



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS
CONSTRUCTIVOS APLICADOS EN VIVIENDAS DE LA
CIUDAD DE GUAYAQUIL**

Autor: Gabriela Cedeño

Tutor: Cesar Cansing

Samborondón, Agosto de 2015

DEDICATORIA

Dedicada a mis padres y hermanos, que han sido mi apoyo constante e incondicional en cada etapa de mi carrera.

AGRADECIMIENTO

Agradecida con el incondicional, Dios.
Mis padres, hermanos y amigos.

RESUMEN

La oferta de vivienda por parte de los sectores privado y semiprivado conformado por bancos, cooperativas, mutualistas, sociedades financieras e instituciones financieras públicas destinaron a finales de 2006 la cantidad de 830 millones de dólares para el financiamiento de viviendas focalizadas a los niveles de clase media y alta, contribuyendo así a 30 mil soluciones habitacionales. (Cadena, Ramos, Pazmiño, & Mendoza, 2010).

En el país predomina la tendencia a utilizar el hormigón como material principal. El 80,7% de las edificaciones han proyectado construir sus cimientos con hormigón, el 94,4% tendría su estructura de hormigón y el 59,2% emplearía el hormigón armado para la cubierta o techo. En esta última fase de la construcción, el 23,3% de las edificaciones utilizarían eternit, ardex o asbesto-cemento. En lo que hace relación a las paredes, el 61,5% de las edificaciones se construirán con bloque y el 36,4% con ladrillo. (Camacho Dillon, Fraga Ramos, & Gavilanes, 2012)

Ecuador es un país donde el aumento poblacional va de la mano con el aumento en el déficit de viviendas. Para poder dar solución a éste déficit, es necesario construcciones en serie como una solución rápida, efectiva y económica por medio de sistemas industrializados. En este documento se presentarán las características de sistemas ya aplicados en el país, destacando sus ventajas, desventajas y costo de ejecución de viviendas principalmente de la ciudad de Guayaquil y Samborondón.

Estos sistemas industrializados demostrarán su aportación en la construcción, indicando su alta capacidad de reutilización, tiempos de ejecución y reducción de costos.

Palabras Claves: vivienda, construcción, industrialización, método constructivo, costo.

ABSTRACT

Housing supply offered by the private and semi private sector such as banks, coops, financial holdings and public financial institutions spent 830 million USD by the end of 2006 destined to housing finance focusing on middle and upper classes, contributing to 30 thousand housing solutions. (Cadena, Ramos, Pazmiño, & Mendoza, 2010)

The local dominant tendency is to use concrete as the main construction material. 80,7% of the buildings have planned to use concrete to build the foundations, 94,4% would use concrete for structures and 59,2% would use reinforced concrete for the roof. In this last stage of construction 23,3% of buildings would use zinc roofing sheets or asbestos cement roofing sheets. Regarding walls, 61,5% of the buildings would use cement blocks and 36,4% baked bricks. (Camacho Dillon, Fraga Ramos, & Gavilanes, 2012)

Ecuador is a country where population growth goes hand in hand with a rise in housing deficit. To be able to sort out a solution to this deficit, construction in series is a quick, effective and economic solution by means of industrialized systems. This document will present characteristics of the systems already working in the country, highlighting its strengths, weaknesses and cost of housing construction mainly in the city of Guayaquil and Samborondón.

These industrialized systems will proof its contribution to constructions, stating its high reusability, building time, and cost reduction.

Keywords: housing, construction, industrialization, cost

CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES	3
2.	JUSTIFICACION	7
3.	OBJETIVOS	8
3.1.	Objetivo General	8
3.2.	Objetivos Específicos	8
4.	MARCO TEORICO	9
4.1.	Antecedentes	9
4.2.	Sistemas Estructurales	10
4.2.1.	Sistema Aporticado	11
4.2.1.1.	Ventajas	12
4.2.1.2.	Desventajas	12
4.3.	Sistemas Industrializados	12
4.3.1.	Sistema HORMI2	18
4.3.1.1.	Ventajas	19
4.3.1.2.	Desventajas	20
4.3.2.	Sistema WALLTECH	20
4.3.2.1.	Ventajas	21
4.3.2.2.	Desventajas	21
4.3.3.	Sistema FORSA	21
4.3.3.1.	Ventajas	22
4.3.3.2.	Desventajas	22
4.4.	La Vivienda en el Ecuador	22
5.	METODOLOGIA	23
5.1.	Recolección de Datos	23
5.2.	Parámetros para comparación	23
5.3.	Rentabilidad	23
5.4.	Parámetro Tiempo	23
5.5.	Vivienda de Estudio	24
5.6.	Presupuesto de la Vivienda	26

6. DESARROLLO	26
6.1. Sistema TRADICIONAL	26
6.1.1. Estructura del sistema	26
6.1.1.1. Hierro estructural	26
6.1.1.2. Hormigón	27
6.1.1.3. Bloque de arcilla	27
6.1.2. Proceso constructivo	28
6.1.2.1. Trabajos preliminares.....	29
6.1.2.2. Cimentación y armado de columnas	29
6.1.2.3. Encofrado y fundición de columnas.....	30
6.1.2.4. Contrapiso	31
6.1.2.5. Armado, encofrado y fundición de vigas y losa	31
6.1.2.6. Desencofrado	32
6.1.2.7. Mampostería	33
6.1.2.8. Enlucido	34
6.1.2.9. Acabados	35
6.2. Sistema HORMI2	35
6.2.1. Estructura del sistema	35
6.2.1.1. Mallas de acero	35
6.2.1.2. Poliestireno	35
6.2.1.3. Mortero	36
6.2.1.4. Paneles	36
6.2.2. Proceso Constructivo	39
6.2.2.1. Trabajos preliminares.....	40
6.2.2.2. Cimentación y Contrapiso.....	40
6.2.2.3. Anclajes en contrapiso	42
6.2.2.4. Montaje y armado de paredes	43
6.2.2.5. Anclaje Pared - Contrapiso	43
6.2.2.6. Paneles losa y amarre de refuerzo.....	44
6.2.2.7. Lanzado de mortero y revocado en paneles de pared	44
6.2.2.8. Vertido de concreto en losa.....	45
6.2.2.9. Gradas	45
6.2.2.10. Lanzado de mortero en cara inferior de losa.....	46

6.2.2.11. Acabados	46
6.3. Sistema WALLTECH	47
6.3.1. Estructura del sistema	47
6.3.1.1. Paneles modulares	47
6.3.1.2. Acero de alta resistencia	47
6.3.1.3. Metal desplegado o malla estructural	48
6.3.1.4. Armaduras y conectores laterales de amarres de acero	48
6.3.1.5. Mortero	52
6.3.2. Proceso Constructivo	53
6.3.2.1. Trabajos preliminares	54
6.3.2.2. Cimentación y Contrapiso	54
6.3.2.3. Anclajes en contrapiso	55
6.3.2.4. Montaje y armado de paredes	55
6.3.2.5. Losa	56
6.3.2.6. Lanzado de mortero (primera capa).....	56
6.3.2.7. Vertido de concreto en losa	57
6.3.2.8. Gradadas	57
6.3.2.9. Lanzado de mortero (segunda capa).....	57
6.3.2.10. Acabados	58
6.4. Sistema FORSA	58
6.4.1. Estructura del sistema	58
6.4.1.1. Hormigón.....	58
6.4.1.2. Formaleta en lámina de aluminio	59
6.4.1.3. Accesorios de sujeción	60
6.4.2. Proceso Constructivo	62
6.4.2.1. Trabajos preliminares	63
6.4.2.2. Cimentación y Contrapiso	63
6.4.2.3. Anclajes en contrapiso	63
6.4.2.4. Armado de muros	64
6.4.2.5. Montaje de formaleta (muros)	64
6.4.2.6. Montaje de formaleta (losa).....	65
6.4.2.7. Armado de losa	65
6.4.2.8. Vertido de concreto en losa	65

6.4.2.9. Gradas	66
6.4.2.10. Desencofrado	67
6.4.2.11. Acabados	67
7. RESULTADOS	74
7.1. Análisis de costo	75
8. CONCLUSIONES	76
9. RECOMENDACIONES	77
10. ANEXOS	78
10.1. Planos de la vivienda	78
10.1.1. Sistema TRADICIONAL	78
10.1.2. Sistema HORMI2	80
10.1.4. Sistema FORSA	84
10.2. Presupuestos	86
10.2.1. Sistema Tradicional	86
10.2.2. Sistema HORMI2	88
10.2.3. Sistema WALLTECH	90
10.2.4. Sistema FORSA	92
11. BIBLIOGRAFIA	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de la oferta de vivienda en Ecuador.....	3
Tabla 2. Evolución de proyectos inmobiliarios en Quito	3
Tabla 3. Precio promedio x m2 en Quito	4
Tabla 4. Proyectos de viviendas de primer uso en Guayaquil	5
Tabla 5. Porcentaje de proyectos por ejecutarse en Guayaquil	5
Tabla 6. Unidades de vivienda disponibles en Guayaquil	6
Tabla 7. Precio promedio x m2 en Guayaquil	6
Tabla 8. Tabla de Resumen.....	68
Tabla 9. Tabla de Presupuestos Nivel Adquisitivo Bajo	70
Tabla 10. Tabla de Presupuestos Nivel Adquisitivo Medio Alto	72
Tabla 11. Tabla de obtención de días.....	73
Tabla 12. Tabla Dinámica.....	75
Tabla 13. Tabla de Porcentajes	75
Tabla 14. Presupuesto sistema TRADICIONAL.....	87
Tabla 15. Presupuesto sistema HORMI2.....	89
Tabla 16. Presupuesto sistema WALLTECH	91
Tabla 17. Presupuesto sistema FORSA	92

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sistema Aporticado o Tradicional.....	11
Ilustración 2. Sistema de módulos apilables. Edward T. Potter	15
Ilustración 3. Edificio Bolshaya Kaluzhskaya, Moscow.....	16
Ilustración 4. Planta de Edificio Bolshaya Kaluzhskaya, Moscow.....	17
Ilustración 5. Conjunto de edificios “La Grande Borne”, Grigny- Paris.	17
Ilustración 6. Edificio industrial, Polígono Ind. Santiga-Provasa, Barberà del Vallès (Barcelona).....	18
Ilustración 7. Sistema Tradicional: Vivienda de 180.20m2	24
Ilustración 8. Sistema Hormi2: Vivienda de 180.20m2	24
Ilustración 9. Sistema Walltech: Vivienda de 87.89m2	25
Ilustración 10. Sistema Forsa: Vivienda de 72.98m2.....	25
Ilustración 11. Trazado y replanteo.....	29
Ilustración 12. Cimentación y armado de columnas	30
Ilustración 13. Encofrado y fundición de columnas.....	30
Ilustración 14. Contrapiso	31
Ilustración 15. Armado, encofrado y fundición de vigas	32
Ilustración 16. Desencofrado.....	33
Ilustración 17. Desencofrado.....	33
Ilustración 18. Mampostería.....	34
Ilustración 19. Enlucido	34
Ilustración 20. Panel simple estructural	36
Ilustración 21. Panel doble	37
Ilustración 22. Panel descanso	37
Ilustración 23. Panel de escalera	38
Ilustración 24. Panel nervado de losa.....	38
Ilustración 25. Almacenamiento de paneles.....	40
Ilustración 26. Excavación	41
Ilustración 27. Armado.....	41
Ilustración 28. Fundición.....	41
Ilustración 29. Detalle de anclajes en contrapiso	42
Ilustración 30. Anclajes en contrapiso	42

Ilustración 31. Colocación de paneles	43
Ilustración 32. Malla angular y panel losa	44
Ilustración 33. Lanzado de hormigón	44
Ilustración 34. Fundición de losa	45
Ilustración 35. Mortero en cara inferior de losa.....	46
Ilustración 36. Estructura de panel WALLTECH.....	48
Ilustración 37. Zapata perimetral	49
Ilustración 38. Detalle A de zapata perimetral.....	49
Ilustración 39. Zapata intermedia	50
Ilustración 40. Detalle B de zapata intermedia	50
Ilustración 41. Corte detalle B de zapata intermedia	50
Ilustración 42. Unión entre paneles	51
Ilustración 43. Detalles de unión C.....	51
Ilustración 44. Detalles de unión D.....	51
Ilustración 45. Unión de panel a losa casetón.....	52
Ilustración 46. Detalles de unión de panel a losa casetón.....	52
Ilustración 47. Trazado de vivienda.....	54
Ilustración 48. Clasificación de mallas	54
Ilustración 49. Cimentación	55
Ilustración 50. Anclajes	55
Ilustración 51. Montaje y armado de paredes	56
Ilustración 52. Losa.....	56
Ilustración 53. Lanzado de mortero	57
Ilustración 54. Componentes de formaleta	59
Ilustración 55. Dimensiones de formaletas.....	60
Ilustración 56. Accesorio pin flecha	60
Ilustración 57. Accesorio pin roscado.....	61
Ilustración 58. Accesorio pin roscado.....	61
Ilustración 59. Cimentación	63
Ilustración 60. Armado de muros.....	64
Ilustración 61. Montaje de formaleta de muros	64
Ilustración 62. Armado de losa	65
Ilustración 63. Fundición monolítica (muros y losa).....	66

Ilustración 64. Armado de escalera	66
Ilustración 65. Desencofrado.....	67
Ilustración 66. Planta baja sistema TRADICIONAL.....	78
Ilustración 675. Plano Alta sistema TRADICIONAL.....	79
Ilustración 686. Planta Baja sistema HORMI2	80
Ilustración 69. Planta Alta sistema HORMI2.....	81
Ilustración 708. Planta Baja sistema WALLTECH.....	82
Ilustración 719. Planta Alta sistema WALLTECH.....	83

INTRODUCCION

“En el Ecuador la vivienda es un derecho garantizado en la Constitución Política del Estado (2008), pero su déficit para entonces pasó de 850.000 en el año 2000 a 1´430.000 en el 2006, de un total de 3´000.00 de hogares aproximadamente que abarca una población de 14 millones de habitantes. La oferta de vivienda por parte de los sectores privado y semiprivado conformado por bancos, cooperativas, mutualistas, sociedades e instituciones financieras públicas destinaron a finales de 2006 la cantidad de 830 millones de dólares para el financiamiento de viviendas focalizadas a los niveles de clase media y alta, contribuyendo así a 30 mil soluciones habitacionales.” (Cadena, Ramos, Pazmiño, & Mendoza, 2010).

“Predomina la tendencia a utilizar el hormigón como material principal. El 80,7% de las edificaciones han proyectado construir sus cimientos con hormigón, el 94,4% tendría su estructura de hormigón y el 59,2% emplearía el hormigón armado para la cubierta o techo. En esta última fase de la construcción, el 23,3% de las edificaciones utilizarían eternit, ardex o asbesto-cemento. En lo que hace relación a las paredes, el 61,5% de las edificaciones se construirán con bloque y el 36,4% con ladrillo.” (Camacho Dillon, Fraga Ramos, & Gavilánes, 2012)

El Ecuador es un país donde el aumento poblacional va de la mano con el aumento en el déficit de viviendas. El mercado de la vivienda en la actualidad, orientado por el gobierno a través de la banca pública y privada, incentiva la construcción de viviendas de interés social. Esto abre una ventana hacia nuevos métodos constructivos menos costosos para satisfacerla.

Es por esta razón que se dará a conocer sistemas industrializados, en especial para construcciones en serie como una solución rápida, efectiva y económica. En este documento se presentaran las características de sistemas ya aplicados en el país, destacando sus ventajas, desventajas y el costo de ejecución de las viviendas.

Estos sistemas industrializados nos demostraran su aportación en la construcción, indicando su alta capacidad de reutilización, tiempos de ejecución y reducción de costos.

2. ANTECEDENTES

“La evolución del mercado de vivienda en el Ecuador se ha desarrollado en mayor medida en las dos ciudades principales, Quito y Guayaquil. Registrando sus unidades de viviendas disponibles de la siguiente forma:

Tabla 1. Análisis de la oferta de vivienda en Ecuador

CIUDAD	UNIDADES	%
Quito	22063	100%
Guayaquil	13761	62%
Manta y Portoviejo	4481	20%
Ibarra	798	3%

Fuente: Elaboración propia a partir de (CAMICON, 2014)

La ciudad de Quito para el 2013 cuenta con un total de 688 proyectos de viviendas, de los cuales el 57% corresponde a proyectos en construcción, el 42% a proyectos en planos y el 1 % a proyectos. Al hablar en estos términos enunciamos que se lo determina de la siguiente manera:

Tabla 2. Evolución de proyectos inmobiliarios en Quito

Status del Proyecto	Proyectos con Unidades Disponibles						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
En Marcha	542	725	632	483	511	418	415
Nuevos (creados por años)	344	308	194	224	298	281	273
Proyectos con unidades disponibles	644	820	698	707	809	699	688
Proyectos 100% Vendidos y Detenidos							
Proyectos 100% vendidos (inventario acumulado)	129	226	509	718	1044	1287	1577
Proyectos Detenidos	13	37	33	9	22	34	36

Fuente: Elaboración propia a partir de (CAMICON, 2014)

El fuerte crecimiento de los proyectos habitacionales se encuentran en la zona Centro Norte de Quito, zona Norte de Quito y Valle de los Chillos. La grafica nos demuestra un creciente aumento en los proyectos detenidos debido a las distintas trabas legales y técnicas



que los municipios han impuesto en los últimos años. Para el año 2009 las unidades de viviendas disponibles caen a una tasa del 69% como producto de la crisis financiera mundial.

Sin embargo esta repercusión mundial se pudo restablecer debido al incremento de la compra de viviendas, sobre todo de interés social. Esto se da por la gran inyección de capital por parte de entidades bancarias públicas y sus comodidades de pago que fueron el incentivo de los ecuatorianos para dar el paso del endeudamiento y poder conseguir un bien. El plazo de compra se extiende hasta 25 años con el 9% de tasas de interés que el BIESS fijó, ésta financia el 100% de la vivienda hasta un monto máximo de USD \$100.000. Para la parte más social se crearon bonos de vivienda con un monto máximo de USD \$60.000 y es así como para el 2010 el Ecuador se recupera de la crisis.

Para el 2015, el mercado de viviendas de interés social se encuentra en el mejor momento, los créditos que ofrece el BIESS son con financiamiento del 100% para casas de hasta \$70.000 a 25 años con el 6% de tasas de interés.

En la ciudad de Quito la mayoría de los proyectos se encuentran en el Sur de Quito, en su mayoría viviendas entre los 65 m2 y 85m2 con valores que van de USD \$40.000 y USD \$50.000. Luego en la ciudad tenemos viviendas entre 80m2 y 120m2 con valores entre USD \$80.000 y USD \$120.000. Los precios por m2 de vivienda con acabados en la ciudad de Quito están dados por su ubicación:

Tabla 3. Precio promedio x m2 en Quito

ZONA	PRECIO X M2
Centro Norte de Quito	\$ 1,516.00
Sur de Quito	\$ 586.00
Valles	\$ 900.00

Fuente: Elaboración propia a partir de (CAMICON, 2014)

La ciudad de Guayaquil para el 2013 cuenta con un total de 123 proyectos de viviendas de los cuales el 59% corresponde a proyectos en construcción (73 proyectos), el 41% a proyectos creados por año (50 proyectos).

Por lo que se enuncia la tabla de la siguiente manera, revisando el estudio a partir del año 2007, hasta el último estudio por parte de CAMICON en 2013 acerca de las construcciones de viviendas en el Ecuador.

Tabla 4. Proyectos de viviendas de primer uso en Guayaquil

Status del Proyecto	Proyectos con Unidades Disponibles						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
En Marcha	129	109	102	44	43	99	73
Nuevos (creados por año)	32	24	49	28	57	40	50
Proyectos con unidades disponibles	161	133	151	72	100	139	123
Proyectos 100% Vendidos y Detenidos							
Proyectos 100% vendidos (inventario acumulado)	27	61	95	161	196	225	260
Proyectos Detenidos	3	6	10	10	5	7	0

Fuente: Elaboración propia a partir de (CAMICON, 2014)

En esta ciudad la mayoría de los proyectos se venden cuando aún son proyectos, es decir en planos antes que empiece la construcción. Sus proyectos en gran cantidad se encuentran en la Vía Samborondón – Daule, los cuales le han dado una gran plusvalía a esta zona. Registrando el porcentaje del total de sus proyectos de la siguiente forma:

Tabla 5. Porcentaje de proyectos por ejecutarse en Guayaquil

ZONA	PROYECTOS %
Samborondón - Daule	31%
Centro Norte	15%
Norte	14%
Vía a la Costa - Vía Daule - Vía Duran - Centro	30%
Sur	0%

Fuente: Elaboración propia a partir de (CAMICON, 2014)

A finales de 2013 la ciudad llega a tener 13.761 unidades de viviendas y como ya se lo mencionaba anteriormente en su mayoría localizadas en la zona de la Vía Samborondón – Daule. Estas viviendas están valoradas entre USD \$35.000 a USD \$75.000 que corresponde al 60% de las unidades disponibles, y en viviendas de interés social sus valores están por los

USD \$35.000 equivalente al 6 % de las unidades disponibles. Poniendo en evidencia que las viviendas que se construyen tienen tendencia para clase media y media alta.

