



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DISEÑO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR UTILIZANDO ELEMENTOS PREFABRICADOS DE FERROCEMENTO CON OPCION DE AMPLIACION

Monografía previa a la
obtención del título de
Ingeniero civil

Autores:

Pablo Esteban Cevallos Cevallos.

Damián Marcelo Ochoa Rodríguez.

Director:

Prof. Ing. Diego Tinoco Chacón.

Cuenca – Julio 2011



Resumen

El presente proyecto abarca lo referente a la solución habitacional de una vivienda unifamiliar, mediante la utilización de una tecnología adecuada a nuestro medio, empleando elementos prefabricados de ferrocemento.

En el trabajo constan varios de aspectos desde las bases teóricas del ferrocemento como material de construcción, análisis sísmico, cimentaciones. Se ha realizado el diseño de cada uno de los elementos constituyentes de la vivienda tales como, elementos de pared, entrepiso y cubierta todos estos diseñados con paneles prefabricados de ferrocemento, y se han establecido recomendaciones de curado y aspectos constructivos.

Además se cuenta con el diseño para una posible ampliación de la vivienda a 2 plantas, con los mismos elementos prefabricados, esta ampliación presenta sus respectivos planos y análisis.

Para el diseño estructural ha sido considerada la acción sísmica, y cargas servicio usuales en nuestro medio. Este proyecto consta en su parte final como anexo los planos arquitectónicos, estructurales, de detalles constructivos, instalaciones eléctricas, e hidro-sanitarios.



INDICE

RESUMEN.....	2
INDICE	3
INDICE DE TABLAS.....	5
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	6
CAPITULO I INTRODUCCION.....	7
CAPITULO II OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
CAPITULO III BASES TEORICAS	10
3.1 DEFINICIÓN DE FERROCEMENTO	10
3.2 MATERIALES COMPONENTES.....	10
3.2.1 Mortero.....	10
3.2.1.1 Materiales componentes de la matriz.....	11
3.2.1.1.1 Cemento.....	11
3.2.1.1.2 Áridos	11
3.2.1.1.3 Agua	12
3.2.2 Refuerzo.....	13
3.2.2.1 Tela de malla soldada	13
3.3 COMPARACIÓN CON EL HORMIGÓN ARMADO.....	14
3.3.1 Propiedades físicas	14
3.3.2 Propiedades mecánicas	14
3.3.3 Constructivos.....	14
3.4 VENTAJAS DEL FERROCEMENTO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.....	15
3.5 PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS	16
3.5.1 Comportamiento a compresión.....	16
3.5.2 Comportamiento a flexión.....	16
3.5.3 Resistencia al impacto.....	17
3.5.4 Resistencia al fuego.....	18
3.5.5 Durabilidad y corrosión.....	18
3.6 CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS DE FERROCEMENTO.....	18
3.6.1 Estructuras de ferrocemento	18
3.6.1.1 Losa Nervada (tipo Canal).....	19
3.7 MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN	19
3.7.1 Construcción por métodos industrializados.....	19
3.7.1.1 Estructuras espaciales de geometría lineal	19
3.7.2 Curado.....	20
3.8 EL FERROCEMENTO ANTE LAS ACCIONES SÍSMICAS	20
3.8.1 Ventajas	22
3.8.2 Desventajas	23
3.9 CIMENTACIÓN	24
3.10 CONEXIONES ATORNILLADAS.....	25
3.11 GANCHO ESTÁNDAR	27



CAPITULO IV DISEÑO	30
4.1 CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO	30
4.1.1 Dimensionamiento	30
4.1.1.1 Acabados.....	31
4.1.2 Criterios de Ampliación	32
4.1.3 Cargas de diseño	34
4.1.4 Detalles constructivos	34
CAPITULO V CALCULOS	38
5.1 CÁLCULOS PRELIMINARES	38
5.1.1 Calculo del peso de Vivienda	38
5.1.1.1 Calculo de peso de panel de ferrocemento.....	38
5.1.2 Calculo de carga lateral por sismo	40
5.2 CIMENTACIÓN	40
5.3 CÁLCULOS Y DISEÑO PARA ELEMENTOS DE FERROCEMENTO SOMETIDOS A FLEXIÓN	41
5.3.1 Método de Calculo	41
5.4 DISEÑO DE PANELES DE PARED	43
5.5 DISEÑO DE PANELES DE CUBIERTA	44
5.6 DISEÑO DE PANELES DE ENTREPISO	45
5.7 DISEÑO DE PANELES POR CARGAS LATERALES	47
5.8 DISEÑO DE PANELES DE HUELLA DE ESCALERA	47
5.9 DISEÑO DE CONEXIONES EMPERNADAS	49
CAPITULO VI CONSTRUCCION	50
6.1 PREFABRICACIÓN DE PANELES	50
6.2 DESBROCE	51
6.3 EXCAVACIÓN	51
6.4 CIMENTACIÓN	51
6.5 CADENA SUPERIOR	52
6.6 COLOCACIÓN DE PANELES DE CUBIERTA	53
6.7 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN	54
6.8 RECOMENDACIONES ADICIONALES	54
CAPITULO VII AMPLIACION DEL DISEÑO	55
7.1 DESMONTAJE DE CUBIERTA	55
7.2 COLOCACIÓN DE PANELES DE ENTREPISO	55
7.3 COLOCACIÓN DE PANELES DE PARED	55
7.4 CADENA SUPERIOR	55
7.5 CUBIERTA	55
7.6 ESCALERAS	56
CAPITULO VIII CONCLUSIONES	57
CAPITULO IX BIBLIOGRAFIA	58
ANEXOS	59



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones granulométricas de áridos finos para el ferrocemento ...	12
Tabla 2 Parámetros del refuerzo	15
Tabla 3 Composición de la matriz y propiedades del compuesto	16
Tabla 4 Cálculo del peso del panel por metro (panel de 50 cm de ancho).....	39
Tabla 5 Cálculo del peso de panel por metro (panel de 30 cm de ancho).....	39
Tabla 6 Peso total de elementos de ferrocemento.....	39
Tabla 7 Peso de cadenas de hormigón armado.....	40
Tabla 8 Peso total de la vivienda	40
Tabla 9 Peso aproximado del segundo piso	40
Tabla 10 Cálculo de la carga sísmica.....	40
Tabla 11 Esfuerzo de compresión debido al Peso de la estructura	41
Tabla 12 Propiedades del refuerzo a ser utilizado	43
Tabla 13 Análisis a compresión de los paneles de pared.....	43
Tabla 14 Cargas de diseño para el panel de cubierta	44
Tabla 15 Características del panel de cubierta.....	44
Tabla 16 Análisis en el empotramiento	44
Tabla 17 Análisis en el centro de la luz.....	45
Tabla 18 Comprobación de la sección cubierta.....	45
Tabla 19 Cargas de diseño para el panel de entrepiso.....	45
Tabla 20 Características del panel de entrepiso	45
Tabla 21 Análisis en el empotramiento entrepiso.....	46
Tabla 22 Análisis en el centro de la luz entrepiso	46
Tabla 23 Comprobación de la sección entrepiso	46
Tabla 24 Cálculo de paneles de pared como muros de carga bajo la acción de cargas laterales.....	47
Tabla 25 Cálculo del esfuerzo de corte actuante en cada muro de carga (panel de pared).....	47
Tabla 26 Cargas de diseño para el panel de escalera	48
Tabla 27 Características del panel de escalera.....	48
Tabla 28 Análisis en el empotramiento escalera	48
Tabla 29 Análisis en el centro de la luz escalera	48
Tabla 30 Comprobación de la sección escalera.....	49
Tabla 31 Calculo de conexiones empernadas.....	49



INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Comportamiento a flexión de elementos de ferrocemento.....	17
Ilustración 2 Perfil Tipo C	19
Ilustración 3 Mapa de riesgo sísmico del Ecuador.....	21
Ilustración 4 Tabla J3.4 del AISC.....	26
Ilustración 5 Tabla J3.3 del AISC.....	27
Ilustración 6 Tensión mínima permisible para la instalación de tornillos AISC	28
Ilustración 7 Planta Vivienda Tipo - Miduvi.....	30
Ilustración 8 Vivienda MIDUVI.....	31
Ilustración 9 Vista Preliminar Frontal.....	31
Ilustración 10 Vista Preliminar Lateral.....	32
Ilustración 11 Fachada Frontal luego de ampliación	33
Ilustración 12 Fachada Lateral derecha luego de ampliación	33
Ilustración 13 Vista Posterior luego de ampliación.....	33
Ilustración 14 Detalle de cimentación.....	34
Ilustración 15 Unión Cadena Cimentación	36
Ilustración 16 Unión Pared – Entrepiso – Cadena	36
Ilustración 17 Detalle de Unión Cubierta - Pared	37
Ilustración 18 Detalle de cumbre de cubierta	37
Ilustración 19 Sección de panel de ferrocemento	38
Ilustración 20 Diagrama Rectangular de Tensiones	42
Ilustración 21 Formulación Para longitud de la sección transversal que trabaja a compresión en (m).....	42
Ilustración 22 Tubos Verticales PVC.....	52
Ilustración 23 Detalle de pernos de unión	53
Ilustración 24 Unión Cumbre Cubierta - Panel	54
Ilustración 25 Escalera de Ferrocemento	56
Ilustración 26 Base de Escalera.....	56



CAPITULO I INTRODUCCION

La solución de habitacional es un objetivo propio de cada uno de los gobiernos de turno presentes de manera local, seccional o nacional en toda Latinoamérica ya sea para como medio de ayuda para los sectores de pocos recursos económicos brindándoles un hogar digno para ayudar a sus superación o como una solución emergente para la reconstrucción de viviendas en sectores afectados por desastres naturales importantes que obligan a la salida de grupos de personas de sus hogares debido a la peligrosidad del suceso o por la destrucción total de sus viviendas.

Este proyecto esta direccionado a dar una solución real a esta situación siendo factible para nuestro medio, con viviendas mixtas de hormigón y ferrocemento diseñadas de manera técnica asegurando su desempeño ante los factores ambientales a los que estará sometida durante su periodo de vida.

También se debe considerar que la construcción de estas viviendas se dará en periodos muy cortos maximizando el rendimiento en el caso de la construcción de grupos de casas o en el caso de una vivienda aislada ahorrando costos en mano de obra.

El déficit de vivienda en el país es una problemática discutida y en busca de solución, problema que se presenta de mayor manera en las ciudades más densamente pobladas del país dando lugar al hacinamiento producido en algunos sectores donde la población se reparte de manera desordenada y sin servicios básicos. Sin embargo el problema también es importante en el resto del territorio nacional donde existen ciudades con altos márgenes de pobreza en busca de una solución para la vivienda de estos grupos.

Vale recalcar que organismos como el MIDUVI presentan una solución con casas construidas con elementos de hormigón armado y mampostería de bloque lo que se plante en este proyecto es una solución alternativa con tiempos de ejecución menores que pueden traducirse en ahorro en mano de obra y una producción más acelerada al usarse mayormente elementos prefabricados.

Es también importante el hecho de que muchas de las viviendas económicas edificadas actualmente se realizan sin ningún criterio técnico poniendo en riesgo a quienes habitan en ellas ya que son construidas en base del conocimiento empírico de quienes dirigen su construcción muchas veces siendo la misma comunidad o la familia la que construye su vivienda sin prever los riesgos que se pueden presentar.

Se pudo observar recientemente en último sismo sucedido en Haití donde las viviendas edificadas únicamente en mampostería significaron grandes pérdidas



económicas dejando a miles de personas sin un lugar donde vivir convirtiéndose en un problema social de grandes proporciones, además del desastre que significaron las vidas perdidas debido a la diversas fallencias constructivas presentes en edificaciones construidas por gestión de propietarios y por organismos gubernamentales.

En base a lo anteriormente expresado no se puede olvidar que el país se encuentra ubicado geográficamente sobre el cinturón de fuego lo que representa en una región altamente sísmica donde es seguro que se presentara este fenómeno y no se quiere que se repitan las malas experiencias sucedidas en países como Haití.

En el caso de viviendas de ferrocemento estas han presentado un excelente desempeño ante eventos sísmicos en países como Nicaragua y recientemente en Chile sirviendo como una buena referencia de su comportamiento antisísmico.

Como solución a los problemas citados en este proyecto se propone la construcción de viviendas con elementos prefabricados de ferrocemento los que pueden ser producidos en serie, de manera industrial asegurando la calidad de los mismos, viviendas que sigan un diseño estándar que cumpla con requerimientos técnicos, siendo ventajosos por su velocidad de construcción y su facilidad de construcción pues no requiere mano de obra especializada.

Además de que se pueden realizar diseños de diversos tipos para ajustarse a la economía de construcción que se requiere usando el mismo tipo de paneles prefabricados. También se pueden realizar diseños económicos estándar con la opción a una ampliación de manera fácil y económica dando la libertad a sus propietarios a realizar cambios posteriores siendo ese el objetivo de diseño a presentarse en este proyecto.

La construcción de viviendas con elementos prefabricados es un campo poco explotado en el país, sin embargo constituye una técnica económica y de gran utilidad en la construcción de viviendas de forma masiva.



CAPITULO II OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Como objetivo general de este proyecto se ha planteado el diseño de una vivienda unifamiliar de una planta de 36m² con 2 dormitorios, baño, cocina y área social construida con elementos prefabricados de ferrocemento, vigas de hormigón armado, y una cimentación mixta. Esta vivienda básica debe tener la posibilidad de ampliarse posteriormente por gestión del propietario. Ganando una área de construcción igual en el segundo nivel con un acceso de escaleras exteriores ubicados en su parte posterior.

2.2 Objetivos Específicos

- El diseño de una vivienda con una distribución adecuada de los espacios y su posibilidad de ampliación
- El diseño de la cimentación.
- El análisis de las cargas provocadas por servicio y lluvia en la vivienda.
- El análisis sísmico y determinación de cargas por sismo
- El diseño de los paneles de ferrocemento a usarse en la vivienda los que por conveniencia deberán ser prefabricados para su uso.
- Explicación de método de prefabricación de paneles de ferrocemento
- Propuesta de la solución constructiva
- Presentación de planos de vivienda
- Diseño de escaleras exteriores
- Presentación de posible ampliación del plano base con planos



CAPITULO III BASES TEORICAS

3.1 Definición de ferrocemento

El ferrocemento es un material de construcción compuesto, de poco espesor, flexible, que está constituido por un gran número de mallas de alambre de acero de pequeño diámetro que se encuentran distribuidas uniformemente a través de la sección transversal. El mortero utilizado es muy rico en cemento, lográndose así un comportamiento que se puede considerar como elástico.

Namman propone la siguiente definición de ferrocemento.

“Es una lámina de pequeño espesor, construida con mortero de cemento hidráulico reforzado con capas de telas de mallas formadas con alambres continuos y de relativamente pequeño diámetro. La tela de mallas puede ser hecha de alambres metálicos o de cualquier otro adecuado material. La matriz de mortero y su composición debe ser compatible con la tela de mallas y la armadura de esqueleto al cual se fija. La matriz puede contener fibras discontinuas”¹

El ferrocemento tiene una amplia gama de aplicaciones que incluyen la construcción de viviendas, depósito de líquidos, muelles flotantes, monumentos, piscinas, la construcción de barcos y buques entre otros.

3.2 Materiales Componentes

3.2.1 Mortero

El mortero utilizado usualmente para conformar la matriz, representa más de un 95% del volumen, es una mezcla de cemento hidráulico y arena al que se le puede agregar aditivos que mejoren su comportamiento de acuerdo al uso propuesto para el elemento de ferrocemento.

Se ha establecido una densidad de 2200 kg/m³ basándose en las normas de la ex unión soviética aumentando este peso en función de la cantidad de refuerzo que se use en el elemento

Existe una gran cantidad de variables que pueden afectar las propiedades de la matriz los requerimientos generales que debe presentar la mezcla son resistencia a la compresión, impermeabilidad, dureza, resistencia a ataques químicos y la característica más importante debe permanecer uniforme, compacta y sin poros independientemente de concentración de las telas de malla de refuerzo, pues los agresivos agentes del medio ambiente no solo son los mecánicos que deforman, rompen y desgastan sino también los físicos-químicos que provocan sobre todo, la

¹ -Antoine E. Naaman, Ferrocement & Laminated and Cementitious Composites, Techno Press 3000, Ann Harbor Michigan 48105 USA, 2000



corrosión de las armaduras, donde el mortero desempeña un papel importante. Su resistencia es inversamente proporcional a la cantidad de agua usada.

