001	SALIDA DE CUADRO PARA MEDIDOR INCLUYE TUBERIAS DE CPVC 1/2" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	305,99	305,99
IHG00002	SALIDA HIDRAULICA PARA TARJA CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	310,90	310,90

IHG00003	SALIDA HIDRAULICA PARA LAVADERO CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	155,90	<b>155,90</b>
IHG00004	SALIDA HIDRAULICA PARA REGADERA CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	1.064,93	<b>1.064,93</b>
IHG00005	SALIDA HIDRAULICA PARA WC CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	62,58	<b>62,58</b>
IHG00006	SALIDA HIDRAULICA PARA LAVABO CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	123,07	<b>123,07</b>
IHG00007	SALIDA HIDRAULICA PARA ALIMENTACION A TINACO CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS DIAMETROS 19 Y 13 MM	LOTE	1,0000	376,66	<b>376,66</b>
IHG00008	SALIDA DE ACERO GALVANIZADO PARA ALIMENTACION DE GAS AL BOILER, CILINDRO DE GAS Y ESTUFA.	LOTE	1,0000	287,36	<b>287,36</b>
IHG00009	REGISTRO SANITARIO A BASE DE TABIQUE ROJO RECOCIDO COMUN, ASENTADO CON MORTERO CEMENTO:ARENA 1:4, INCLUYE MARCO Y CONTRAMARCO DE ANGULO, TERMINADO AFINADO INTERIOR	PZA	2,0000	1.082,70	<b>2.165,40</b>
IHG00010	SALIDA SANITARIA PARA TARJA CON TUBERIA PVC 2" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	39,50	<b>39,50</b>
IHG00011	SALIDA SANITARIA PARA LAVADERO CON TUBERIA PVC 2" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	85,04	<b>85,04</b>
IHG00012	SALIDA SANITARIA PARA COLADERA DE REGADERA CON TUBERIA PVC 2" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	120,15	<b>120,15</b>
IHG00013	SALIDA SANITARIA PARA WC CON TUBERIA PVC 4" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	175,86	<b>175,86</b>
IHG00014	SALIDA SANITARIA PARA LAVABO CON TUBERIA PVC 2" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	25,70	<b>25,70</b>
IHG00015	RAMALEO SANITARIO GENERAL CON TUBERIA PVC 4" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	531,63	<b>531,63</b>
IHG00016	SALIDA SANITARIA PARA LAVADORA CON TUBERIA PVC 2" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	67,67	<b>67,67</b>
IHG00018	SALIDA HIDRAULICA PARA LAVADORA CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	503,57	<b>503,57</b>

	<b>Total</b>	<b>INSTALACION</b>				<b>6.401,91</b>
	<b>Total</b>	<b>INSTALACION</b>				<b>6.401,91</b>
	<b>Total</b>	<b>INSTALACION</b>				<b>6.401,91</b>
K		<b>MUEBLES DE BAÑO Y COCINA</b>				
K01		<b>MUEBLES DE BAÑO Y COCINA</b>				
MBC00001	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TINACO DE 600 LTS MCA ROTOPLAS O SIMILAR	PZAS	1,0000	1.980,35		<b>1.980,35</b>
MBC00002	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CALENTADOR DE 6 LT DE PASO MARCA Cinsa O SIMILAR	PZAS	1,0000	4.036,13		<b>4.036,13</b>
MBC00003	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LAVADERO DE GRANITO CON PILETA	PZA	1,0000	746,26		<b>746,26</b>
MBC00004	SUMINISTRO E INSTALACION DE TARJA CON ESCURRIDOR 96 X 40 INCLUYE MEZCLADORA LINEA ECONOMICA	PZA	1,0000	2.150,94		<b>2.150,94</b>
MBC00005	SUMINISTRO E INSTALACION DE PAQUETE DE BAÑO COLOR BLANCO LINEA ECONOMICA CON MEZCLADORA DE 4", INCLUYE TAZA, TANQUE, LAVAMANOS Y PEDESTAL.	JGO	1,0000	2.221,30		<b>2.221,30</b>
MBC00006	SUMINISTRO E INSTALACION DE REGADERA CON BRAZO Y CHAPETON LINEA ECONOMICA, INCLUYE MANERALES	JGO	1,0000	446,80		<b>446,80</b>
MBC00007	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACCESORIOS CERAMICOS PARA BAÑO: INCLUYE: JABONERA, CEPILLERO, GANCHO Y PORTAPAPEL.	JGO	1,0000	326,93		<b>326,93</b>
	<b>Total</b>	<b>MUEBLES DE BAÑO Y COCINA</b>				<b>11.908,71</b>
	<b>Total</b>	<b>MUEBLES DE BAÑO Y COCINA</b>				<b>11.908,71</b>
L		<b>INSTALACION ELECTRICA</b>				
L01		<b>INSTALACION ELECTRICA</b>				
IEL00001	SALIDA ELECTRICA PARA CONTACTO CON POLIDUCTO DE 13 MM, CABLE THW CAL. 12 Y 14, CAJA CHALUPA GALVANIZADA, INCLUYE ACCESORIOS LINEA ECONOMICA	LOTE	1,0000	4.782,27		<b>4.782,27</b>
IEL00002	SALIDA ELECTRICA PARA APAGADOR CON POLIDUCTO DE 13 MM, CABLE THW CAL. 12 Y 14, CAJA CHALUPA GALVANIZADA, INCLUYE ACCESORIOS LINEA ECONOMICA	LOTE	1,0000	2.655,03		<b>2.655,03</b>
IEL00004	CENTRO DE CARGA QO2 1 FASE 4 HILOS MCA IUSA, INCLUYE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 20 AMP	PZA	1,0000	1.538,91		<b>1.538,91</b>
IEL00005	SALIDA PARA TV, TELEFONO Y EXTRACTOR A BASE DE POLIDUCTO DE 1/2" Y CAJA CHALUPA GUIADA CON ALAMBRE	PZA	2,0000	268,89		<b>537,78</b>

<b>GALV. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.</b>					
IEL00006	<b>SALIDA PARA TIMBRE INCLUYE: PLACA, ZUMBADOR Y BOTON TIMBRE.</b>	PZA	1,0000	214,23	<b>214,23</b>
<b>Total INSTALACION ELECTRICA</b>					<b>9.728,22</b>
<b>Total INSTALACION ELECTRICA</b>					<b>9.728,22</b>
M	<b>LIMPIEZA</b>				
M01	<b>LIMPIEZA</b>				
LIM00001	<b>LIMPIEZA FINAL DE OBRA, INCLUYE PISOS, ZOCLOS, CRISITALES, MUEBLES DE BAÑO, AZULEJOS</b>	LOTE	1,0000	460,48	<b>460,48</b>
<b>Total LIMPIEZA</b>					<b>460,48</b>
<b>Total LIMPIEZA</b>					<b>460,48</b>
<b>SUBTOTAL</b>					<b>361.891,09</b>
<b>I.V.A. 16.00%</b>					<b>57.902,57</b>
<b>Total del presupuesto</b>					<b>419.793,67</b>

Realizando la suma de los conceptos y partidas se obtuvo una cantidad total de ----- \$361,891.09 pesos m.n, al agregarle el 16% de I.V.A ascendió a un total de \$419,793.67 pesos m.n.

El área construida de la planta baja de la vivienda es de 52.27 m<sup>2</sup> y el área de la planta alta es de 57.27 m<sup>2</sup> que al sumarlas dan un total de 109.54 m<sup>2</sup>, y como se mencionó en la tabla 1 la vivienda de interés social media debe de tener una superficie construida no menor a 97.5 m<sup>2</sup> y no mayor a 145 m<sup>2</sup>.