Tabla 6. Unidades de vivienda disponibles en Guayaquil

Status del Proyecto	Proyectos con Unidades Disponibles						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Unidades Disponibles en Proyectos en Marcha	12837	9830	8275	3098	8728	6959	5241
Unidades Disponibles en Proyectos Nuevos	1971	5056	4580	6721	4988	4252	8520
Total Disponibles	14808	14886	12855	9891	13716	11211	13761
Unidades Vendidas							
Unidades vendidas en el periodo (en marcha, iniciados y vendidos)	5369	5125	7061	3540	11425	7119	7439
Unidades vendidas en proyectos 100% vendidos	288	650	442	2885	843	392	980

Fuente: Elaboración propia a partir de (CAMICON, 2014)

En la ciudad de Guayaquil desde el año 2010 las viviendas que se venden más son las que se encuentran en un rango de USD \$50.000 a USD \$75.000. Para finales de 2013 el precio promedio por m² fue de USD \$1.110 POR M². Los precios por m² de vivienda con acabados en la ciudad están dados por su ubicación.” (CAMICON, 2014)

Tabla 7. Precio promedio x m² en Guayaquil

ZONA	PRECIO X M2
Vía a la Costa	\$ 1,260.00
Norte	\$ 960.00

Fuente: Elaboración propia a partir de (CAMICON, 2014)

3. JUSTIFICACION

Según (Escrig Pérez, 2010) se conoce como construcción industrializada al sistema basado en el diseño de producción mecanizado de componentes y subsistemas elaborados en serie que, tras una fase de montaje, conforman todo o una parte de un edificio. Debido a que es un mecanismo de construcción en masa y sobre todo en basarse en una rápida construcción, se lo considera óptimo. Tomando en cuenta que el crecimiento poblacional en el país provoca un déficit de vivienda en la sociedad, y con este tipo de construcción se puede mitigar el problema logrando las construcciones a un menor costo, calidad y tiempo que de la forma tradicional.

Es un hecho que el crecimiento poblacional provoca el aumento de la demanda habitacional ya sean estas de interés social, clase media o clase alta. A esta demanda se debe dar una respuesta rápida con alta tecnología estructural y diseño, cumpliendo las funciones de la vivienda y sobre todo a un costo que las personas sientan atractivo.

Esta es la base por la cual se requiere presentar las ventajas y desventajas de los sistemas constructivos industrializados, y su respectivo comparativo con el tradicional, basado en un análisis costo-beneficio e identificando cual es el sistema con más beneficios para constructor de viviendas en la ciudad de Guayaquil y Samborondón. Haciendo énfasis en el crecimiento del mercado de casas de interés social y del potencial que tienen los sistemas constructivos al ofrecer un proyecto de calidad, a menor costo y tiempo.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- Desarrollar una herramienta de análisis comparativo mediante criterios técnicos y económicos, con el fin de recomendar el sistema constructivo más adecuado.

4.2. Objetivos Específicos

- Determinar los criterios técnicos mediante la investigación bibliográfica y de mercado para justificar el uso de los sistemas constructivos.
- Determinar las variables económicas mediante la investigación bibliográfica y de mercado para justificar el uso de determinado sistema constructivo.
- Unificar las variables económicas y criterios técnicos a través de una herramienta de simulación, para el análisis de cada uno de los sistemas constructivos.

5. MARCO TEORICO

5.1. Antecedentes

El Ecuador se encuentra dividido en 4 regiones que son Costa, Sierra, Amazonia e Insular. A nivel arquitectónico y constructivo se diferencia desde sus inicios a la sierra y su construcción con adobe, y a la costa con su construcción en caña. El adobe es muy común por su facilidad y su bajo costo al construir, entre sus ventajas tiene el guardar calor, mantener ambiente fresco, resistir al fuego y regularizar la humedad. La caña guadua por su parte es un material liviano resistente y flexible, es barata, se encuentra fácilmente y se la puede trabajar con herramientas sencillas.

Inicialmente se consideraba arquitecto a cualquier persona que tuviera una experiencia en construcción, en el caso de la costa en carpintería. El terreno pantanoso de la ciudad de Guayaquil y de poca capacidad soportante impidió que se construyeran las edificaciones en piedra a diferencia del suelo estable y rocoso de la sierra.

El modelo vernáculo consistía en el uso de maderas y caña guadua, en los elementos estructurales y de cerramientos, paja y bijao en las techumbres. Lo comentaba en 1774, el ingeniero Francisco Requeme: “ Las (casas) que se construyen al presente son bastantes incomodas porque les falta a los maestros gusto para las fábricas y no conocen absolutamente las reglas de la arquitecturas civil. Los carpinteros de ribera son los que hacen los edificios, como si fuera lo mismo la construcción de un bajel que la de una casa.”

En la ciudad de Guayaquil la riqueza maderera constituye el principal factor del desarrollo industrial durante la Colonia y es la que permite la conformación de la ciudad y su arquitectura desde la fundación en 1547 hasta finales del siglo XVIII. Este siglo denomina al siglo XIX, como el siglo de la modernización, contemplando una ciudad con alumbrado público, agua potable, alcantarillado, gas, mercado, hospitales y colegios. Los progresos técnicos determinan la aparición de nuevos materiales y nuevos sistemas constructivos. Porque utilizar materiales tradicionales no quiere decir hacer arquitectura tradicional, lo que supondrá ya entrando al siglo XX el hormigón armado, sin olvidar que la aportación más expresiva del siglo XIX es la arquitectura del hierro.

“Una de las obras representativa a nivel constructivo es la Cárcel Pública Municipal construida en 1905 por Francisco Manrique, es la primera obra en el Ecuador que se le incorpora hormigón armado como sistema constructivo en la ejecución de losas planas de piso y cubierta. (Compte Guerreo, 2007). Simultáneamente el Palacio de Cristal es un representante importante de las mejoras constructivas que ingresaron a la ciudad. Éste inició su construcción en 1905 y se inauguro en 1907. Destaca la utilización del hierro forjado en toda su estructura y se indica que cada una de sus piezas fueron traídas desde Bruselas.” (Hoyos, 2010)

“Los cambios en la arquitectura se facilitan ya que a partir de 1908, Guayaquil traslada desde el puerto materiales y otros productos a la capital y otras ciudades del país. Algunos materiales requeridos como cemento, material férreo, mosaico, pinturas en polvo, parqué enrollable, casetones metálicos para cielos rasos, etc. No se producían en el mercado local y fueron importados.” (Esquiroz, 2003)

Se le atribuye al arquitecto Rocco Quirolo el uso de la estructura metálica y la incorporación del cemento y paredes de mampostería en la construcción. Es así que la construcción industrializada se incorpora en las ciudades del Ecuador durante el siglo XX cuando éste abre sus puertas al comercio Europeo y el auge petrolero dando mucho dinamismo a la economía nacional y por ende también a la construcción, generando una acelerada modernización a las urbes.

Con el uso del hormigón armado en el país para diciembre de 1971 se crea el primer código de la construcción llamado “Guía popular de construcción sismo resistente” donde sus bases están sentadas en la tecnología constructiva norteamericana. Consistiendo en estructuras de hormigón armado combinado con sistemas de mampostería.

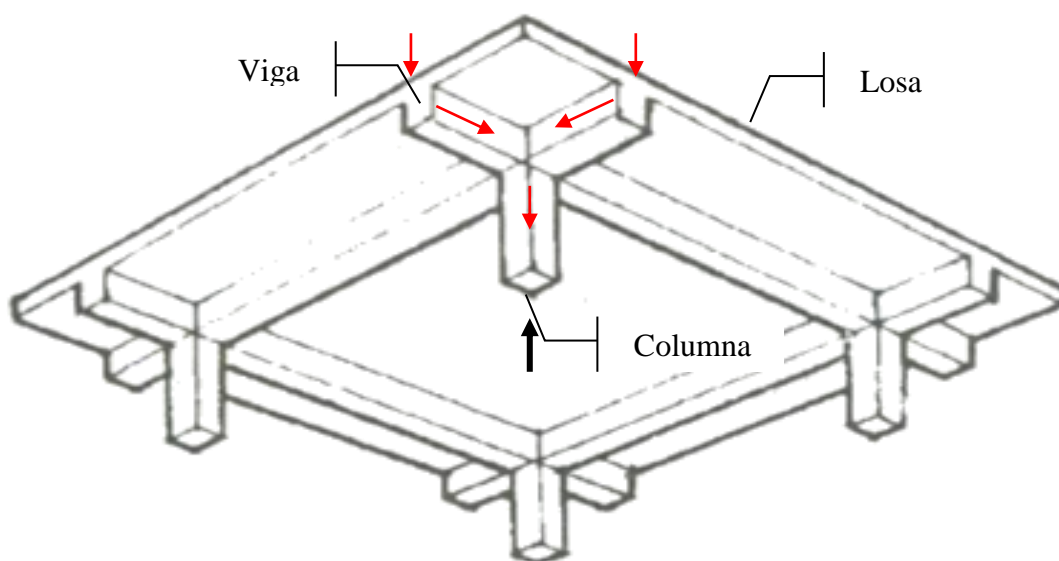
5.2. Sistemas Estructurales

“Por sistema estructural se entiende todo aquel conjunto de elementos que tiene la función común de resistir cargas cuyo dimensionamiento tiene una serie de condiciones propios y que cumple diversos criterios de resistencia” (Bozzo & Barbat, 1999).

Si se habla de cargas, los sistemas estructurales pueden variar según el tipo que use el constructor, como sistema porticado o un sistema de muros portantes. En cuanto a la losa, ésta puede tener de dos tipos una puede ser aligerada o la tradicional losa maciza. Para la construcción de estos métodos, los procedimientos varían tanto en estructura como en materiales.

Actualmente la forma constructiva utilizada en las ciudades del Ecuador es a base de un sistema de marcos rígidos, constituido por losas, vigas y columnas envuelto arquitectónicamente con mampostería de ladrillo o bloque. Conocido como el sistema aporticado o tradicional funciona sísmicamente transmitiendo sus cargas de la losa a través de las vigas hacia las columnas como se explica en el gráfico de la parte inferior.

Ilustración 1. Sistema Aporticado o Tradicional



Fuente: Elaboración propia a partir (Monografias.com S.A.)

Los sistemas constructivos requieren de un diseño y su metodología varía según su comportamiento estructural, ya que se construyen a partir de unidades, éstas por elementos, y éstos a su vez se construyen a partir de materiales específicos. Estas características que básicamente diferencian a un sistema constructivo de otro.

5.2.1. Sistema Aporticado

Es un sistema muy aceptado por los ingenieros en nuestro medio, "consiste en el uso de columnas, losas y muros divisorios de ladrillo. En este tipo de construcciones los

elementos estructurales principales consisten en vigas y columnas conectados a través de nudos formando pórticos resistentes en las dos direcciones de análisis (x e y).'' (<http://www.scribd.com/doc/50129773/SISTEMA-TRADICIONAL-APORTICADO#scribd>, 2011)

Consiste estructuralmente en el armado de forma independiente las columnas y vigas de amarre con encofrado de madera o metálico para luego verter el hormigón, después se procede hacer el mismo método con la losa, para así como paso final intervenir con los muros divisorios de mampostería.

5.2.1.1. Ventajas

- Una de sus ventajas más representativas es que su sistema permite realizar modificaciones en el interior, ya que sus muros no son portantes sino que utiliza mampostería como antes se mencionó, bloque o ladrillo.
- El bloque de arcilla o ladrillo es considerado popular en la población por ser considerado un aislante de ruido.
- El confort térmico que se logra al utilizar el bloque es por la razón de ser hueco por en medio creando una especie de cámara de aire, permitiendo que el calor entre en menos cantidad a la vivienda.

5.2.1.2. Desventajas

- Se considera que su construcción es lenta y pesada, y de por sí más cara.
- Da paso hacer el mismo trabajo varias veces, una especie de marcha y contramarcha en el tema de tendido y armado de las instalaciones.
- Durante la construcción trae complicaciones, por no ser monolítico es necesario hacer dos encofrados. Uno para vigas y otro para losa.

5.3. Sistemas Industrializados

La construcción industrializada dentro de la historia pertenece al siglo XX donde se mencionan arquitectos como Adolf Loose, con poca obra construida y muy teórico, nos

comienza a deleitar con argumentos que en la actualidad se ponen de manifiesto, siendo uno de estos la recriminatoria al ornamento y al trabajo desperdiciado en ellos que en si constituyen mano de obra y material no aprovechado, resumiéndonos a dinero o capital perdido.

Es de esta forma que se recalca que la construcción industrializada ha transformando su significado con el paso del tiempo, el cual ha variado según su uso en diferentes épocas a lo largo de la historia, manteniendo tres parámetros que la han estructurado hasta nuestros días:

- Prefabricación
- Transporte
- Construcción en serie.

“Se conoce como construcción industrializada al sistema constructivo basado en el diseño de producción mecanizado de componentes y subsistemas elaborados en serie que, tras una fase de montaje, conforman todo o una parte de un edificio o construcción.” (Escrig Pérez, 2010)

Por su parte (Gómez Jáuregui, 2009) define a la construcción industrializada como el proceso productivo que, de forma racional y automatizada, emplea materiales, medios de transporte y técnicas mecanizadas en serie para obtener mayor productividad.

La industrialización de una producción es realizada por los productores para la conservación de un mercado considerado amenazado, por la competencia o en si para la conquista de nuevos mercado. Es por tanto que según (Chemillier, 1980)

- La industrialización puede favorecer la competitividad, al permitir producir más y más barato un producto.
- Se puede crear un producto nuevo, que las técnicas de artesanía no pueden fabricar. Tal es el caso de numerosos materiales nuevos que no cabe obtener más que en instalaciones de tipo industrial.

Con el paso del tiempo tenemos varios antecedentes que nos demuestran que la evolución de la prefabricación va de la mano con el gran propósito que tiene el ser humano de cumplir con la sociedad a través de la historia y su continua búsqueda con la optimización y la eficiencia de los diferentes procesos productivos que se abarcan en la construcción.

“Por tanto el primer antecedente representativo de la construcción industrializada y su explicación histórica data del siglo XVI, cuando a Leonardo da Vinci le encargan planificar algunas ciudades en la región de Loire. Otro ejemplo que data en este mismo siglo durante la guerra entre franceses e ingleses, donde el ejército de los franceses construyeron pabellones de madera prefabricados, transportadas de forma fácil por barco y eran armados y desarmados por los propios soldados durante la guerra.” (Escrig Pérez, 2010)

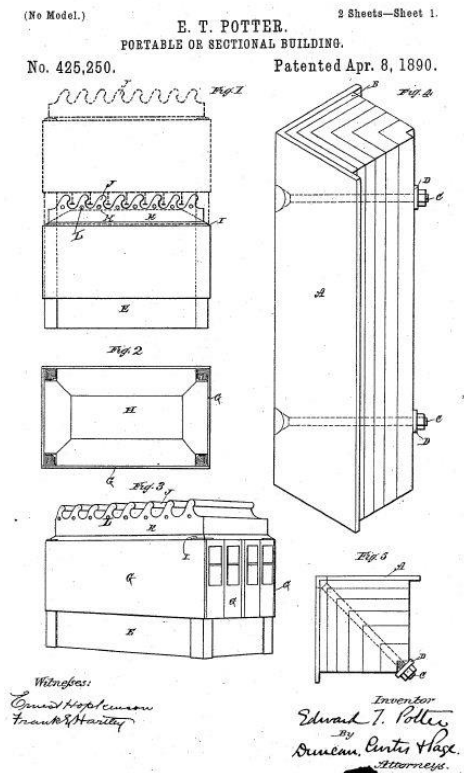
Es así que (Gómez Jáuregui, 2009) en un informe acerca de las viviendas modulares industrializadas, nos explica que el planteamiento de Leonardo da Vinci consistió en mantener el centro lo que consideraba el origen de cada ciudad y el establecer una fábrica de elementos básicos que fuera lo que permitieran conformar a su alrededor un gran abanico de edificios.

“Con este precedente, en 1578 también se ejecutó en Baffin (Canadá) una casa prefabricada de madera que había sido construida en Inglaterra. Asimismo, en 1624, la Great House, una casa de madera panelizada y modular, construida por Edward Winslow en Inglaterra, fue trasladada y montada en Massachussets, Estados Unidos. Destacamos que estas últimas edificaciones no se las podría nombrar netamente prefabricada por ser diseños singulares y no en serie.” (Aguiló, 1974)

“A finales del siglo XVIII, cuando se empezó a ser manifiesta la posibilidad de industrializar la construcción, teniendo en Europa el desarrollo de la construcción con hierro fundido aplicándola a obras tales como puentes y cubiertas y luego se lo estaría adaptando a la elaboración de pilares y vigas de edificios. Al igual que en Europa, simultáneamente en América (Estados Unidos), se llevó a cabo la construcción de edificios de tipología Balloon Frame, el cual estaba formado por listones de madera que venían de fábrica y ensamblados mediante clavos fabricados industrialmente.” (Escrig Pérez, 2010)

La idea de (Potter, 8 abril 1890) se desarrolla en Estados Unidos como la primera patente de un edificio considerado prefabricado ya que se basaba en módulos tridimensionales en forma de "cajón" apilable.

Ilustración 2. Sistema de módulos apilables. Edward T. Potter



Fuente: (Escrig Pérez, 2010)

“A mediados del siglo XX, Le Corbusier publica en el Modulor los resultados de varios estudios que se apoyan a base de la medida humana y escribía: Sera preciso que las casas surjan de un bloque, fabricadas en taller con máquinas-herramientas, montadas como Ford ensambla sobre su cinta transportadora las piezas de su automóvil. Usando la medida humana como instrumento clarificador en fase de proyecto, su concepción de la producción de los edificios residenciales cambia a máquinas de vivir.” (Escrig Pérez, 2010)

“Las casas Citrohän representan el primer ensayo importante de Le Corbusier sobre una vivienda en serie que puede construirse a partir de elementos estandarizados. Intenta direccionar la arquitectura hacia ese rumbo, con un criterio práctico y racional, convencido que el avance de la industrialización puede ser el vehículo para satisfacer gran parte de las necesidades del hombre.” (Gardinetti, 2012)

Esta construcción industrializada nace con la prefabricación, basada en diseños cerrados conteniendo todo en su interior y cuyos elementos representativos eran grandes paneles de hormigón en estructura y tabiquería. “ La prefabricación, se fue desarrollando en Europa a lo largo de dos décadas, especialmente en los países nórdicos. Este hecho fue debido a un contexto de gran demanda de edificación residencial y pocos recursos económicos consecuencia de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945). ” (Escrig Pérez, 2010)

Las características de la construcción industrializada fueron las siguientes:

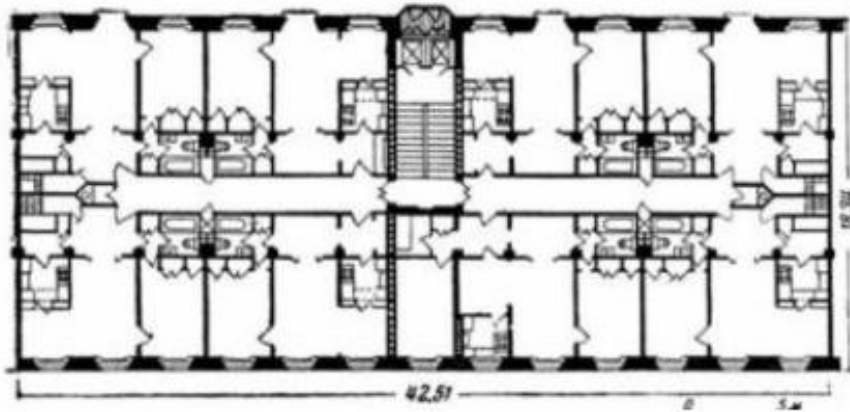
- a) “ Planificación de un mínimo de mil viviendas agrupadas para construir con sistemas prefabricados.
- b) Limitaciones en las variaciones formales para reducir el número de elementos diferentes entre cada vivienda.
- c) Edificaciones tipo bloques habitacionales con características lineales en su fachada, con el pretexto de evitar el cambio de las vías para las grúas-torre de montaje.
- d) Luces mínimas de losas, para cumplir con los parámetros de transporte que condicionaron las dimensiones máximas del tamaño de las habitaciones.
- e) Nula flexibilidad de distribución en planta: las paredes se ejecutaba como paneles portantes de hormigón. ” (Escrig Pérez, 2010)

Ilustración 3. Edificio Bolshaya Kaluzhskaya, Moscow.
Construcción industrializada basada en diseños cerrados.



Fuente: (Escrig Pérez, 2010)

Ilustración 4. Planta de Edificio Bolshaya Kaluzhskaya, Moscow.



Fuente: (Escrig Pérez, 2010)

“Este sistema de prefabricación cerrado logrado hasta 1970 se vio afectado en los países de la Unión Europea, ya que esta industrialización constructiva se le imponía al proyectista como una herramienta de economía incompatible con la arquitectura.” (Escrig Pérez, 2010)

A finales del siglo XX la venta de las viviendas ya construidas con este sistema de prefabricación cerrado en altura disminuyó, y fueron a su vez sustituidos por edificaciones de viviendas unifamiliares de mayor calidad y flexibilidad a la hora de construcción y distribución en planta y en altura lo realizaban mediante el sistema tradicional.

Más tarde este sistema de prefabricación cerrado en su intento de evolucionar, buscó en la fase de producción una mayor flexibilidad, elasticidad y variación. Este hecho sentó las bases para un futuro sistema de prefabricación abierto.

Ilustración 5. Conjunto de edificios “La Grande Borne”, Grigny- Paris.
Construcción industrializada. Inicio de la prefabricación con diseño abierto.



Fuente: (Escrig Pérez, 2010)

“Con esto se empezó el apogeo de la prefabricación de edificios públicos (escuelas, hospitales, oficinas, etc.) y edificios industriales. Esta industrialización de la construcción se desarrollaba a base de grandes elementos prefabricados de hormigón, y los avances tecnológicos aplicados a este material permitieron prefabricar elementos estructurales y constructivos de variedad de formas y calidades no conseguidas hasta el momento.” (Escrig Pérez, 2010)

Ilustración 6. Edificio industrial, Polígono Ind. Santiga-Provasa, Barberà del Vallès (Barcelona).

Estructura y cerramientos de hormigón prefabricado.



Fuente: (Escrig Pérez, 2010)

Para el siglo XXI se aplica en el Ecuador los sistemas industrializados basados en muros y losas de concreto, de esta forma se tienen a los siguientes en el mercado:

- Sistema HORMI2
- Sistema Forsa
- Sistema WallTech

5.3.1. Sistema HORMI2

El sistema de construcción EMMEDUE® nace en 1981 con el nombre de MONOLITE® y luego de la transformación que se produjo en la sociedad en 1995, adopta el nombre de EMMEDUE®. Desde hace más de 30 años es líder en la producción y comercialización de un innovador sistema de construcción sismo resistente y aislante termoacústico.