Naaman sugiere que el asentamiento sea el menor posible para que permita una buena compacidad en toda la masa y recomienda no exceder los 6 cm.

*“Al igual que en el caso del hormigón, la resistencia mecánica es una importante propiedad en el mortero. Para asegurar una buena resistencia mecánica se debe controlar en la mezcla su laborabilidad, baja permeabilidad, adecuada protección del refuerzo contra la corrosión entre otros, por lo que se tiene un alto consumo de cemento de entre 500 y 800 kg/m³ y la relación agua/cemento entre 0.35 y 0.50 y su resistencia varía en un rango de entre 25 y 50 MPa”.*²

3.2.1.1 Materiales componentes de la matriz

3.2.1.1.1 Cemento

En el ferrocemento, la calidad del cemento utilizado en su elaboración puede afectar su comportamiento en lo que tiene que ver con la durabilidad de los elementos debido a los pequeños espesores utilizados y al reducido recubrimiento que tiene el acero. Un consumo de cemento en el rango de 500 a 800 Kg por metro cubico de mortero elaborado son los normalmente utilizados en este tipo de material de construcción.

3.2.1.1.2 Áridos

El árido que se utiliza en la elaboración del mortero es la arena, teniendo esta un tamaño máximo de 5mm aproximadamente, en total dependencia del espesor que tenga el elemento y también de la densidad de la armadura puede ser necesario disminuir el tamaño máximo del agregado (esto debido a que el mortero en conjunto debe atravesar con total facilidad a través de las telas de malla que conforman el refuerzo). Este material se encuentra disperso toda la masa del mortero y ocupa entre el 60 y 70% de su volumen y debe tener algunas propiedades tales como resistencia, impermeabilidad y la capacidad de producir una adecuada laborabilidad con el fin de obtener una adecuada penetración en las mallas, con un valor mínimo de la relación agua/cemento.

Las arenas a ser utilizadas pueden ser de origen natural o artificial (esto, resultado de la trituración de piedra de mayor tamaño), y deben cumplir con cada una de las propiedades establecidas a través de la normativa respectiva; la resistencia a los diferentes esfuerzos de origen mecánicos, el contenido máximo

² Dr. Ing Hugo Wainshtok, Ferrocemento diseño y construcción, La fabrika comunicación integral, Riobamba-Ecuador,2010.



de sustancias de tipo nocivo, tales como arcillas, materias orgánicas, algunos tipos de polvo entre otros.

*“Arenas bien graduadas permiten la obtención de morteros más densos, con mejor resistencia a los esfuerzos mecánicos y mayor laborabilidad. En cuanto a la forma de los granos, aquellos redondeado y lisos proporcionan mortero más laborables con reducción de la cantidad de agua, granos de forma irregular y superficie rugosa, que tienen una mejor adherencia con el cemento endurecido, conforman un mortero más resistente a la abrasión y a la tracción”.*³

En lo referente a la composición granulométrica **Hanai** establece que el tipo de arena a ser utilizada en la construcción de ferrocemento, es aquella en la que sus granos pasan por un tamiz de abertura correspondiente a 4.8mm y que son retenidos en la abertura correspondiente a 0,075mm.

Especificaciones granulométricas de áridos finos para el ferrocemento			
Tamiz No	Abertura de tamices (mm)	Porcentaje pasa	
		Paneles y elementos	Barcos
3/8	9.5	100	100
4	4.75	95-100	100
8	2.38	80-100	100
16	1.16	50-85	70-100
30	0.6	25-60	45-70
50	0.3	25-30	25-45
100	0.15	2-10	5-15

Tabla 1 Especificaciones granulométricas de áridos finos para el ferrocemento

Fuente: Ferrocemento diseño y construcción, página 47

3.2.1.1.3 Agua

El agua a ser utilizada en la preparación del mortero debe ser fresca y no debe contener materia de tipo orgánica ni sustancias nocivas que puedan llegar a influenciar las propiedades del ferrocemento y que a mayor escala podría llegar a causar corrosión en el refuerzo, está prohibido el uso de agua de mar para la elaboración del compuesto (esto debido a su constitución salina).

3.2.1.1.4 Aditivos

³ Dr. Ing Hugo Wainshtok, Ferrocemento diseño y construcción, La Fabrika comunicación integral, Riobamba-Ecuador, 2010.



Los aditivos igual que para la elaboración de otros materiales de construcción, son utilizados para disminuir el porcentaje de cemento a ser utilizado, mejorar las características físico- mecánicas del compuesto y para acelerar el endurecimiento del mortero.

Entre los aditivos que son utilizados se encuentran el polvo de cenizas, las escorias granuladas, arena cuarzosa molida, algunos polvos de piedra.

Los aditivos químicos de mayor uso se pueden dividir en función de las características que le aportan al mortero. Los más comunes son:

- Plastificantes
- Aceleradores
- Incorporadores de Aire
- Aditivos de expansión
- Impermeabilizantes

3.2.2 Refuerzo

“El refuerzo aplicado en el ferrocemento puede ser de armadura difusa constituida por telas de mallas de alambres de pequeño diámetro y poco espaciados entre si y de armadura discreta compuesto por alambres o barras de acero de pequeño diámetro. Su función es conformar la estructura y soportar el peso del mortero sin fraguar, y luego absorber los esfuerzos de tracción que el mortero solo no sería capaz de resistir, y favorecer el surgimiento de una configuración de pequeñas fisuras poco espaciadas entre sí. El comportamiento del ferrocemento depende en gran medida del tipo, cantidad, orientación y resistencia del refuerzo y sobre todo el grado de concentración y su comportamiento el agrietamiento dependerá las dimensiones de las mallas.

*Las mallas usadas para refuerzo de ferrocemento pueden ser de diversos tipos usándose tela de malla hexagonal, tela de malla tejida, electro soldada y otras”.*⁴

3.2.2.1 Tela de malla soldada

La tela de malla soldada se encuentra formada por alambres rectos de acero que al unirse unos con otros forman mallas cuadradas soldadas entre sí en los puntos de contacto entre ellas. Por ser más rígidas, este tipo de malla tiene ventaja cuando el montaje es en superficies planas. El tipo de malla a usar en diseño será determinado de acuerdo a las disponibles en el mercado local.

⁴ Dr. Ing Hugo Wainshok, Ferrocemento diseño y construcción, La Fabrika comunicación integral, Riobamba-Ecuador,2010



3.3 Comparación con el Hormigón Armado

El ferrocemento es un tipo de hormigón armado, sin embargo hay un número importante de factores sumamente importantes que explican el diferente comportamiento del ferrocemento y de los elementos clásicos de hormigón armado.

3.3.1 Propiedades físicas

El ferrocemento tiene el refuerzo distribuido en toda su masa y en dos direcciones. El principal está constituido por telas de malla de alambres de pequeño diámetro (0.5-2.00mm), en lugar de barras de mayor diámetro del hormigón armado.

Su matriz es de material fino (arena) en lugar de mezclas de árido fino y grueso como es general en el hormigón armado.

Sus espesores fluctúan entre 1 y 5 cm.

3.3.2 Propiedades mecánicas

El ferrocemento puede considerarse un material homogéneo y elástico bajo determinados límites de carga. Tiene una alta resistencia a la tracción y un alto módulo de elasticidad, así como una alta distribución del refuerzo tanto en la zona traccionada como en la comprimida. El factor de volumen del refuerzo, fluctúa entre 2 y 8%, lo que implica un factor de 1 a 4 en cada dirección. Tiene una alta superficie específica en el refuerzo, pudiendo llegar a 3cm⁻¹, cifra 10 veces mayor que la alcanzada por el hormigón armado.

Su deformación antes del fallo es mayor que la del hormigón armado, en ocasiones hasta 5 veces más.

3.3.3 Constructivos

Al igual que el hormigón armado el ferrocemento puede prepararse in situ o prefabricarse. Debido a la notable disminución de los materiales que utiliza y al poco peso por sus pequeños espesores, el ferrocemento requiere menos mecanización que en piezas de hormigón armado. Sin embargo, su industrialización puede ser similar aunque con menor inversión inicial y además son factibles de construir, mantener y reparar.⁵

⁵ Dr. Ing. Hugo Wainshtok, Ferrocemento diseño y construcción, La Fabrika comunicación integral, Riobamba-Ecuador,2010



3.4 Ventajas del ferrocemento como material de construcción

- Los materiales que se usan están disponibles en todos la mayoría de proveedores de materiales de construcción.
- Puede industrializarse su producción reduciendo la necesidad de mano de obra.
- Puede construirse con baja tecnología y personal poco calificado.
- Se omite la necesidad de maquinaria pesada por el bajo peso de sus elementos los que pueden ser manejados con facilidad por trabajadores.
- Es duradero, resistente al medio ambiente, no inflamable, no se pudre como la madera y tiene una vida útil considerable.
- Su mantenimiento y reparación es de fácil ejecución.
- Es amigable con el medio ambiente por su reducido uso de recursos y menor gasto de energía produciendo menos contaminación y generando menos residuos.

Telas de malla de alambre de acero	
Diámetro del alambre	$0,5 \leq d_{ar} \leq 1,5\text{mm}$
Tipo de malla	Rectangular o cuadrada (tejida o soldada) Hexagonal Expandida Tridimensional
Tamaño de la abertura de la malla	$6 \leq D \leq 25\text{mm}$
Numero de telas de malla	Mínimo 2, máximo 8 (4 a cada lado)
Superficie especifica del refuerzo	$0,5 \leq S_r \leq 3\text{cm}^{-1}$
Factor de volumen del refuerzo	$1 \leq V_r \leq 8\%$
Acero de esqueleto (cuando se utilice)	
Tipo de refuerzo	Alambres, barra, retículas electro soldadas
Diámetros	$3 \leq d_r \leq 12,5 \text{ mm}$
Espaciamiento	$10 \leq D \leq 20\text{mm}$

Tabla 2 Parámetros del refuerzo

Fuente: Ferrocemento diseño y construcción, página 64



Composición de la matriz	
Cemento portland	Cualquier tipo
Relación Agua/Cemento en peso	$0.35 \leq a/c \leq 0.45$
Relación Arena/cemento en peso	$1 \leq ar/c \leq 2.5$
Aditivos	Similares a los usados en el hormigón
Granulometría de la arena	Pasando el tamiz no 8 (2.38mm) y 5% en peso el N100 (0,25)
Propiedades del compuesto	
Espesor	$10 \leq h \leq 50\text{mm}$
Recubrimiento	$2 \leq r \leq 6\text{mm}$
Tensión permisible a la tracción directa	5.0 Mpa (tela de malla cuadrada o rectangular) y 3.5 Mpa (tela de malla hexagonal)
Tensión permisible a la tracción por flexión	7.0 Mpa (tela de malla cuadrada o rectangular) y 5.0 (tela de malla hexagonal)
Tensión de compresión permisible	$0.45 R'b$
Máxima flecha permisible	$L/40$

Tabla 3 Composición de la matriz y propiedades del compuesto

Fuente: Ferrocemento diseño y construcción, página 65

3.5 Propiedades físico mecánicas

3.5.1 Comportamiento a compresión

*“Los resultados experimentales indican que la resistencia del ferrocemento en compresión está dada fundamentalmente por el mortero en proporción directa al área de su sección transversal. El aporte de resistencia a compresión del refuerzo no es considerado debido a la esbeltez de sus elementos”.*⁶

Si se aplica el criterio de las tensiones permisibles Naaman sugiere un límite de $0.45R'b$ para las tensiones de compresión.

3.5.2 Comportamiento a flexión

⁶ Dr. Ing Hugo Wainstok, Ferrocemento diseño y construcción, La Fabrika comunicación integral, Riobamba-Ecuador, 2010



La curva carga- desplazamiento de un elemento sometido a flexión simple es aproximadamente trilineal y se pueden apreciar tres zonas de comportamiento bien definidas: elástica, elasto-plástica y plástica

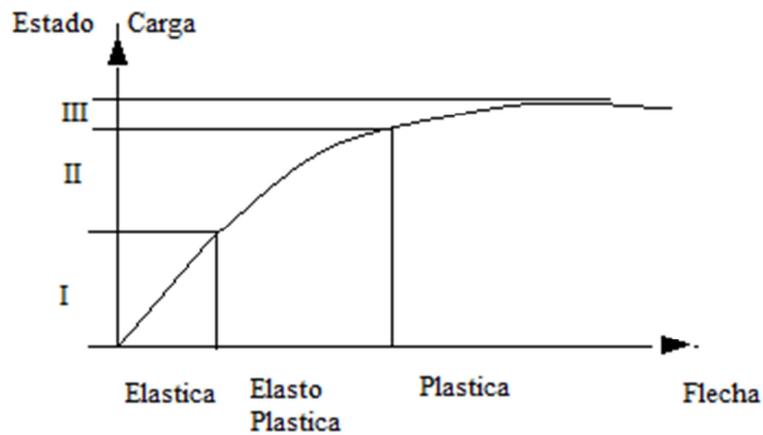


Ilustración 1 Comportamiento a flexión de elementos de ferrocemento

“El ferrocemento se comporta como un material elástico hasta la formación de la primera fisura, cuando ocurre una sensible disminución de la rigidez en el elemento flectado, que se identifica por la desviación del diagrama carga flecha.

En la siguiente zona el comportamiento pasa a ser elasto-plástico, al ocurrir una multiplicación del número de fisuras acompañado de un aumento pequeño, pero progresivo de la abertura de estas. El diagrama carga-flecha se aproxima bastante a una línea recta.

En la fase final o de fallo el comportamiento del material es no lineal lo que provoca un rápido aumento de las flechas y un acentuado incremento del ancho de las grietas hasta que ocurre el fallo. En este estado se considera que toda la fuerza de tracción la recibe el acero

En relación con la flexión, deben tenerse en cuenta tres posibles fallos, rotura del elemento, formación de la primera grieta que permite corrosión y permeabilidad, y la limitación de la flecha a un máximo por problemas de sección o estructurales”⁷

3.5.3 Resistencia al impacto

Numerosos ensayos y experiencias han llegado a demostrar la resistencia del ferrocemento al impacto, dentro de los cuáles las principales ventajas que

⁷ Dr. Ing Hugo Wainstok, Ferrocemento diseño y construcción, La Fabrika comunicación integral, Riobamba-Ecuador, 2010.



presenta consisten en la resistencia a la desintegración del mortero, localización del daño y fácil reparación.

3.5.4 Resistencia al fuego

Gracias a estudio realizado y la práctica profesional se sabe que la resistencia al fuego de un elemento de hormigón depende del masa y el espesor de este. El ferrocemento como el hormigón armado es no es un material inflamable pero su resistencia o habilidad para mantener una buena resistencia mecánica cuando está expuesto al fuego no es bueno, por lo que se trata de un elemento delgado con muy pequeño recubrimiento de acero. De ahí que no sea una barrera para el fuego luego de estar expuesta a él durante un determinado tiempo.

3.5.5 Durabilidad y corrosión

*“La durabilidad puede ser definida como la resistencia al deterioro del ferrocemento sometido a un determinado régimen de cargas y al medio ambiente que lo rodea. Aunque la mayoría de las medidas requeridas para garantizar la durabilidad del hormigón armado convencional se pueden aplicar en el ferrocemento, otros factores que pueden afectar la durabilidad son únicos del ferrocemento. El primero de ellos es el pequeño recubrimiento que se le da al refuerzo, el segundo que a la superficie del refuerzo es mucho mayor que en el hormigón armado, por lo que el área sobre la que puede actuar la corrosión es mayor. Por último, aunque la mayoría del refuerzo de ferrocemento es galvanizado se puede dar caso a la aparición de burbujas de gas las que aceleran el proceso de corrosión”.*⁸

3.6 Construcción de elementos de ferrocemento

Los elementos de ferrocemento pueden tener distintas formas como losas nervadas con forma T o doble T, tipo U o cajón cerrado, estas requieren los dos tipos de refuerzo, telas de malla de alambre de pequeño diámetro y refuerzo de armadura.

3.6.1 Estructuras de ferrocemento

El campo de utilización del ferrocemento puede aplicarse gracias a las llamadas estructuras combinadas. El auge de estas estructuras prefabricadas está

⁸ Dr. Ing Hugo Wainshok, Ferrocemento diseño y construcción, La Fabrika comunicación integral, Riobamba-Ecuador, 2010.



relacionado con la reducción del costo y la laboriosidad de la fabricación, así como con el aumento de la productividad y puede conseguirse con la especialización en la producción masiva de estructuras homogéneas o de sus elementos con un máximo aprovechamiento de los equipos.