Al dividir el precio total entre el área total de construcción de la vivienda da como resultado:  $\$419,793.67 / 109.54 \text{ m}^2 = 3,832.006868 \approx \$3,832.00$

Lo cual quiere decir que el m<sup>2</sup> de construcción de la vivienda diseñada con el sistema constructivo ferrocemento es de \$ 3,832.00 pesos m.n. en costo directo.

Si la propuesta fuera construida con el sistema constructivo de concreto armado, los costos de construcción incrementarán. Para comprobar esta hipótesis, se realizó el mismo desglose de construcción con las medidas de la propuesta (anexo 2), a partir de los conceptos y partidas de ambos sistemas constructivos se obtuvo la tabla 24.

Concepto	Ferrocemento	Concreto armado	Diferencia
<b>Total cimentación</b>	\$ 47,755.38	\$ 92,063.60	\$ 44,308.22
<b>Total muros terminado.</b>	\$ 192,666	\$ 313,930.18	\$ 121,264.18
<b>Losa de entepiso y de azotea terminadas.</b>	\$ 26,000.0	\$ 83,632.0	\$ 57,632.0
<b>Acabados pisos y recubrimientos</b>	\$ 29,520.81	\$ 29,520.81	\$ 0
<b>Herrería, aluminio y vidrio.</b>	\$ 10,915.93	\$ 10,915.93	\$ 0
<b>Carpintería y cerrajería</b>	\$ 13,064.20	\$ 13,064.20	\$ 0
<b>Instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y gas.</b>	\$ 16,130.13	\$ 16,130.13	\$ 0
<b>Muebles de baño y cocina.</b>	\$ 11,908.71	\$ 11,908.71	\$ 0
<b>Total con I.V.A</b>	\$ 419,793.67	\$ 670,012.13	\$ 250,218.46

**Tabla 24.** Comparación de costos entre sistemas constructivos. Elaboración propia. Datos tomados de: Instituto Nacional de Ingeniería de Costos (2017), Sociedad Hipotecaria Federal (2017) y tabulador general de la Secretaría de Obras y Servicios de México (2017).

La comparación de la tabla 24 muestra que existe una diferencia considerable en las etapas de cimentación, muros y losas entre sistemas constructivos. Como el sistema constructivo de ferrocemento es un sistema monolítico, autoportante y ligero, no se requiere de una cimentación profunda, además para la delimitación en la distribución de cada espacio solo se realiza con la cadena de contra-volteo central que funciona como una trabe de liga, que a diferencia del sistema tradicional requiere de zapata corrida, cadena de desplante, muro y cadena de enrase para delimitar cada espacio y por ende existe un aumento de materiales, en esta etapa de construcción existe un

ahorro de acero para zapata corrida, concreto para colado de zapata y cadena de desplante, mortero, tabique o block para muro de enrase, acero y concreto para cadena de enrase, así como cimbra y todo lo relacionado para la elaboración. En cuanto a la diferencia notable del costo de construcción de muros entre sistemas constructivos se tiene que el ahorro está relacionado al terminado del muro en obra gris, cuando se construyen muros con el sistema tradicional, en primer lugar se requiere utilizar block o tabique en el cual se necesita mortero para su colocación, además de necesitar de castillos a cada 2.5 m de distancia para el amarre de muros y posteriormente realizar un recubrimiento (panado) de ambos lados del muro, a diferencia del sistema tradicional los muros con ferrocemento se realizan solo con acero y mortero que al recubrir (aplanado) del acero (armado) el muro queda terminado, reflejando un ahorro de mortero y concreto que se utiliza en el colado de los castillos en el sistema tradicional. El ahorro que existe entre la comparación de losas, se refleja en el uso de varillas de acero, puesto que en ferrocemento la distancia de la colocación es de 50 cm, sin embargo en concreto armado se utiliza mayor número de varillas a distancias de 20 cm con un armado doble, cabe destacar que con ferrocemento no se requiere cimbra, solo algunos puntales como apoyo, a diferencia del concreto armado que requiere del armado de una cimbra que soporte el peso de la losa, retirando esta cimbra después de 15 días.

Al realizar la suma de los conceptos y partidas de cada sistema de construcción se obtuvo que el costo total de la propuesta con ferrocemento fue de \$ 419,793.67 peso m.n, mientras que con el sistema de concreto armado fue de \$ 670,012.13 pesos m.n (anexo 2), existiendo una diferencia de \$ 250,218.46 pesos m.n.

Por lo tanto se puede decir que la construcción con ferrocemento tendrá un ahorro de costos reflejado de **\$ 250,218.46** pesos m.n.

Los costos de la vivienda de interés social media aumentarán de acuerdo a los acabados que el usuario seleccione, en el caso de la comparación se tomaron los mismos tipos de acabados estándar.

Analizando la base de datos del Instituto Nacional de Ingeniería de Costos (2017), el precio promedio de construcción con el sistema tradicional en el estado de Oaxaca es de \$5,819.88 pesos m.n. Dicho costo es utilizado por la mayoría de los constructores de vivienda tipo interés social como lo declara el Estado Actual de La Vivienda (2017). Comparando los costos por m<sup>2</sup> de construcción entre sistemas constructivos se tiene que:

$\$ 3,832.00 < \$5,819.88$ . Con una diferencia de \$1,987.88 pesos

Si se multiplica el costo por m<sup>2</sup> de construcción del sistema tradicional por los m<sup>2</sup> de construcción de la propuesta de vivienda se tiene que:

$109.54 \text{ m}^2 \times \$5,819.88 = \$637,563.78$  pesos m.n.

Al realizar esta segunda comparación del costo total de cada sistema constructivo se concluye que el costo de la vivienda de ferrocemento es menor que el costo de la vivienda con sistemas constructivo tradicional –promedio- utilizado por Instituto Nacional de Ingeniería de Costos en el primer trimestre del 2017:

$\$ 419,793.67 < \$637,563.78$

La diferencia es de: \$ 217,770.11 pesos m.n.

### **5.3 Ventajas y desventajas del sistema de Ferrocemento**

En referencia a la entrevista realizada al Arq. Jesús Sánchez Luqueño (2017) especialista en vivienda de ferrocemento, el sistema constructivo de ferrocemento tiene algunas ventajas y desventajas como son:

- No se requiere de mano de obra especializada.
- De acuerdo al atlas de riesgos de Oaxaca (2011) el estado de Oaxaca se encuentra en una zona sísmica por lo que a través de la historia se han reportado varios sismos de más de 7.0 de magnitud. Los últimos sismos de Septiembre de 2017 no afectaron a las viviendas construidas con ferrocemento en Huajuapán de León Oaxaca, debido a su tipo de estructura monolítica y auto portante.

- Sistema constructivo durable debido a que es un tipo de concreto armado.
- Debido a su estructura se pueden generar formas orgánicas y a la vez rígidas que con algunos otros sistemas no se podrían lograr o bien, el costo de construcción aumentaría considerablemente.
- Para tener un ahorro extra se puede hacer la integración de mobiliario con el mismo sistema constructivo.
- Sistema constructivo ligero y auto portante permite la realización de inclinaciones, las cuales no se pueden general con el sistema tradicional.
- Debido a su estructura monolítica y al espesor, el ahorro de acero utilizado en losas es mayor que el concreto armado.
- Se puede construir por etapas.
- Al construirse por etapas no se debe dejar expuesto ninguna parte de la estructura para no generar juntas fías.
- Se requiere utilizar cimbras para evitar deformaciones en muros rectos, lo cual origina un aumento de costo.
- El ferrocemento no es adecuado para losas planas debido al espesor.
- Es necesario confirmar durante el proceso de construcción el espesor del recubrimiento de la estructura con el fin de mantener una homogeneidad y un comportamiento uniforme.