El sistema surge y se desarrolla sobre la base de las experiencias laborales del señor Angelo Candiracci, fundador del mismo y actual presidente de la sociedad, realizadas previamente en el sector de la construcción y de la mecánica. Gracias a la afortunada combinación de estas dos experiencias, el señor Candiracci ideó y desarrolló lo que más tarde ha llegado a convertirse en un sistema de construcción ingenioso e innovador.

El elemento básico del sistema es un panel no prefabricado sino modular fabricado industrialmente e integrado por dos redes de acero galvanizado electrosoldadas unidas por dos conectores y con una capa interpuesta de poliestireno expandido convenientemente perfilado. Dispone de una gama completa de elementos de construcción: paredes portantes, solares, coberturas, escaleras, divisorios y taponamientos. De manera, los edificios se construyen totalmente con este único sistema de construcción permitiendo optimizar las fases de suministro, los plazos y la mano de obra.

En Ecuador, la planta entra en funcionamiento en enero del 2005. Para el 2007 se posiciona como la mejor planta de producción en el mundo, siendo elegida la sede para la Primera Convención Mundial del sistema constructivo italiano Emmedue. Durante el mes de Diciembre del 2008, se logra la producción de 36.781 m² de paneles, un Record Mundial dentro de las plantas de Emmedue. Hasta el momento, se han instalado más de 1'500.000 m² de panelería a nivel nacional, es decir, más de 3000 viviendas en diferentes proyectos, Edificios de Oficinas, Departamentos de Lujo, Hoteles, Conjuntos Habitacionales, Industriales, Comercio, Escuelas, etc., y hemos exportado más de 80.000 m². (HORMI2 | La nueva generacion del hormigón armado, 2013)

5.3.1.1. Ventajas

Según (HORMI2, 2013) las ventajas son las siguientes:

- **Liviano:** al utilizar un alma de poliestireno expandido, el m² del panel pesa 6 kg/m² lo que lo hace de fácil maniobrabilidad y manipulación, y en la obra no se realizan excavaciones profundas.
- **Rapidez constructiva:** el sistema permite un ahorro de hasta el 40% en tiempo de ejecución en obra muerta.

- **Fácil construcción:** es un sistema de fácil transportación e instalación. Mejora el rendimiento del personal contratado en obra, y existe una reducción de personal especializado. Además, en su proceso constructivo no se requiere picar y resanar las paredes para las instalaciones.
- **Resistente:** al poseer una malla de acero electrosoldada a cada lado, que luego de ser revestidas cada una con un micro hormigón, el sistema ofrece una alta resistencia que transmite seguridad y fortaleza al ser una estructura espacial sismo resistente.
- **Versátil:** se adapta a cualquier detalle constructivo, sin importar su tipología o arquitectura, dándole al constructor múltiples posibilidades de aplicación, aún en condiciones operativas dificultosas ó en condiciones climáticas adversas.
- **Ahorro de materiales:** proporciona un ahorro de costos significativos al disminuir el uso de encofrados, madera, estructura, clavos, etc., lo cual contribuye directamente en bajar costos de la vivienda.
- **Limpieza en obra:** reduce considerablemente el desalojo de desperdicios y basura generados, volviéndola una obra más limpia.
- **Menor tiempo de inversión:** la rapidez de construcción permite que la obra sea entregada en menor tiempo, lo que permite también, que la recuperación del dinero sea más rápida.

5.3.1.2. Desventajas

- Se necesita personal especializado para su construcción.

5.3.2. Sistema WALLTECH

La necesidad de cubrir la alta demanda de vivienda a bajo costo garantizándola calidad, durabilidad y tiempos extraordinariamente cortos de entrega, representó para ALLTECH la oportunidad de revolucionar la industria con un sistema alternativo de edificación que combina la eficacia probada de materiales constructivos con procesos técnicos innovadores y la flexibilidad de resolver prácticamente cualquier tipo de vivienda. El origen de este sistema es basado en el ferrocemento, buscando una solución de muros a base de paneles de acero de gran resistencia.

Consiste en paneles de acero armado a base de cerchas verticales de 4mm y esfuerzos horizontal de 2.75mm, que forman una retícula, sobre la cual se coloca una malla de metal desplegado cal. 26 en ambas caras que recibirán el mortero: cemento-cal-arena, con una proporción 1:1/2:3.

El recubrimiento que se les da a los paneles es de 2.5cm de espesor por cada lado de las caras, 1cm se introduce dentro de la mala, conformando de esta manera un vacío en el centro que sirve como aislante térmico y acústico. La rapidez y eficacia de este procedimiento hace evidente una gran reducción en los tiempos y costos de ejecución.

5.3.2.1. Ventajas

- Sobrepasa los requerimientos normativos estructurales
- Se adapta a las demandas de la actualidad
- Reduce costos
- Maximiza los recursos humanos, materiales y tecnológicos disponibles

5.3.2.2. Desventajas

- Inicialmente se contempló que el hormigón se proyectaba mediante una máquina que lo expulsaba hacia la malla, pero resultó que la potencia era demasiada y se terminó haciendo todo este trabajo de forma manual.
- Es un sistema que no permite realizar modificaciones en su estructura, menos realizar aberturas en sus paredes perimetrales.

5.3.3. Sistema FORSA

Forsa ofrece a los empresarios de la construcción Sistemas Constructivos industrializados a base de encofrados altamente versátiles y adaptables que les permite desarrollar sus proyectos minimizando tiempos y costos de obra, gracias a la asesoría respaldo ofrecido por su talento humano y a la constante innovación y calidad de sus equipos.

Es el sistema de construcción más avanzado para viviendas de concreto que integra soluciones y asesoría para construcción mecanizada comprobada; basada en diferentes tipos

de formaletas o moldes de gran maniobrabilidad y duración, que permite construir a gran velocidad con toda seguridad y adaptarse a los más variados diseños. El sistema constructivo FORSA permite fundir en concreto simultáneamente los muros, losas y culatas de una vivienda, proveyendo un seguro comportamiento sismo-resistente que están ampliamente utilizado y comprobado en el mundo. Esto quiere decir que, en la eventualidad de un terremoto, de temblor o de un huracán, no solamente su inversión estará más segura, sino que el valor más importante, su familia, tendrán una mayor protección.

5.3.3.1. Ventajas

- Diseño práctico y resistente: Es una formaleta con marcos de acero de alta resistencia
- Fácil manipulación: Su estructura liviana la hace simple de armar y desarmar y fácil de transportar, logrando realizar los trabajos con mayor velocidad.
- Buen acabado del concreto: La cara de contacto brinda un hormigón a la vista homogéneo y parejo.

5.3.3.2. Desventajas

- Se necesita un alta inversión inicial
- Requiere mayor supervisión de la obra
- Por ser de estructura monolítica, sus muros (estructura) no pueden modificarse.

5.4. La Vivienda en el Ecuador

En el Ecuador la vivienda es un derecho garantizado en la Constitución Política del Estado (2008), pero su déficit para entonces pasó de 850.00 en el año 2000 a 1´430.000 en el 2006, de un total de 3´000.00 de hogares aproximadamente que abarca una población de 14 millones de habitantes. (CAMICON, 2014)

En la actualidad el gobierno incentiva tanto a la banca pública como privada a la construcción de viviendas de interés social, esto abre una ventana hacia nuevos métodos constructivos menos costosos para satisfacer la demanda de mercado actual.

6. METODOLOGIA

6.1. Recolección de Datos

La recolección de datos se ha basado en la visita de obras en donde se aplican estos nuevos métodos constructivos, se proporcionó la información indicada acerca del uso de los sistemas HORMI2, WALLTECH y FORSA, los planos de las viviendas y presupuestos por parte de constructores.

6.2. Parámetros para comparación

Dentro de los parámetros o criterios para la comparación estos estarán basados en la metodología del triángulo de proyecto:

- Costo: Conocer costos de construcción entre cada uno de los sistemas mencionados.
- Alcance: Requerimientos de lo que se quiere conseguir, calidad.
- Tiempo: Conocer el tiempo de construcción de los diferentes sistemas.

6.3. Rentabilidad

Se procede a realizar un análisis en referencia de costo, calidad y tiempo de construcción para de esta forma obtener la rentabilidad de los sistemas industrializados a base de hormigón, aplicados en el país, no solo en viviendas de interés social, sino también en viviendas de clase media y alta.

6.4. Parámetro Tiempo

Se considera el tiempo de duración de la construcción de cada uno de los sistemas, basado en explicaciones y datos proporcionados por constructores. Se proporcionará cuadros ilustrativos representando el tiempo y costo de cada uno de ellos.

6.5. Casos Análogos de Tablas Dinámicas

Dentro de la investigación se identifican dos tipos de casos análogos que se encuentran en el medio. Se identifican tablas descriptivas y en segundo caso se identifican tablas numéricas de comparación.

6.6. Vivienda de Estudio

De la tipología habitacional a estudiarse según los sistemas constructivos ya aplicados en el país se tienen los siguientes:

Ilustración 7. Sistema Tradicional: Vivienda de 180.20m²



Fuente: (© Ladrillera Nacional)

Ilustración 8. Sistema Hormi2: Vivienda de 180.20m²



Fuente: (El Oficial)

Ilustración 9. Sistema Walltech: Vivienda de 87.89m²



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 10. Sistema Forsa: Vivienda de 72.98m²



Fuente: Elaboración Propia

6.7. Presupuesto de la Vivienda

Se analizan los presupuestos conseguidos en la investigación bibliográfica y de mercado de cada sistema constructivo analizado, se tomará en cuenta un mismo tipo de vivienda según el estrato socio económico y se procederá a realizar presupuestos con los precios por metro cuadrado de la actual revista de la cámara de la construcción que se encuentra en circulación.

7. DESARROLLO

7.1. Sistema TRADICIONAL

Esta forma constructiva es la más común en el país, conformada por un sistema aporticado con estructura de hormigón armado y divisiones de mampostería. Es decir su esqueleto se conforma por vigas y columnas que están conectadas rígidamente entre sí por nudos lo que le dan la solidez y durabilidad que lo caracteriza y sus muros de ladrillo.

7.1.1. Estructura del sistema

Su estructura se basa en vigas y columnas de hormigón armado y divisores de mampostería, en este caso de ladrillo. “Cabe recalcar que el hormigón armado es la asociación de dos materiales de características mecánicas bien diferenciadas, el hormigón una roca artificial compuesta por unos materiales de origen pétreo y el acero que aporta su ductilidad por medio de la armadura que forma.” (Páez, 1986)

7.1.1.1. Hierro estructural

“El acero de refuerzo deberá ser laminado en caliente, corrugado, debiendo tener un límite de fluencia no menor a 4200Kg/cm², o trefilado y electro soldado con un límite de fluencia no menor a 5000Kg/cm². Todo el hierro estructural será de las dimensiones establecidas, doblándolo en frío. Los estribos u otro hierro que deba estar en contacto, serán debidamente asegurados con alambre recocido No. 18 en doble lazo, a fin de prevenir cualquier desplazamiento.

7.1.1.2. Hormigón

La piedra con la que se prepara el hormigón será de tamaño máximo de 3/4, la arena a utilizarse deberá estar limpia, libre de arcilla y residuos vegetales, el cemento será del tipo Pórtland. El hormigón responderá a una resistencia de 210Kg/cm² a los 28 días, se preparará en la obra mediante la utilización de una concretera, al colocarse deberá ser vibrado y posteriormente curado. Se utilizará impermeabilizante de Sika o similar, dosificado conforme las especificaciones del fabricante.

7.1.1.3. Bloque de arcilla

Las paredes serán de bloque de arcilla de 7 x 30x 41cm, conforme consta en los planos. El bloque estará pegado con un mortero de cemento y arena en proporción 1:3 o con PEGABLOCK ARCILLA. Las juntas tanto horizontal como verticalmente deberán tener un espesor uniforme. Se usará en lo posible bloques enteros y sin fisuras. Se contemplan andamios y chicotes en varilla de 5.5mm x 80cm en la unión con los pilares y colocados cada dos filas de bloque si estos son de 20cm de alto y cada hilada si se emplean bloque de 30cm de alto.'' (Urbanización Ciudad Celeste, 2014)

7.1.2. Proceso constructivo

Fuente: Elaboración propia

7.1.2.1. Trabajos preliminares

Dentro de los trabajos preliminares se encuentran la limpieza del terreno, adquisición de materiales y herramientas a usarse, construcción provisional de bodega, sanitarios y oficina para así seguir con el replanteo de la vivienda. En el replanteo consiste en trazar los ejes constructivos sobre terreno para guiar y ubicar el área a excavar con tiza o cal.

Ilustración 11. Trazado y replanteo



Fuente: (Puentes Ayala)

7.1.2.2. Cimentación y armado de columnas

Se hace excavación de plintos y cimientos, luego se procede a la armadura de plintos y riostras conjuntamente con el encofrado y el armado de las columnas. La armadura de las vigas de cimentación y de las zapatas será ARMEX, con refuerzos como indiquen los planos. Las riostras de los portales de las viviendas, se construirán con varilla de 5.5mm. Todas las uniones de las armaduras, refuerzos y estribos adicionales deberán estar amarradas con alambre recocido No.18, estas ataduras deberán garantizar la estabilidad de las armaduras durante el proceso de fundición. La armadura deberá colocarse sobre un replantillo de hormigón o plástico. Durante este proceso se deberá prever dejar pasantes correspondientes a las instalaciones hidrosanitarias.

Ilustración 12. Cimentación y armado de columnas



Fuente. Elaboración propia

7.1.2.3. Encofrado y fundición de columnas

El encofrado de los pilares se armará de forma uniforme, asegurando su estabilidad durante la fundición; se utilizará un desmoldante adecuado al material de encofrado. Se fundirá con hormigón de una resistencia de 210Kg/cm² a los 28 días. Al colocarse el hormigón éste será vibrado y posteriormente curado. Al momento de fundir deberán quedar colocados los chicotes de 5.5mm, los cuales van a servir de amarre de la mampostería con la estructura, y se deberá tomar en cuenta el perfecto plomo de los pilares previo a la fundición así como también del encofrado.

Ilustración 13. Encofrado y fundición de columnas



Fuente. Elaboración propia

7.1.2.4. Contrapiso

Los trabajos previos a la fundición del contrapiso son relleno, humectación y compactación, se coloca la malla electrosoldada sobre galletas de hormigón simple para evitar que la malla tenga contacto directo con el suelo y de ahí se procede a fundir un contrapiso de hormigón simple de 8cm de espesor. El hormigón tendrá una resistencia de 180Kg/cm² a los 28 días. Al igual que todos los elementos de hormigón éste también deberá ser curado.

Ilustración 14. Contrapiso



Fuente: (Cevallos, 2009)

7.1.2.5. Armado, encofrado y fundición de vigas y losa

Como en el caso de la cimentación la armadura de vigas de amarre será ARMEX, como indiquen los planos Todas las uniones de las armaduras, refuerzos y estribos adicionales deberán estar amarrados con alambre recocido No.18, estas ataduras deberán garantizar la estabilidad de las armaduras durante el proceso de fundición. El encofrado se base en madera o metálico según constructor, y el hormigón responderá a una resistencia de 210Kg/cm² a los 28 días.

Ilustración 15. Armado, encofrado y fundición de vigas



Fuente. Elaboración propia

7.1.2.6. Desencofrado

El tiempo de desencofrado sugerido, será:

Laterales de vigas	1 día
Encofrado de columnas	1 día
Fondo de vigas y encofrados de losas	7 días

Sin embargo el tiempo de desencofrado será de responsabilidad del contratista. Cuando se utilicen acelerantes, el desencofrado será en menor tiempo, de acuerdo a las especificaciones del aditivo utilizado. Los tirantes de sujeción empleados se dispondrán de tal manera que al removerse los encofrados, se evite el despostillamiento de las caras de hormigón. El sistema de ejecución y apoyo de los encofrados, deberá evitar su asentamiento y/o deformación, así como un desplazamiento de las líneas definidas en los planos.

Ilustración 16. Desencofrado



Fuente: (Roy, 2011)

Ilustración 17. Desencofrado



Fuente: (Cárdenas Niño, 2013)

7.1.2.7. Mampostería

Las paredes serán de bloque de arcilla de 7 x 30x 41cm. El bloque estará pegado con un mortero de cemento y arena en proporción 1:3 o con PEGABLOCK ARCILLA. Las juntas tanto horizontal como verticalmente deberán tener un espesor uniforme. Se usará en lo posible bloques enteros y sin fisuras. Se contemplan andamios y chicotes en varilla de 5.5mm x 80cm en la unión con los pilares y colocados cada dos filas de bloque si estos son de 20cm de alto y cada hilada si se emplean bloque de 30cm de alto. El emblocado de cuchillas sobre las vigas será de bloques de hormigón simple de 7 x 19 x 39cm o de arcilla de 7 x 30 x 41cm y será pegado con un mortero de cemento y arena en proporción 1:3. Deberán estar unidas a

los pericos mediante chicotes de 5.5mm x 60cm, cada dos hiladas si se utiliza bloque de concreto y cada hilada si se utiliza de arcilla.

Ilustración 18. Mampostería



Fuente: (© Ladrillera Nacional)

7.1.2.8. Enlucido

Se enlucirá exteriormente toda la vivienda y los muros de cierre frontales en la parte exterior con mortero tradicional de cemento y arena en proporción 1:3 o ENLUMAX o SIKA ENLUCIDO, la superficie debe estar firme, sana y limpia. Antes de la aplicación del producto se debe humedecer la superficie con agua, evitando los empozamientos. Se considera el agua necesaria para el curado del enlucido durante 7 días. Se prevé el uso de andamios y regla de aluminio.

Las esquinas de los boquetes de puertas y ventanas deberán estar a las medidas requeridas y a escuadra para que permitan posteriormente la instalación de puertas y ventanas. Las vigas se enlucirán con sus filos usando mortero con la misma dosificación.

Ilustración 19. Enlucido



Fuente: Elaboración propia

7.1.2.9. Acabados

En la etapa de acabados se consideran los siguientes puntos: pintura exterior, pintura interior, revestimiento de paredes y revestimientos de pisos. Estos siempre varían según gustos de cliente.

7.2. Sistema HORMI2

No es un panel prefabricado, sino modular integrado por dos redes de acero galvanizado electrosoldadas unidas por dos conectores y con una capa interpuesta de poliestireno expandido convenientemente perfilado. El panel se fabrica industrialmente y, más tarde, se monta y se coloca en la obra mediante hormigón proyectado. Dispone de una gama completa de elementos de construcción: paredes portantes, solares, coberturas, escaleras, divisorios y taponamientos. De manera, los edificios se construyen totalmente con este único sistema de construcción permitiendo optimizar las fases de suministro, los plazos y la mano de obra.

7.2.1. Estructura del sistema

Estructuralmente el sistema se basa en mallas de acero, planchas de poliestireno y la capa de revoque o mortero.

7.2.1.1. Mallas de acero

Este tipo de mallas se encuentran fabricadas en acero galvanizado de alta resistencia (resistencia a la fluencia f_y : 5.000kg/cm² y resistencia a la tracción f_r : 5.600kg/cm²) Sus varillas varían de diámetro entre 2.40mm o 3.00mm dependiendo del tipo de panel a usarse, con una separación promedio entre 6.00cm y 7.50cm. Las mallas tienen en ambos lados 40cm extras con los cuales se permite hacer el amarre con las que van en lado opuesto o con las que se yuxtaponen.