3.6.1.1 Losa Nervada (tipo Canal)

Tiene una amplia utilidad en la colocación de tabiques, techo y falsos techo en edificios industriales, etc.

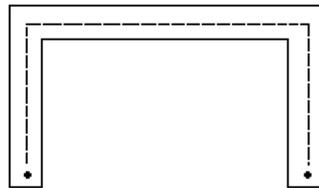


Ilustración 2 Perfil Tipo C

3.7 Métodos de construcción

En la versatilidad de un material con tantas posibilidades de uso para construcciones de serie que pueden ser reducidas a la construcción con uno o 2 tipos de paneles es conveniente para el uso de este proyecto la construcción con paneles industrializados.

3.7.1 Construcción por métodos industrializados

Las ventajas de las estructuras de ferrocemento en una construcción masiva son perceptibles íntegramente solo en fabricación industrial.

3.7.1.1 Estructuras espaciales de geometría lineal

Los elementos que tienen una forma geométrica compleja, frecuentemente esta están reforzados con una armadura combinada de alambrones o barras y telas de mallas. Para producir elementos de sección U, T, doble T o en forma quebradas, se utilizan los mismo esquemas y equipamientos que para fabricar elementos planos, pero al necesitar refuerzo combinado, el emplastecido del mortero debe realizarse después de colocadas y fijada la armadura, y de forma análoga se fabrican las losas nervadas y los elementos de sección canal.



El nuevo equipamiento técnico mecánico se destina al moldeo de las piezas y a su manipulación. Está compuesto por una maquina con vibrador de inmersión suspendido y accionado externamente, un par de rieles ligeros, dos pinzas manipuladoras, una carretilla de carga convencional y un equipo para el movimiento dentro de la planta y para el montaje en obra de las estructuras elaboradas. El conjunto es de fácil rápido y económico traslado, lo que permite su montaje a pie de obra y facilita el ahorro en transporte y tiempo. Es muy flexible, pues su productividad varía según el espacio, mano de obra y condiciones del lugar.

3.7.2 Curado

El curado del mortero es el proceso al cual se somete este material después de colocado y durante cierto tiempo para garantizar su calidad. Un buen curado debe mantener una humedad ya una temperatura favorable en el mortero para la hidratación del cemento, y para evitar al máximo las grietas que puedan aparecer en la superficie libre del elemento debido a la perdida de agua.

3.8 El ferrocemento ante las acciones sísmicas

El Ecuador se encuentra en una zona de peligro sísmico, por lo cual es un factor a considerar en el diseño la acción de las cargas laterales provocadas por este fenómeno, dentro del cálculo de la estructura.

En el mapa que se muestra a continuación se muestra el grado de amenaza sísmica de toda la región específicamente de nuestro interés de la región de estudio que es la provincia del Azuay.

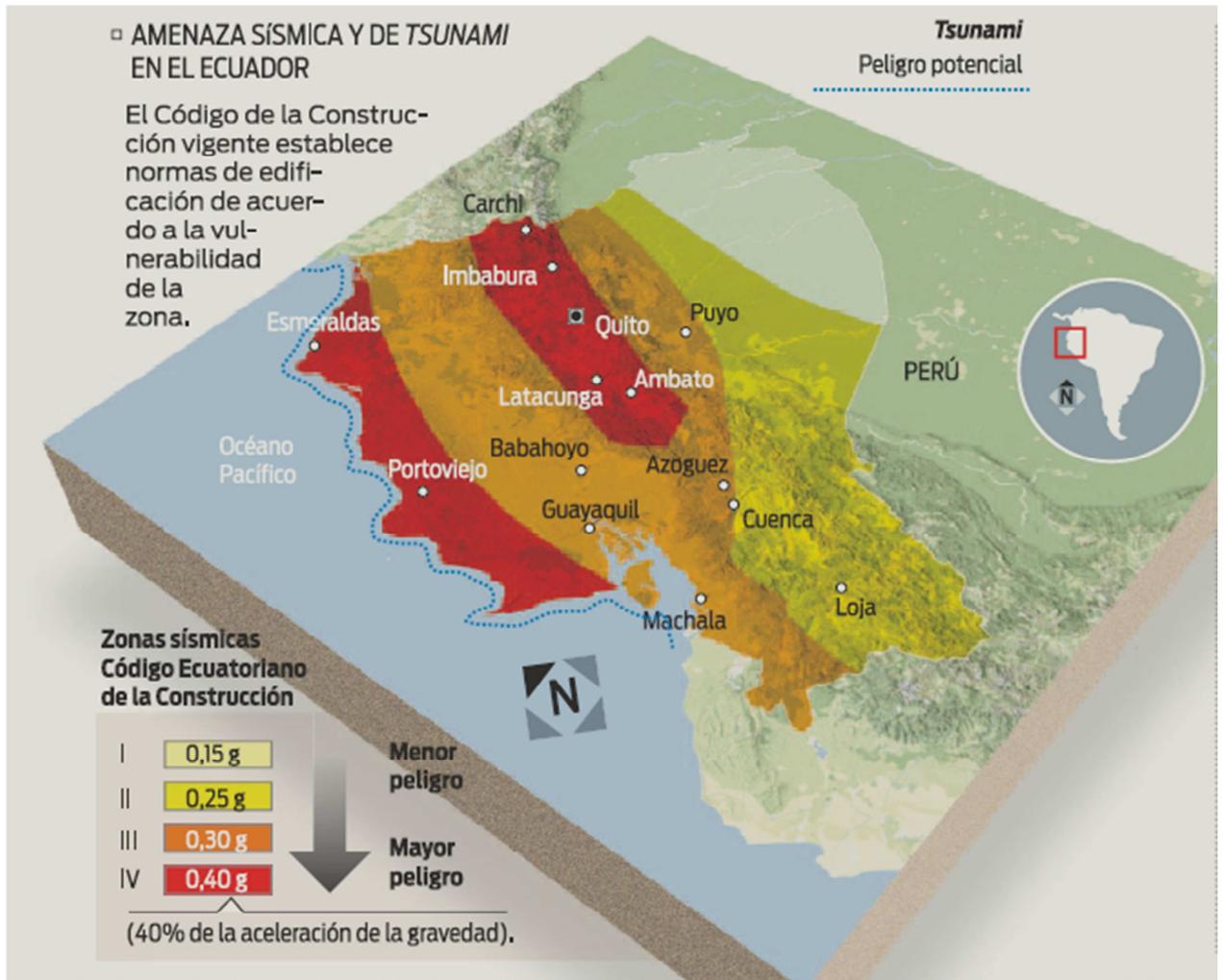


Ilustración 3 Mapa de riesgo sísmico del Ecuador

Fuente: Diario Hoy <http://www.hoy.com.ec>

Como podemos ver, la provincia del Azuay se encuentra en la zona sísmica II, la que se encuentra directamente relacionada con el factor Z 0.25; es decir que el diseño se lo debe realizar para una carga correspondiente a 0.25 de la gravedad.

Al ser el sismo un efecto a ser tomado muy en cuenta en el diseño, se debe emplear la búsqueda de soluciones apropiadas para atacar el problema en el que nos encontramos.

En esta búsqueda uno de los primeros aspectos que han sido precisados lo constituye el hecho de que todos los materiales pueden a su vez ser de bajo o



elevado costo, de aquí que se debe hablar de tecnologías apropiadas y no de materiales de bajo costo.

De aquí que sin dudas el ferrocemento se pueda considerar como un material cuya tecnología se adapta de una forma muy clara por su versatilidad a las llamadas tecnologías apropiadas.

Para incorporar el ferrocemento como un material capaz de resistir cargas sísmicas horizontales y verticales, es necesario evaluar su capacidad ante sollicitaciones cíclicas reversibles en cuanto a resistencia, ductilidad, y degradación de la rigidez por cada ciclo de histéresis.

El ferrocemento puede considerarse un material homogéneo, a pesar de que la dispersión del refuerzo de telas de mallas de alambres de acero lo aproxima a un material anisotrópico en sus propiedades mecánicas en cortante, flexión y carga axial.

La propiedad más importante del ferrocemento es su ductilidad, lo que le confiere capacidad de absorción de energía con poco deterioro de sus propiedades mecánicas y de su resistencia

Los resultados obtenidos para determinar el comportamiento sísmico del ferrocemento muestran una buena resistencia de cargas laterales cíclicas reversibles, que decrece en la medida en que aparecen grietas en las paredes.

Los ensayos realizados a escala natural han evidenciado una tendencia a la degradación de la rigidez de los paneles desde el inicio de las pruebas. El comportamiento predominante de las viviendas sometidas al estudio en flexión demostró que las zonas más afectadas al final de las pruebas eran las conexiones paneles-cimientos, conexiones entre paneles y paneles cubiertas. Hay que señalar que las construcciones con elementos prefabricados de ferrocemento han demostrado un desempeño sísmico aceptable, cuando los mismos están debidamente conectados entre sí.⁹

Actualmente el grado de conocimiento disponible acerca del comportamiento sísmico resistente de las construcciones de ferrocemento proviene de observaciones cualitativas de campo y de programas experimentales restringidos a interpretaciones técnicas para describir el comportamiento real de las mismas

3.8.1 Ventajas

- Estructuras con elevado amortiguamiento interno.

⁹ Dr. Ing Carlos Llanes Burón, Análisis de un edificio de ferrocemento considerando los criterios para minimizar los efectos de un terremoto, CECAT, Ciudad de la Habana-Cuba, 1995.



- Estructuras con gran reserva de energía que permiten su recuperación estructural aun después de estar sometidas a acciones severas.
- Muy fácil de reparar
- Estructuras en general de periodos de vibración bajos con poca influencia de los efectos secundarios
- Su bajo periodo de vibración posibilita estructuras con buen comportamiento emocional de las personas
- Aunque el peso específico del ferrocemento es similar al del hormigón, no representa un agravante por pequeño espesor de sus elementos.
- Resistencia a la tracción superior a la del hormigón armado.

3.8.2 Desventajas

- Concentración de armaduras en las uniones con tendencia a disminuir la resistencia del mortero
- Se obtienen estructuras en las que es difícil lograr altos niveles de ductilidad.
- Modelación matemática poco confiable para un análisis sísmico elasto-plástico de un edificio real.
- Cuando las obras habitacionales son de más de dos niveles, se requiere la colocación de pernos entre los paneles, para garantizar de una forma mecánica, el trabajo en conjunto de los paneles, que forman los tímpanos verticales de las edificaciones sometidas a acciones laterales de consideración (Efecto de la acción sísmica).

Dicho todo lo anterior, finalizamos diciendo que “El arte del diseño contra los sismos no consiste en producir estructuras capaces de soportar conjuntos dados de fuerzas laterales, aunque esta capacidad es parte de un diseño sano. Implica producir sistemas que se caractericen por una óptima combinación de propiedades tales como resistencia, rigidez y capacidad de disipar energía y para deformarse ductilmente”¹⁰

El analisis en si de la estructura ante la accion lateral inducida por acción del sismo se lo realizara mediante el llamado método simplificado (Sugerido en el RCDF), el cuál es aplicable a estructuras en el que la rigidez y la resistencia a cargas laterales son proporcionadas por muros y en el que las torsiones no son importantes. El RCDF limita su aplicación a:

- *Edificios de baja altura (menor a 13m)*
- *Edificios con losas continuas en todos sus pisos*

¹⁰ Esteva, Desing of earthquake resistant estructuras



- Estructuras donde existan muros largos paralelos en los extremos, que absorben las posibles torsiones.

El método simplificado supone que la fuerza sísmica actuante se distribuye de manera uniforme entre cada muro alineado en la dirección en que actúa el sismo; por tanto, debe compararse con la fuerza cortante resistente a sismo que es la suma de las contribuciones individuales de cada muro alineado en la dirección en estudio. La fuerza resistente resulta en la siguiente expresión:

$$V_R = \sum V_i * t_i * L_i$$

En donde V_i es el esfuerzo cortante del muro i , que depende del material del que está compuesto y del refuerzo y estructuración que tenga; $t_i L_i$ es el área del muro, siendo t_i el espesor del mismo y L_i la longitud. Los muros de muy poca longitud resultan poco rígidos debido a que influyen en estos las deformaciones por flexión y por ello contribuyen en menor porcentaje a la resistencia. Esto se toma en cuenta considerando una longitud equivalente en el momento del cálculo de área, es decir se afecta el área por un factor de área efectiva denominado F_{AE} , que tiene los siguientes valores:

$$F_{AE} = 1 \quad \text{si } \frac{H}{L} \leq 1.33$$

$$F_{AE} = \left(1.33 \frac{L}{H}\right)^2 \quad \text{si } \frac{H}{L} > 1.33$$

Sin más complicaciones adicionales, se revisa que en cada dirección la fuerza cortante resistente de diseño sea igual o mayor a la actuante.¹¹

3.9 Cimentación

La cimentación o subestructura, constituye un elemento de transición entre la estructura propiamente dicha y el terreno en el que se apoya. Su función es lograr que las fuerzas que se presentan en la base de la estructura se transmitan adecuadamente al suelo de apoyo.

La distribución de esfuerzos en el suelo y cimentación depende de la interacción entre ambos sistemas, la cual no se presta generalmente a ser representada por modelos sencillos. Por esta característica, el análisis riguroso de una cimentación lleva generalmente a procedimientos muy complejos. Sin embargo, para estructuras de importancia no excepcional (como es este caso), se suele recurrir a

¹¹ Meli Piralla, Diseño Estructural 2da edición, Editorial Limusa, Balderas-México, 2000.



procedimientos simplistas basados en hipótesis muy burdas del comportamiento de los suelos; que aunque parezcan demasiado simplistas, permiten tener una adecuada estimación de las condiciones de la cimentación.

En el caso de este sistema de vivienda, se ha seleccionado una cimentación de mampostería de piedra, distribuida de manera corrida por debajo de la estructura de ferrocemento. Su dimensionamiento debe tener en cuenta la variabilidad de las propiedades de los materiales (refiriéndonos a la piedra y al mortero) y de los diferentes procedimientos de construcción que pueden ser empleados en obra; se suele basar generalmente en reglas empíricas del tipo geométrico.

Por otro lado, se debe comprobar la resistencia en compresión del mampuesto, la que generalmente no llega a ser crítica, esto debido a que las presiones admitidas sobre el suelo suelen ser muy inferiores a los que resiste la mampostería.

El problema de falla por efectos de tensión en el extremo inferior de la cimentación suele solucionarse cumpliendo que la pendiente de la unión entre la parte superior y la parte inferior del cimiento en ningún caso sea menor que 1.5 (vertical) a 1 (horizontal).

Además es recomendable colocar una cadena de concreto en la parte superior del cimiento de mampostería, ya que con esto se logra una repartición uniforme de la descarga de la superestructura y para proporcionar una adecuada resistencia a tensión diagonal que permite la liga entre las diferentes porciones del cimiento.

3.10 Conexiones atornilladas¹²

Para el cálculo de las conexiones atornilladas se procede a la guía de cálculo expuesta en el libro “Estructuras de acero: Comportamiento y LRFD”.

Se ha escogido el tornillo A325 ya que es de alta resistencia y además es el recomendado para cargas de fatiga como la carga sísmica. Ya que el diámetro escogido en nuestro análisis es de ½ plg el tipo de perno es X, esto quiere decir que las roscas están excluidas del plano de cortante.

La resistencia de diseño de a cortante de un tornillo en una conexión de tipo aplastamiento como es nuestro caso, se puede escribir y determinar siguiendo las siguientes ecuaciones:

¹² Sriramulu Vinnakota, Estructuras de acero: comportamiento y LRDF, Mc Graw Hill Interamericana, México DF, 2006.



$$\begin{aligned}
 B_{dv} &= \phi B_{nv} = \phi (F_{uvb} A_v) N_s = \phi (F_{nv} A_b) N_s & (6.7.3) \\
 &= 0.75(0.50 F_{ub}) A_b N_s \quad \text{para tornillos tipo X} \\
 &= 0.75(0.40 F_{ub}) A_b N_s \quad \text{para tornillos tipo N}
 \end{aligned}$$

- donde B_{dv} = resistencia de diseño a cortante de un tornillo en una conexión tipo aplastamiento
- ϕ = factor de resistencia (= 0.75)
- B_{nv} = resistencia nominal a cortante de un tornillo
- A_b = área de la sección transversal con base en el diámetro nominal del tornillo
- N_s = número de planos de cortante (= 1 para un tornillo en cortante simple) (= 2 para un tornillo en cortante doble)
- F_{ub} = esfuerzo de tensión último del material del tornillo
- F_{uvb} = valor promediado del esfuerzo cortante último del material del tornillo
= $0.50F_{ub}$ (de la ecuación 6.7.2)
- F_{nv} = resistencia nominal a cortante por unidad de área de la espiga del tornillo
= F_{uvb} para los tornillos tipo X
= $0.80F_{uvb}$ para tornillos tipo N

Además, se debe hacer cumplir la distancia mínima hacia el borde del agujero, la cual se determina con la tabla J3.4 descrita en el AISC.