## Conclusiones

El proyecto de tesis permitió generar información en el ámbito de la teoría y el diseño arquitectónico a través de la generación de soluciones de problemas sociales reales.

Se diseñó una vivienda de tipo interés social media utilizando las cualidades del sistema constructivo de ferrocemento y comparando los costos de construcción con el sistema de concreto armado.

Se integró y aplicó un proceso metodológico con el objetivo de darle un seguimiento ordenado y racional al proceso de investigación para obtener un resultado sustentado en una investigación científica.

Se construyó y se aplicó un proceso metodológico como parte del proceso de investigación y conceptualización de la fase creativa para la generación de un proyecto arquitectónico eficiente.

Se analizó y sintetizó un Marco referencial integrado por un marco social, marco legal, marco teórico y antecedentes sobre la VIVIENDA.

Se conceptualizó el sistema de concreto armado.

Se integro un Marco teórico sobre el ferrocemento.

El proyecto arquitectónico generado cumple con la caracterización y normativa (marco legal), de construcción de las viviendas de interés social media vinculándolo eficientemente con el sistema constructivo de ferrocemento.

Se definieron requerimientos de diseño para el desarrollo de una vivienda de interés social media con el sistema constructivo de ferrocemento.

Una aportación inédita más es la caracterización teórico-gráfica sobre el proceso de construcción con ferrocemento.

Se conceptualizaron las tres propuestas a partir de la aplicación del método de diseño por analogía con formas orgánicas (Arquitectura Orgánica).

Se desarrolló conceptualmente un proyecto arquitectónico con ferrocemento considerando las condiciones de la vivienda de interés social media y el medio físico natural.

El desarrollo de la propuesta arquitectónica seleccionada permitió la generación de planos arquitectónicos a detalle.

La selección de la mejor alternativa de concepto implicó un análisis profundo de los requerimientos de diseño, es lógico que no se puede evaluar cuál de ellas es la más pertinente como vivienda de interés social media porque todas ellas fueron diseñadas con ese objetivo, incluso con el objetivo de bajo costo; en el ámbito estético es un valor personal el cual es imposible de sectorizar.

Se realizaron Planos Arquitectónicos propios de un Proyecto Ejecutivo.

Se realizó el desglose de generadores de construcción de dos sistemas constructivos.

Los especialistas en el ámbito del diseño arquitectónico establecen que no es posible comparar el sistema constructivo de ferrocemento y de concreto armado por etapas ya que los procesos tienen alcances y objetivos parciales completamente distintos. Ejem. Los objetivos del comportamiento estructural del concreto armado son individuales y puntuales a comparación con los objetivos del comportamiento estructural del ferrocemento que es monolítico.

La comparación del costo directo total entre el sistema constructivo de ferrocemento y el sistema de concreto armado, dio como resultado que EL FERROCEMENTO ES UN SISTEMA VIABLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO.

**Anexo 1 Números generadores de la vivienda de interés social media.**

GENERADOR DE EXCAVACION								
EJE	TRAMO	UNIDAD	LONGITUD m	ANCHO m	ALTURA m	TOTAL	PRECIO	COSTO
EJE 1	TRAMO 1	m^3	6,65	0,8	0,8	4,256	87,05	370,4848
EJE 2	TRAMO 2	m^3	6,65	0,8	0,8	4,256	87,05	370,4848
EJE 3	TRAMO 3	m^3	6,65	0,8	0,8	4,256	87,05	370,4848
EJE 4	TRAMO 4	m^3	6,65	0,8	0,8	4,256	87,05	370,4848
						17,024		1481,9392

GENERADOR DE MORTERO DE PLANTILLA								
EJE	TRAMO	UNIDAD	LONGITUD m	ANCHO m	ALTURA m	TOTAL	PRECIO L	COSTO
EJE 1	TRAMO 1	m^3	6,65	0,8	0,05	0,266	87	578,55
EJE 2	TRAMO 2	m^3	6,65	0,8	0,05	0,266	87	23,142
EJE 3	TRAMO 3	m^3	6,65	0,8	0,05	0,266	87	23,142
EJE 4	TRAMO 4	m^3	6,65	0,8	0,05	0,266	87	23,142
						1,064		647,976

GENERADOR DE ACERO Z-1								
CONCEPTO	LOCALIZACION			AREA	DIAMETR O	PIEZA	CANTI DAD	UNIDA D
	EJE	TRAMO	TIPO	LARGO	ANCHO			
ZAPATA VAR#4	EJE 1	TRAMO 1	Z-1	6,65	3/8''	4,2	27,93	KG
ZAPATA VAR#4	EJE 2	TRAMO 2	Z-1	6,65	3/8''	4,2	27,93	KG
ZAPATA VAR#4	EJE 3	TRAMO 3	Z-1	6,65	3/8''	4,2	27,93	KG
ZAPATA VAR#4	EJE 4	TRAMO 4	Z-1	6,65	3/8''	4,2	27,93	KG
							111,72	
NÚMERO DE VARILLAS COMPLETAS =							9,31	

GENERADOR DE ACERO Z-1								
CONCEPTO	LOCALIZACION			AREA	DIAMETR O	PIEZA	CANTI DAD	UNIDA D
	EJE	TRAMO	TIPO	LARGO	ANCHO			
BASTON VAR#4	EJE 1	TRAMO 1-4	Z-1	0,9	3/8''	86	77,4	KG
							77,4	
NÚMERO DE VARILLAS COMPLETAS =							6,45	

GENERADOR DE ACERO Z-1. CONTRA-TRABE PERIMETRAL DE DESPLANTE CD1								
		LOCALIZACION		AREA	DIAMETR O	PIEZA	CANTI DAD	UNIDA D
CONCEPTO	EJE	TRAMO	TIPO	LARGO	ANCHO			
CD 1 VAR#4	EJE 1	TRAMO 1	CD1	6,65	3/8"	4	26,6	KG
CD 1 VAR#4	EJE 2	TRAMO 2	CD1	6,65	3/8"	4	26,6	KG
CD 1 VAR#4	EJE 3	TRAMO 3	CD1	6,65	3/8"	4	26,6	KG
CD 1 VAR#4	EJE 4	TRAMO 4	CD1	6,65	3/8"	4	26,6	KG
							106,4	
NÚMERO DE VARILLAS COMPLETAS =							8,8666666666	667

GENERADOR DE ACERO Z-1 EST. 1/4"								
		LOCALIZACION		AREA	DIAMETR O	PIEZA	CANTI DAD	UNIDA D
CONCEPTO	EJE	TRAMO	TIPO	LARGO	ANCHO			
ESTRIBO 1/4"	EJE 1	TRAMO 1-4	Z-1	1,3	1/4"	86	111,8	KG
METROS LINEALES =							111,8	

GENERADOR DE CONCRETO CONTRATRABE PERIMETRAL DE DESPLANTE F' C 250 KG/CM2 Z-1								
EJE	TRAMO	UNIDAD	LONGITUD m	ANCHO m	ALTURA m	TOTAL M3	PRECIO	COSTO
EJE 1	TRAMO 1		6,65	0,8	0,4	2,128	343	
EJE 2	TRAMO 2		6,65	0,8	0,4	2,128	343	
EJE 3	TRAMO 3		6,65	0,8	0,4	2,128	343	
EJE 4	TRAMO 4		6,65	0,8	0,4	2,128	343	
			26,6		TOTAL M3=	8,512		