7.2.1.2. Poliestireno

´Espuma flex es una marca de un tipo de poliestireno existente en el mercado. El componente básico de la espuma flex y de nuestro material es el poliestireno, la diferencia

que existe en el material es ignifugo, quiere decir que tiene un grado de seguridad F para la construcción y posee ciertos químicos que le vuelven al material autoextinguible, es decir que no es combustible.” (HORMI2, 2013)

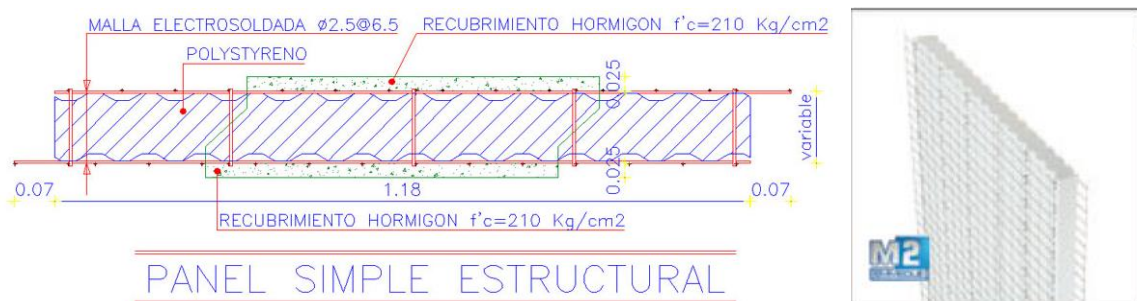
7.2.1.3. Mortero

“El hormigón que se proyecta en las paredes del sistema hormi2 tiene la misma resistencia que el utilizado en las columnas del sistema tradicional (210 kg/cm²). Una pared de construcción tradicional (bloque), tiene un espesor no mayor a 2 cm. de hormigón pobre; un bloque no supera los 30 kg/cm² de resistencia y ahí sujetamos todo en una vivienda. Al tener Hormi2 una resistencia de 210 kg/cm², eso demuestra que le podemos colocar cualquier tipo de soporte. Para instalar cualquier elemento tenemos que realizarlo con taladro y taco Fisher.” (HORMI2, 2013)

7.2.1.4. Paneles

Panel Simple: “El Panel Simple Modular Estructural (PSME) se usa como estructura de muros portantes en construcciones de hasta 5 pisos, con lanzado de micro hormigón en ambas caras utilizados en paredes, escaleras y losas de cubierta dependiendo de la configuración de la obra. En paredes estructurales se considera un espesor de poliestireno mínimo de 4 cm. con un revoque de micro hormigón de 3 cm. por lado (son 2,5 cm. sobre la malla), de resistencia $f'c=210$ kg/cm².” (HORMI2, 2013)

Ilustración 20. Panel simple estructural

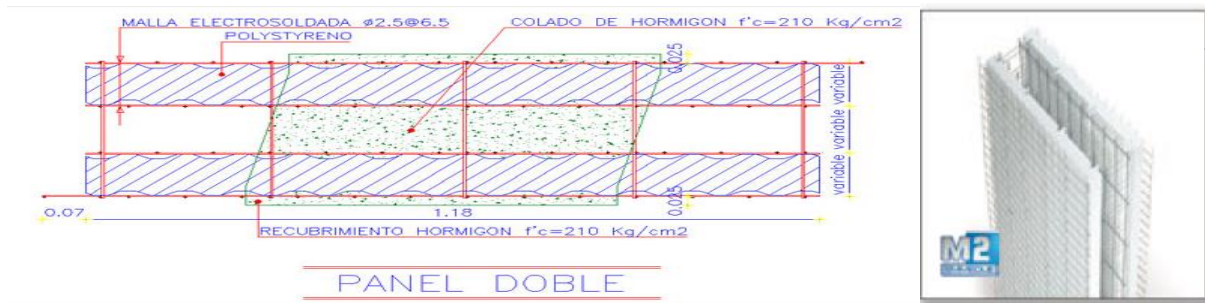


Fuente: (HORMI2, 2013)

Panel Doble: “El Panel Doble se conforma de dos paneles simples unidos entre sí por conectores de acero de alta resistencia y se usa como estructura de muros portantes en

construcciones de hasta 20 pisos, con un colado de hormigón en el centro de los dos paneles y un lanzado del micro hormigón en ambas caras externas del panel doble. El espesor del colado de hormigón en el interior del panel doble así como el tipo de hormigón a utilizarse, depende de las características y solicitaciones a las que puede estar sometida la construcción.” (HORMI2, 2013)

Ilustración 21. Panel doble



Fuente: (HORMI2, 2013)

Panel descanso: “Panel para la realización de descansillos, forjados y losas armadas bi-direccionales. Aporta un aislamiento continuo hacia el interior del panel. El panel descanso es una excelente solución para realizar descansos contiguos a las escaleras realizadas con el panel escalera. Se puede usar también para cualquier placa o losa de cemento bi-direccionales con la ventaja de un peso modesto respecto a una losa llena y la presencia de un aislamiento continuo que funciona también como encofrado.” (HORMI2, 2013)

Ilustración 22. Panel descanso

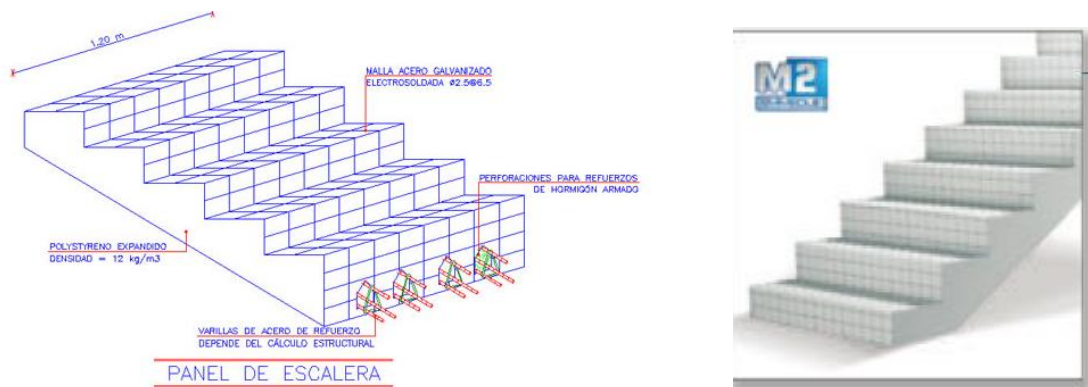


Fuente: (HORMI2, 2013)

Panel escalera: “El Panel de Escalera se conforma de un bloque de poliestireno expandido, cortado y moldeado de acuerdo a las necesidades del cliente, que en su parte exterior posee mallas de acero igual moldeadas, unidas entre sí por conectores

electrosoldados. La adecuada colocación de los refuerzos y del hormigón, dan a este panel una alta resistencia que le permite ser utilizado en sitios de alto tráfico o de una alta carga viva. Por su forma y peso es de rápida y fácil colocación, simplificando y ahorrando en muchos aspectos la construcción de estos elementos.” (HORMI2, 2013)

Ilustración 23. Panel de escalera



Fuente: (HORMI2, 2013)

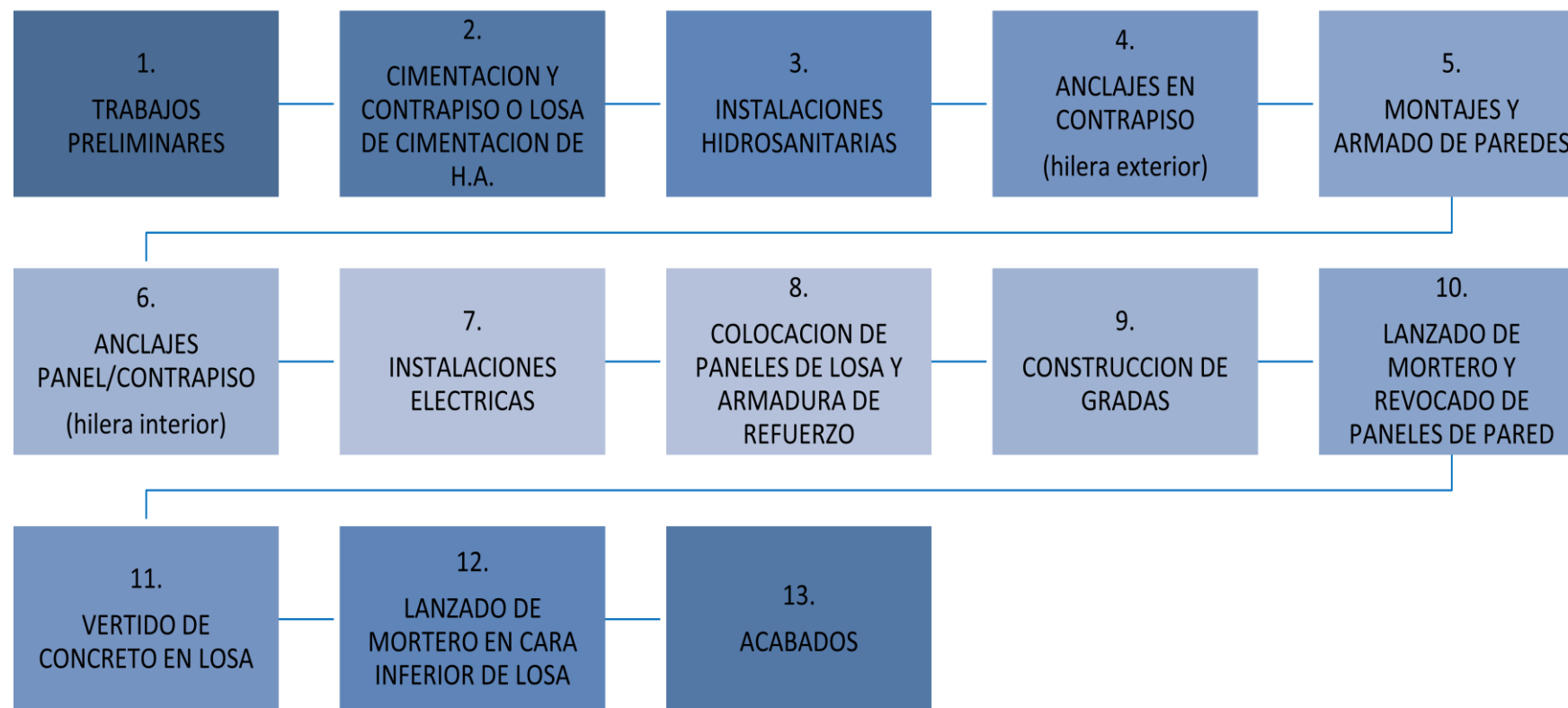
Panel losa: “Este panel puede tener de una a dos nervaduras por panel en su ancho de 1.18 m. En estas nervaduras se colocan refuerzos de acero para luego verter el hormigón, volviéndolas estructuras unidireccionales que permiten cubrir grandes luces. Se utiliza en losas de entrepisos y cubiertas, y depende de las necesidades y esfuerzos a los que se sometan dichos elementos. El espesor del poliestireno puede ser de 12 a 24 cm y capa de compresión de hormigón de 5 cm. y capa inferior de micro hormigón de 3 cm.” (HORMI2, 2013)

Ilustración 24. Panel nervado de losa



Fuente: (HORMI2, 2013)

7.2.2. Proceso Constructivo



Fuente: Elaboración propia

7.2.2.1. Trabajos preliminares

Dentro de los trabajos preliminares se destacan la limpieza de terreno, la ubicación de oficina técnica, maquinarias y sobre todo bodegas para el almacenamiento de paneles, mallas y aceros de refuerzo que van a formar parte de la estructura de la vivienda.

Ilustración 25. Almacenamiento de paneles



Fuente: (HORMI2, 2013)

7.2.2.2. Cimentación y Contrapiso

Se excava y se procede hacer la base de hormigón ciclópeo bajo cada una de las paredes, se coloca el armado de hierro correspondiente a una riostra superior de $h = 0.10\text{m}$ para facilitar el anclaje de los chicotes. Colocar sobre el suelo una manta de poliuretano reciclado (plástico negro), se coloca un encofrado perimetral y se vierte el hormigón fundiendo monolíticamente las riostras con el contrapiso sin olvidar dejar las pasantes de los sistemas eléctricos y sanitarios, según como corresponda en los planos.

Ilustración 26. Excavación



Fuente: (HORMI2, 2013)

Ilustración 27. Armado



Fuente: (HORMI2, 2013)

Ilustración 28. Fundición

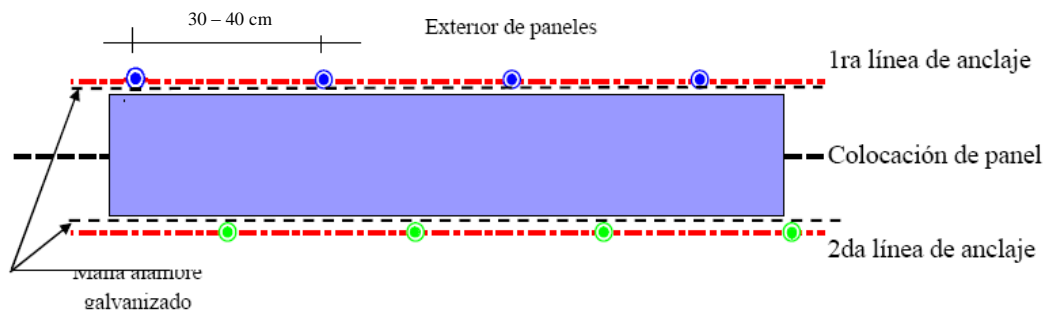


Fuente: (HORMI2, 2013)

7.2.2.3. Anclajes en contrapiso

Se deberá realizar el replanteo y la señalización de los ejes principales, ejes de anclaje y ejes de acabado de pared. Cada 30cm o 40cm según como marque el diseño estructural se marcan los puntos de perforación de los anclajes y con un taladro se las realiza a una profundidad de 7cm. En este orificio se clavan las varillas recortadas comúnmente llamadas chicotes a una longitud de 40cm y así colocar un epóxido para adherencia de acero-concreto. En algunos casos estos anclajes son fundidos con el contrapiso.

Ilustración 29. Detalle de anclajes en contrapiso



Fuente: (HORMI2, 2013)

Ilustración 30. Anclajes en contrapiso

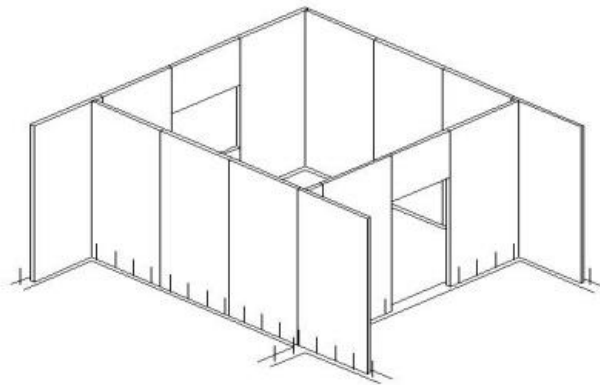


Fuente: (HORMI2, 2013)

7.2.2.4. Montaje y armado de paredes

Luego de tener los chicotes alineados, se procede hacer el amarrado de varios paneles hasta formar un muro completo, se realizan los cortes y aberturas correspondientes a puertas y ventanas. Se continúa levantando ya el muro armado y manualmente se procede a su colocación en sitio, siguiendo la hilera de varillas de anclaje donde se los amarra con alambre.

Ilustración 31. Colocación de paneles



Fuente: (HORMI2, 2013)

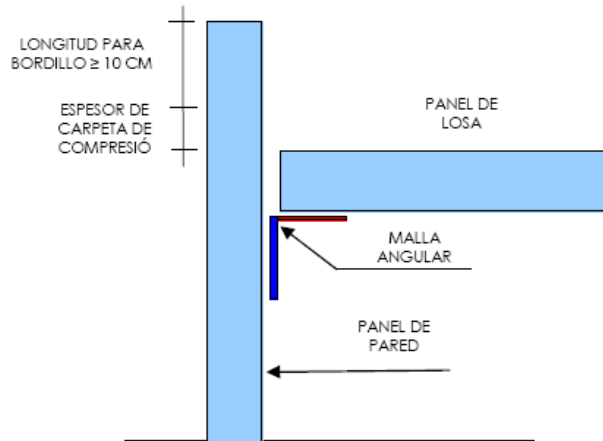
7.2.2.5. Anclaje Pared - Contrapiso

Luego de tener la hilera de anclajes en la parte exterior del panel, se fija el panel a estos para luego colocar los anclajes interiores. Se realiza el mismo procedimiento de los exteriores sin olvidar hacer el inyectado del material epóxico al final y dejando todos los anclajes amarrados al panel mediante grapas o alambre.

7.2.2.6. Paneles losa y amarre de refuerzo

Con las paredes colocadas en sitio, se procede a colocar las mallas angulares en el lugar donde vaya a reposar el panel de losa. Se coloca el panel losa sobre las mallas angulares dejando una separación de 3cm respecto a la armadura del panel, se encofra la losa y se verifica las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.

Ilustración 32. Malla angular y panel losa



Fuente: (HORMI2, 2013)

7.2.2.7. Lanzado de mortero y revocado en paneles de pared

Se verifica el aplomado, escuadras y mallas de refuerzo de las paredes con guías y maestras en puntos de referencia, colocación y aislamiento de cajetines de electricidad. Se prepara el mortero con resistencias dadas y se lo lanza sobre los paneles en dos capas hasta alcanzar un espesor de 2cm en la primera capa, la segunda capa se proyecta aproximadamente unas tres horas después de la primera y con esta última se alcanza un espesor de 3cm.

Ilustración 33. Lanzado de hormigón



Fuente: (HORMI2, 2013)

No olvidar que el lanzado se ejecuta de abajo hacia arriba, colocando la boca de los elementos de salida de mortero a una distancia aprox. De 10cm de la pared. Después de tener la pared lista se procede a humedecer continuamente con manguera o bomba de aspersión, mínimo durante los primeros 4 días luego del lanzado.

7.2.2.8. Vertido de concreto en losa

Se verifica encofrado, ubicación de armaduras, colocación y ubicación de instalaciones sanitarias y eléctricas. Se prepara el concreto y se lo vierte, y se recomienda curar la losa seis horas luego de la fundición, durante un tiempo de 4 días continuos.

Ilustración 34. Fundición de losa



Fuente: (HORMI2, 2013)

7.2.2.9. Gradadas

Se traza la escalera en pared que va a estar soportada y se colocan las mallas angulares de soporte, se cortan los paneles de huella y contrahuella y se los amarra a las mallas angulares anteriormente instaladas. Las huellas y contrahuellas van conectadas entre sí por medio de mallas angulares también, se hace el refuerzo y se procede a revocar las gradadas se comienza por parte inferior y luego la parte superior.

7.2.2.10. Lanzado de mortero en cara inferior de losa

Se procede al desencoframiento de la losa antes fundida, se prepara el mortero y luego se realiza el lanzado de mortero en la cara inferior de la losa, como en el caso de los paneles de pared en este caso también se procede al lanzado de dos capas, la primera que alcanza los 2cm y con la segunda capa después de tres horas con la que se completarán los 3cm de recubrimiento.

El lanzado se ejecuta colocando la boca de los elementos de salida de mortero a una distancia de 20cm y 50cm de la losa, luego de esto se procede al curado humedeciendo la superficie mínimo durante los primeros 4 días luego del lanzado.

Ilustración 35. Mortero en cara inferior de losa



Fuente: (HORMI2, 2013)

7.2.2.11. Acabados

En la etapa de acabados se consideran los siguientes puntos: pintura exterior, pintura interior, revestimiento de paredes y revestimientos de pisos. Estos siempre varían según gustos de cliente.

7.3. Sistema WALLTECH

“Es un producto industrializado y de gran calidad a base de ferrocemento, es resultado de un profundo análisis en la búsqueda de ofrecer una solución eficiente, económica y de calidad que se encuentra adaptada a las demandas de actualidad, reducción de costos y requerimientos normativos estructurales.

Este sistema tiene la facilidad de adecuarse a las necesidades del cliente, su construcción se realiza en serie y se produce en forma automática. El mantenimiento de las construcciones realizadas con el panel estructural WALLTECH, lo minimizan dado que los controles de calidad durante el proceso de construcción se reducen por el hecho de considerarse una construcción acelerada y sistemática previniendo fallas posteriores.

7.3.1. Estructura del sistema

La estructura del sistema se basa en paneles modulares y capa de revoque o mortero.

7.3.1.1. Paneles modulares

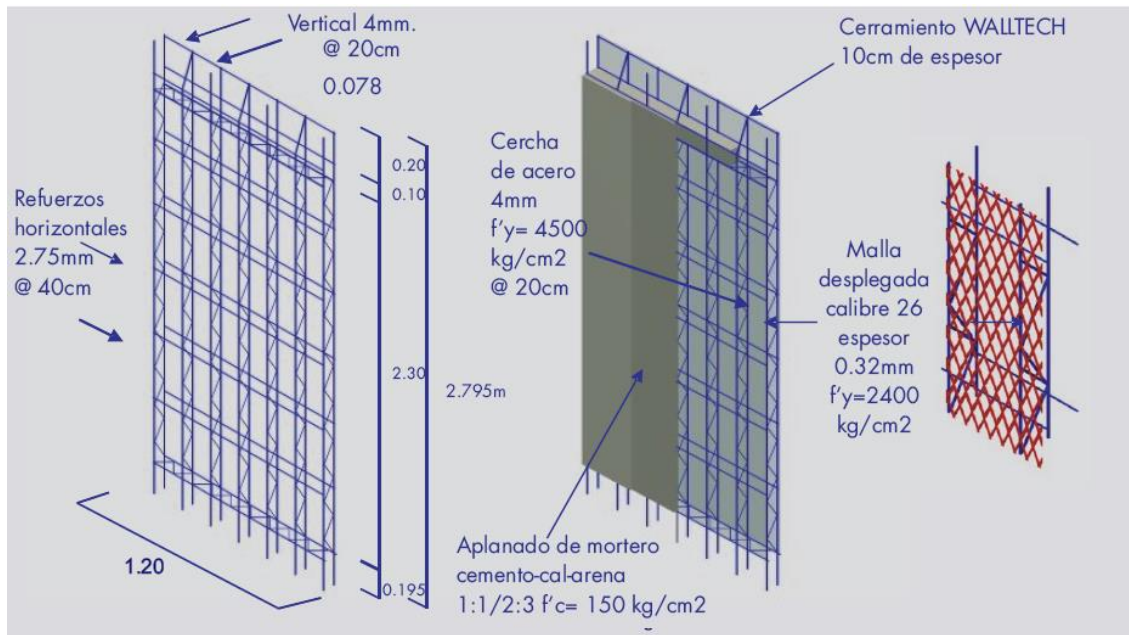
“Consiste en paneles estructurales modulares compuestos por un esqueleto con varillas de acero, a base de cerchas verticales de 4mm y esfuerzos horizontal de 2.75mm, que forman una retícula, sobre la cual se coloca una malla de metal desplegado cal. 26.

7.3.1.2. Acero de alta resistencia

El sistema consiste en paneles estructurales modulares compuestos por un esqueleto con varillas de acero de alta resistencia de las siguientes especificaciones:

- Acero de alta resistencia
- Diámetro de 2.75 min. A400 mm

Ilustración 36. Estructura de panel WALLTECH



Fuente: (WALLTECH Tecnologia en Construccion, 2013)

7.3.1.3. Metal desplegado o malla estructural

Sobre el esqueleto del panel, se coloca una malla metálica expandida o metal desplegado:

- Lamina negra rolada en frio de calibre 26
- Espesor de lamina de 0.45mm
- Peso de malla de 0.635 kg/m² a 0.658 kg/m²
- Volumen de acero de 80.2 cm³
- Área de contacto con l mortero de 5.455 cm²

7.3.1.4. Armaduras y conectores laterales de amarres de acero

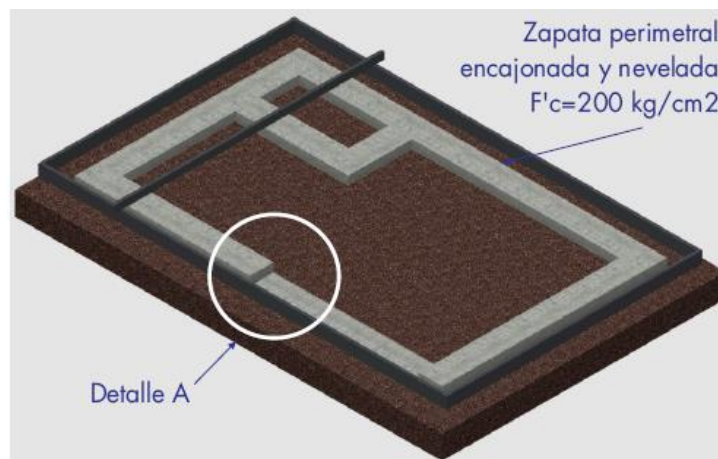
Las armaduras son las varillas onduladas que forman y dan rigidez al esqueleto, así como los conectores que tienen la función de amarrar los paneles ente sí, son de material de acero de alta resistencia:

- Acero de alta resistencia liso
- Diámetro de la varilla 4mm. (3/16´´)

- Resistencia de acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ a 5000kg/cm^2
- Dimensión del conector de 40cm.