Tabla J3.4. DISTANCIAS MINIMAS A BORDES PARA AGUJEROS ESTANDAR (Centro del agujero estándar^a al borde de la parte conectada)

Diámetro nominal del tornillo o remache(plg)	En bordes recortados mecánicamente	En bordes laminados de placas, perfiles o barras o bordes cortados con gas ^b
$\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$
$\frac{5}{16}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$
$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$	1
$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{2}$ ^c	$1\frac{1}{8}$
1	$1\frac{3}{4}$ ^c	$1\frac{1}{4}$
$1\frac{1}{8}$	2	$1\frac{1}{2}$
$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{5}{8}$
Mayores de $1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4} \times$ diámetro	$1\frac{1}{4} \times$ diámetro

^aPara los agujeros agrandados o de ranura, véase la tabla 12.5

^bTodas las distancias al borde en esta columna pueden reducirse $\frac{1}{8}$ plg cuando el agujero está en un punto en donde el esfuerzo no excede el 25% de la resistencia de diseño máxima del elemento.

^cEstos valores pueden ser $1\frac{1}{4}$ plg en los extremos de ángulos de conexión para vigas.

Ilustración 4 Tabla J3.4 del AISC



La distancia al borde que se dejó en este caso fue de 7.5cm, la cuál es mayor que la que recomienda la tabla.

El espaciamiento mínimo entre los tornillo se recomienda de 3d, esto para permitir una instalación eficiente y prevenir fallas por tensión entre los tornillos. En este caso esta distancia mínima sería de 1.5 plg, correspondiente a 3.81 cm, lo cual es menor a la distancia dejada en nuestro cálculo que corresponde a 25cm.

En cuanto al espaciamiento máximo, para elementos pintados o no expuestos a corrosión se evalúa un valor de 12plg es decir 30.48 cm, que es mayor a los 25cm tomados en este cálculo.

Debido a que la conexión analizada es de cortante simple, se tomara el coeficiente N_s igual a 1.

En lo referente al diámetro estándar del agujero, se seguirá la tabla J3.3 del AISC, con la cual se llegó a un tamaño de 8/16 plg ó sea de 1.27cm.

TABLA J3.3 DIMENSIONES NOMINALES DE AGUJEROS

Dimensiones de los agujeros				
Diámetro del tornillo	Estándar (diámetro)	Agrandados (diámetro)	De ranura corta (ancho x longitud)	De ranura larga (ancho x longitud)
$\frac{1}{2}$	$\frac{8}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{9}{16} \times \frac{11}{16}$	$\frac{9}{16} \times 1\frac{1}{4}$
$\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{11}{16} \times \frac{7}{8}$	$\frac{11}{16} \times 1\frac{9}{16}$
$\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{13}{16} \times 1$	$\frac{13}{16} \times 1\frac{7}{8}$
$\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$	$1\frac{1}{16}$	$\frac{15}{16} \times 1\frac{1}{8}$	$\frac{15}{16} \times 2\frac{3}{16}$
1	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{16} \times 1\frac{5}{16}$	$1\frac{1}{16} \times 2\frac{1}{2}$
$\geq 1\frac{1}{8}$	$d + \frac{1}{16}$	$d + \frac{5}{16}$	$(d + \frac{1}{16}) \times (d + \frac{3}{8})$	$(d + \frac{1}{16}) \times (2.5 \times d)$

Ilustración 5 Tabla J3.3 del AISC

Para el control del torque se usan llaves calibradas de torque o de impacto. Este método requiere el uso de un elemento de traba bajo el elemento que gira (que puede ser una llave de sujeción, ya sea en la cabeza o en la tuerca del tornillo) para evitar la excoriación y proveer una fricción más uniforme.

El AISC recomienda el uso de la siguiente tabla para determinar el torque, la cual se muestra a continuación.

3.11 Gancho estándar¹³

¹³ Requisitos del reglamento para Concreto Estructural ACI 318-05 y comentario, 2005



El código ACI establece lo siguiente en lo referente a los ganchos estándar:

* Para barras N°16 y menor, dobléz de 90° más 6db d e extensión en el extremo libre de la barra.

En cuanto a los diámetros de doblado el código describe lo siguiente:

- El dobléz mínimo de 4db para los tamaños de barras que comúnmente se utilizan en estribos, se basa en la práctica aceptada de la industria en los Estados Unidos. El uso de una barra para estribos no mayor de N°16, para los ganchos estándar de 90° o 135° en estribos, permite doblar múltiples unidades con equipo normal para doblar estribos.

Tabla 8-2 Tensión mínima prescrita en los tornillos, para la instalación apropiada (a estos valores se les llama también "carga de prueba del tornillo")

Diámetro del tornillo, pulg.	Tensión en el tornillo, kips			Diámetro del tornillo, mm	Tensión en el tornillo, kN		
	A-325	A-449	A-490		A-325	A-449	A-490
1/2	12	Usese tornillos A-325 o A-490	17	12.5	52	Usese tornillos A-325 o A-490	73
5/8	19		27	15	75		105
3/4	28		40	20	141		200
7/8	39		55	22	170		240
1	51		73	25	220		310
1 1/8	56		91	28	275		388
1 1/4	71		116	30	322		454
1 3/8	85		138	35	438		618
1 1/2	104		168	40	591		834
Mayor de 1 1/2			0.7F _u ^a		Mayor de 40		0.7F _{ua}

2		137.5 Kips		50		628 MPa	
2 1/8		178.8		60		886	
2 1/4		220		65		1057	
2 3/8		271		70		1215	
3		328		75		1440	

Ilustración 6 Tensión mínima permisible para la instalación de tornillos AISC



Esta tensión se recomienda, debido a que esta tensión en el perno actúa como un resorte macizo para mantener las partes conectadas en su posición relativa. Este efecto de agarre tiende también a mantener la junta de manera que no se afloje la tuerca en las situaciones de carga de fatiga, de modo que no se requiera en ningún caso una tuerca de cierre.



CAPITULO IV DISEÑO

4.1 Consideraciones generales de diseño

4.1.1 Dimensionamiento

Para el diseño del proyecto se ha seleccionado una vivienda con un área de 36 m² con una cara frontal de 6 m y un fondo de 6m, con una geometría rectangular bastante simple su objetivo es una construcción económica, y de rápida realización que facilite su posterior ampliación.

Este diseño consta de dos dormitorios 8.2 m², un baño con espacio para ducha de 2 m², una área general que consta de espacio para cocina, comedor y sala de 13.5m² en su diseño de una planta.

En el modelo de ampliación se obtendrá también un baño en la segunda planta de iguales características que el de la primera y tres habitaciones en la segunda planta.

La cubierta tiene una cota superior 3,31m en el diseño de una planta y 5.56m en el caso de la ampliación sobre nivel del terreno. Presenta una disposición de 2 caídas con una pendiente del 30% que permite la caída libre de agua.

Está destinada para servir a una familia de hasta 4-6 integrantes

El diseño de la vivienda se ha basado en planos usados por el MIDUVI en construcción de viviendas para el sector rural, los planos base han sido tomados de los diseños para el sector de Santa Teresa del cantón Ponce Enríquez, su fecha de elaboración fue en Mayo del año 2011.

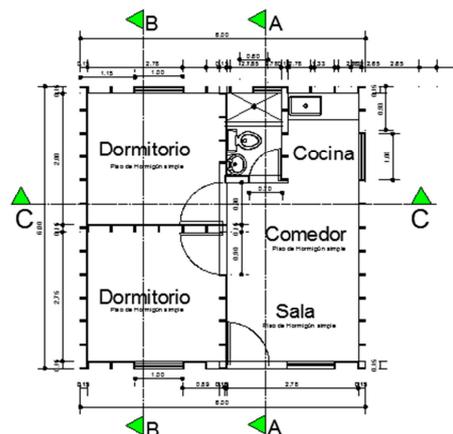


Ilustración 7 Planta Vivienda Tipo - Miduvi



Por su geometría es fácil de construir en distintos tipos de terreno sin realizar mayores movimientos de tierra como es el caso de la topografía del callejón andino, y es una opción muy atractiva para la urbanización masiva de barrios populares en topografías planas como las de la costa.

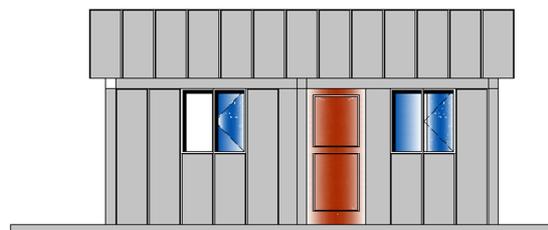
4.1.1.1 Acabados

Como un ejemplo del acabado normal en este tipo de vivienda se puede observar la siguiente ilustración donde se presenta una vivienda construida por el MIDUVI.



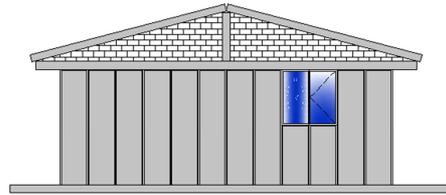
Ilustración 8 Vivienda MIDUVI

El diseño preliminar basado en los planos e viviendas rurales del Miduvi, se puede observar a continuación



FACHADA FRONTAL

Ilustración 9 Vista Preliminar Frontal



FACHADA LATERAL DERECHA

Ilustración 10 Vista Preliminar Lateral

Como se puede apreciar los paneles de ferrocemento dan un aspecto particular a la fachada de la vivienda siendo diferente a la arquitectura presentada generalmente. Se debe tener en cuenta que los acabados dependerán del nivel de detalle que se le quiera dar, siendo innecesario capas de pintura o enlucidos ya que el acabado industrializado de los paneles de ferrocemento es suficientemente liso. Además de que en lo posible el interior de la casa presenta superficies lisas al estar los patines de los paneles orientados hacia el exterior de la vivienda.

Se debe tener en cuenta que en construcciones de este tipo la ampliación de la vivienda posterior a la construcción es muy fácil sin que se deba realizar cambios en la estructura original y por la facilidad del manejo de los paneles prefabricados.

4.1.2 Criterios de Ampliación

El diseño se desarrollara de forma que la ampliación de la vivienda se puede realizar en cualquier periodo posterior a la construcción de la vivienda de una plana. Ampliación que sería realizada por gestión del propietario siguiendo un procedimiento estandarizado el cual será descrito en este proyecto en el capítulo VI.

El diseño de elementos de pared y cimentación para una planta serán diseñados para las cargas a las que estará sometida después de la ampliación de la misma por lo que los cálculos de diseño estructural se realizaran solamente para la vivienda de dos plantas asumiendo con seguridad que este es el caso más desfavorable.

Tanto las paredes del segundo piso como los elementos de la losa de entrepiso serán elementos prefabricados de ferrocemento, y se mantendrá el mismo tipo de cubierta

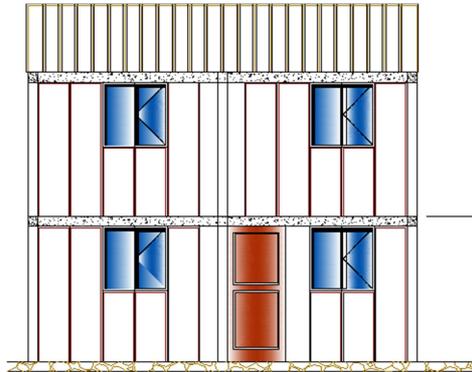


Ilustración 11 Fachada Frontal luego de ampliación

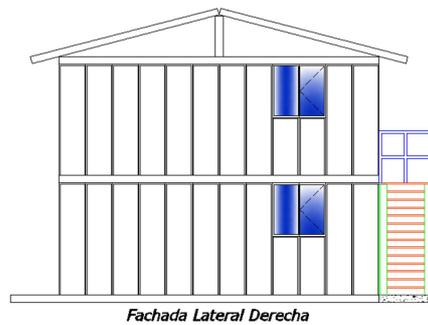


Ilustración 12 Fachada Lateral derecha luego de ampliación

El acceso a la segunda planta se realizara mediante unas escaleras ubicadas en la parte posterior de la vivienda estas serán construidas con elementos prefabricados de ferrocemento de tipo canaleta en sentido vertical y paneles laminares de ferrocemento en la huella. El sistema de escaleras será construido sobre cadenas de igual características que las usadas en la cimentación volviendo a las gradas en un bloque.

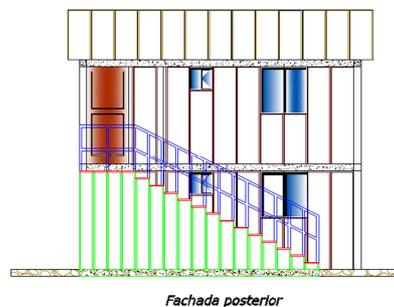


Ilustración 13 Vista Posterior luego de ampliación



4.1.3 Cargas de diseño

Para el cálculo estructural se ha decidido que el diseño de la vivienda considere los factores externos más comunes que a los que podría estar sometida la casa, omitiendo el análisis de viento debido a no ser un factor preponderante en nuestro medio. Se diseñara así el caso de lluvias con cargas de hasta 30 kg/m² en la cubierta, también se considerara el peso de construcción en la cubierta con una carga de 200 kg/m² también se consideraron cargas de construcción y mantenimiento para la cubierta.

Para el análisis sísmico se ha dispuesto tomar una carga lateral equivalente al 0.25g de acuerdo a lo expuesto en la normativa ecuatoriana de la construcción, y se realizara el análisis de muros de carga con el método simplificado. Normas técnicas complementarias para diseño por sismo para el análisis aproximado de estructuras a base de muros obtenido de la bibliografía de Diseño estructural, Meli Piralla.

En el análisis de los paneles de ferrocemento usados como elementos de losa de entrepiso se deberá comprobar así mismo una carga de servicio de 200 kg/m² no se considerara tabiquería porque las paredes están diseñadas para estar fijas según el diseño preestablecido en el proyecto.

4.1.4 Detalles constructivos

En el diseño se considera la construcción de un cimiento de mampostería de piedra en todas las zonas donde se vaya a ubicar paredes de ferrocemento, esto debido a que esta estructura no presenta columnas y se comporta como un solo bloque monolítico donde el peso estará distribuido en toda longitud de sus paredes y no de manera puntual.