GENERADOR DE MURETE DE ENRACE								
EJE	TRAMO	DISTANCI A	LARGO	ANCHO	ALTURA	PIEZA	PRECIO	UNIDA D
EJE 1	TRAMO 1	6,65	0,4	0,2	0,1	16		M^3
EJE 2	TRAMO 2	6,65	0,4	0,2	0,1	16		M^3
EJE 3	TRAMO 3	6,65	0,4	0,2	0,1	16		M^3
EJE 4	TRAMO 4	6,65	0,4	0,2	0,1	16		M^3
TOTAL POR HILADA =						64	0	
NUMERO DE HILADAS =						2		
TOTAL =						128		

GENERADOR DE MORTERO JUNTA DE MURETE DE ENRACE

EJE	TRAMO	TIPO	LARGO	ANCHO	ALTURA	PIEZA	CANTI DAD	UNIDA D
EJE 1	TRAMO 1		6,65	0,2	0,015	2	13,3	M^3
EJE 2	TRAMO 2		6,65	0,2	0,015	2	13,3	M^3
EJE 3	TRAMO 3		6,65	0,2	0,015	2	13,3	M^3
EJE 4	TRAMO 4		6,65	0,2	0,015	2	13,3	M^3
TOTAL M3=							53,2	

GENERADOR DE ACERO TVP TRABE DE VOLTEO PERIMETRAL

CONCEPTO	EJE	LOCALIZACION TRAMO	TIPO	AREA LARGO	DIAMETR O ANCHO	PIEZA	CANTI DAD	UNIDA D
TVP VAR#4	TRAMO 1	TRAMO A-B	TVP	6,65	3/8''	5	33,25	KG
TVP VAR#4	TRAMO 2	TRAMO B-C	TVP	6,65	3/8''	5	33,25	KG
TVP VAR#4	TRAMO 3	TRAMO C-D	TVP	6,65	3/8''	5	33,25	KG
TVP VAR#4	TRAMO 4	TRAMO D-A	TVP	6,65	3/8''	5	33,25	KG
							133	
NÚMERO DE VARILLAS COMPLETAS =							11,0833333333	333

GENERADOR DE ACERO TVP EST. 1/4"

CONCEPTO	EJE	LOCALIZACION TRAMO	TIPO	AREA LARGO	DIAMETR O ANCHO	PIEZAS	CANTI DAD	UNIDA D
ESTRIBO TVP 1/4''	EJE 1	TRAMO 1-4	TVP	1,4	1/4''	86	120,4	KG
METROS LINEALES =							120,4	

GENERADOR DE CONCRETO CONTRATRABE PERIMETRAL DE DESPLANTE F' C 250 KG/CM2

EJE	TRAMO	UNIDAD	LONGITUD m	AREA m2	TOTAL M3	PRECIO	COSTO
EJE 1	TRAMO 1		6,65	0,095	0,63175	343	216,69025
EJE 2	TRAMO 2		6,65	0,095	0,63175	343	216,69025
EJE 3	TRAMO 3		6,65	0,095	0,63175	343	216,69025
EJE 4	TRAMO 4		6,65	0,095	0,63175	343	216,69025
TOTAL M3=					2,527		866,761

GENERADOR DE CONCRETO ZAPATA CORRIDA PERIMETRAL DE DESPLANTE F' C  
250 KG/CM2 Z-1

EJE	TRAMO	UNIDAD	ÁREA m2	ALTURA m	TOTAL M3	PRECIO	COSTO
EJE 1-4	TRAMO 1-4	M3	44,5	0,15	6,675	1000	6675
					TOTAL M3=	6,675	6675

GENERADOR DE CONCRETO CONTRATRADEDE VOLTEO PERIMETRAL F' C 250  
KG/CM2 TVP

EJE	TRAMO	UNIDAD	LONGITUD m	AREA m2	TOTAL M3	PRECIO	COSTO
EJE 1	TRAMO 1		6,65	0,0765	0,508725	343	
EJE 2	TRAMO 2		6,65	0,0765	0,508725	343	
EJE 3	TRAMO 3		6,65	0,0765	0,508725	343	
EJE 4	TRAMO 4		6,65	0,0765	0,508725	343	
					TOTAL M3=	2,0349	

GENERADOR DE CONCRETO LOSA DE CIMENTACIÓN F' C 250 KG/CM2

EJE	TRAMO	UNIDAD	ÁREA m2	ALTURA m	TOTAL M3	PRECIO	COSTO
EJE 1-4	TRAMO 1-4	M3	52,2744	0,12	6,272928	1000	6272,9 28
					TOTAL M3=	6,272928	6272,9 28

GENERADOR DE ACERO VAR 3/8" PARA MURO

CONCEPTO	EJE	TRAMO	TIPO	LOCALIZACION LARGO	AREA LARGO	DIAMETR O ANCHO	PIEZAS	CANTI DAD	UNIDA D
ESTRIBO TVP 1/4"	EJE 1	TRAMO 1-4	TVP	12	12	13/8"	26	312	KG
								METROS LINEALES =	312

GENERADOR DE ELECTROMALLA PARA MURO 10/10

EJE	TRAMO	UNIDAD	ÁREA m2	ALTURA m	TOTAL M2	PRECIO	COSTO
EJE 1-4	TRAMO 1-4	M2	400	1	400	30	12000
					TOTAL M2=	400	12000

GENERADOR DE METAL DESPLEGADO K-500							
EJE	TRAMO	UNIDAD	ÁREA m2	ALTURA m	TOTAL M2	PRECIO	COSTO
EJE 1-4	TRAMO 1-4	M2	400	1	400	15	6000
TOTAL M2=					400		6000

GENERADOR DE ACERO VAR 3/8" PARA NERVADURA VERTICAL								
CONCEPTO	EJE	TRAMO	TIPO	AREA LARGO	DIAMETRO ANCHO	PIEZAS	CANTIDAD	UNIDAD
ESTRIBO TVP 1/4"	EJE 1	TRAMO 1-4	TVP	12	3/8"	51	612	KG
METROS LINEALES =							612	

GENERADOR DE ACERO TVP EST. 1/4"								
CONCEPTO	EJE	TRAMO	TIPO	AREA LARGO	DIAMETRO ANCHO	PIEZAS	CANTIDAD	UNIDAD
ESTRIBO TVP 1/4"	EJE 1	TRAMO 1-4	TVP	10	3/8"	45	450	KG
NÚMERO DE ESTRIBOS =							450	

GENERADOR DE ACERO VAR 3/8" PARA NERVADURA HORIZONTAL								
CONCEPTO	EJE	TRAMO	TIPO	AREA LARGO	DIAMETRO ANCHO	PIEZAS	CANTIDAD	UNIDAD
ESTRIBO TVP 1/4"	EJE 1	TRAMO 1-4	TVP	30	3/8"	3	90	KG
METROS LINEALES =							90	
NÚMERO DE VARILLAS =							7	

GENERADOR DE ACERO TVP EST. 1/4" PARA NERVADURA HORIZONTAL								
CONCEPTO	EJE	TRAMO	TIPO	AREA LARGO	DIAMETRO ANCHO	PIEZAS	CANTIDAD	UNIDAD
ESTRIBO TVP 1/4"	EJE 1	TRAMO 1-4	TVP	20	3/8"	45	900	KG
NÚMERO DE ESTRIBOS =							900	