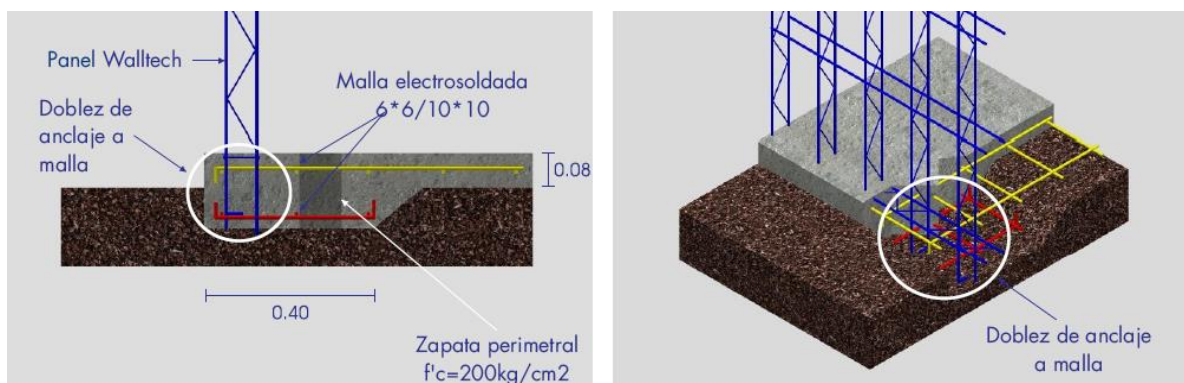
Zapata perimetral y anclaje paneles WALLTECH: “Esta cimentación se basa en zapatas corridas que se emplean para cimentar muros portantes, o hileras de pilares. Estructuralmente funcionan como viga flotante que recibe cargas lineales o puntuales separadas.” (Wikipedia®).

Ilustración 37. Zapata perimetral



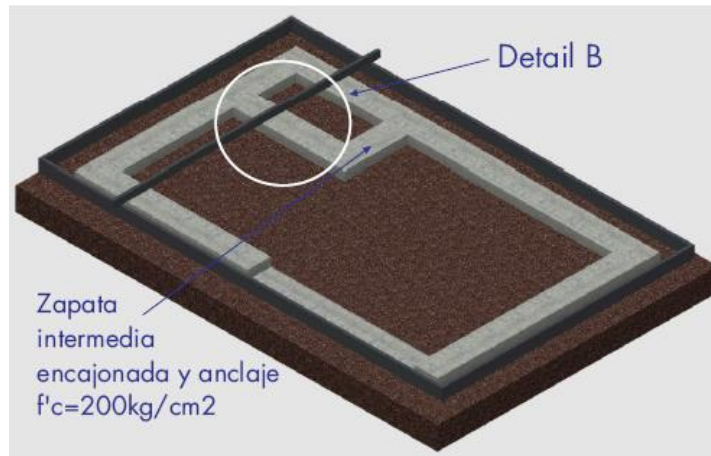
Fuente: (WALLTECH Tecnología en Construcción, 2013)

Ilustración 38. Detalle A de zapata perimetral



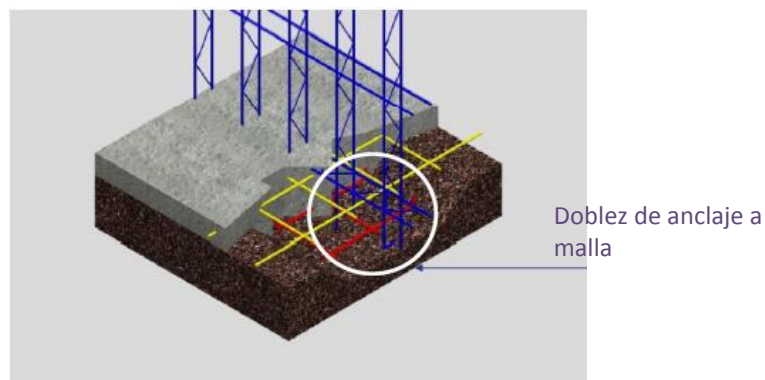
Fuente: (WALLTECH Tecnología en Construcción, 2013)

Ilustración 39. Zapata intermedia



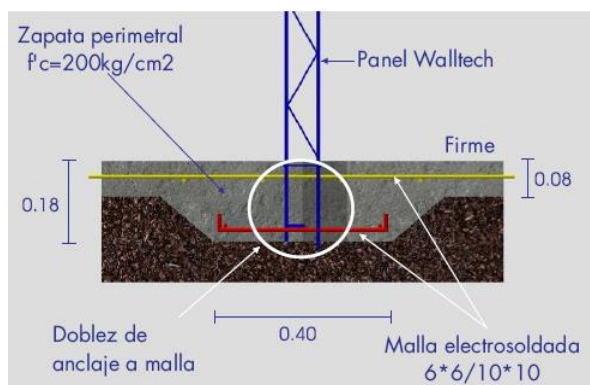
Fuente: (WALLTECH Tecnología en Construcción, 2013)

Ilustración 40. Detalle B de zapata intermedia



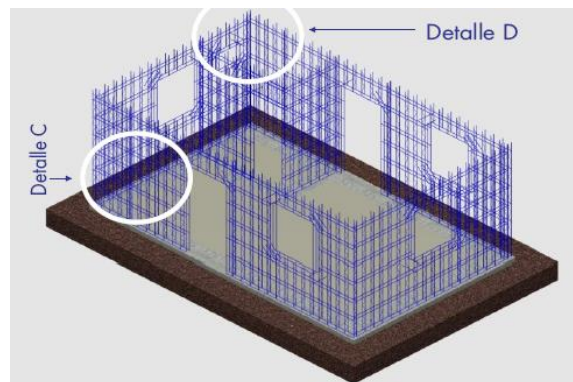
Fuente: (WALLTECH Tecnología en Construcción, 2013)

Ilustración 41. Corte detalle B de zapata intermedia



Fuente: (WALLTECH Tecnología en Construcción, 2013)

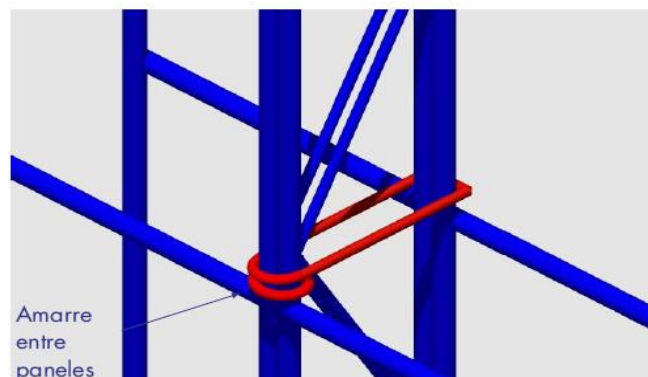
Ilustración 42. Unión entre paneles



Fuente: (WALLTECH Tecnologia en Construccion, 2013)

Ilustración 43. Detalles de unión C

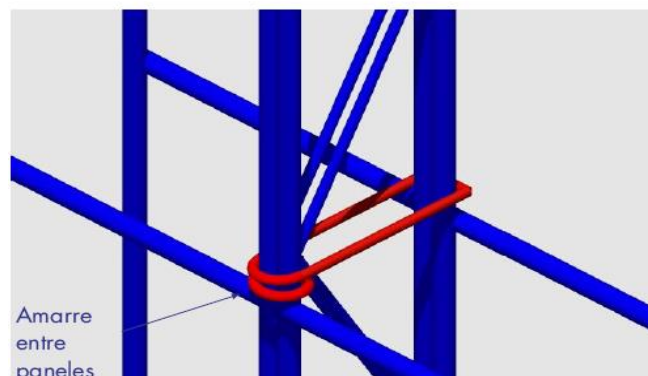
Detalle C unión entre páneces



Fuente: (WALLTECH Tecnologia en Construccion, 2013)

Ilustración 44. Detalles de unión D

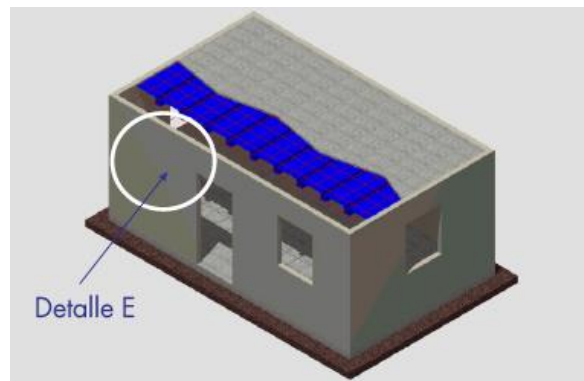
Detalle C unión entre páneces



Fuente: (WALLTECH Tecnologia en Construccion, 2013)

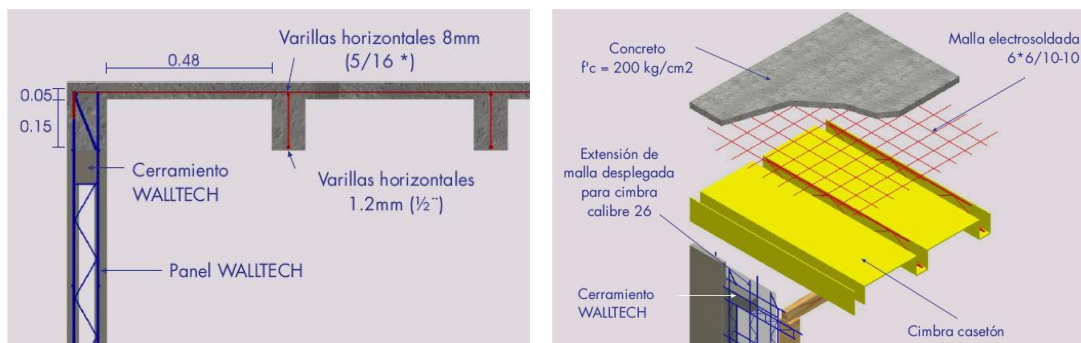
Unión panel WALLTECH losa casetón: “Conocida como losa tipo Fert, consiste en la unión de la armadura con la zapatilla de hormigón de 210 kg/cm² o mayor. Es la más ligera en el mercado y su altura varía de acuerdo al espesor de la losa.” (Mapreco C. LTDA., 2015)

Ilustración 45. Unión de panel a losa casetón



Fuente: (WALLTECH Tecnología en Construcción, 2013)

Ilustración 46. Detalles de unión de panel a losa casetón

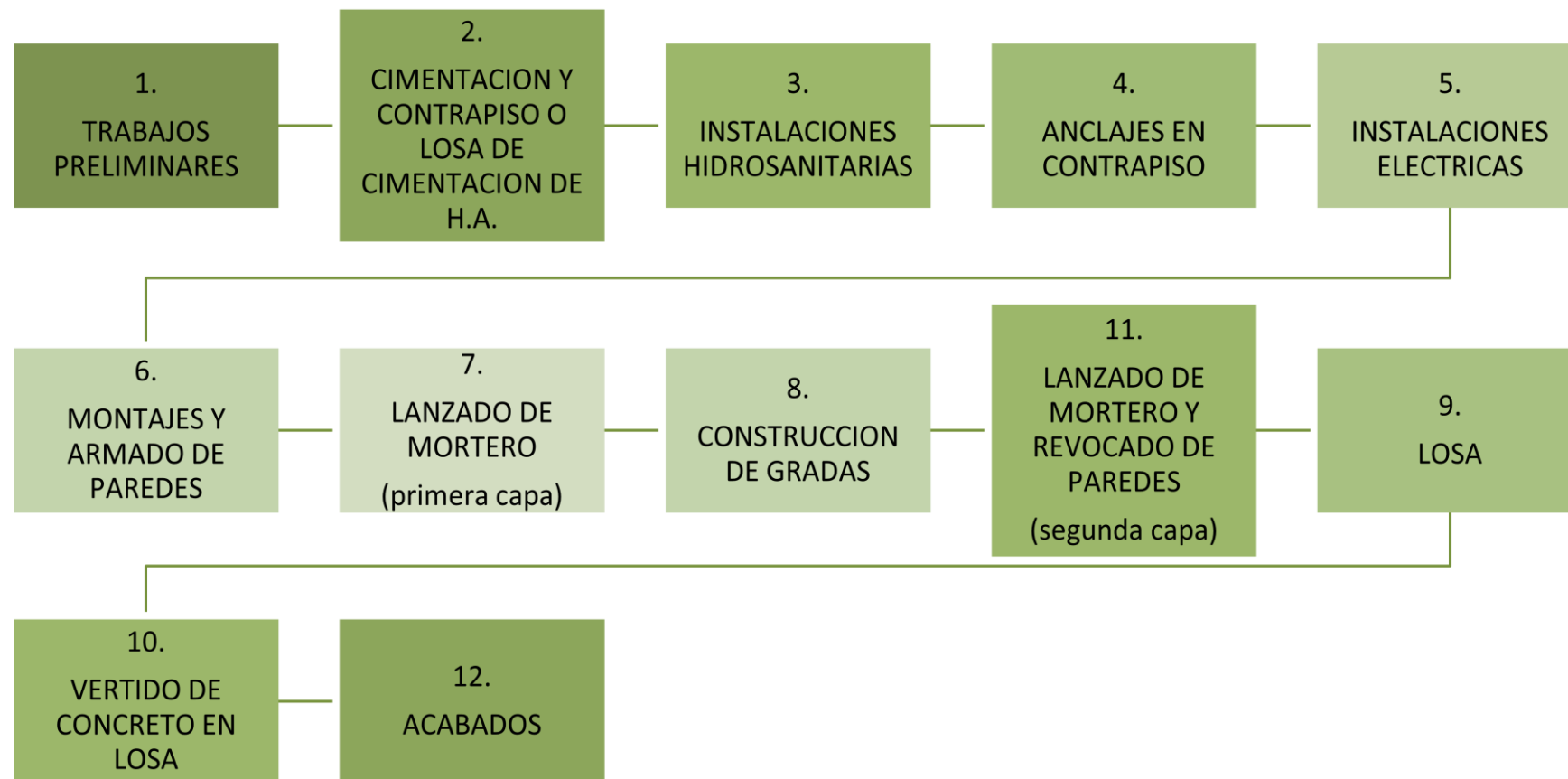


Fuente: (WALLTECH Tecnología en Construcción, 2013)

7.3.1.5. Mortero

Mortero: cemento-cal-arena, con una proporción 1:1/2:3 es lanzado sobre ambas caras de panel. El recubrimiento que se les da a los paneles es de 2.5cm de espesor por cada lado de las caras, 1cm se introduce dentro de la mala, conformando de esta manera un vacío en el centro que sirve como aislante térmico y acústico.

7.3.2. Proceso Constructivo



Fuente: Elaboración propia

7.3.2.1. Trabajos preliminares

Dentro de los trabajos preliminares se destacan la limpieza de terreno incluyendo el trazado de la vivienda, la ubicación de oficina técnica, maquinarias y bodegas para el almacenamiento de paneles, mallas y aceros de refuerzo.

Ilustración 47. Trazado de vivienda



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 48. Clasificación de mallas



Fuente: Elaboración propia

7.3.2.2. Cimentación y Contrapiso

Se procede hacer excavación, se coloca el plástico o polietileno para instalar el armado de hierro correspondiente y luego se fundirá monóticamente el contrapiso con hormigón de resistencia 210 kg/cm² sin olvidar dejar las pasantes de los sistemas eléctricos y sanitarios y anclajes respectivos según como corresponda en los planos.

Ilustración 49. Cimentación



Fuente: Elaboración propia

7.3.2.3. Anclajes en contrapiso

Antes de la fundición se dejan pasado los anclajes que van a hacer el conector de los paneles a la cimentación. Estos consisten en una especie de U de unos 40cm que va entrelazado con la malla de contrapiso. Los anclajes se los coloca cada 20cm hasta 60cm según como marque el diseño estructural

Ilustración 50. Anclajes



Fuente: Elaboración propia

7.3.2.4. Montaje y armando de paredes

Se arman los paneles los cuales ya vienen con sus vanos de puertas y ventanas listas para formar un muro, se continúa levantando y manualmente se procede a su colocación en sitio, siguiendo la hilera de varillas de anclaje donde se los amarra con alambre.

Ilustración 51. Montaje y armado de paredes



Fuente: Elaboración propia

7.3.2.5. Losa

Con los muros colocados en sitio, se procede a colocar casetones y el armado correspondiente a la losa tipo Fert que maneja el sistema. Se ubica las viguetas y bovedillas y se verifica las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.

Ilustración 52. Losa



Fuente: Elaboración propia

7.3.2.6. Lanzado de mortero (primera capa)

Se prepara el mortero con resistencias dadas y se lo lanza sobre los paneles en dos capas hasta alcanzar un espesor de 1cm en la primera capa que alcanza su fraguado luego de 4 horas. En el lanzamiento del mortero se debe considerar que este debe sobrepasar la malla de 1 a 1.5 cm aproximadamente.

Ilustración 53. Lanzado de mortero



Fuente: Elaboración propia

7.3.2.7. Vertido de concreto en losa

“Se verifica apuntalamiento ya que el sistema no necesita de encofrado, ubicación de armaduras y colocación de instalaciones sanitarias y eléctricas. Se prepara el concreto con resistencia 210 kg/cm² y se lo vierte, se recomienda hacer el curado respectivo de la losa en los días posteriores.” (ansaprefabricados, 2011)

7.3.2.8. Gradadas

Las gradadas en este sistema se lo realiza de la forma tradicional, en cimentación se dejan los anclajes respectivos para el amarre posterior del armado de la escalera, se encofra y se vierte hormigón con resistencia de 210 kg/cm².

7.3.2.9. Lanzado de mortero (segunda capa)

La segunda capa se proyecta al siguiente día de la primera a esta última se la conoce como la capa de engrosamiento en la cual se alcanza un espesor final de pared de 2.5cm.

7.3.2.10. Acabados

En la etapa de acabados se consideran los siguientes puntos: pintura exterior, pintura interior, revestimiento de paredes y revestimientos de pisos. Estos siempre varían según gustos de cliente. `` (WALLTECH Tecnologia en Construccion, 2013)

7.4. Sistema FORSA

``FORSA ha diseñado un sistema constructivo dirigido a la producción masiva de viviendas en hormigón. El sistema está sustentado en el uso de diario de un molde de aluminio que fabrica en un solo evento el 100% la estructura (obra gris) de una vivienda. El molde está integrado por paneles estándar métricos, los cuales se arman en diferentes configuraciones de acuerdo con las especificaciones arquitectónicas de cada proyecto. `` (FORSA S.A, 2012)

El sistema FORSAalum es muy simple en su uso y con muy pocos accesorios. El personal que moverá los encofrados requiere un mínimo de entrenamiento y sin necesidad de usar grúas. Los paneles pesan tan solo 22 kg por m², haciéndolos mano portables en su operación, facilitando la secuencia de armado y desencofre.

7.4.1. Estructura del sistema

Basada en paneles de aluminio que conforman el llamado encofrado metálico, es el esqueleto de la vivienda que sostiene el vertido de hormigón dando como resultado la fundición monolítica su estructura.

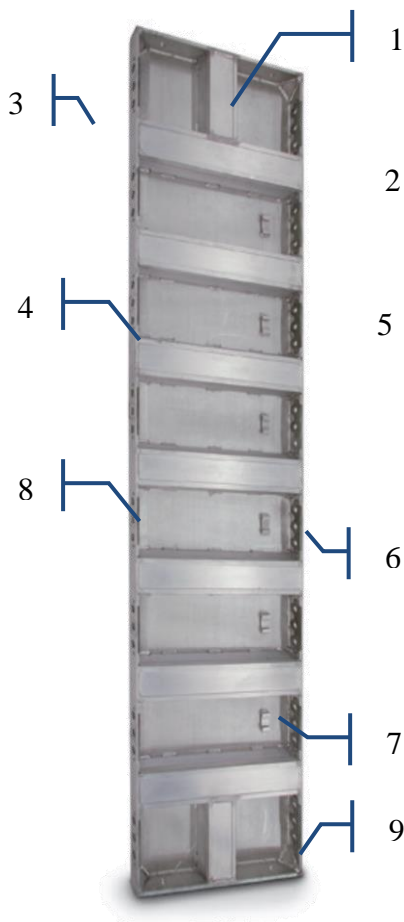
7.4.1.1. Hormigón

Con estructura de malla electrosoldada de 5.5mm de sección y separación de 15cm sin olvidar los refuerzos en esquinas de vanos y un hormigón con resistencia de 210 kg/cm² en la fundición de estos muros portantes.

7.4.1.2. Formaleta en lámina de aluminio

Panel fabricado en lámina de aleación de la serie aluminio-magnesio, de espesor 1/8'', está diseñado para soportar presiones de vaciado de 60KPa (8.7 PSI). La cara de contacto del panel es totalmente lisa, garantizando un perfecto acabado de las superficies de concreto.