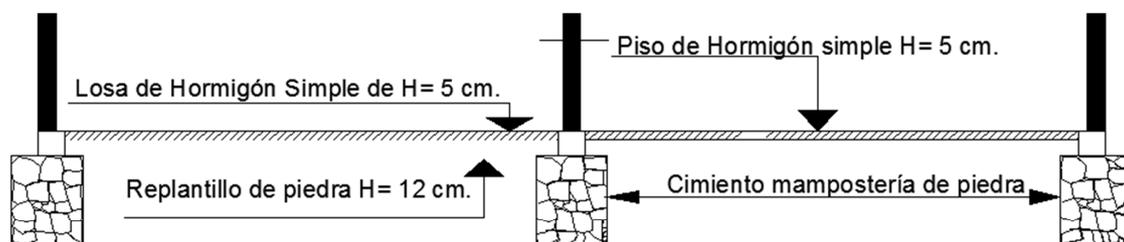
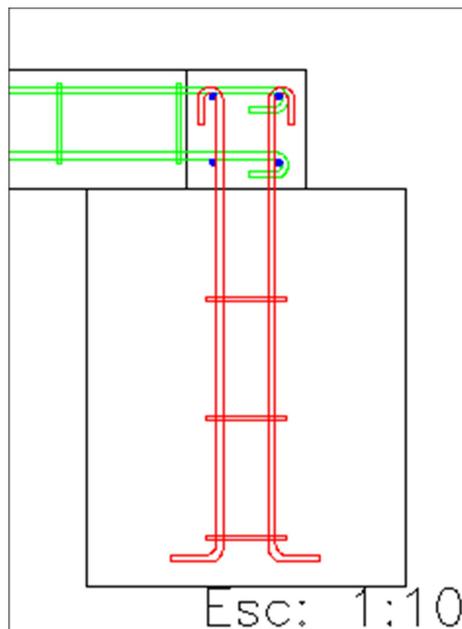
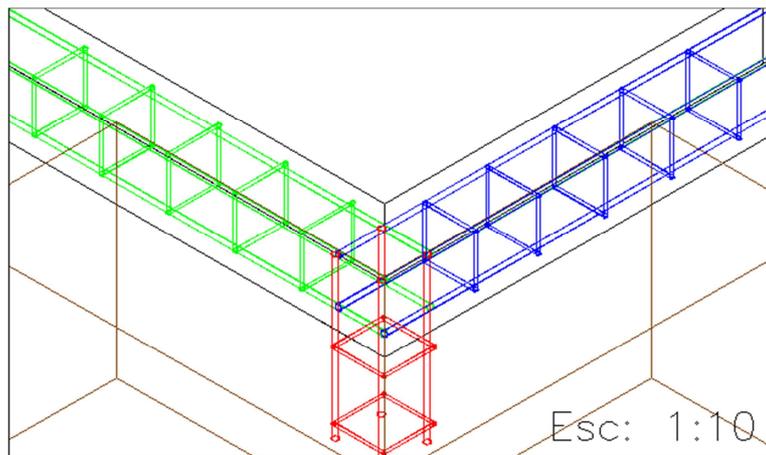


Ilustración 14 Detalle de cimentación



Para las cadenas tanto de cimentación como superiores se prevé el uso de armaduras prefabricadas en este caso de vigas electro soldadas V1.

Sobre la cimentación de mampostería de piedra se construirán cadenas de hormigón armado de pequeña dimensión sobre las cuales se colocaran los paneles de pared, la fundición se deberá realizar después de colocados los paneles para asegurar la unión monolítica. Para rigidizar el sistema se deberá usar un anclaje de acero entre las cadenas y la cimentación en cada intersección de cadenas como se presenta en el detalle.



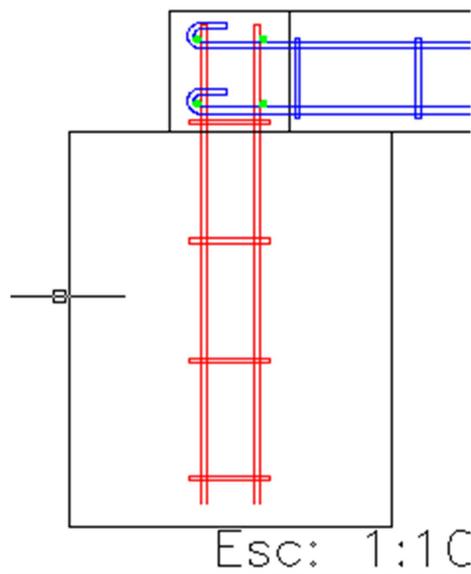


Ilustración 15 Unión Cadena Cimentación

Ya colocados todos los paneles de pared, ventana, y marcos de ventanas se procederá a colocar la armadura de las vigas superiores y los paneles de entepiso para la fundición de la cadena superior

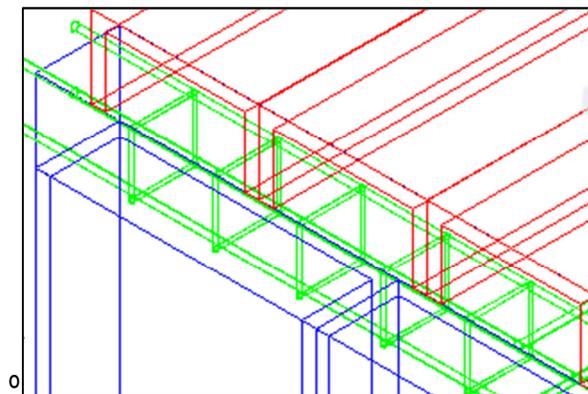


Ilustración 16 Unión Pared – Entepiso – Cadena

El diseño prevé una cubierta formada por elementos prefabricados dispuestos de forma acanalada estando diseñada para trabajar a flexión con los aleros en la parte interior, estos deben servir de impermeabilizantes y será unido en su cumbre mediante el uso de hormigón, y en sus apoyos con conexiones empernadas las que facilitaran la ampliación y reusó posterior de los paneles de cubierta.

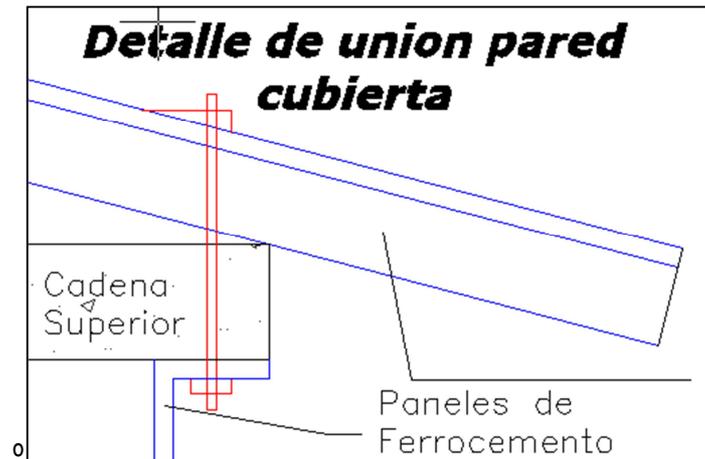


Ilustración 17 Detalle de Unión Cubierta - Pared

Para la ampliación de la vivienda se dejaron tubos de PVC de ½” en sentido vertical que atravesaran la cadena superior y los paneles inferiores en su cara superior de forma que al ensamblarse el piso superior se realicen conexiones empernadas entre el sistema inferior y el sistema nuevo.

Estas perforaciones serán usadas también para el anclaje de los paneles de cubierta en sus apoyos.

En la cumbre de la cubierta se realizara una hormigonado in situ luego de unir las mallas salientes de los paneles de cubierta y del panel de cumbre donde se asientan los paneles como se puede observar en el detalle

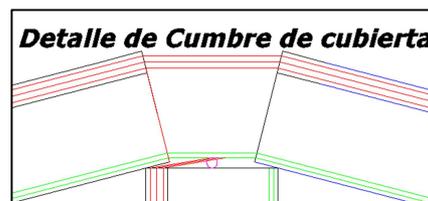


Ilustración 18 Detalle de cumbre de cubierta

Los planos estructurales y arquitectónicos de la vivienda de una planta se pueden observar en el **ANEXO 1**. Los planos de la segunda planta correspondientes a la ampliación presentaran solo los cambios en el diseño original, manteniéndose todas las estructuras de la primera planta, estos planos se presentan en el **ANEXO 2**.



CAPITULO V CALCULOS

5.1 Cálculos Preliminares

5.1.1 Calculo del peso de Vivienda

Para el análisis sísmico y el análisis de cimentación como paso inicial es necesaria una estimación del peso de la vivienda, para este cálculo se considerara un peso estimativo de los paneles de ferrocemento de paredes y cubierta, cadenas tanto a nivel de cimentación como de entrepiso y cubierta.

Para el cálculo del peso se ha decidido tomar en cuenta el peso del segundo piso que sería proyectado sobre el primer piso en el caso de la ampliación asegurando así su desempeño a cargas el momento de la ampliación

5.1.1.1 Calculo de peso de panel de ferrocemento

Para el cálculo estimativo del peso de la estructura es necesario determinar el peso por metro de cada panel de ferrocemento.

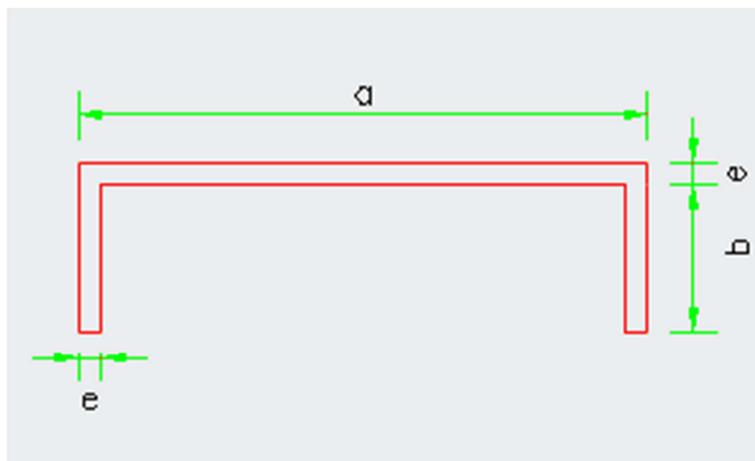


Ilustración 19 Sección de panel de ferrocemento



Paneles tipo 1 (De 50 cm de ancho)		
Calculo del peso del panel/m		
Descripción	Valor	Unidad
a	50.00	cm
b	13.00	cm
e	2.50	cm
Area	0.0203	m ²
Volumen	0.0203	m ³ /m
<i>Yferrocemento</i>	2400	Kg/m ³
Peso	48.60	Kg/m

Tabla 4 Cálculo del peso del panel por metro (panel de 50 cm de ancho)

Paneles tipo 2 (De 30 cm de ancho)		
Calculo del peso del panel/m		
Descripción	Valor	Unidad
a	30.00	cm
b	13.00	cm
e	2.50	cm
Area	0.0153	m ²
Volumen	0.0153	m ³ /m
<i>Yferrocemento</i>	2400	Kg/m ³
Peso	36.60	Kg/m

Tabla 5 Cálculo del peso de panel por metro (panel de 30 cm de ancho)

5.1.1.2 Peso de la vivienda

Peso del ferrocemento			
Característica	Numero de paneles	Longitud (m)	Peso total (Kg)
Primer piso	48	2.10	4898.88
Segundo piso	58	2.10	5919.48
Cubierta	48	3.60	6324.48
Perfiles cortados	31	1.20	1807.92
Entrepiso	36	2.78	3662.93
Peso total de los paneles de ferrocemento			22613.69

Tabla 6 Peso total de elementos de ferrocemento



Peso de las cadenas de hormigon armado				
Nivel	Longitud de viga (m)	Area (m2)	Volumen (m3)	Peso (Kg)
0.00	35.23	0.02	0.79	1902.42
2.10	40.97	0.02	0.92	2212.38
4.35	40.97	0.02	0.92	2212.38
Peso debido a las cadenas				6327.18

Tabla 7 Peso de cadenas de hormigón armado

Peso aproximado de la vivienda	36140.87	Kg
	36.14	Toneladas

Tabla 8 Peso total de la vivienda

Nota: Para el cálculo del peso total de la vivienda, además se debe sumar la carga viva de 200Kg/m² que se encontrara actuando en el entrepiso.

Peso aproximado de segunda planta	14456.34	Kg
	14.46	Toneladas

Tabla 9 Peso aproximado del segundo piso

5.1.2 Calculo de carga lateral por sismo

Carga lateral por sismo	Nivel	Carga sísmica	Unidad
	1 piso	9035.22	Kg
	2 piso	3614.09	Kg

Tabla 10 Cálculo de la carga sísmica

5.2 Cimentación

El diseño de la cimentación se consideró distribuyendo todo el peso de la estructura a lo largo de las cadenas y respectivamente a la cimentación de mampostería de piedra comprobando si no se excede la capacidad de compresión simple de la misma.

Cimentación		
Longitud	35.23	m
Base	0.15	m
Área de apoyo	5.28	m ²
Peso de Vivienda	36140.87	kg



Esfuerzo	0.68	kg/cm ²
-----------------	------	--------------------

Tabla 11 Esfuerzo de compresión debido al Peso de la estructura

Nota: Como área de apoyo para la cimentación se tomo el área de la cadena de hormigón armado (que sería igual a 0.15 m por la longitud de apoyo correspondiente), esto debido a que es la condición mas critica de apoyo donde se comprobara que este esfuerzo no supere al máximo admisible de la mampostería de piedra que se encuentra bajo esta que tiene un valor de 80 Kg/cm². Tomando en cuenta la base real de cimentación que es de 40 cm se obtiene un esfuerzo menor aun correspondiente a 0.26 Kg/cm².

En lo referente a la cadena, esta sirve para amarre de los elementos prefabricados de ferrocemento, y se la diseño con los criterios de la ACI, quedando una sección de 15x15 cm con un refuerzo longitudinal correspondiente a 4 hierros de 8mm cada uno y armadura transversal correspondiente a un estribo de 5.5mm con una separación de 15cm.

5.3 Cálculos y diseño para elementos de ferrocemento sometidos a flexión

Para el cálculo de los elementos a flexión se ha decidido usar el método de diseño desarrollado por el profesor Alfonso Olvera del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de Ciudad de México.

Este método posibilita el diseño de elementos estructurales cualquiera que sea la forma de su sección transversal si esta solicitada por flexiones que producen esfuerzos de tracción y compresión, abajo y arriba del eje neutro o a la inversa.

5.3.1 Método de Calculo

Se considera como hipótesis de esfuerzo el diagrama rectangular y se toman valores de **(Ra)** , Esfuerzo en el límite elásticos del refuerzo de acero y esfuerzos del 0.85 R'b

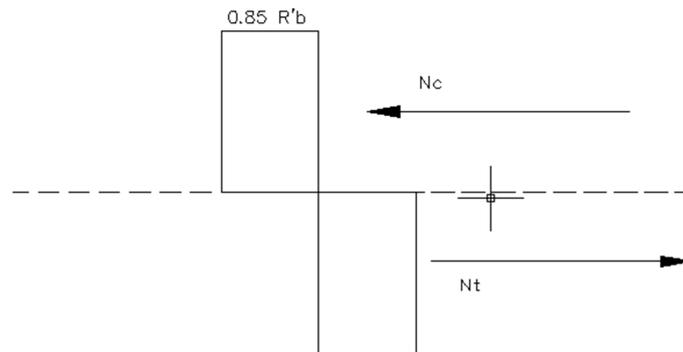


Ilustración 20 Diagrama Rectangular de Tensiones

Este método, en su forma más simple, consiste en determinar de acuerdo con las dimensiones del refuerzo de la sección transversal, el área de la dicha sección que trabaja a compresión, para luego calcular el punto de aplicación de la resultante las compresiones, ya que el punto de aplicación de la tracción será determinado fácilmente puesto que se conoce cuál es el área que trabajara a tracción, al haber determinado el área de compresión.

Con el objetivo de abarcar cualquier caso de perfil que se presente no solo con refuerzo uniformemente distribuido, sino también con refuerzos adicionales en las zonas de mayores esfuerzos tracción y compresión, se deduce a continuación la formula general para determinar el valor de L_c . (Longitud de sección transversal que trabaja a compresión, lo que permite definir la posición de la línea neutra.)

<p> A_s: Refuerzo uniformemente distribuido en cm^2/m A_{at}: Refuerzo adicional trabajando a tracción en cm^2 R_a: Esfuerzo en el límite elástico a tracción en MPa. g: Espesor en cm σ'_{ac}: Esfuerzo en el refuerzo uniforme a compresión Mpa. σ'_s: Esfuerzo en el refuerzo adicional de compresión en Mpa R'_b: Esfuerzo de rotura del mortero en Mpa L: Longitud total de la sección transversal en m L_c: Longitud de la sección transversal que trabaja a compresión en m </p> $L_c = \frac{R_a(A_s L + A_{at}) - A_{ac} \sigma'_{ac}}{A_s(R_c + \sigma'_s) + 85 R'_b e}$
--

Ilustración 21 Formulación Para longitud de la sección transversal que trabaja a compresión en (m)



Antes de entrar en el cálculo de los diferentes paneles a ser utilizados, a continuación se presenta una tabla resumen de las diferentes propiedades del refuerzo a ser utilizado.

Nomenclatura	Descripción	Valor	Unidad
ϕ	Diametro de la tela de malla	1.2	mm
esp	Espaciamiento	12.5	mm
D	Diametro de las varillas	5.5	mm
Ra	Esfuerzo en el limite elastico a tracción	420	MPa
σ'_c	Esfuerzo en el refuerzo uniforme a compresión	253	MPa
R'_c	Resistencia a compresión del mortero	30	MPa

Tabla 12 Propiedades del refuerzo a ser utilizado

5.4 Diseño de Paneles de Pared

Los paneles de pared principalmente resistirán o estarán sometidos a las cargas laterales producidas por la acción de un sismo. Los paneles de cubierta que se encuentran diseñados a continuación se encuentran sometidos a solicitaciones de carga mucho mayores a los de paneles de pared, así que se tomara ese diseño para los paneles de pared es decir 3 mallas cuadradas de 1.2mm de espesor y con una separación de 12.5mm con una sección del perfil de 50 cm de ancho, un patín de 13 cm, un espesor de 2.5cm y una longitud de 2.10m.