GENERADOR DE CONCRETO MUROS F' C 250 KG/CM2

EJE	TRAMO	UNIDAD	ÁREA m2	ALTURA m	TOTAL M3	PRECIO	COSTO
EJE 1-4	TRAMO 1-4	M3	400	0,05	20	100	2000
				TOTAL M3=	20		2000

GENERADOR DE CONCRETO LOSA DE ENTREPISO F' C 250 KG/CM2

EJE	TRAMO	UNIDAD	ÁREA m2	ALTURA m	TOTAL M3	PRECIO	COSTO
EJE 1-4	TRAMO 1-4	M3	60	0,05	3	1000	3000
				TOTAL M3=	3		3000

GENERADOR DE CAPA DE COMPRESIÓN PARA LOSA DE ENTREPISO F' C 250  
KG/CM2

EJE	TRAMO	UNIDAD	ÁREA m2	ALTURA m	TOTAL M3	PRECIO	COSTO
EJE 1-4	TRAMO 1-4	M3	61,5	0,05	3,075	300	922,5
				TOTAL M3=	3,075		922,5

GENERADOR DE ELECTROMALLA PARA LOSA DE ENTREPISO

EJE	TRAMO	UNIDAD	ÁREA m2	M2	TOTAL M2	PRECIO	COSTO
EJE 1-4	TRAMO 1-4	M3	61,5	1	61,5	30	1845
				TOTAL M3=	61,5		1845



**Anexo 2 Catálogo de conceptos y cantidades de obra para expresión de precios con concreto armado.**

**VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL MEDIA (CONCRETO ARMADO)**

**CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPUESTA**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
<b>A</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
<b>A01</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
PRE0000 1	TRAZO Y NIVELACION DE TERRENO PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURA.	M2	52,5000	10,58	555,45
	<b>Total PRELIMINARES</b>				<b>555,45</b>
	<b>Total PRELIMINARES</b>				<b>555,45</b>
<b>B</b>	<b>CIMENTACION</b>				
<b>B01</b>	<b>CIMENTACION</b>				
CIM00000	EXCAVACION MANUAL EN PLATAFORMA, PARA ALOJAR CIMENTACION, INCLUYE: HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.P.U.O.T	M3	55,0000	87,05	4.787,75
CIM00001	MALLA ELECTROSOLDADA LECHO SUPERIOR DE 6X6-4/4, INCLUYE: TRASLAPES . AMARRES, INCLUYE: HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.	LOTE	1,0000	1.575,31	1.575,31
CIM00002	ACARREO Y COMPACTACION CON PALA, PICO Y CARRETILLA DE MATERIAL PRODUCTO DE LA ESCAVACION, DE 0.00 - 20.00 MTS	<b>M3</b>	17,0240	45,00	766,08
CIM00003	PLANTILLA DE 5 CM. DE ESP. CONCRETO F'c=250 KG/CM2, TMA.19mm, INCLUYE: ELABORACIÓN DEL CONCRETO, ACARREO, DESPERDICIOS, VACIADO, VIBRADO, CURADO CON AGUA, MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORECTA EJECUCIÓN.(P.U.O.T.)	<b>M3</b>	55,0000	87,00	4.785,00

CIM00004	ZAPATA CORR 0.80 DE ANCHO Y 15 CM DE ALTURA ARMADA CON VAR #3@ 20 CM, Y CONTRA TRABE DE 20x30 CM ARMADA CON 6 VAR. DE 3/8" EST #2 @ 20cm, CONCRETO DE F'C=250 KG/CM2, INCLUYE: CIMBRA, DESCIMBRA, HABILITADO DEL ACERO, ESCUADRAS, GANCHOS, DOBLECES, ELABORACIÓN DEL CONCRETO, ACARREOS, DESPERDICIOS, VACIADO, VIBRADO, CURADO, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	M3	55,0000	729,36	40.114,80
CIM00005	MURO ENRASE 15 CM BLOCK-P (15*20*40) 1:4 MORTERO CEM-ARENA, JUNTA DE 1.5 CM. DE ESPESOR ACABADO COMUN, INCLUYE; ELABORACION DEL MORTERO, ACARREOS, RECORTES, DESPERDICIOS, PLOMEADO, NIVELADO, MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	44,0000	205,12	9.025,28
CIM00006	TRABE DE ENRAZ ,DE F'Y=250 KG/CM2 15 CM, X 30 CM E, ARMADA CON 4 VARILLAS DE 3/8", CON ESTRIBOS DE 1/4" A CADA 15 CM. INCLUYE : MATERIALES, ACARREOS, HABILITADO, CIMBRADO, DECIMBRADO, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.P.U.O.T	ML	55,0000	294,45	16.194,75
CIM00007	LOSA DE CIMENTACIÓN DE 12 CM DE ESPESOR DE INCLUYE:MATERIALES,ACARREOS , HABILITADO, CIMBRADO, DECIMBRADO, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.P.U.O.T	M3	6,2800	2.000,00	12.560,00
CIM00008	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POLIETILENO NEGRO 600 MC, COMO IMPERMEABILIZANTE.INCLUYE: HERRAMIENTA MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.	M2	44,0000	13,37	588,28
<b>Total CIMENTACION</b>					<b>92.063,60</b>

**C MUROS**

**C01 MUROS**

MUR00001	CASTILLO DE 15x20 ARM 4 3/8", DE F'Y=4200 KG/CM2, EST.#2 @ 20cm DE F'Y=2300 KG/CM2, CONCRETO DE F'C=200 KG/CM2, INCLUYE: CIMBRA COMÚN, DESCIMBRA, HABILITADO DEL ACERO, ESCUADRAS, GANCHOS, DOBLECES, ELABORACIÓN DEL CONCRETO, ACARREOS, DESPERDICIOS, MATERIALES, HERRAMIENTA, EQUIPO, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN (P.U.O.T.)	ML	178,0000	277,96	49.476,88
----------	---	----	----------	--------	-----------

MUR0000 6	MURO DE BLOCK 12X20X40 CMS DE ESPESOR ASENTADO CON MORTERO CEMENTO- CAL-ARENA PROPORCIÓN 1:3:12 A NIVEL Y PLOMO, INCLUYE: ANDAMIOS, MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA, P.U.O.T.	M2	400,0000	205,15	82.060,00
STRU0000 03	CADENA INTERMEDIA DOS PLANTAS 15X20, ARMEX 10x15-4, DE F`Y=6000 KG/CM2, CONCRETO DE F`C=200 KG/CM2, INCLUYE: HABILITADO DEL ACERO, ESCUADRAS, GANCHOS, DOBLECES, ELABORACIÓN DEL CONCRETO, ACARREOS, DESPERDICIOS, MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORECTA EJECUCIÓN. (P.U.O.T.)	ML	110,0000	205,15	22.566,50
STRU0000 03	CADENA DE CERR 15x30 ARM 4 1/2", 2 3/8", DE F`Y=4200 KG/CM2, EST.#2 @ 20cm DE F`Y=2300 KG/CM2, CONCRETO DE F`C=200 KG/CM2, INCLUYE: CIMBRA COMÚN, DESCIMBRA, HABILITADO DEL ACERO, ESCUADRAS, GANCHOS, DOBLECES, ELABORACIÓN DEL CONCRETO, ACARREOS, DESPERDICIOS, MATERIALES, HERRAMIENTA, EQUIPO, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN (P.U.O.T.)	ML	110,0000	344,26	37.868,60

**Total MUROS**

**191.971,98**

**Total MUROS**

**191.971,98**

**D LOSAS**

**D01 LOSAS**

LOS0000 1	LOSA ENTREPISO DE 10cm C/VAR # 3 @ 15 CM CONCRETO F`c=200KG/CM2, TMA. 19mm, INLUYE; HABILITADO DEL ACERO, RECORTES, TRASLAPES, ELABORACION DEL CONCRETO, ACARREOS, DESPERDICIOS, VACIADO, VIBRADO, CURADO, NIVELADO, MATERIALES, EQUIPO, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN (P.U.O.T.)	M2	52,2700	800,00	41.816,00
LOS0000 2	LOSA AZOTEA DE 10cm C/VAR # 3 @ 15 CM CONCRETO F`c=200KG/CM2, TMA. 19mm, INLUYE; HABILITADO DEL ACERO, RECORTES, TRASLAPES, ELABORACION DEL CONCRETO, ACARREOS, DESPERDICIOS, VACIADO, VIBRADO, CURADO, NIVELADO, MATERIALES, EQUIPO, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN (P.U.O.T.)	M2	52,2700	800,00	41.816,00