Ilustración 54. Componentes de formaleta



1. Refuerzo vertical en zonas de mayor presión.
2. Refuerzo horizontal.
3. Platina horizontal y vertical para estructurar el marco del panel.
4. Soldaduras ubicadas de acuerdo a las pruebas certificadas.
5. Perforaciones: ubicadas cada 30cm, iniciando la primera a 15cm de la platina base.
6. Bushing. Accesorio en acero galvanizado. Funciona como barrera protectora de las perforaciones de ensamble.
7. Base para instalar el pin flecha.
8. Placa de aluminio protectora de impacto de martillo.
9. Triangulo de refuerzo en esquineros.

Fuente Elaboración Propia a partir de (HORMI2 | La nueva generacion del hormigón armado, 2013)

Panel estándar: 60cm con alturas de 210 y 240cm. Las alturas libres se logran combinando los paneles estándar con las diferentes alturas de los complementos y las Unión Muro Losa (UML).

Pin Roscado: Funciona como pasador de longitud variable de manera que se pueda usar en cualquier filter, pues la tuerca que tiene se corre a través del roscado y le da la longitud necesaria para cada caso.

Ilustración 57. Accesorio pin roscado



Fuente: (HORMI2 | La nueva generacion del hormigón armado, 2013)

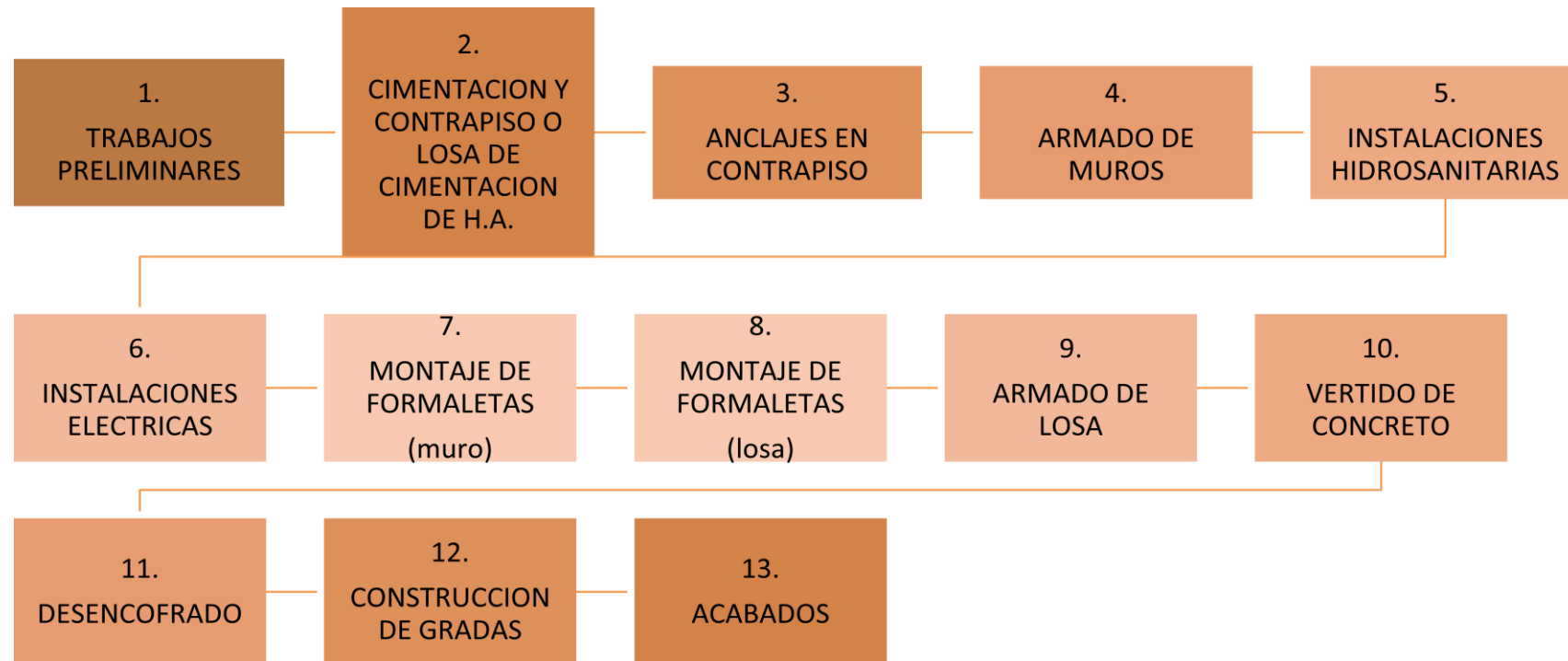
Corbatas: Accesorio de acero al carbono para sujetar y separar las formaletas determinando el espesor del muro. Son instaladas en las uniones de paneles de toda la altura cada 30cm. Por su trabajo exigente, se recomienda su revisión y cambio cada 250 usos.

Ilustración 58. Accesorio pin roscado



Fuente: (HORMI2 | La nueva generacion del hormigón armado, 2013)

7.4.2. Proceso Constructivo



Fuente: Elaboración propia

7.4.2.1. Trabajos preliminares

Dentro de los trabajos preliminares se destacan la limpieza de terreno incluyendo el trazado de la vivienda, la ubicación de oficina técnica, maquinarias y bodegas para el almacenamiento formaletas, mallas y aceros de refuerzo.

7.4.2.2. Cimentación y Contrapiso

“La cimentación de este sistema está basado en una placa de hormigón apoyada sobre el terreno la cual reparte el peso y las cargas del edificio sobre toda la superficie de apoyo” (Wikipedia). Se procede hacer excavación de las vigas de cimentación, el armado de hierro correspondiente aislándolo del contacto de la superficie mediante galletas, hacer el pasado de todas las instalaciones y de esta manera se fundirá el contrapiso con hormigón de resistencia 210 kg/cm² con los anclajes respectivos según como corresponda en los planos.

Ilustración 59. Cimentación



Fuente: Elaboración propia

7.4.2.3. Anclajes en contrapiso

Como se lo mencionó, antes de la fundición o vaciado del hormigón se deben prever los anclajes que son una malla con separación de 15cm que va en todas las divisiones donde según los plano van los muros, estos son el amarre que van sujetos desde las vigas de cimentación de la losa de cimentación hasta una altura de 40cm de la losa terminada, teniendo un desarrollo total 60cm.

7.4.2.4. Armado de muros

Con una tiza se realiza el replanteo de los ejes sobre la losa de cimentación con el espesor correspondiente, verificando que el arranque de las mallas esté lo más centrado posible al centro del espesor del muro. Se arma la estructura de los muros con las mallas electrosoldada siguiendo la hilera de varillas de anclaje donde se los amarra con alambre. Continuamente se hace el pasado de toda la ductería eléctrica y sanitaria, teniendo una especie de esqueleto, y a su vez los separadores que permitirán que la malla quede centrada en medio de las formaletas.

Ilustración 60. Armado de muros



Fuente: Elaboración propia

7.4.2.5. Montaje de formaleta (muros)

Se verifican las ducterías sellándolas con papel para que el hormigón no se introduzca en ellas y los respectivos separadores que pueden ser los de FORSA o en otros casos se usan galletas. Proceder a la colocación de las formaletas de encofrado una a una, y revisar que estén alineadas y aseguradas con todos sus accesorios.

Ilustración 61. Montaje de formaleta de muros



Fuente: Elaboración propia

7.4.2.6. Montaje de formaleta (losa)

Con las formaletas de muros colocadas en sitio, se procede a ubicar el encofrado de la losa con las respectivas uniones entre las formaletas de muro y losa. Se verifica las esquinas y los accesorios de sujeción.

7.4.2.7. Armado de losa

Una vez que se tienen las formaletas de losa en su sitio, sobre esta se acentúa la estructura a base de malla electrosoldada sobre las formaletas y sin olvidar dejar todas las pasantes eléctricas y sanitarias.

Ilustración 62. Armado de losa



Fuente: (HORMI2 | La nueva generacion del hormigón armado, 2013)

7.4.2.8. Vertido de concreto en losa

Todas las instalaciones, la estructura y las formaletas para así proceder a la fundición monolítica de ambos elementos (muros y losa), logrando una losa final de 10cm de altura. Durante la fundición se debe tener mucho cuidado en realizar la vibración adecuada, por medio de unos martillos de caucho se logra que el hormigón complete en su totalidad el llenado en los muros.

Ilustración 63. Fundición monolítica (muros y losa)



Fuente: (HORMI2 | La nueva generacion del hormigón armado, 2013)

7.4.2.9. Gradadas

Se procede hacer el trazo con tiza en los muros donde se encuentra la escalera, se fija el esqueleto a los muros laterales, se adosa el encofrado con peldaños y se los fija. Se hace la nivelación y se colocan los puntales necesarios para que sea vertido el hormigón. De la misma manera que en la fundición de los muros, se debe tener mucho cuidado en realizar la vibración adecuada, por medio de unos martillos de caucho se logra que el hormigón complete en su totalidad el llenado en los peldaños.

Ilustración 64. Armado de escalera



Fuente: (HORMI2 | La nueva generacion del hormigón armado, 2013)

7.4.2.10. Desencofrado

Al día siguiente de realizada la fundición se puede proceder al desencofrado de cada una de las formaletas, retirando primero los accesorios de sujeción. Con respecto a la losa, los puntales deben permanecer en su sitio por más tiempo hasta considerar mantener la integridad estructural de la losa. Luego de esto se procede al curado en días posteriores.

Ilustración 65. Desencofrado



Fuente: Elaboración propia

7.4.2.11. Acabados

En la etapa de acabados se consideran los siguientes puntos: pintura exterior, pintura interior, revestimiento de paredes y revestimientos de pisos. Estos siempre varían según gustos de cliente.

7.5. Base de Datos

A continuación se presenta tabla de resumen de forma descriptiva como la mencionada en los casos análogos, incluyendo varias características que se han obtenido de cada sistema para poder valorizar el uso según especificaciones procesos en la etapa de diseño y construcción:

Tabla 8. Tabla de Resumen

Sistema	TRADICIONAL	WALLTECH	HORMI2	FORSA
Descripción	Sistema porticado con mampostería de ladrillo.	Sistema de paneles de acero armado a base de cerchas verticales.	Sistema de malla electrosoldada y polietileno expandido perfilado.	Sistema de encofrado de aluminio y relleno de hormigón.
Sistema de Montaje	Con mortero	Propio anclaje	Propio anclaje	Propio anclaje
Resistencia de estructura	210kg/cm ²	210kg/cm ²	210kg/cm ²	210kg/cm ²
Espesor pared terminado	12 cm	10 – 12 cm	12 cm	10cm
Costo (\$/m²)	\$528.85	\$506.28	\$554.74	\$495.41
Sismo resistencia	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica

	TRADICIONAL	WALLTECH	HORMI2	FORSA
Velocidad de construcción	Etapa: Armado de columnas y vigas de amarre, encofrado de madera, vaciado de hormigón. Etapa: Fundición de losa. Etapa: Construcción de muros de mampostería.	Etapa: Armado de paneles de muros y proyección de mortero. Etapa: Armado de losa y proyección de mortero.	Etapa: Armado de paneles de muros y proyección de mortero. Etapa: Armado de losa y proyección de mortero.	Etapa: Armado estructural de muro y losas y colocación de formaletas Etapa: Vaciado de hormigón.
Número de piezas por m2 (muros)	8 bloques de arcilla de 7x30x41cm	Panel estándar 1.18x6m: 7.08m2	Panel estándar 1.18x6m: 7.08m2	Panel estándar 1.18x6m: 7.08m2
Peso de estructura x m2	71 kg/m2	4 kg/m2	5 kg/m2	22 kg/m2
Materiales	Mortero: combinación de cemento, arena y agua para pegado, resanes y enlucidos. Madera: en una cantidad muy considerable para encofrado y apuntalamientos. Hierro Estructural	Mortero Paneles	Micro hormigón Paneles	Encofrado Malla estructural
Desperdicios	Desperdicio en madera.	Sin desperdicio.	Sin desperdicio.	Sin desperdicio.

	TRADICIONAL	WALLTECH	HORMI2	FORSA
Acabados de la estructura (obra gris)	Se requiere varios resanes para lograr un buen acabado, y varios controles para mantener una buena geometría.	A medida que se va proyectando el mortero se procede al acabado del mismo.	A medida que se va proyectando el mortero se procede al acabado del mismo.	La geometría de la vivienda se conserva en los respectivos 90° con el encofrado.
Inversión inicial	No necesita inversión inicial para maquinaria especial.	Máquina para proyección de mortero.	Máquina para proyección de mortero.	Inversión de formaletas \$2000.00 x m2 y tiene 1500 usos.

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenida la tabla de resumen se continúa con el siguiente caso análogo presentado, la creación de los presupuestos como una base de datos. Esta base de datos está desarrollada con precios consultados en la cámara de la construcción en circulación, exceptuando los rubros de albañilería y estructura, estos dos son el diferenciador entre un sistema constructivo y otro.

Esto se lo logro obtener por medio de los presupuestos otorgados por las constructoras que actualmente construyen con estos sistemas. Y a partir de ellos se identificaron estos dos rubros. A continuación se coloca como ejemplo una vivienda de 45m2 para poder identificar el precio por m2 de cada sistema.

Tabla 9. Tabla de Presupuestos Nivel Adquisitivo Bajo

M2 CONSTRUCCION		45							
CANTIDAD DE VIVIENDAS		100							
COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	TRADICIONAL		WALL TECH		HORMI2		FORSA	
		P/U	TOTAL	P/U	TOTAL	P/U	TOTAL	P/U	TOTAL
TRAZADO Y RELLENO	M2	\$ 6,65	\$ 299,25	\$ 6,65	\$ 299,25	\$ 6,65	\$ 299,25	\$ 6,65	\$ 299,25
ESTRUCTURA	M2	\$ 59,53	\$ 2.678,79	\$ 88,67	\$ 3.990,15	\$ 112,30	\$ 5.053,64	\$ 110,92	\$ 4.991,49
ALBAÑILERIA	M2	\$ 102,29	\$ 4.603,27	\$ 53,01	\$ 2.385,43	\$ 72,64	\$ 3.268,85	\$ 21,05	\$ 947,19
INSTALACION ELECTRICA	M2	\$ 18,24	\$ 820,80	\$ 18,24	\$ 820,80	\$ 18,24	\$ 820,80	\$ 18,24	\$ 820,80
INSTALACION AAPP Y AASS	M2	\$ 34,28	\$ 1.542,60	\$ 34,28	\$ 1.542,60	\$ 34,28	\$ 1.542,60	\$ 34,28	\$ 1.542,60
CARPINTERIA	M2	\$ 15,30	\$ 688,50	\$ 15,30	\$ 688,50	\$ 15,30	\$ 688,50	\$ 15,30	\$ 688,50
ALUMINIO Y VIDRIO	M2	\$ 6,21	\$ 279,45	\$ 6,21	\$ 279,45	\$ 6,21	\$ 279,45	\$ 6,21	\$ 279,45
PINTURA	M2	\$ 7,50	\$ 337,50	\$ 7,50	\$ 337,50	\$ 7,50	\$ 337,50	\$ 7,50	\$ 337,50
CUBIERTA	M2	\$ 12,47	\$ 561,15	\$ 12,47	\$ 561,15	\$ 12,47	\$ 561,15	\$ 12,47	\$ 561,15
Subtotal			\$ 11.811,31		\$ 10.904,83		\$ 12.851,74		\$ 10.467,93
COSTOS INDIRECTO			\$ 1.417,36		\$ 1.308,58		\$ 1.542,21		\$ 1.256,15
Direccion Tecnica 8%			\$ 944,90		\$ 872,39		\$ 1.028,14		\$ 837,43
Imprevistos 2%			\$ 236,23		\$ 218,10		\$ 257,03		\$ 209,36
Fiscalizacion 2%			\$ 236,23		\$ 218,10		\$ 257,03		\$ 209,36
COSTO TOTAL			\$ 13.228,67		\$ 12.213,41		\$ 14.393,95		\$ 11.724,08
ESTRUCTURA			\$ 161,82		\$ 141,68		\$ 184,94		\$ 131,97
INDIRECTOS			\$ 31,50		\$ 29,08		\$ 34,27		\$ 27,91
COSTO / M2			\$ 293,97		\$ 271,41		\$ 319,87		\$ 260,54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Tabla de Presupuestos Nivel Adquisitivo Medio Alto

M2 CONSTRUCCION		45							
CANTIDAD DE VIVIENDAS		100							
COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	TRADICIONAL		WALL TECH		HORMI2		FORSA	
		P/U	TOTAL	P/U	TOTAL	P/U	TOTAL	P/U	TOTAL
PRELIMINARES	M2	\$ 14,57	\$ 655,65	\$ 14,57	\$ 655,65	\$ 14,57	\$ 655,65	14,57	\$ 655,65
ESTRUCTURA	M2	\$ 59,53	\$ 2.678,79	\$ 88,67	\$ 3.990,15	\$ 112,30	\$ 5.053,64	\$ 110,92	\$ 4.991,49
ALBAÑILERIA	M2	\$ 102,29	\$ 4.603,27	\$ 53,01	\$ 2.385,43	\$ 72,64	\$ 3.268,85	\$ 21,05	\$ 947,19
INSTALACION ELECTRICA	M2	\$ 31,84	\$ 1.432,80	\$ 31,84	\$ 1.432,80	\$ 31,84	\$ 1.432,80	31,84	\$ 1.432,80
INSTALACION AAPP Y AASS	M2	\$ 32,96	\$ 1.483,20	\$ 32,96	\$ 1.483,20	\$ 32,96	\$ 1.483,20	32,96	\$ 1.483,20
CERAMICA	M2	\$ 19,78	\$ 890,10	\$ 19,78	\$ 890,10	\$ 19,78	\$ 890,10	19,78	\$ 890,10
PISOS	M2	\$ 52,69	\$ 2.371,05	\$ 52,69	\$ 2.371,05	\$ 52,69	\$ 2.371,05	52,69	\$ 2.371,05
CARPINTERIA	M2	\$ 53,12	\$ 2.390,40	\$ 53,12	\$ 2.390,40	\$ 53,12	\$ 2.390,40	53,12	\$ 2.390,40
CERRAJERIA	M2	\$ 11,13	\$ 500,85	\$ 11,13	\$ 500,85	\$ 11,13	\$ 500,85	11,13	\$ 500,85
REVESTIMIENTOS	M2	\$ 2,92	\$ 131,40	\$ 2,92	\$ 131,40	\$ 2,92	\$ 131,40	2,92	\$ 131,40
ALUMINIO Y VIDRIO	M2	\$ 34,39	\$ 1.547,55	\$ 34,39	\$ 1.547,55	\$ 34,39	\$ 1.547,55	34,39	\$ 1.547,55
PINTURA	M2	\$ 30,94	\$ 1.392,30	\$ 30,94	\$ 1.392,30	\$ 30,94	\$ 1.392,30	30,94	\$ 1.392,30
CUBIERTA Y TUMBADO	M2	\$ 21,21	\$ 954,45	\$ 21,21	\$ 954,45	\$ 21,21	\$ 954,45	\$ 21,21	\$ 954,45
OB. COMPLEMENTARIA	M2	\$ 17,39	\$ 782,55	\$ 17,39	\$ 782,55	\$ 17,39	\$ 782,55	17,39	\$ 782,55
Subtotal			\$ 21.814,36		\$ 20.907,88		\$ 22.854,79		\$ 20.470,98
COSTOS INDIRECTO			\$ 2.617,72		\$ 2.508,95		\$ 2.742,57		\$ 2.456,52
Direccion Tecnica 8%			\$ 1.745,15		\$ 1.672,63		\$ 1.828,38		\$ 1.637,68
Imprevistos 2%			\$ 436,29		\$ 418,16		\$ 457,10		\$ 409,42
Fiscalizacion 2%			\$ 436,29		\$ 418,16		\$ 457,10		\$ 409,42
COSTO TOTAL			\$ 24.432,09		\$ 23.416,83		\$ 25.597,37		\$ 22.927,50

ESTRUCTURA	\$ 161,82	\$ 141,68	\$ 184,94	\$ 131,97
OTRAS OBRAS	\$ 322,94	\$ 322,94	\$ 322,94	\$ 322,94
INDIRECTOS	\$ 58,17	\$ 55,75	\$ 60,95	\$ 54,59
COSTO / M2	\$ 542,94	\$ 520,37	\$ 568,83	\$ 509,50

Fuente: Elaboración propia

Con la base de datos obtenida, el siguiente paso es la creación de los presupuestos individuales según el nivel de adquisición. Con la creación de estos presupuestos, se identifica un rango según los metros cuadrados de construcción, y se le asigna un valor, se identificar rango superior (inicio de actividad) y rango inferior (fin de actividad) que reflejaran los días de construcción estimados de cada sistema, a continuación un ejemplo:

Tabla 11. Tabla de obtención de días

INCIO		M2 CONSTRUCCION	45
		CANTIDAD DE VIVIENDA	100
		TIEMPO DE CONST(DIAS)	49

COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	TRADICIONAL		Rango				Rango		
		P/U	TOTAL	50	100	150	200	Dias	Sup	Inf
TRAZADO Y RELLENO	M2	\$ 6,65	\$ 299,25	1	2	2	2	1	0	1
ESTRUCTURA	M2	\$ 59,53	\$ 2.678,79	40	55	70	80	40	2	42
ALBAÑILERIA	M2	\$ 102,29	\$ 4.603,27	35	50	65	75	35	11	46
INSTALACION ELECTRICA	M2	\$ 18,24	\$ 820,80	41	58	73	85	41	2	43
INSTALACION AAPP Y AASS	M2	\$ 34,28	\$ 1.542,60	41	58	73	85	41	2	43
CARPINTERIA	M2	\$ 15,30	\$ 688,50	1	2	3	4	1	43	44
ALUMINIO Y VIDRIO	M2	\$ 6,21	\$ 279,45	2	5	8	10	2	44	46
PINTURA	M2	\$ 7,50	\$ 337,50	1	3	5	7	1	46	47
CUBIERTA	M2	\$ 12,47	\$ 561,15	2	4	4	6	2	47	49
Subtotal			\$ 11.811,31							

COSTOS INDIRECTO		
		\$ 1.417,36
Direccion Tecnica 8%		\$ 944,90
Imprevistos 2%		\$ 236,23
Fiscalizacion 2%		\$ 236,23
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION		\$ 13.228,67
Margen de Construcción 50%		\$ 6.614,33
Costo de Terreno		\$ 11.700,00
PRECIO DE VENTA		\$ 31.543,00

DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 15

Fuente: Elaboración propi

RESULTADOS

Una vez obtenida la tabla de resumen y la base de datos, se procede a identificar las variables que van a determinar el mando de la tabla dinámica, se lo detalla con un ejemplo.