Análisis a compresión de los paneles de pared						
Muro	H (m)	L (m)	Area Tributaria (m ²)	Carga recibida (Kg)	Area del muro (cm ²)	Esfuerzo (kg/m ²)
1	2.10	1.00	1.11	376.46	250	1.51
2	2.10	0.92	1.38	468.03	230	2.03
3	2.10	0.65	0.61	206.88	162.5	1.27
4	2.10	3.08	4.10	1390.52	770	1.81
5	2.10	1.15	1.65	559.60	287.5	1.95
6	2.10	1.00	1.65	559.60	250	2.24
7	2.10	2.35	1.82	617.25	587.5	1.05
8	2.10	6.00	4.61	1563.48	1500	1.04
9	2.10	2.00	5.70	1933.16	500	3.87
10	2.10	1.90	4.10	1390.52	475	2.93
11	2.10	1.90	1.94	657.95	475	1.39
12	2.10	4.00	6.16	2089.16	1000	2.09
13	2.10	1.00	1.17	396.81	250	1.59

Tabla 13 Análisis a compresión de los paneles de pared

En cuanto a la compresión, se puede ver en la tabla anterior que el muro que presenta mayor esfuerzo corresponde a un valor de 3.87 Kg/cm² que comparado a la resistencia del ferrocemento a compresión que es de 300 Kg/cm² resulta muy pequeño, por lo que se concluye que la compresión no es un problema dentro del diseño.



5.5 Diseño de paneles de Cubierta

Nomenclatura	Descripcion	Valor	Unidad
CV	Carga viva	200	Kg/m ²
CM	Carga muerta	122	Kg/m ²
CT	Carga total de diseño	322	Kg/m ²

Tabla 14 Cargas de diseño para el panel de cubierta

Características del panel tipo C de cubierta			
Nomenclatura	Descripcion	Valor	Unidad
a	Ancho	30	cm
b	Patin	13	cm
e	Espesor	2.5	cm
r	Recubrimiento	0.5	cm
As	Refuerzo uniformemente distribuido	5.43	cm ² /m
Aat	Refuerzo adicional trabajando a tracción	0.48	cm ²

Tabla 15 Características del panel de cubierta

Caso 1 Analisis en el empotramiento				
Calculos del panel				
Nomenclatura	Descripcion	Formula	Valor	Unidad
L	Longitud total de la seccion transversal	-	0.58	m
Lc	Longitud de la sección transversal en compresión	$\frac{Ra * (As * L + Aat) - Aac * \sigma'_{ac}}{As * (Ra * \sigma'_s) + 85 * R'_b * e}$	0.15	m
Mr	Momento resistente	-	657.48	kg*m
Nomenclatura	Descripcion	Valor	Unidad	
p	Carga de diseño	322.00	Kg/m ²	
H	Longitud del panel	360	cm	
-	Ancho del panel	50	cm	
q	Carga distribuida actuante en el panel	161	Kg/m	
M	Momento actuante	173.88	Kg*m	

Tabla 16 Análisis en el empotramiento

Caso 2 Analisis en el centro de la luz				
Calculos del panel				
Nomenclatura	Descripcion	Formula	Valor	Unidad
L	Longitud total de la seccion transversal	-	0.58	m
Lc	Longitud de la sección transversal en compresión	$\frac{Ra * (As * L + Aat) - Aac * \sigma'_{ac}}{As * (Ra * \sigma'_s) + 85 * R'_b * e}$	0.12	m
Mr	Momento resistente	-	1374.60	kg*m
Nomenclatura	Descripcion	Valor	Unidad	
p	Carga de diseño	322.00	Kg/m ²	
H	Longitud del panel	360	cm	
-	Ancho del panel	50	cm	
q	Carga distribuida actuante en el panel	161	Kg/m	
M	Momento actuante	86.94	Kg*m	

**Tabla 17 Análisis en el centro de la luz**

Comprobación de Ferrocemento				
Nomenclatura	Descripción	Formula	Valor	Unidad
n	Numero de alambres en la malla	-	80	/m
S	Superficie Especifica	$\frac{\text{Area superficial del refuerzo}}{\text{Volumen de la sección transversal}}$	0.72382295	cm ⁻¹
Vf	Factor de Volumen	$\frac{\text{Volumen del refuerzo}}{\text{Volumen de la sección transversal}}$	2.17146884	%

Tabla 18 Comprobación de la sección cubierta

Como conclusión final podemos decir que los paneles de cubierta presentan una sección tipo C de 3.60 m de largo, 0.25 m de ancho, un patín de 13cm y un espesor de 2.5cm. Está conformado por 3 telas de malla de 1.2mm de diámetro y espaciada 12.5mm del tipo cuadrada.

5.6 Diseño de paneles de entrepiso

Nomenclatura	Descripción	Valor	Unidad
CV	Carga viva	200	Kg/m ²
CM	Carga muerta	122	Kg/m ²
CT	Carga total de diseño	322	Kg/m ²

Tabla 19 Cargas de diseño para el panel de entrepiso

Características del panel tipo C de entrepiso				
Nomenclatura	Descripción	Valor	Unidad	
a	Ancho	30	cm	
b	Patín	13	cm	
e	Espesor	2.5	cm	
r	Recubrimiento	0.5	cm	
As	Refuerzo uniformemente distribuido	5.43	cm ² /m	
Aat	Refuerzo adicional trabajando a tracción	0.48	cm ²	

Tabla 20 Características del panel de entrepiso



Caso 1 Analisis en el empotramiento				
Calculos del panel				
Nomenclatura	Descripcion	Formula	Valor	Unidad
L	Longitud total de la seccion transversal	-	0.59	m
Lc	Longitud de la seccion transversal en compresi3n	$\frac{Ra * (As * L + Aat) - Aac * \sigma'_{ac}}{As * (Ra * \sigma'_s) + 85 * R'_b * e}$	0.15	m
Mr	Momento resistente	-	657.48	kg*m
Nomenclatura	Descripcion	Valor	Unidad	
p	Carga de dise1o	322.00	Kg/m^2	
H	Longitud del panel	278	cm	
-	Ancho del panel	30	cm	
q	Carga distribuida actuante en el panel	96.6	Kg/m	
M	Momento actuante	62.21362	Kg*m	

Tabla 21 An1lisis en el empotramiento entrepiso

Caso 1 Analisis en el centro de la luz				
Calculos del panel				
Nomenclatura	Descripcion	Formula	Valor	Unidad
L	Longitud total de la seccion transversal	-	0.59	m
Lc	Longitud de la seccion transversal en compresi3n	$\frac{Ra * (As * L + Aat) - Aac * \sigma'_{ac}}{As * (Ra * \sigma'_s) + 85 * R'_b * e}$	0.12	m
Mr	Momento resistente	-	905.02	kg*m
Nomenclatura	Descripcion	Valor	Unidad	
p	Carga de dise1o	322.00	Kg/m^2	
H	Longitud del panel	278	cm	
-	Ancho del panel	30	cm	
q	Carga distribuida actuante en el panel	96.6	Kg/m	
M	Momento actuante	31.10681	Kg*m	

Tabla 22 An1lisis en el centro de la luz entrepiso

Comprobaci3n de Ferrocemento				
Nomenclatura	Descripcion	Formula	Valor	Unidad
n	Numero de alambres en la malla	-	80	/m
S	Superficie Especifica	$\frac{\text{Area superficial del refuerzo}}{\text{Volumen de la secci3n transversal}}$	0.72382295	cm^-1
Vf	Factor de Volumen	$\frac{\text{Volumen del refuerzo}}{\text{Volumen de la secci3n transversal}}$	2.17146884	%

Tabla 23 Comprobaci3n de la secci3n entrepiso

Como conclusi3n final podemos decir que los paneles de entre piso presentan una secci3n tipo C de 2.78 m de largo, 0.3 m de ancho, un pat3n de 13cm y un espesor de 2.5cm. Est1 conformado por 3 telas de malla de 1.2mm de di1metro y espaciada 12.5mm del tipo cuadrada.



5.7 Diseño de paneles por cargas laterales

Como ya enunciamos en la parte de diseño, se usara el método simplificado sugerido por el RCDF, cuyos resultados mostramos a continuación.

Método simplificado para el cálculo estático bajo la acción del sismo						
Muro	H (m)	L (m)	H/L	F_{AE}	$V_{(kg)}$	$\sum t * F_i * L_i (cm^2)$
1	2.10	1.00	2.10	0.40	9035.22	1816.19
2	2.10	0.92	2.28	0.34		
3	2.10	0.65	3.23	0.17		
4	2.10	3.08	0.68	1.00		
5	2.10	1.15	1.83	0.53		
6	2.10	1.00	2.10	0.40		
7	2.10	2.35	0.89	1.00		

Tabla 24 Cálculo de paneles de pared como muros de carga bajo la acción de cargas laterales

Formula	Valor	Unidad
$v = \frac{V}{\sum t * F_i * L_i}$	4.97	Kg/cm ²

Tabla 25 Cálculo del esfuerzo de corte actuante en cada muro de carga (panel de pared)

Como conclusión de las tablas anteriores podemos decir que el esfuerzo de corte que se produce en cada uno de los muros de resistentes a carga (paneles de pared), es de 4.97 Kg/cm² y sabemos que el admisible es de 7Kg/cm². Partiendo de este análisis podemos decir que los paneles de ferrocemento resisten adecuadamente a la solicitud de carga del sismo, comportándose correctamente ante este fenómeno.

5.8 Diseño de paneles de huella de escalera

Se calculara un panel de huella de la escalera usada para la ampliación, esta tiene una longitud de 30 cm, una base de 1 m y un ancho de 15 cm. Su sollicitación es a flexión y tiene un espesor de 2.5 cm.

Nomenclatura	Descripción	Valor	Unidad
CV	Carga viva	200	Kg/m ²
CM	Carga muerta	70	Kg/m ²
CT	Carga total de diseño	270	Kg/m ²



--	--	--	--

Tabla 26 Cargas de diseño para el panel de escalera

Características del panel tipo C de entrepiso			
Nomenclatura	Descripción	Valor	Unidad
a	Ancho	30	cm
e	Espesor	2,5	cm
r	Recubrimiento	0,5	cm
As	Refuerzo uniformemente distribuido	1,81	cm ² /m

Tabla 27 Características del panel de escalera

Caso 1 Analisis en el empotramiento				
Calculos del panel				
Nomenclatura	Descripción	Valor	Unidad	
I	Inercia	39,0625	cm ⁴	
y	Fibra mas alejada a traccion	1,25	cm	
W	Modulo de la seccion	31,25	cm ³	
oft	Esfuerzo en fibra de traccion	21,6	kg/cm ²	
	Esfuerzo en fibra de traccion	2,16	Mpa	
F	Fuerza actuante en el acero	4050	N	
σa*0,6	Esfuerzo resistente del acero	240	Mpa	
Aa	Area de acero necesaria	16,875	mm ²	
Aact	Area de acero actual	54,28672105	mm ²	
Nomenclatura	Descripción	Valor	Unidad	
p	Carga de diseño	270,00	Kg/m ²	
H	Longitud del panel	100	cm	
-	Ancho del panel	30	cm	
q	Carga distribuida actuante en el panel	81	Kg/m	
M	Momento actuante	6,75	Kg*m	

Tabla 28 Análisis en el empotramiento escalera

Caso 1 Analisis en el centro de la luz				
Calculos del panel				
Nomenclatura	Descripción	Valor	Unidad	
I	Inercia	39,0625	cm ⁴	
y	Fibra mas alejada a traccion	1,25	cm	
W	Modulo de la seccion	31,25	cm ³	
oft	Esfuerzo en fibra de traccion	10,8	kg/cm ²	
	Esfuerzo en fibra de traccion	1,08	Mpa	
F	Fuerza actuante en el acero	2025	N	
σa*0,6	Esfuerzo resistente del acero	240	Mpa	
Aa	Area de acero necesaria	8,4375	mm ²	
Aact	Area de acero actual	54,28672105	mm ²	
Nomenclatura	Descripción	Valor	Unidad	
p	Carga de diseño	270,00	Kg/m ²	
H	Longitud del panel	100	cm	
-	Ancho del panel	30	cm	
q	Carga distribuida actuante en el panel	81	Kg/m	
M	Momento actuante	3,375	Kg*m	

Tabla 29 Análisis en el centro de la luz escalera



Comprobación de Ferrocemento				
Nomenclatura	Descripción	Formula	Valor	Unidad
n	Numero de alambres en la malla	-	80	/m
S	Superficie Especifica	$\frac{\text{Area superficial del refuerzo}}{\text{Volumen de la sección transversal}}$	0,72382295	cm [^] -1
Vf	Factor de Volumen	$\frac{\text{Volumen del refuerzo}}{\text{Volumen de la sección transversal}}$	2,17146884	%

Tabla 30 Comprobación de la sección escalera

5.9 Diseño de conexiones emperradas

Diseño de Pernos					
Material del tornillo	A325	Sistema MKS		Sistema ingles	
Simbologia	Descripcion	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Fub	Resistencia Ultima	8454,56236	Kg/cm2	120	ksi
d	Diametro de tornillo	1,27	cm	0,5	pulgada
A	Area bruta	1,2667687	cm2	0,196349541	pulg2
emin	espaciamiento minimo	1,69333333	cm	0,666666667	pulg
eopt	espaciamiento optimo	3,81	cm	1,5	pulg
eus	espaciamiento actual	25	cm	9,842519685	pulg
N	Coefficiente de tipo de corte	1	---	1	----
Da	Diametro del agujero	1,42875	cm2	0,5625	pulg
Fnv	Resistencia nominal a cortante	4227,28118	kg/cm2	60	Ksi
φ	Factor de reduccion	0,75		0,75	
Bdv	Resistencia de diseño a cortante	4016,24061	Kg	8,835729338	Kips
N	Nuúmero de pernos que actuan	40	#		
Cdv	Esfuerzo de corte resistente	160,649624	Ton		

Tabla 31 Calculo de conexiones emperradas

Se tomo en cuenta los tornillos que se necesitarían para llenar los paneles correspondientes a la dirección del sismo en la condición más desfavorable, es decir la que se analizo en el caso de sismo (considerando que se colocan 2 tornillos en cada panel) y teniendo el numero de paneles en este sentido se llego a un numero de 40 tornillos, con una carga resistente de 160Tn aproximadamente, que es mucho mayor que las 9Tn producidas por el sismo.

La resistencia del sistema es mucho mayor que la fuerza lateral que se provoca en el caso de sismo con lo que se concluye que el sistema es completamente estable.



CAPITULO VI CONSTRUCCION

La fase de construcción comprende varias etapas desde el desbroce, seguido por la excavación (la que puede ser a mano o a máquina), implementación del sistema de cimentación, colocación de los paneles prefabricados (tanto de pared como de cubierta), para finalmente terminar con la disposición de las juntas de construcción y la fachada final de la vivienda.

A continuación se describirá los procesos de las diferentes fases constructivas, así como de las diferentes normas a ser cumplidas en las diferentes uniones y fabricación de elementos. Además de lo mencionado anteriormente, también se enunciarán los diferentes procesos de prefabricación de los diferentes elementos a utilizarse en la ejecución de esta vivienda.

6.1 Prefabricación de paneles

Los paneles a prefabricarse serán de dos tipos de tipo canaleta es decir de forma tipo C, de tal forma que para determinada solicitación de carga el alma del perfil absorba los efectos de compresión y las alas del mismo soporten los efectos de tracción producidos por acción de las fuerzas de flexión presentes en el mismo.

Primeramente se dispondrán las telas de malla en los moldes de encofrado, respetando el espesor del recubrimiento y la distancia entre las telas de malla y las barras puntuales a ser utilizadas (medidas antes calculadas y proyectadas en la fase de diseño), lo cual se logrará con la colocación de espaciadores y con una buena gestión en la ejecución del proceso de emplastecido.

A continuación verteremos la mezcla de mortero previamente elaborada de tal manera de garantizar el llenado compacto del molde de encofrado y evitando al máximo los procesos de disgregación del mortero. La compactación de la mezcla se la realizara con una máquina vibro-compactadora deslizante, la cual va colocando el mortero y a la vez lo va vibro compactando de tal manera de reducir al mínimo la porosidad y así poder garantizar un trabajo de buena calidad.