**Total LOSAS**

**83.632,00**

<b>Total LOSAS</b>				<b>83.632,00</b>	
<b>E</b>	<b>ALBAÑILERIA</b>				
<b>E01</b>	<b>ALBAÑILERIA</b>				
ALB00001	APLANADO EN MUROS DE 2cm A/FINO 1:3 MORTERO CEM-ARE, A REGLA Y PLOMO, I NCLUYE; PREPARACION DE LA SUPERFICIE, PICADO Y CEPILLADO, ELABORACION DEL MORTERO, ACARREOS, DESPERDICIOS, NIVELADO, PLOMEADO, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y ANDAMIOS.	M2	910,0000	105,00	95.550,00
<b>Total ALBAÑILERIA</b>				<b>95.550,00</b>	
<b>Total ALBAÑILERIA</b>				<b>95.550,00</b>	
<b>F</b>	<b>IMPERMEABILIZACION Y PINTURA</b>				
<b>F01</b>	<b>IMPERMEABILIZACION Y PINTURA</b>				
IYP00003	SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE PINTURA VINÍLICA A 2 MANOS INCLUYE SELLADO Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	M2	910,0000	29,02	26.408,20
IYP00002	IMPERMEABILIZACION DE LOSA HORIZONTAL O INCLINADA A BASE DE SISTEMA PREFABRICADO MARCA IMPERQUIMIA, CON MODIPLY DE 3. M M DE ESPESOR GRANULADO EN COLOR ROJO Y GARANTIA DE 3 AÑOS ; INCLUYE : FLETES, ACARREOS, ELEVACIONES, DESPERDICIOS, PREPARACION DE LA SUPERFICIE, SELLADO DE FISURAS Y PARTES CRITICAS CON CEMENTO PLASTICO ( BITUPLASTIC A.T.) UNA APLICACION DE PRIMARIO TAPAPORO ( IMPERPRIM S-L ), COLOCACION DEL IMPERMEABILIZANTE PREFABRICADO CON TERMOFUSION, CON TRASLAPES DE 10 CM EN LOS DOS SENTIDOS, SELLADO DE TRASLAPES Y PUNTAS TERMINALES CON CEMENTO PLASTICO, APLICACION DE PINTURA AHULADA COLOR ROJO TERRACOTA COMO ACABADO EN ZONAS DE SELLADO, LIMPIEZA Y RETIRO DE SOBRESANTES FUERA DE OBRA, INSTALACIONES ESPECIFICAS, MATERIALES, MANO DE OBRA EN CUALQUIER NIVEL, EQUIPO DE SEGURIDAD, DE PRECIACION Y DEMAS CARGOS DERIVADOS DEL USO DE EQUIPO Y HERRAMIENTA; P.U.O.T.	M2	52,2700	103,60	5.415,17
<b>Total IMPERMEABILIZACION Y PINTURA</b>				<b>31.823,37</b>	

<b>Total IMPERMEABILIZACION Y PINTURA</b>					<b>31.823,37</b>
<b>G</b>	<b>PISOS Y RECUBRIMIENTOS</b>				
<b>G01</b>	<b>PISOS Y RECUBRIMIENTOS</b>				
PYR0000 1	LOSETA CERAMICA 55 X 55 M2 MODELO MAYACOBIA DE 1RA CALIDAD, MARCA PORCELANITE, ASENTADO CON PEGAZULEJO INLCUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	49,5299	281,44		13.939,70
PYR0000 2	PISO MOD. FALCON BEIGE-NVO DE 33x33 CMS, DE 1RA CALIDAD, MARCA PORCELANITE, ASENTADO CON PEGAZULEJO INLCUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	79,5509	178,24		14.179,15
PYR0000 3	AZULEJO MOD. FALCON HUESO DE 20x30 CMS DE 1RA CALIDAD, MARCA PORCELANITE, A UNA ALTURA DE 2.10 M CON UN DESARROLLO DE 3.00 DE LONGITUD EN ÁREA HÚMEDA DE REGADERA Y COCINA INCLUYE: PREVIO REPELLADO MORT 1:4 PARA RECIBIR LAMBRIN, MATERIAL, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	8,4680	165,56		1.401,96
<b>Total PISOS Y RECUBRIMIENTOS</b>					<b>29.520,81</b>
<b>Total PISOS Y RECUBRIMIENTOS</b>					<b>29.520,81</b>
<b>H</b>	<b>HERRERIA, ALUMINIO Y VIDRIO</b>				
<b>H01</b>	<b>HERRERIA, ALUMINIO Y VIDRIO</b>				
HAV0000 1	CANCELERIA DE ALUMINIO 2" COLOR NATURAL CON VIDRIO DE 5MM EN VENTANAS, INCLUYE; SUMINISTRO, ACARREOS, DESPERDICIOS, COLOCACION, NIVELADO, PLOMEADO, MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	1,0000	10.915,93		10.915,93
<b>Total HERRERIA, ALUMINIO Y VIDRIO</b>					<b>10.915,93</b>
<b>Total HERRERIA, ALUMINIO Y VIDRIO</b>					<b>10.915,93</b>
<b>I</b>	<b>CARPINTERIA Y CERRAJERIA</b>				
<b>I01</b>	<b>CARPINTERIA Y CERRAJERIA</b>				
CYC0000 1	PUERTA MULTIPANEL MIXTA IZQ VE/AD, COLOR BLANCA, MARCA MONTEALBAN, MOD EUCAPANE DE 90X210 CMS, EN ACCESO PRINCIPAL. INCLUYE: CHAPA DE PLOMO BOLA PARA ENTRADA, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, COLOCACIÓN EN SITIO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	4,0000	2.617,30		10.469,20

CYC00003	PUERTA MULTIPANEL DE 90X210 CMS, EN BAÑO. INCLUYE: CHAPA, HERRAMIENTA, MANO DE OBRA, COLOCACIÓN EN SITIO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.	PZA	2,0000	1.297,50	2.595,00
<b>Total CERRAJERIA CARPINTERIA Y</b>					<b>13.064,20</b>
<b>Total CERRAJERIA CARPINTERIA Y</b>					<b>13.064,20</b>
<b>J INSTALACION HIDROSANITARIA Y GAS</b>					
<b>J01 INSTALACION HIDROSANITARIA Y GAS</b>					
IHG00001	SALIDA DE CUADRO PARA MEDIDOR INCLUYE TUBERIAS DE CPVC 1/2" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	305,99	305,99
IHG00002	SALIDA HIDRAULICA PARA TARJA CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	310,90	310,90
IHG00003	SALIDA HIDRAULICA PARA LAVADERO CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	155,90	155,90
IHG00004	SALIDA HIDRAULICA PARA REGADERA CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	1.064,93	1.064,93
IHG00005	SALIDA HIDRAULICA PARA WC CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	62,58	62,58
IHG00006	SALIDA HIDRAULICA PARA LAVABO CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	123,07	123,07
IHG00007	SALIDA HIDRAULICA PARA ALIMENTACION A TINACO CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS DIAMETROS 19 Y 13 MM	LOTE	1,0000	376,66	376,66
IHG00008	SALIDA DE ACERO GALVANIZADO PARA ALIMENTACION DE GAS AL BOILER, CILINDRO DE GAS Y ESTUFA.	LOTE	1,0000	287,36	287,36
IHG00009	REGISTRO SANITARIO A BASE DE TABIQUE ROJO RECOCIDO COMUN, ASENTADO CON MORTERO CEMENTO:ARENA 1:4, INCLUYE MARCO Y CONTRAMARCO DE ANGULO, TERMINADO AFINADO INTERIOR	PZA	2,0000	1.082,70	2.165,40
IHG00010	SALIDA SANITARIA PARA TARJA CON TUBERIA PVC 2" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	39,50	39,50
IHG00011	SALIDA SANITARIA PARA LAVADERO CON TUBERIA PVC 2" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	85,04	85,04