MANDO	
NIVEL ADQUISITIVO	BAJO
TIPO DE CONSTRUCCION	EN SERIE
NUMERO DE CASAS	100
M2 DE CONSTRUCCION	45

En esta se seleccionara el nivel adquisitivo de nuestro cliente, o en algunos casos al mercado al cual va dirigido. Consecutivamente va el tipo de construcción, si este tipo de vivienda se la va a construir en serie o personalizada, que va de la mano con el número de viviendas a construirse. Y de esta forma se llega a la última variable la cual indicará el metraje cuadrado de cada una de ellas.

Al indicar en el mando las variables que se necesitan para determinado proyecto habitacional, esta refleja los resultados, a continuación se mostrara un ejemplo:

TRADICIONAL	HORMI2	WALLTECH	FORSA
			
Sistema porticado con mampostería de ladrillo o bloque.	Sistema de malla electrosoldada y polietileno expandido perfilado.	Sistema de paneles de acero, armado a base de cerchas verticales.	Sistema a base de encofrado de aluminio y hormigón.
<input checked="" type="checkbox"/> MODIFICACIONES	<input checked="" type="checkbox"/> MODIFICACIONES	<input type="checkbox"/> MODIFICACIONES	<input type="checkbox"/> MODIFICACIONES
<input checked="" type="checkbox"/> CONFORT TERMICO	<input checked="" type="checkbox"/> CONFORT TERMICO	<input checked="" type="checkbox"/> CONFORT TERMICO	<input type="checkbox"/> CONFORT TERMICO
\$ 293.97	\$ 319.87	\$ 271.41	\$ 260.54
\$ 700.96	\$ 739.80	\$ 667.11	\$ 650.80
49	24	34	15
\$ 31,543.00	\$ 33,290.93	\$ 30,020.11	\$ 29,286.12

RESULTADOS



Dando como resultado una herramienta de simulación adaptada a sistemas constructivos aplicados en viviendas dentro de la ciudad de Guayaquil.

Tabla 12. Tabla Dinámica



Fuente: Elaboración propia

7.6. Análisis de costo

Como resultado en el análisis de costo podemos ver las siguientes variaciones según el sistema, mostrando lo siguiente:

Tabla 13. Tabla de Porcentajes

	TRADICIONAL	WALL TECH	HORMI 2	FORSA
TRADICIONAL	0%	-8%	8%	-13%
WALL TECH	8%	0%	15%	-4%
HORMI 2	-9%	-18%	0%	-23%
FORSA	11%	4%	19%	0%

Fuente: Elaboración propia

Según el proyecto habitacional escogido nos da como resultado que para realizar la construcción de 100 viviendas de 45m2 cada una, el sistema más óptimo según costo y

tiempo es el Sistema Forsa. Pero visualizamos que con este sistema el confort térmico no existe en nuestro medio por ser de una estructura monolítica de hormigón armado que transmite el calor a la vivienda más rápido y sus muros no se pueden modificar.

8. CONCLUSIONES

1. El sistema tradicional estimado en costos el más elevado, en este análisis que se realizó se ha logrado demostrar que el sistema Hormi2 en la ciudad de Guayaquil lo superó con un 9%. Cabe mencionar que para conseguir el presupuesto de Hormi2 se facilitó a esta empresa el mismo plano que se consideró para el presupuesto Tradicional. Y se comprobó que este sistema solo es aplicado en viviendas de clase alta y grandes proyectos como centros comerciales y supermercados.
2. Se ha encontrado que el sistema Hormi2 y Walltech manejan similar estructura la metodología constructiva, ambos se basan en paneles conformados por mallas, estos paneles livianos son sujetos a cimentación por medio de anclajes previsto antes de su función. Se diferencian en el tipo de losa utilizada durante su proceso de construcción, Walltech usa el tipo Fert y escaleras de hormigón armado fundido de forma tradicional, mientras que Hormi2 usa su propio sistema en toda la estructura.
3. Sistema Forsa por su parte nos demuestra que es el sistema más económico y rentable, se debe considerar la inversión inicial para adquirir formaletas. La inversión inicial se recupera cuando se logra utilizar un promedio de 60 veces la formaleta. Por tanto se necesita menos mano de obra calificada, más bien es indispensable un inspector que controle todos los ajustes de las formaletas y su cuidado.
4. El manejo de los desperdicios en los sistemas industrializados se lo considera casi nulo, en comparación del sistema tradicional. Este último tiene basado el armado de toda su estructura con este material generando cada cierto tiempo una gran cantidad de desperdicios, la madera de encofrado como máximo se reutiliza 3 veces.
5. El uso de "piezas" por m² se disminuye en los sistemas industrializados por tema que estos usan paneles estructurales y formaletas, las cuales superan la medida de m²,

utilizado por el sistema tradicional que necesita exactamente 8 unidades con peso aproximado de 8.9 kg (19.58 lb.) para completar 1m² de construcción.

6. En la industria de la construcción no se tendía a plantearse el problema de los costos y los precios como verdaderos industriales. Porque la construcción tradicional no se fabrica para vender, se fabrica en un único ejemplar un producto que ya está vendido, en el cual el precio, sea cual fuere, ha sido aceptado y podrá variar de acuerdo a los requerimientos del cliente/propietario. Una producción industrial se concibe como un producto de venta. Y para ser comprado, es necesario que su precio de venta sea inferior o igual a la competencia. Es de esta manera que incluso el sistema industrializado Hormi2 está más bien planteado de la forma tradicional.
7. La tabla dinámica es una herramienta con la cual los estudiantes y profesionales dedicados a la construcción puedan tomar sus decisiones con una amplia visión de sus proyectos. Basado en los varios métodos constructivos aplicados en el Ecuador, se logra obtener una comparación más real de sus diferentes costos y tiempos.

9. RECOMENDACIONES

Por tema de usos y tiempos el sistema tradicional es el menos rentable para la construcción de una vivienda, pero es el que más se adapta a modificaciones futuras. Pero si se necesita hacer la construcción más rápida, el sistema de Hormi2 se adaptaría de una forma adecuada. Si nuestro propósito es construir en serie el más rentable es sin duda el sistema Forsa, por su rapidez constructiva y sus bajos costos de construcción.

Para la aplicación de estos sistemas industrializados es necesario que el constructor tenga presente el uso adecuado y la metodología constructiva necesaria para llevarla a cabo. En el caso de Forsa el mantenimiento de las formaletas es uno de los pasos más importantes para que esta pueda ser reutilizada las veces que el producto ofrece.

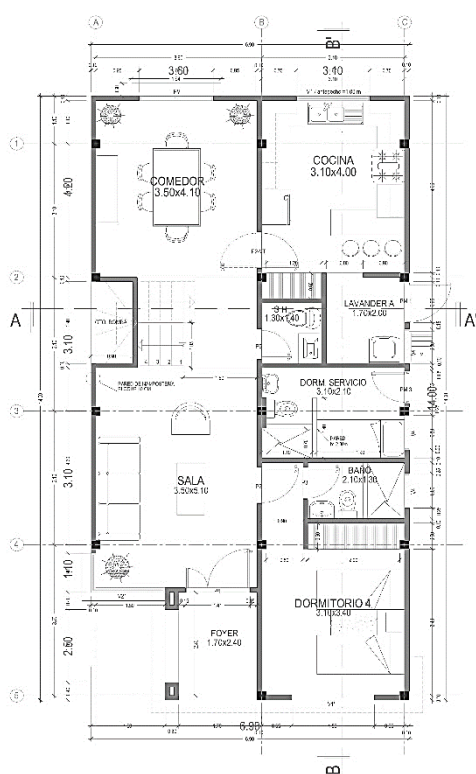
Se recomienda el uso de la tabla dinámica a estudiantes y profesionales dedicados a la construcción, como una manera estimada de tener precios aproximados en la construcción de sus proyectos, en este caso basados a las viviendas pero se lo pudiera aplicar a edificios, instituciones y demás. }

10. ANEXOS

Se detallaran a continuación los planos y presupuestos obtenidos en la investigación bibliográfica realizada en el mercado de la ciudad de Guayaquil.

10.1. Planos de la vivienda

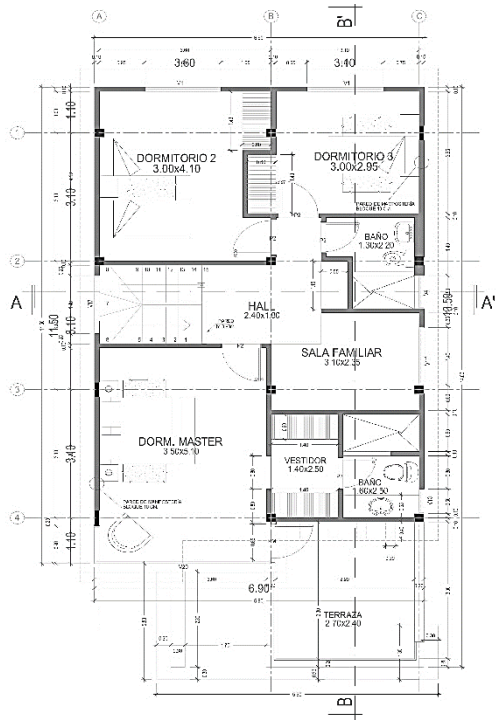
10.1.1. Sistema TRADICIONAL



PLANTA BAJA
AREA CONST: 92.60M²



Ilustración 66. Planta baja sistema TRADICIONAL

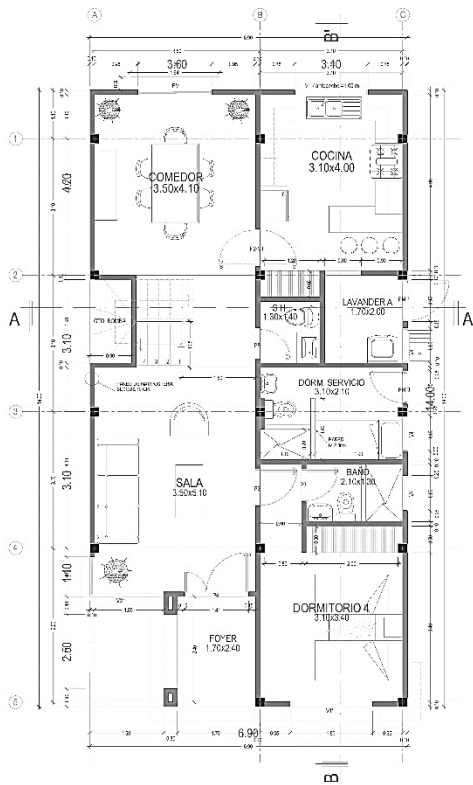


PLANTA ALTA
AREA CONST: 87.60M2



Ilustración 67. Planta Alta sistema TRADICIONAL

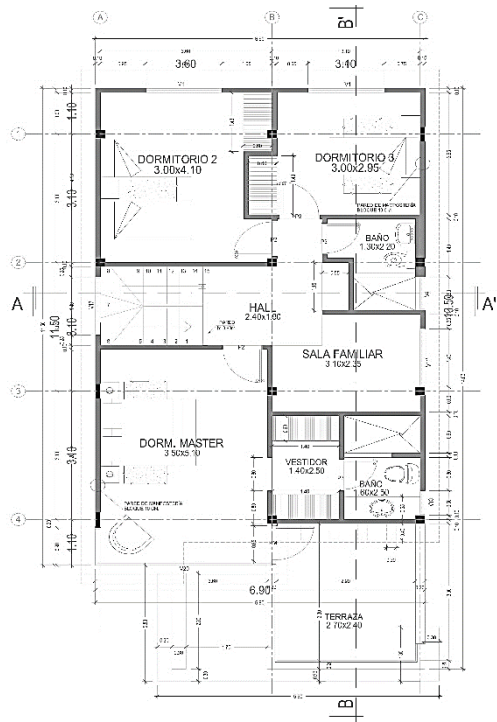
10.1.2. Sistema HORMI2



PLANTA BAJA
AREA CONST: 92.60M2



Ilustración 68. Planta Baja sistema HORMI2

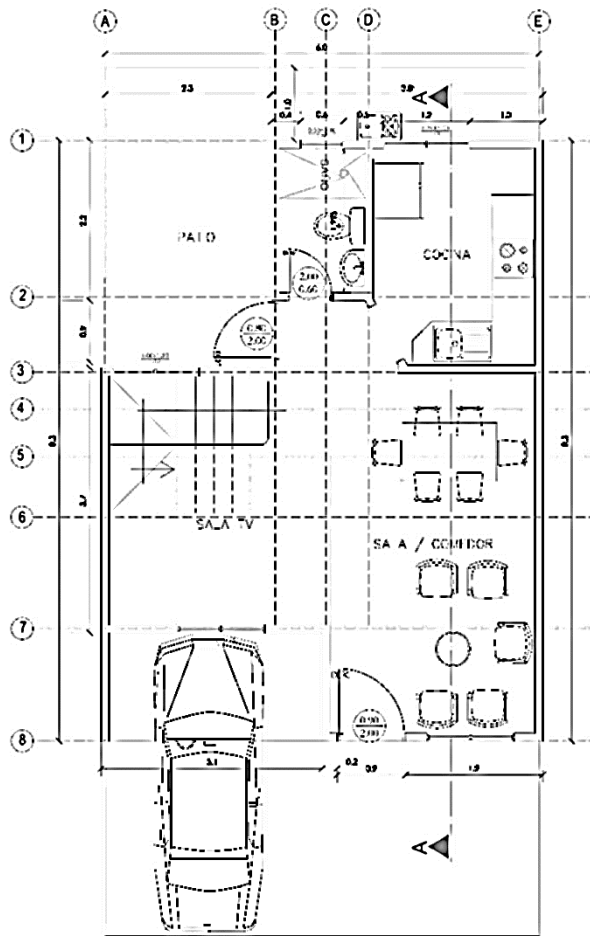


PLANTA ALTA
AREA CONST: 87.60M2



Ilustración 69. Planta Alta sistema HORMI2

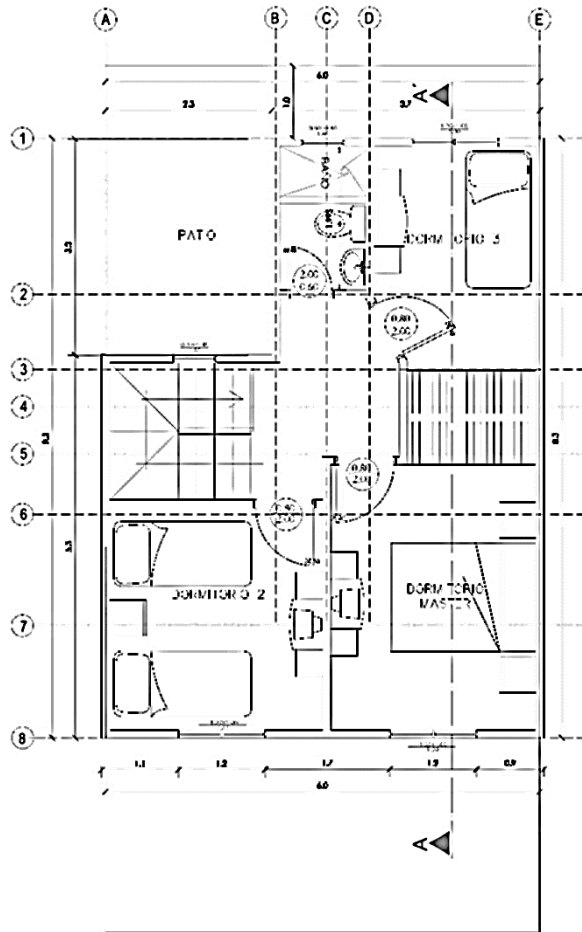
10.1.3. Sistema WALLTECH



PLANTA BAJA
 AREA CONST: 38.09M2



Ilustración 70. Planta Baja sistema WALLTECH



PLANTA ALTA
AREA CONST: 49.80M2

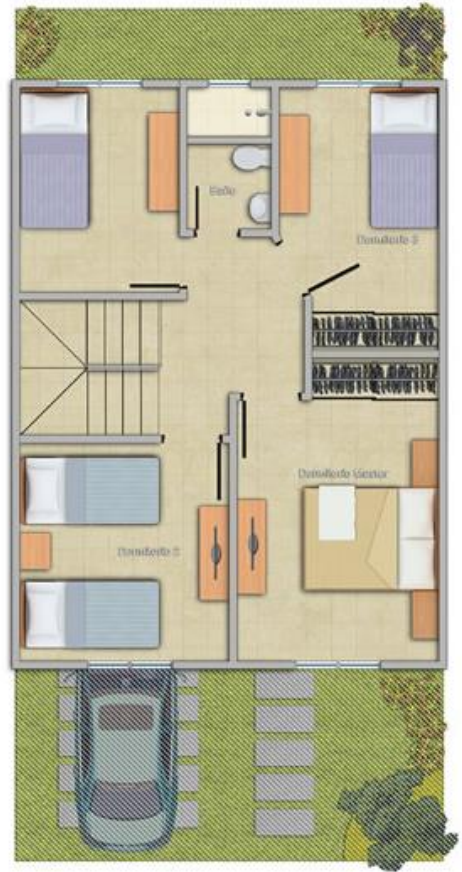
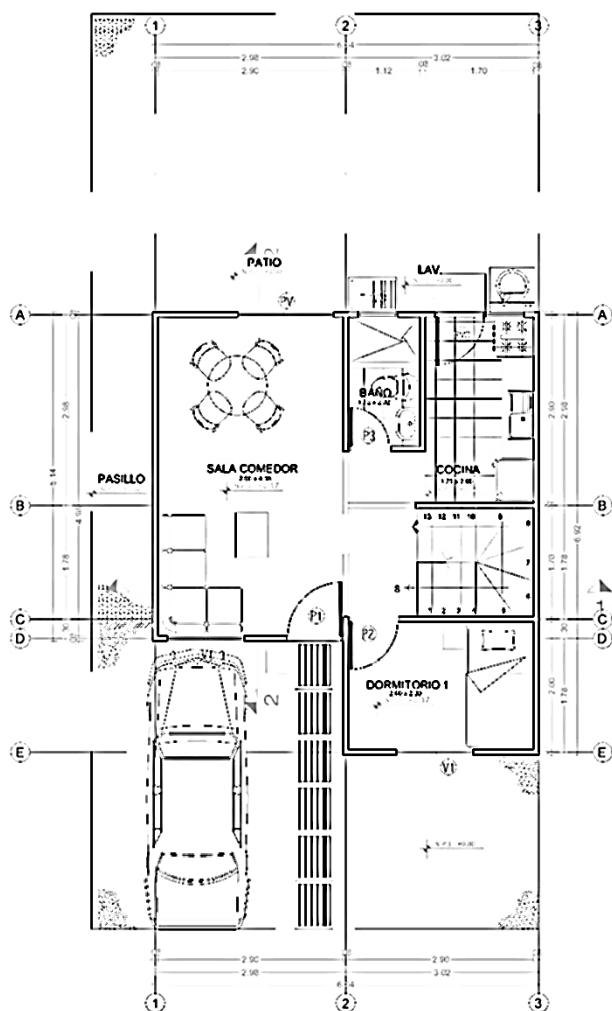


Ilustración 71. Planta Alta sistema WALLTECH

10.1.4. Sistema FORSA



PLANTA BAJA
AREA CONST: 36.49M2



Ilustración 60. Planta Baja sistema FORSA

10.2. Presupuestos

10.2.1. Sistema Tradicional

Presupuesto				
OBRA: VIVIENDA 4 DORMITORIOS		180.20	M2	
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P/UNIT	TOTAL
PRELIMINARES				\$ 74.43
TRAZADO Y REPLANTEO	114.50	M2	\$ 0.65	\$ 74.43
ESTRUCTURA				\$ 8,065.46
ARMADURA CIMENTACION	1.00	VILLA	\$ 480.16	\$ 480.16
ARMADURA VIGAS	1.00	VILLA	\$ 207.29	\$ 207.29
HORMIGON VIGAS DE CIMENT. + ZAPATA	4.96	M3	\$ 186.71	\$ 926.08
LOSA ARMADURA Y HORMIGON + ESCALERA	1.00	VILLA	\$ 3,957.81	\$ 3,957.81
PILARES ARMADURA P.A. ARIA H CC	1.00	VILLA	\$ 315.40	\$ 315.40
PILARES ARMADURA P.B. ARIA H CC	1.00	VILLA	\$ 566.63	\$ 566.63
PILARES HORMIGON CC 2P 20X20	27.00	UN	\$ 19.74	\$ 532.98
PILARES HORMIGON CC 2P CL3	3.00	UN	\$ 16.63	\$ 49.89
PILARES HORMIGON CC 2P VC201	1.00	UN	\$ 14.99	\$ 14.99
PILARETES CC	46.06	ML	\$ 11.75	\$ 541.21
VIGAS DE AMARRE HORMIGON CC	0.80	M3	\$ 479.72	\$ 383.78
ZARPAS ARMAD. Y HORMIGON CC	22.71	ML	\$ 3.93	\$ 89.25
ALBAÑILERIA				\$ 13,517.10
ALERO VILLAS CC	18.45	ML	\$ 15.57	\$ 287.27
CONTRAPISO 8CM. +++	121.23	M2	\$ 10.66	\$ 1,292.31
CONTRAPISO BAJO MESON E: 7CM VILLAS 2P	3.51	M2	\$ 11.18	\$ 39.24
DINTELES CC	36.70	ML	\$ 9.85	\$ 361.50
EMBLOCADO DE CUCHILLAS E=7 CM VILLAS 2P	16.70	M2	\$ 11.61	\$ 193.89
ENLUCIDO BAJO MESON	5.70	M2	\$ 5.18	\$ 29.53
ENLUCIDO DE BOQUETES DE PUERT.-VENT. CC	133.12	ML	\$ 3.37	\$ 448.61
ENLUCIDOS DE FILOS	192.07	ML	\$ 2.21	\$ 424.47
ENLUCIDO DE PISO (ANT)	161.47	M2	\$ 5.15	\$ 831.57
ENLUCIDO DE TUMBADO DE LOSA CC	71.46	M2	\$ 6.01	\$ 429.47
ENLUCIDO DE VIGAS DE LOSA	58.40	ML	\$ 5.14	\$ 300.18
ENLUCIDO EXTERIOR VILLAS 2PP (CC)	247.39	M2	\$ 6.50	\$ 1,608.04
ENLUCIDO INTERIOR CON ENLUMAX 40 KG	421.09	M2	\$ 5.96	\$ 2,509.70
GOTERO CC	19.40	ML	\$ 5.82	\$ 112.91
LOSETA HA EN VENTANA	21.20	ML	\$ 26.15	\$ 554.38
MESON DE HORMIGON ARMADO	5.70	M2	\$ 41.05	\$ 233.99
PARED DE BLOQUE ARCILLA E=10 CM CON PEGABLOK CC	36.91	M2	\$ 10.24	\$ 377.96