Finalmente se procederá al proceso de curado.

la tecnología para los elementos prefabricados se basa en la técnica de la compactación del mortero mediante vibradores de superficie.

Se utiliza una de las siguientes dos técnicas:

1.- después de la colocación de el refuerzo, desde un recipiente se vierte la mezcla de un mortero que llena el molde. La compactación de la mezcla se efectúa con vibradores acoplados a la mesa vibratoria.



2.-Colocacion de capas de mezcla de mortero por cada una de las telas de malla.

Se recomienda realizar el emplastecido en un lapso entre 15 a 20 minutos, desde el momento de adición de agua al mortero.

Toda la tecnología utilizada anteriormente asegura una calidad adecuada del mortero y de casa uno de sus componentes.

6.2 Desbroce

Previamente a la construcción se deberá realizar un desbroce completo de la capa vegetal que invade el área de construcción, proceso que puede ser realizado con maquinaria o simplemente con mano de obra humana. Este proceso se lo realiza con la finalidad de no tener maleza que estorbe a la construcción y que en un futuro pueda dañar tanto de forma estructural como disminuir la funcionalidad de la vivienda.

6.3 Excavación

La excavación se la realiza con la finalidad de llegar a suelo inalterado o eliminar toda la materia orgánica del mismo, es decir para tratar de que la interacción suelo-estructura sea más eficaz. Dependiendo de la cantidad de materia orgánica presente en el suelo y de las dimensiones de la estructura esta profundidad de excavación variara de dimensiones.

En el caso de esta estructura al ser una vivienda de pequeñas dimensiones y por lo tanto de pequeña área; y también tomando en cuenta que el peso de la misma no será excesivo al considerar que el material de construcción es ferrocemento y es de pequeño espesor, bastara con una profundidad de excavación de alrededor de unos 30 cm bajo el nivel del terreno natural.

6.4 Cimentación

Una vez terminado el proceso de excavación de zanjas para la cimentación se procederá a la elaboración de las zapatas corridas de mampostería las que sirven de cimentación a la vivienda. Estas estarán elaboradas con un hormigón pobre con una resistencia de 80Kg/cm².

Sobre la cimentación de mampostería se colocara el refuerzo para una viga y se anclara al cimiento como se mostró en el capítulo 4. Previo a la fundición se colocaran los paneles de pared sobre el refuerzo procurando un amarre entre la malla y los aceros de tracción de los paneles con el refuerzo de la cadena. Se



podrá ayudar con puntales de madera para mantener la posición de los paneles de ferrocemento.

Posteriormente se procederá a la fundición de las vigas de cadena a nivel de cimentación.

6.5 Cadena Superior

Para la disposición de las ventanas se usaran paneles de dimensiones menores estos se pueden obtener en el proceso de prefabricación dando menor dimensión al panel en la riel que se sugiere para el prefabricado

Para mantener el sistema monolítico luego de haber colocado todos los paneles de pared se procederá a la fundición de la viga de cadena superior la que se colocara sobre los paneles de pared que servirán como base para el fundido de la viga.

Esta viga de cadena tiene la característica especial de presentar tubos de PVC de $\frac{1}{2}$ " en dirección vertical, estos están previstos para la fase de ampliación así como para la unión con la cubierta.

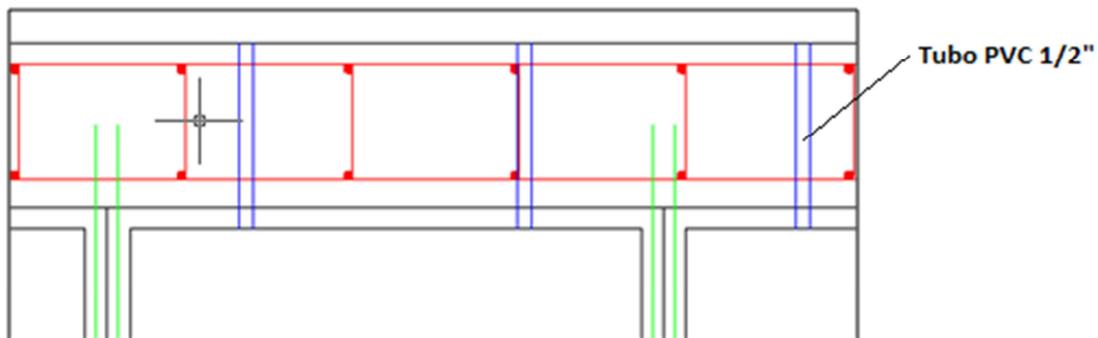


Ilustración 22 Tubos Verticales PVC

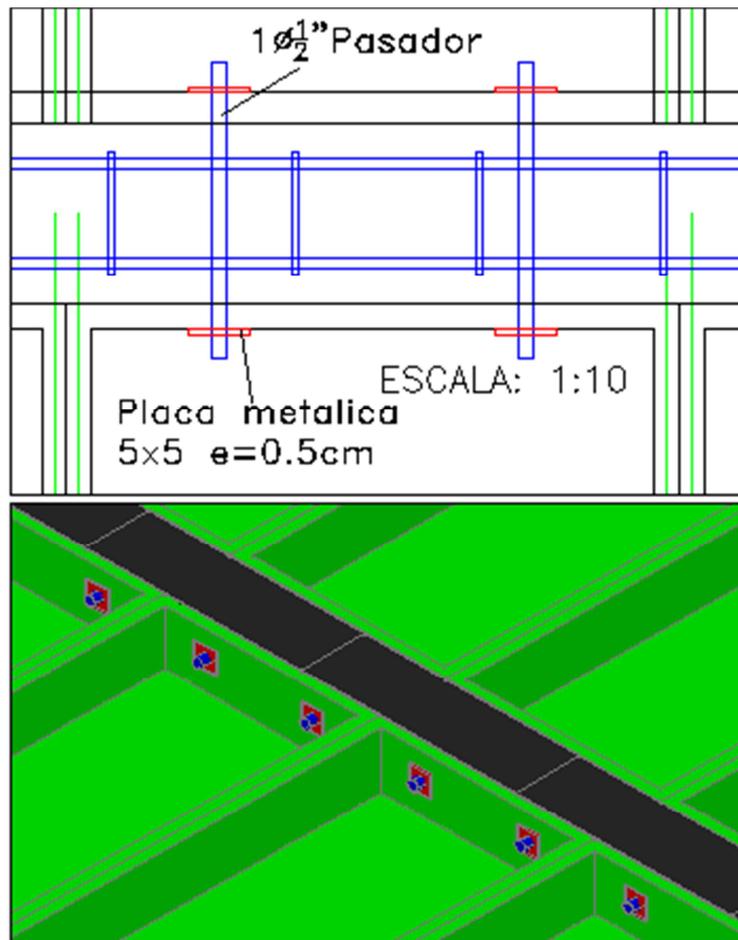


Ilustración 23 Detalle de pernos de unión

6.6 Colocación de paneles de cubierta

Previo a la colocación de la cubierta se colocaran paneles cortados sobre la viga central de la vivienda en el sentido este oeste como se presenta en la ilustración y sobre esta se apoyaran los paneles de cubierta los que serán unidos monolíticamente mediante la unión de las mallas de cada panel y el uso de un hormigonado insitu.

Estos paneles centrados estarán unidos a la viga central mediante el uso de conexiones empernadas

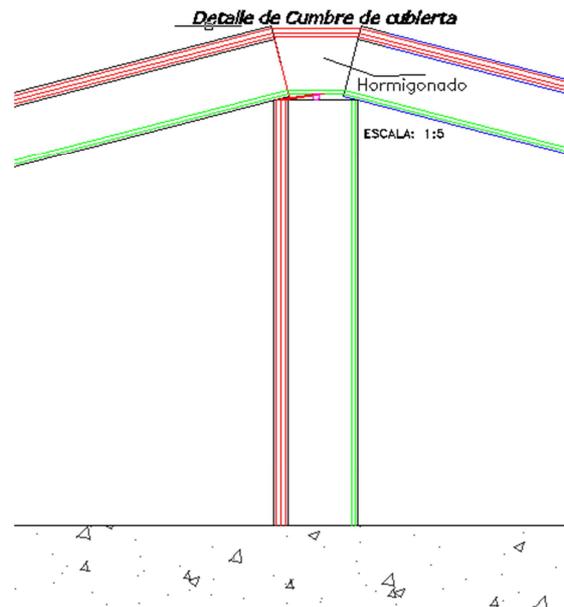


Ilustración 24 Unión Cumbre Cubierta - Panel

6.7 Juntas de construcción

Entre paneles de pared no es necesaria una junta lateral entre paneles sin embargo si se desea se puede dar una capa de mortero o enlucido cambiando la fachada de la vivienda

En todos los caso de unión de pared con cadena de nivel de cimentación o de cadena superior se debe respetar y mantener la unión de los refuerzos previos al fundido de las cadenas.

Tanto uniones de cubierta como en la cimentación se debe tener especial atención con la colocación del refuerzo para mantener la regularidad geométrica de la vivienda evitando el movimiento de los paneles de ferrocemento.

6.8 Recomendaciones adicionales

Tanto en la prefabricación, como en la construcción en obra se debe dar especial cuidado al proceso de curado, ya que es de gran importancia para garantizar la calidad de los diferentes elementos. Este proceso comenzara 3 horas después de la fundición de los elementos y se realizara intensivamente durante 7 días, hasta culminar a los 15 días de curado final.

Hacer respetar en la construcción el diseño realizado tanto en longitudes, espesores, anclajes, solapes, recubrimientos y otras medidas de tal forma que la estructura se comporte lo más cerca posible a lo estipulado por el diseño y así



evitar al máximo posibles problemas como falta de rigidez, falta de rigidez, disminución de la impermeabilidad del conjunto, comportamiento no monolítico de la estructura ante un sismo, entre otros.

CAPITULO VII AMPLIACION DEL DISEÑO

7.1 Desmontaje de cubierta

Como se ha expuesto anteriormente la vivienda ha sido diseñada con el objeto de poder ser ampliada a una segunda planta con elementos prefabricados de ferrocemento.

Para la ampliación se retiraran los elementos de ferrocemento de cubierta y los que hacían de apoyos para la cubierta. Se deberán retirar las conexiones empernadas existentes entre el bloque de cubierta y el bloque de paredes de manera que se pueda comenzar con la ampliación de las paredes de vivienda.

7.2 Colocación de paneles de entrepiso

Los paneles de entrepiso que servirán de base para la segunda planta ya se colocaron en la fase de construcción de una planta lo que facilitara la construcción de la ampliación.

7.3 Colocación de Paneles de Pared

Estos serán colocados en la segunda planta y deberán ser unidos a bloque de primera planta mediante el uso de pernos de ½" los que unirán los paneles nuevos con la viga de amarre que se encuentra al nivel 2.25 metros. Estos deberán ser apretados correctamente y servirán de conexión entre el primer bloque y el segundo. Estos pernos serán colocados a través de tubos de PVC dejados en la construcción de la primera planta.

7.4 Cadena superior

Sera armadura de refuerzo electro soldada tipo V1 como la usada anteriormente en la cadena del nivel 2.25 y tal como se realizó con el primer bloque deberá ser fundida después de la colocación de los paneles de pared de la segunda planta de forma que se realice una fundición uniendo el refuerzo de pared con la cadena superior.

7.5 Cubierta



La cubierta mantendrá el mismo diseño original y será construida de manera análoga a la cubierta para la vivienda de un piso, en este caso es posible el reúso de los paneles de cubierta en cuanto sea posible.

7.6 Escaleras

El acceso a la segunda planta deberá ser a través de unas gradas exteriores las que han sido diseñadas en ferrocemento con sección igual a la usada para los paneles de entrepiso. Los que servirán de soporte vertical. Y la huella será fabricada con paneles o láminas de 2.5 cm de espesor las que serán unidas a los apoyos de la grada mediante el solape de mallas de secciones tipo c con la placa de ferrocemento.

La escalera tendrá una base de huella de 1 m, cada huella tendrá un ancho de 15 cm y una longitud de 30 cm, de forma que coincida con los paneles tipo C usados en el entrepiso, estos paneles C trabajarán únicamente a compresión, este esfuerzo es mínimo por lo que omitiremos el cálculo de los mismos basándonos en los resultados obtenidos en el diseño de los paneles de pared explicados en el capítulo 5.4 de este proyecto.

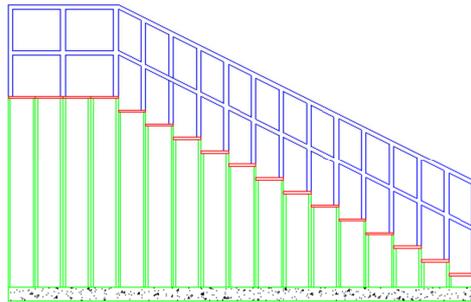


Ilustración 25 Escalera de Ferrocemento

En su base la grada estará unida a una cadena de hormigón armado similar a las usadas en la cimentación de forma que se mantenga rígida. Los pasamanos pueden realizarse en cualquier materia y se deja a discreción del usuario.

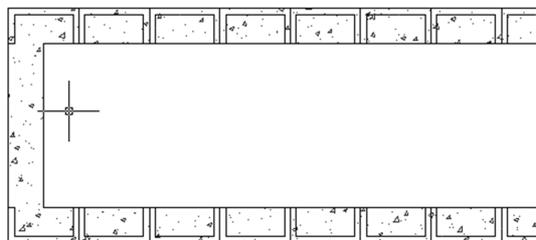


Ilustración 26 Base de Escalera



CAPITULO VIII CONCLUSIONES

Se ha comprobado que los elementos son bastante livianos, por lo cual se facilita de sobremana los problemas producidos en el ámbito de la cimentación.

El comportamiento sísmico según el cálculo que presenta la vivienda es aceptable siendo factible su construcción en zonas de comportamiento sísmico como lo es el Ecuador.

Los paneles, tanto de pared como de cubierta resisten muy bien a la solicitud de carga de viento, de hecho resiste muchas veces más pero se ha colocado la mínima cantidad de acero para que el material se comporte dentro de los límites establecidos para el ferrocemento (es decir una superficie específica mayor a 0.5 y menor a 2; y un factor de volumen mayor al 1.8% y menor al 8%). Lo descrito anteriormente se produce debido a que no se está considerando el cortante basal producido por efectos del sismo, que en si es la solicitud más desfavorable y que causa más problemas en el momento del diseño y en el comportamiento posterior a la construcción.

La prefabricación de los elementos de ferrocemento es factible cuando se vea masificada la construcción de viviendas, ya que esto reduce de gran manera los costes provenientes de la mano de obra, que como sabemos es un rubro de considerable valor en la construcción.

El tiempo es un factor de gran importancia desde cualquier punto de vista y aplicando las técnicas de construcción en ferrocemento y más aun prefabricando los diferentes elementos este disminuye en lo referente al necesario para la ejecución, lo cual disminuye los costos y sería de gran ayuda para la acción/reacción frente alguna tragedia del tipo natural donde este sistema de construcción resulta muy eficaz.

Si se normaliza y estandarizara este método de construcción siguiendo estrictamente la serie de paso para construcción y ampliación de la vivienda podría resultar en una solución económica y rápida para el requerimiento de vivienda y su mejora.