IHG00012	SALIDA SANITARIA PARA COLADERA DE REGADERA CON TUBERIA PVC 2" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	120,15	120,15
IHG00013	SALIDA SANITARIA PARA WC CON TUBERIA PVC 4" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	175,86	175,86
IHG00014	SALIDA SANITARIA PARA LAVABO CON TUBERIA PVC 2" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	25,70	25,70
IHG00015	RAMALEO SANITARIO GENERAL CON TUBERIA PVC 4" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	531,63	531,63
IHG00016	SALIDA SANITARIA PARA LAVADORA CON TUBERIA PVC 2" Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	67,67	67,67
IHG00018	SALIDA HIDRAULICA PARA LAVADORA CON TUBERIA CPVC Y CONEXIONES NECESARIAS	LOTE	1,0000	503,57	503,57
<b>Total INSTALACION HIDROSANITARIA Y GAS</b>					<b>6.401,91</b>
<b>Total INSTALACION HIDROSANITARIA Y GAS</b>					<b>6.401,91</b>
<b>K</b>	<b>MUEBLES DE BAÑO Y COCINA</b>				
<b>K01</b>	<b>MUEBLES DE BAÑO Y COCINA</b>				
MBC0000 1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TINACO DE 600 LTS MCA ROTOPLAS O SIMILAR	PZAS	1,0000	1.980,35	1.980,35
MBC0000 2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CALENTADOR DE 6 LT DE PASO MARCA CINSA O SIMILAR	PZAS	1,0000	4.036,13	4.036,13
MBC0000 3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LAVADERO DE GRANITO CON PILETA	PZA	1,0000	746,26	746,26
MBC0000 4	SUMINISTRO E INSTALACION DE TARJA CON ESCURRIDOR 96 X 40 INCLUYE MEZCLADORA LINEA ECONOMICA	PZA	1,0000	2.150,94	2.150,94
MBC0000 5	SUMINISTRO E INSTALACION DE PAQUETE DE BAÑO COLOR BLANCO LINEA ECONOMICA CON MEZCLADORA DE 4", INCLUYE TAZA, TANQUE, LAVAMANOS Y PEDESTAL.	JGO	1,0000	2.221,30	2.221,30
MBC0000 6	SUMINISTRO E INSTALACION DE REGADERA CON BRAZO Y CHAPETON LINEA ECONOMICA, INCLUYE MANERALES	JGO	1,0000	446,80	446,80
MBC0000 7	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACCESORIOS CERAMICOS PARA BAÑO: INCLUYE: JABONERA, CEPILLERO, GANCHO Y PORTAPAPEL.	JGO	1,0000	326,93	326,93
<b>Total MUEBLES DE BAÑO Y COCINA</b>					<b>11.908,71</b>
<b>Total MUEBLES DE BAÑO Y COCINA</b>					<b>11.908,71</b>

<b>L</b>	<b>INSTALACION ELECTRICA</b>						
<b>L01</b>	<b>INSTALACION ELECTRICA</b>						
IEL00001	SALIDA ELECTRICA PARA CONTACTO CON POLIDUCTO DE 13 MM, CABLE THW CAL. 12 Y 14, CAJA CHALUPA GALVANIZADA, INCLUYE ACCESORIOS LINEA ECONOMICA	LOTE	1,0000	4.782,27		4.782,27	
IEL00002	SALIDA ELECTRICA PARA APAGADOR CON POLIDUCTO DE 13 MM, CABLE THW CAL. 12 Y 14, CAJA CHALUPA GALVANIZADA, INCLUYE ACCESORIOS LINEA ECONOMICA	LOTE	1,0000	2.655,03		2.655,03	
IEL00004	CENTRO DE CARGA QO2 1 FASE 4 HILOS MCA IUSA, INCLUYE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 20 AMP	PZA	1,0000	1.538,91		1.538,91	
IEL00005	SALIDA PARA TV, TELEFONO Y EXTRACTOR A BASE DE POLIDUCTO DE 1/2" Y CAJA CHALUPA GUIADA CON ALAMBRE GALV. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	PZA	2,0000	268,89		537,78	
IEL00006	SALIDA PARA TIMBRE INCLUYE: PLACA, ZUMBADOR Y BOTON TIMBRE.	PZA	1,0000	214,23		214,23	
<b>Total INSTALACION ELECTRICA</b>						<b>9.728,22</b>	
<b>Total INSTALACION ELECTRICA</b>						<b>9.728,22</b>	
<b>M</b>	<b>LIMPIEZA</b>						
<b>M01</b>	<b>LIMPIEZA</b>						
LIM00001	LIMPIEZA FINAL DE OBRA, INCLUYE PISOS, ZOCLOS, CRSITALES, MUEBLES DE BAÑO, AZULEJOS	LOTE	1,0000	460,48		460,48	
<b>Total LIMPIEZA</b>						<b>460,48</b>	
<b>Total LIMPIEZA</b>						<b>460,48</b>	
<b>SUBTOTAL</b>						<b>577.596,66</b>	
<b>I.V.A. 16.00%</b>						<b>92.415,47</b>	
<b>Total del presupuesto</b>						<b>670.012,13</b>	



## Bibliografía

American Concrete Institute P.O. BOX 9094 FARMINGTON HILLS, MICHIGAN 48333-9094 USA, (2005). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05) (Versión en español y en sistema métrico) Es un Estándar del ACI.*

ArquiTK (2011). *Arquitectura del paisaje y urbanismo. Revista de investigación*, No. 60, (p.p 40-100).

Base de Datos INEGI, (2017). *Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía*. Revisado en el sitio web: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx).

Bazant J. (1984). *Manual de criterios de diseño urbano. Metodología de diseño:*

Bedoya Ruiz D. (2005). *Tesis Doctoral: Estudio de resistencia y vulnerabilidad Sísmicas de viviendas de bajo costo estructuradas con ferrocemento*. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España.

Beltrán Y. (2011). *Metodología del diseño arquitectónico*. Revista amorfa de arquitectura. Pachuca, Hgo. México.

Camargo Sierra A. (2011). *Vivienda y pobreza: una relación compleja*. Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia.

Castillejo J. (1986). *Caracoles terrestres de Galicia*. Universidad de Santiago de Compostela. España.

Ching Francis D. k. 2002. *Arquitectura: Forma, espacio y orden*. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona.

Código de Edificación de Vivienda (2015). Segunda Edición. México.

Comisión Nacional de Vivienda (2010) *Base de datos*. Recuperado de: [www.gob.mx/conavi](http://www.gob.mx/conavi).

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, (2004). Editorial RAF, S. A. de C. V. México.