PARED DE BLOQUE ARCILLA P.A. E=7 CM CON PEGABLOK CC	125.50	M2	\$ 8.80	\$ 1,104.40
PARED DE BLOQUE ARCILLA P.B. E=7 CM CON PEGABLOK CC	139.49	M2	\$ 8.58	\$ 1,196.82
PAREDES E=20 CM	4.70	M2	\$ 14.23	\$ 66.88
PERICO 20 CC	7.06	ML	\$ 10.57	\$ 74.62
PILARES DE MAMPOSTERIA CC	7.40	ML	\$ 13.50	\$ 99.90
RAYAS EN FACHADA CC	27.80	ML	\$ 3.63	\$ 100.91
REMATE DE FILOS DE CUBIERTA CC	42.12	ML	\$ 5.37	\$ 226.18
TACOS CC	22.75	ML	\$ 8.85	\$ 201.34
TACOS 15X15 CC	22.60	ML	\$ 8.63	\$ 195.04
VIGUETA DE ANTEPECHO	21.60	ML	\$ 10.00	\$ 216.00
ESTRUCTURA METALICA				\$ 1,027.58
CUBIERTA EST. METALICA	1.00	VILLA	\$ 1,027.58	\$ 1,027.58
CUBIERTA Y TUMBADO				\$ 3,549.90
CUBIERTA TEJAS - ETERNIT	1.00	VILLA	\$ 2,139.18	\$ 2,139.18
MOLDURA DE YESO CC	32.00	ML	\$ 4.50	\$ 144.00
TUMBADO DE GYPSUM	87.00	M2	\$ 14.56	\$ 1,266.72
EXCAVACIONES				\$ 171.92
EXCAVACION A MANO	8.09	M3	\$ 10.61	\$ 85.83
RELLENO INTERIOR CON MATERIAL PRESTAMO CC	7.23	M3	\$ 10.32	\$ 74.61
RELLENO INTERIOR MAT. DEL LUGAR CC	2.18	M3	\$ 5.26	\$ 11.47
COSTO TRADICIONAL				\$ 26,406.39

Tabla 14. Presupuesto sistema TRADICIONAL

10.2.2. Sistema HORMI2

Presupuesto

OBRA: VIVIENDA 4 DORMITORIOS

180.20 M2

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P/UNIT	TOTAL
PRELIMINARES				\$ 74.43
TRAZADO Y REPLANTEO	114.50	M2	\$ 0.65	\$ 74.43
EXCAVACIONES				\$ 171.92
EXCAVACION A MANO	8.09	M3	\$ 10.61	\$ 85.83
RELLENO INTERIOR CON MATERIAL PRESTAMO CC	7.23	M3	\$ 10.32	\$ 74.61
RELLENO INTERIOR MAT. DEL LUGAR CC	2.18	M3	\$ 5.26	\$ 11.47
ESTRUCTURA				\$ 2,945.09
ARMADURA CIMENTACION	1.00	VILLA	\$ 480.16	\$ 480.16
ARMADURA VIGAS	1.00	VILLA	\$ 207.29	\$ 207.29
HORMIGON VIGAS DE CIMENT. + ZAPATA	4.96	M3	\$ 186.71	\$ 926.08
CONTRAPISO 8CM. +++	121.23	M2	\$ 10.66	\$ 1,292.31
CONTRAPISO BAJO MESON E: 7CM VILLAS 2P	3.51	M2	\$ 11.18	\$ 39.24
PAREDES				\$ 9,764.63
TIMBRADO DE PAREDES PARA CHICOTEADO	132.72	M3	\$ 2.42	\$ 321.19
ACERO PARA CHICOTEADO	162.06	KG	\$ 2.38	\$ 385.69
CORTE Y CONFORMACION DE PAREDES	418.08	M2	\$ 1.00	\$ 418.08
MONTAJE DE PAREDES	398.17	M2	\$ 2.15	\$ 856.07
APUNTALAMIENTO DE PAREDES	398.17	M2	\$ 1.80	\$ 716.71
MORTERO FC 210KG/CM2	23.89	M3	\$ 113.00	\$ 2,699.59
PROYECCION NEUMATICA MORTERO PAREDES	796.34	M2	\$ 4.73	\$ 3,766.69
ENJAMBADO DE FILOS DE PUERTAS Y VENTANAS	128.6	ML	\$ 3.37	\$ 433.38
CURADO DE PAREDES	796.34	M2	\$ 0.21	\$ 167.23
LOSAS ENTREPISO Y/O CUBIERTA				\$ 4,360.10
CORTE Y CONFORMACION DE LOSAS	185.2	M2	\$ 0.88	\$ 162.98
MONTAJE DE PANELES EN LOSAS	179.81	M2	\$ 1.26	\$ 226.02
APUNTALAMIENTO DE LOSAS	179.81	M2	\$ 3.03	\$ 544.82
ENCOFRADO LATERAL LOSA H<25CM	37.5	M2	\$ 1.76	\$ 66.04
HORMIGON FC 210KG/CM2	8.99	M3	\$ 130.00	\$ 1,168.77
MORTERO FC 210KG/CM2	5.39	M3	\$ 113.00	\$ 609.56
PROYECCION NEUMATICA MORTERO LOSAS	179.81	M2	\$ 4.97	\$ 893.66
CURADO DE LOSAS	179.81	M2	\$ 0.21	\$ 37.76
GRADAS				\$ 262.61
CORTE, MONTAJE, FUNDICION Y PROYECCION DE GRADAS	4.52	M2	\$ 58.10	\$ 262.61

MATERIALES				\$ 11,321.17
MALLA ANGULAR MRA 15X15 MM	298	UN	\$ 1.19	\$ 354.62
MALLA ANGULAR MRA 15X30 MM	55	UN	\$ 1.51	\$ 83.05
MALLA PLANA DE REFUERZO MRP23 (ESQUINAS DE VANOS)	88	UN	\$ 1.16	\$ 102.08
MALLA PLANA DE REFUERZO MRP23	137	UN	\$ 1.16	\$ 158.92
MALLA TIPO MRU	261	UN	\$ 1.51	\$ 394.11
PANEL PSE 60	418.08	M2	\$ 14.66	\$ 6,129.03
PANEL PS2R 120	85.57	M2	\$ 24.20	\$ 2,070.85
PANEL PSR 100	99.63	M2	\$ 20.36	\$ 2,028.51
COSTO HORMI 2				\$ 28,899.94

Tabla 15. Presupuesto sistema HORMI2

10.2.3. Sistema WALLTECH

Presupuesto

OBRA: VIVIENDA 4 DORMITORIOS

87.89 M2

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P/UNIT	TOTAL
GRUPO 1				\$ 1,004.56
LIMPIEZA DE TERRENO	72.00	M2	\$ 0.36	\$ 25.92
TRAZADO Y REPLANTEO	38.09	M2	\$ 0.50	\$ 19.05
EXCAVACION A MANO	0.90	M3	\$ 9.93	\$ 8.94
RECONFORMACION DE PLATAFORMA	72.00	M2	\$ 0.70	\$ 50.40
RECONFORMACION FRONTAL DE TERRENO	16.20	M2	\$ 3.49	\$ 56.54
SUMINISTRO E INSTALACION DE MALLA ELECTROSOLDADA 5/15X15CM	15.19	M2	\$ 4.56	\$ 69.27
HORMIGON SIMPLE PARA CIMENTACION F' C=210KG/CM2	0.79	M3	\$ 104.11	\$ 82.25
ENCOFRADO PERIMETRAL METALICO PARA CIMENTACION H=15CM	20.30	ML	\$ 0.72	\$ 14.62
CONTRAPISO DE HORMIGON SIMPLE F' C=210KG/CM2 H=8CM	38.09	M2	\$ 8.23	\$ 313.48
TOMA Y ROTURA DE CILINDROS / HORMIGON	1.00	UN	\$ 7.50	\$ 7.50
MURO CICLOPEO POR DESNIVEL	1.98	M2	\$ 14.60	\$ 28.97
PALETEADO O BARRIDO DE PISO	38.09	M2	\$ 0.24	\$ 9.14
CERRAMIENTO O BARRIDO DE PISO	7.00	ML	\$ 45.50	\$ 318.50
GRUPO 2				\$ 77.22
INSTALACION DE MUROS A BASE DE PANEL WALLTECH PB	99.00	M2	\$ 0.78	\$ 77.22
GRUPO 3				\$ 2,428.34
APLICACIÓN 1RA. CAPA DE ENLUCIDO DE PANELES E=1CM	173.09	M2	\$ 2.29	\$ 396.38
APLICACIÓN 2DA. CAPA DE ENLUCIDO DE PANELES E=1.50CM	173.09	M2	\$ 3.32	\$ 574.66
ENLUCIDOS TUMBADO PLANTA ALTA	43.41	M2	\$ 6.54	\$ 283.90
ENLUCIDOS DE ESCALERA PB	15.00	ML	\$ 65.81	\$ 987.15
CUADRADA DE BOQUETE	34.95	ML	\$ 1.46	\$ 51.03
ENLUCIDO DE FILO	90.00	ML	\$ 0.57	\$ 51.30
ANDAMIOS DE CAÑA PARA FACHADA	36.38	M2	\$ 0.83	\$ 30.20
JUNTAS DE CONSTRUCCION E=2.5CM (POLIESTILENO EXPANDIDO)	8.00	ML	\$ 1.77	\$ 14.16
REMATE INFERIOR PERIMETRAL DE FACHADA H=20CM	30.40	ML	\$ 0.88	\$ 26.75
CANALES ENLUCIDOS FACHADA	5.60	ML	\$ 2.29	\$ 12.82
GRUPO 1A				\$ 2,636.93
SUMINISTRO E INSTALACION DE MALLA ELECTROSOLDADA 5/15X15CM	67.74	M2	\$ 4.56	\$ 308.89
VIGA V1 - HORMIGON ARMADO DE LOSA DE PISO	1.33	M3	\$ 296.11	\$ 393.83
VIGA VE - HORMIGON ARMADO DE ESCALERA F' C=210KG/CM2	0.16	M3	\$ 295.12	\$ 47.22
LOSA TIPO FERT	46.10	M2	\$ 33.34	\$ 1,536.97
ESCALERA DE HORMIGON ARMADO F' C=210KG/CM2	0.95	M3	\$ 349.35	\$ 331.88
ENCOFRADO PERIMETRAL METALICO PARA LOSA H=20CM	14.77	ML	\$ 0.72	\$ 10.63
TOMA Y ROTURA DE CILINDROS/HORMIGON	1.00	UN	\$ 7.50	\$ 7.50

GRUPO 2A				\$ 927.23	
INSTALACION DE MUROS A BASE DE PANEL WALLTECH PA	110.55	M2	\$ 0.78	\$ 86.23	
CUBIERTA DE ETERNIT	58.00	M2	\$ 14.50	\$ 841.00	
GRUPO 3A				\$ 1,314.09	
APLICACIÓN 1RA. CAPA DE ENLUCIDO DE PANELES E=1XM	192.25	M2	\$ 2.29	\$ 440.25	
APLICACIÓN 2DA. CAPA DE ENLUCIDO DE PANELES E= 1.5CM	192.25	M2	\$ 3.32	\$ 638.27	
CUADRADA DE BOQUETE	39.40	ML	\$ 1.46	\$ 57.52	
ENLUCIDO DE FILO	90.00	ML	\$ 0.57	\$ 51.30	
ANDAMIOS DE CAÑA PARA FACHADA	36.38	M2	\$ 0.83	\$ 30.20	
JUNTAS DE CONSTRUCCION E=2.5CM (POLIESTILENO EXPANDIDO)	4.00	ML	\$ 1.77	\$ 7.08	
CANALES ENLUCIDOS FACHADA	14.40	ML	\$ 2.29	\$ 32.98	
AMURADO DE CUBIERTA	48.85	ML	\$ 0.20	\$ 9.77	
RESPIRADERO PARA TUMBADO	4.00	UN	\$ 11.68	\$ 46.72	
SIN GRUPO				\$ 3,882.96	
SUMINISTRO DE MUROS A BASE DE PANEL WALLTECH	209.55	M2	\$ 18.53	\$ 3,882.96	
COSTO WALLTECH				\$ 12,271.33	

Tabla 16. Presupuesto sistema WALLTECH

10.2.4. Sistema FORSA

Presupuesto				
OBRA: VIVIENDA 4 DORMITORIOS		72.98 M2		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P/UNIT	TOTAL
PRELIMINARES				\$ 23.76
TRAZADO Y REPLANTEO	36.49	M2	\$ 0.65	\$ 23.76
ESTRUCTURA				\$ 5,918.04
ARMADURA VIGAS CIMENTAC. PALACIO 4 (VR)	1.00	VILLA	\$ 321.09	\$ 321.09
ESCALERA DE HORMIGON ARMADO (VR)	1.00	VILLA	\$ 374.29	\$ 374.29
ESTRUCTURA LOSA E= 10CM SISTEMA FORSA	34.71	M2	\$ 31.84	\$ 1,105.09
ESTRUCTURA PAREDES SISTEMA FORSA	161.88	M2	\$ 22.61	\$ 3,660.23
HORMIGON VIGAS DE CIMENTACION (VR)	2.60	M3	\$ 175.90	\$ 457.34
ALBAÑILERIA				\$ 542.71
CONTRAPISO E= 6CM VR	23.32	M2	\$ 10.56	\$ 246.28
IMPERMEABILIZANTE DE LOSA SISTEMA FORSA (VR)	0.60	M2	\$ 5.60	\$ 3.36
MESON DE HORMIGON ARMADO	0.75	M2	\$ 41.05	\$ 30.79
REMATE FILOS DE CUBIERTA (VR)	26.38	ML	\$ 1.32	\$ 34.84
RESANE DE CONTRAPISO VR	64.88	M2	\$ 0.82	\$ 53.29
RESANE DE PAREDES (SISTEMA FORSA)	210.11	M2	\$ 0.83	\$ 174.15
ESTRUCTURA METALICA				\$ 213.85
ESTRUCTURA METALICA CUBIERTA PALACIO 4 (VR)	1.00	VILLA	\$ 213.85	\$ 213.85
CUBIERTA Y TUMBADO				\$ 310.98
CUBIERTA PLACA ETERNIT PALACIO 4 (VR)	1.00	VILLA	\$ 310.98	\$ 310.98
EXCAVACIONES				\$ 15.15
RELLENO INTERIOR COMPACTADO (L J)	1.60	M3	\$ 9.47	\$ 15.15
ALBAÑILERIA				\$ 199.28
ENLUCIDO EN LOSA VR	33.99	M2	\$ 4.37	\$ 148.70
LAVARROPA PEQUEÑO VR	1.00	UN	\$ 37.57	\$ 37.57
MURO TINETA BAÑOS VR	3.94	ML	\$ 3.30	\$ 13.01
COSTO HORMI 2				\$ 7,223.77

Tabla 17. Presupuesto sistema FORSA

11. BIBLIOGRAFIA

- Aguiló, M. (1974). *Prefabricación: Teoría y Práctica*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados.
- ansaprefabricados. (2011). *Losas prefabricados (sistema de vigueta pretensada y bovedilla)*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=wmNKVdtWGdA>
- Argudo, J. (1999). *RADIUS-VOLUMEN-III-ESTUDIO VULNERABILIDAD EN LAS EDIFICACIONES*. GUAYAQUIL.
- Bozzo, L. M., & Barbat, A. H. (1999). *Diseño sismorresistente de edificios*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- Cadena, F., Ramos, M., Pazmiño, M., & Mendoza, O. (2010). Los Determinantes de la Demanda de Vivienda en las ciudades de Guayaquil, Quito y Cuenca: Un Análisis Multinomial. *Tesis (Facultad de Economía y Negocios)*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).
- Camacho Dillon, F., Fraga Ramos, E., & Gavilánes, M. (2012). *www.ecuadorencifras.com*. (C. S. Públicas, Ed.)
- CAMICON. (2014). <http://www.camicon.ec/>. Recuperado el 2014, de http://www.camicon.ec/descargas_camicon/EVOLUCION_DEL%20_MERCADO_DE%20_VIVIENDA_EN_EL%20ECUADOR.pdf
- Casanovas, E. B. (2006). *La estructura de los edificios*. San Vicente, España: Editorial Club Universitario.
- Chacon, Y. (1995). *Premio Nacional de Arquitectura*. Venezuela: Colección Premios Nacionales. Serie Arquitectura.
- Chemillier, P. (1980). *Industrialización de la Construcción*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados S.A.
- Compte Guerreo, F. (2007). *Arquitectos de Guayaquil*. Guayaquil - Ecuador: Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- DRAE. (2001). *Sistema*. Madrid.
- Escrig Pérez, C. (2010). *Evolución de los Sistemas de Construcción Industrializados a Base de Elementos Prefabricados de Hormigón*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/8398/1/Evoluci%C3%B3n%20de%20los%20sistemas%20de%20construcci%C3%B3n%20industrializados%20a%20base%20de%20elementos%20prefabricados%20de%20hormig%C3%B3n.pdf>

- Esquiroz, J. H.-O. (2003). *Casa Ecuatoriana*. Quito - Ecuador: Empresa de Desarrollo del Centro Histórico de Quito.
- FORSA S.A. (2012). Obtenido de <http://www.forsa.com.co/forsa-alum/encofrados-aluminio.html>
- Gardinetti, M. (Agosto de 2012). *Le Corbusier casas Citrohan*. Obtenido de Tecne: <http://tecne.com/arquitectura/le-corbusier-casas-citrohan/>
- Gómez Jáuregui, V. (2009). *Habidite: Viviendas Modulares Industrializadas*. Obtenido de http://www.researchgate.net/profile/Valentin_Gomez-Jauregui/publication/26597378_Habidite_viviendas_modulares_industrializadas/links/09e41507e4a07b29ad000000.pdf.
- H, C. L. (1973). *La prefabricación y la vivienda en México*. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Arquitectónicas.
- HORMI2 | *La nueva generacion del hormigón armado*. (2013). Recuperado el 12 de Septiembre de 2013, de <http://hormi2.com/>
- HORMI2. (2013). *HORMI2 | La nueva generacion del hormigón armado*. Obtenido de <http://hormi2.com/ventajas/>
- HORMI2. (2013). *HORMI2 | Lanueva generacion del hormigón armado*. Obtenido de <http://hormi2.com/tipos-de-panel/>
- HORMI2. (2013). *Hormi2 LA NUEVA GENERACION DEL HORMIGON ARMADO*. Obtenido de <http://hormi2.com/preguntas-frecuentes/>
- HORMI2. (2013). *Manual Práctico del Constructor*. Recuperado el 2014, de www.hormi2.com
- Hoyos, M. (23 de Julio de 2010). El Palacio de Cristal de Guayaquil . (G. Noticias, Entrevistador)
<http://www.scribd.com/doc/50129773/SISTEMA-TRADICIONAL-APORTICADO#scribd>.
- (2011). Recuperado el 2015, de <http://www.scribd.com/doc/50129773/SISTEMA-TRADICIONAL-APORTICADO#scribd>
- INEC. (2010). *Censo de Poblacion y Vivienda*. Ecuador.
- Mapreco C. LTDA. (2015). *FERT Ecuador*. Obtenido de <http://maprecofert.com/productos.php>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (marzo de 2014). *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*. Recuperado el 2015, de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/vivienda->

social-en-arrendamiento-una-nueva-propuesta-para-combatir-el-deficit-habitacional-en-ecuador/

Páez, A. (1986). *Hormigón Armado*. Reverté S.A.

Potter, E. (8 abril 1890). *Portable or Sectional Building*. U.S. Patent No. 425.250 .

Solís, I. W. (Junio de 2014). *Superar el déficit habitacional hasta el año 2025 es la meta* , págs. <http://www.metroecuador.com.ec/5718-superar-el-deficit-habitacional-hasta-el-ano-2025-es-la-meta.html>.

Urbanización Ciudad Celeste. (2014). *Especificaciones Técnicas para la construcción de viviendas*. Guayaquil.

WALLTECH Tecnología en Construcción. (2013). *Manual técnico WALLTECH*. Guayaquil, Ecuador.

Wikipedia. (s.f.). *Losa de cimentación*. Recuperado el 2014, de

http://es.wikipedia.org/wiki/Losa_de_cimentaci%C3%B3n

Wikipedia® . (s.f.). *Wikipedia La enciclopedia libre*. Obtenido de

<http://es.wikipedia.org/wiki/Cimentaci%C3%B3n>

Zambrano, R. (2009). *ISSUU- Comparativo Sistemas Constructivos vs. FORSA*. Obtenido de

http://issuu.com/ricardozambrano/docs/comparativo_sistemas_constructivos_forsa_1