Costos de construcción (2017). *M2 de construcción Oaxaca*. Recuperado de: [www.habitalisimo.com](http://www.habitalisimo.com)

Csikszentmihalyi M. (1997). *(Flow) Fluir: ¿Dónde está la creatividad?* Barcelona, Edit. Kairos, p.p 41-45

Departamento Nacional de Estadística. (2009). Recuperado de: [www.dane.gov.com](http://www.dane.gov.com)

Diario Oficial de la Federación (2017). Recuperado de: [www.dof.gob.mx](http://www.dof.gob.mx)

Encuesta nacional de la Dinámica Demográfica (2015). Base de datos. Recuperado de: [www.inegi.gob.mx/](http://www.inegi.gob.mx/)

Estado Actual de la Vivienda en México (2015). *Sociedad hipotecaria federal*. México

Fondo Monetario Internacional, (2008). *Perspectiva de la economía mundial: La vivienda y el ciclo económico*. Edición en español, Washington, DC.

Fondo Sectorial de Desarrollo Científico y Tecnológico para el Fomento de la Producción y Financiamiento de Vivienda y el Crecimiento del Sector Habitacional, (2010). *Mercados tecnológicos de la vivienda pública en México bajo el régimen de libre mercado*. Ciudad de México.

Fonseca X. (1994). *Las medidas de una casa. Antropometría de la vivienda*. Edit. PAX MÉXICO. Ciudad de México.

García Campos T. (2015). *Extracción y aplicaciones alimentarias de membranas de cáscara de huevo*, (Master en Biotecnología Alimentaria). Universidad de Oviedo.

García, B., Imas, V. J. (1996). *De la promoción estatal a la mitificación del mercado. En: Las políticas sociales de México en los años noventa*: Universidad Nacional Autónoma de México.

Granados Esparza H. (2006). Tesis Doctoral: *Propuesta para espacios públicos en conjuntos habitacionales de interés social en el estado de México*. Universidad Iberoamericana, Ciudad de México.

Instituto de estudio del huevo (2009). *El gran libro del huevo*. Editorial Everest, S. A. Madrid.

Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Oaxaca, (2013). *La Ordenación y Regulación de los Asentamientos Urbanos*. Recuperado de <http://www.oaxaca.gob.mx/>

Ley de Vivienda para el Estado de Oaxaca, (2013). Recuperado de <http://www.oaxaca.gob.mx/>

Marín y Monsiváis, 2010. *La Calidad de Vida y políticas de vivienda de interés social en México*. España. Recuperado de: [http://www.arquitectura.uanl.mx/Cuadernos%20de%20Arquitectura%20y%20Asuntos%20Urbanos/pdf/num3/009\\_Marin\\_Monsivais\\_Calidad\\_de\\_vida.pdf](http://www.arquitectura.uanl.mx/Cuadernos%20de%20Arquitectura%20y%20Asuntos%20Urbanos/pdf/num3/009_Marin_Monsivais_Calidad_de_vida.pdf)

Mejía Son J. M. (2005). *Tesis. Cáscaras de ferrocemento, una alternativa para techos en viviendas económicas*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

*Mobiliario urbano*. (pp. 371-396). México, D.F. Editorial Trillas, S.A. de C.V.

Moscoso J. (2017). *Obras de ferrocemento*. Recuperado de: [www.moscosoarquitectura.com.bo/](http://www.moscosoarquitectura.com.bo/)

Munari B. (1983). *¿Cómo nacen los objetos?* Nuacalpan Ciudad de México. Editorial Gustavo Gili, SA.

Naaman, A. E. (2000). *Ferrocement and dominated cementitious composites*. Michigan, Ed: Tecno Press 3000.

Nistal, Retana y Ruiz. 2012. El hormigón: historia, antecedentes en obras y factores Indicativos de su resistencia. *Tecnología y Desarrollo*, Volumen 10. Pp. 4-10

ONAVIS (2015). *Base de datos*. Recuperado de: [www.gob.mx/onavis](http://www.gob.mx/onavis).

OVANCE (2017). Revista: *Arquitectura de materiales autóctonos*. España. Recuperado de: <https://ovacen.com/historia-de-la-vivienda-a-traves-del-tiempo/>

Pama, R. P y Paul, B. K. (1992). *Ferrocemento*. México, Ed. Abeja, S. A.

Pasca García L. (2014). *La concepción de la vivienda y sus objetos*. Universidad Complutense de Madrid, España.

Plazola Cisneros A. (1986). *Arquitectura Habitacional*. México, D.F. Editorial Plazola Editores, S.A

PROVEA, (2008). *El derecho humano a una vivienda adecuada*. Segunda edición. Editorial Provea. Caracas, Venezuela.

Quiun D. (2011). *Tesis. Desarrollo del ferrocemento en la construcción de viviendas, segunda etapa*. Lima, Perú.

Quivera (2011). *La vivienda de interés social: sostenibilidad, reglamentos internacionales y su relación en México*. Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México.

Real Academia Española (1970). Recuperado de: [www.rae.es/](http://www.rae.es/)

Reglamento de construcción y seguridad estructural para el estado de Oaxaca. Vigente. Recuperado de: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/fichaOrdenamiento.php?idArchivo=24281&ambito=>

Revista ARQHYS. 2012, 12. *Concreto armado*. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com. Recuperado de <http://www.arqhys.com/arquitectura/concreto-armado.html>.

Rodríguez Aranda S. E. (2009). *Tesis Doctoral: El bocete entre el diseño y la abstracción*. Universidad de Granada. Granada, España.

Sánchez Corral J. (2012). *La vivienda social en México*. Ciudad de México. Ediciones JS.

Sánchez Luqueño J. (2016). *Arquitectura con Ferrocemento*. Recuperado de: [www.arquimaster.com.ar](http://www.arquimaster.com.ar)

Sánchez P. L., Sánchez L. J. (2014) *Arquitectura orgánica y elementos estructurales de refuerzo de ferrocemento*. 5o Encuentro Nacional de Investigadores. Para la convivencia y divulgación de la investigación, 27 de septiembre de 2014, Centro de Evaluación e Innovación Educativa (CEVIE) de la UABJO, Oaxaca de Juárez, Oax.

Sánchez Platas L.E., y Sánchez Luqueño J.(2015). *Consideraciones en la Metodología de la Arquitectura producto del cambio Climático*.

Schjetnan M., Calvino J. y Peniche M. (2004). *Principios de Diseño Urbano/Ambiental*. Ciudad de México. Editorial Pax México.

SEDATU (2015). *Base de datos*. Recuperado de: [www.gob.mx/sedatu](http://www.gob.mx/sedatu).

Senosiain J. (1996). *Bioarquitectura*. Ed. AM Editores. México.

Senosiain J. (2012). *Arquitectura Orgánica*. Ed. AM Editores. México.

Simposio del Ferrocemento (2015). Recuperado de: [www.ferrocement.com](http://www.ferrocement.com) sitio en español.

Sixsmith (1986). *The meaning of home: An exploratory study of environmental*. Pp 10-15

Sociedad Hipotecaria Federal (2016). *Base de datos*. Recuperado de: [www.shf.gob.mx/](http://www.shf.gob.mx/)

Sosa Pedroza, T. (2003). *La aplicación de sistemas constructivos alternativos en vivienda de bajo costo y su impacto en el usuario*. Pp. 99-115. México.

Unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural (2003). *Fundamentos para la aplicación de ferrocemento*. Organización mundial de la salud.

Villavicencio B. J., y Hernández Santiago P. (1999). *Vivienda social y sectores de bajos ingresos en la ciudad de México: un encuentro imposible*. UAM Azcapotzalco, México.

Wilson Martínez J, Pérez D. F. y Espíndola C. C. (2014). *Caracterización de isopodos terrestres (crustacea: isopoda) y su impacto en cultivos hortícolas de Boyacá*. Revista de ciencias agrícolas. Vol. 31. Universidad de Nariño.

Wright F. (1991), *Organic Architecture*.