CAPITULO IX BIBLIOGRAFIA

- Hugo Wainshtok Rivas, Ferrocemento Diseño y Construcción, La Fabrika Comunicación Integral. 4ta edición-2010, Riobamba, Ecuador
- Roberto Meli, Diseño Estructural , Editorial Limusa Segunda Edición-2000, México
- Casas de Ferrocemento, Cementos Bío Bío Plataforma Arquitectura, www.plataformaarquitectura.cl
- Ferrocemento, Viviendas Industrializadas Definitivas en Hormigón, Cementos Bío Bío, www.plataformaarquitectura.cl
- Ferrocemento para acciones rápidas después de un desastre, www.ecosur.org
- MIDUVI. Unidad Técnica Provincial del Azuay, Proyecto Santa Teresa. Mayo 2011
- Estructuras de acero: comportamiento y LRFD Vinnakota, 2006.
- Diseño de estructuras metálicas, Victor Escalante Cervera, 2003
- Estructuras de acero, Ricardo Herrera, 2007
- Manual del AISC, 2005



ANEXOS

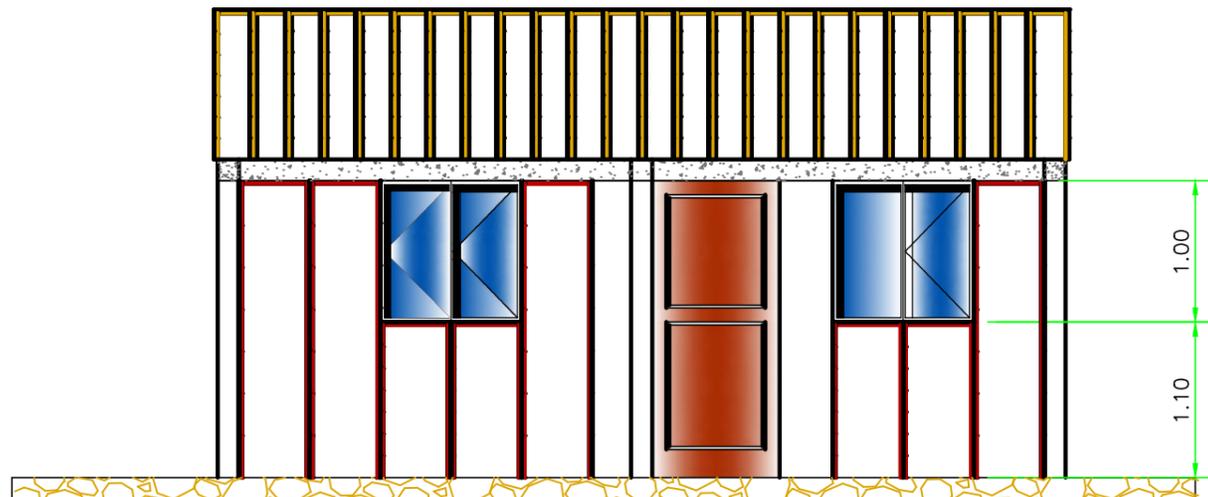
PLANOS VIVIENDA UNA PLANTA

- 1/7 Fachadas
- 2/7 Planta arquitectónica y Cubierta
- 3/7 Cortes
- 4/7 Planta de Cimentación
- 5/7 Instalaciones
- 6/7 Detalles de la estructura
- 7/7 Detalles de paneles

PLANOS VIVENDA DOS PLANTAS

- 1/5 Fachadas
- 2/5 Planta arquitectónica y cadenas
- 3/5 Instalaciones – Primera Planta
- 4/5 Instalaciones – Segunda Planta
- 5/5 Detalle de estructura

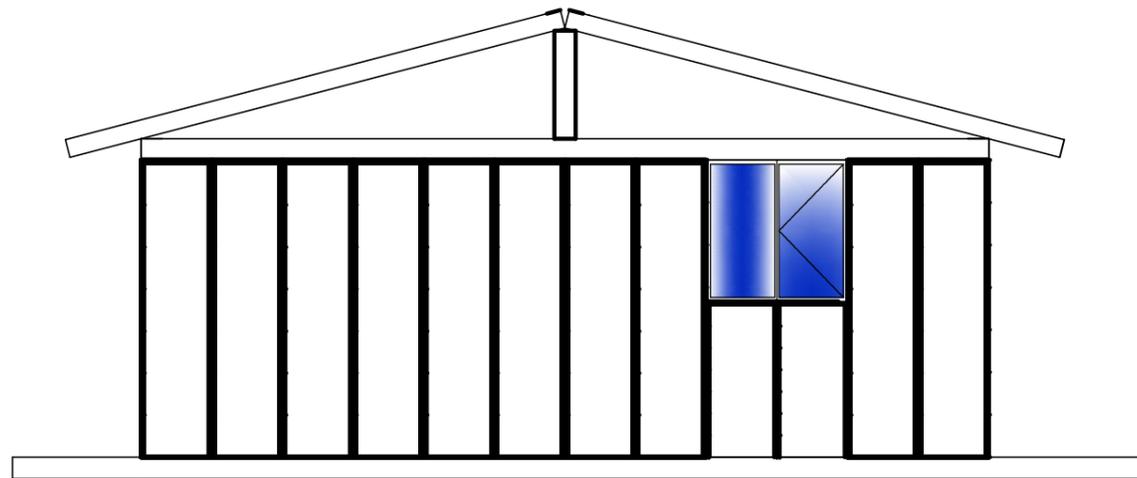
PLANOS VIVIENDA DE UNA PLANTA



Fachada frontal



Fachada posterior



Fachada lateral derecha

ESCALA: 1:50

Escala: Las indicadas

VIVIENDA CONSTRUIDA CON PANELES
PREFABRICADOS DE FERROCEMENTO

APROBACION

Dis: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
Dib: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
Rev: Ing. Diego Tinoco

Contiene:

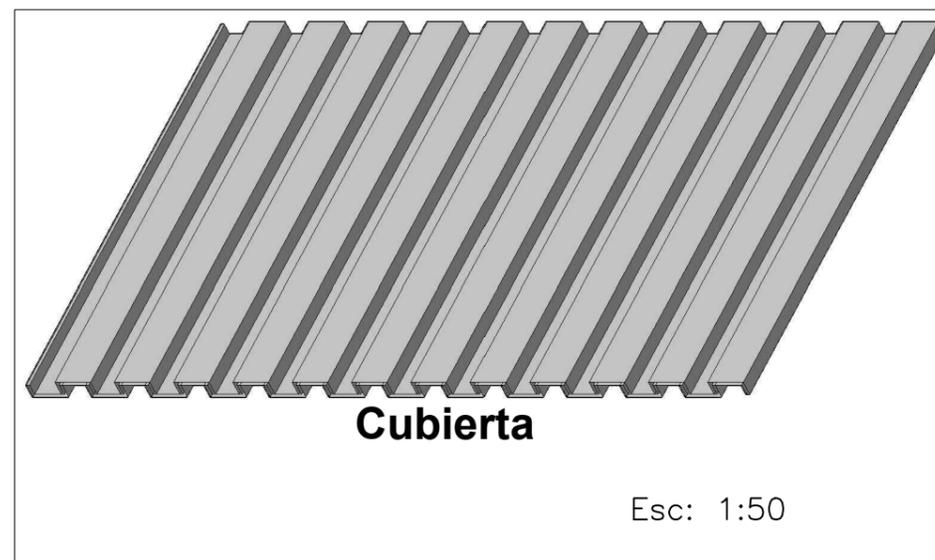
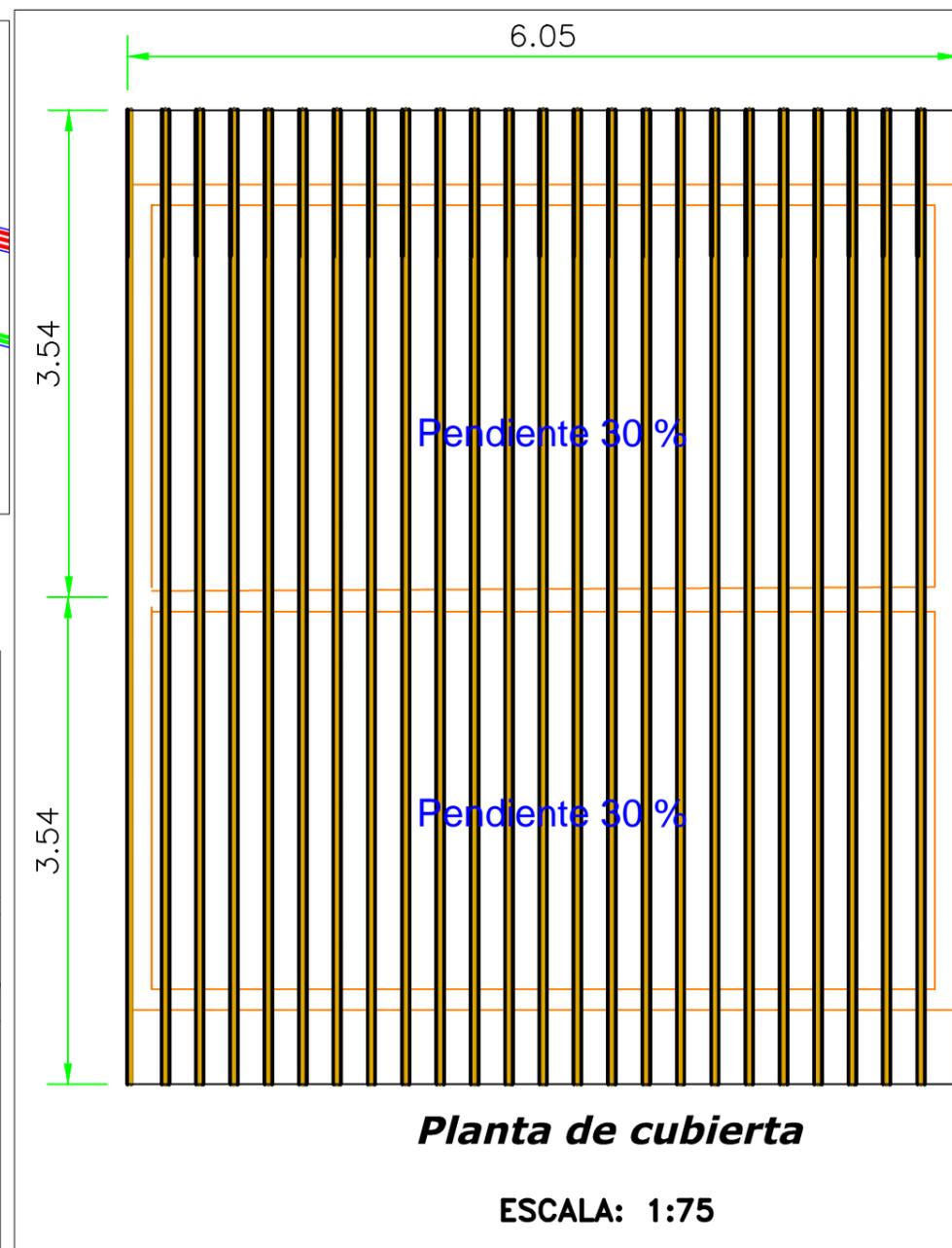
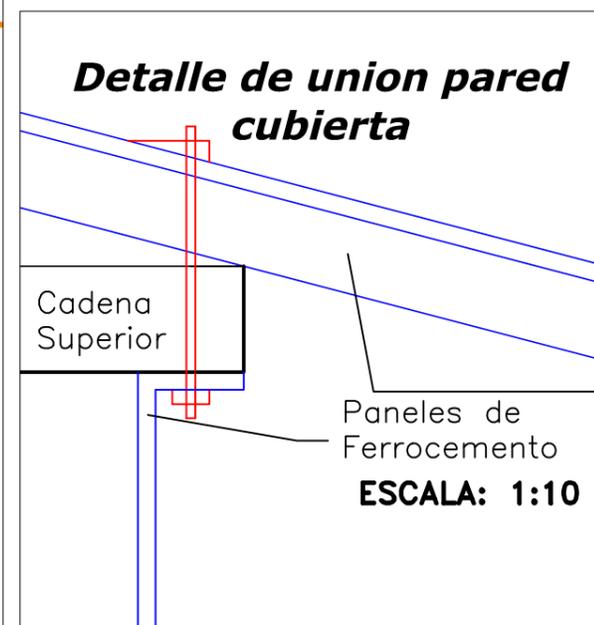
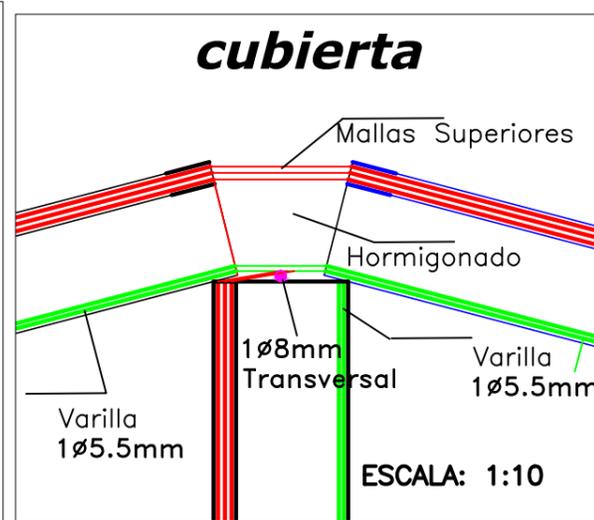
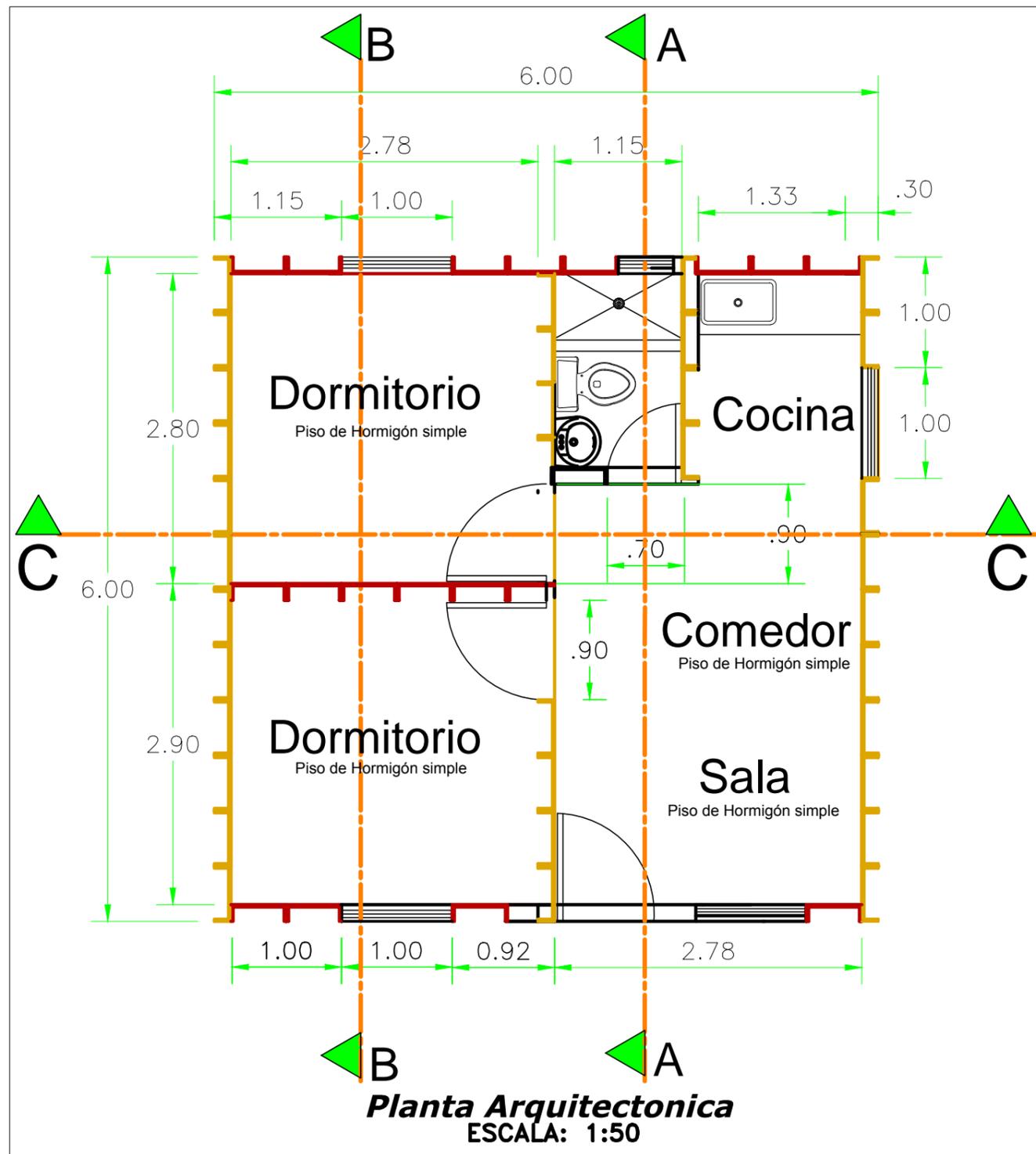
FACHADA FRONTAL
FACHADA POSTERIOR
FACHADA LATERAL DERECHA

Fecha:

Julio. / 2011

Hoja:

1 / 7



Escala: Las indicadas

VIVIENDA CONSTRUIDA CON PANELES PREFABRICADOS DE FERROCEMENTO

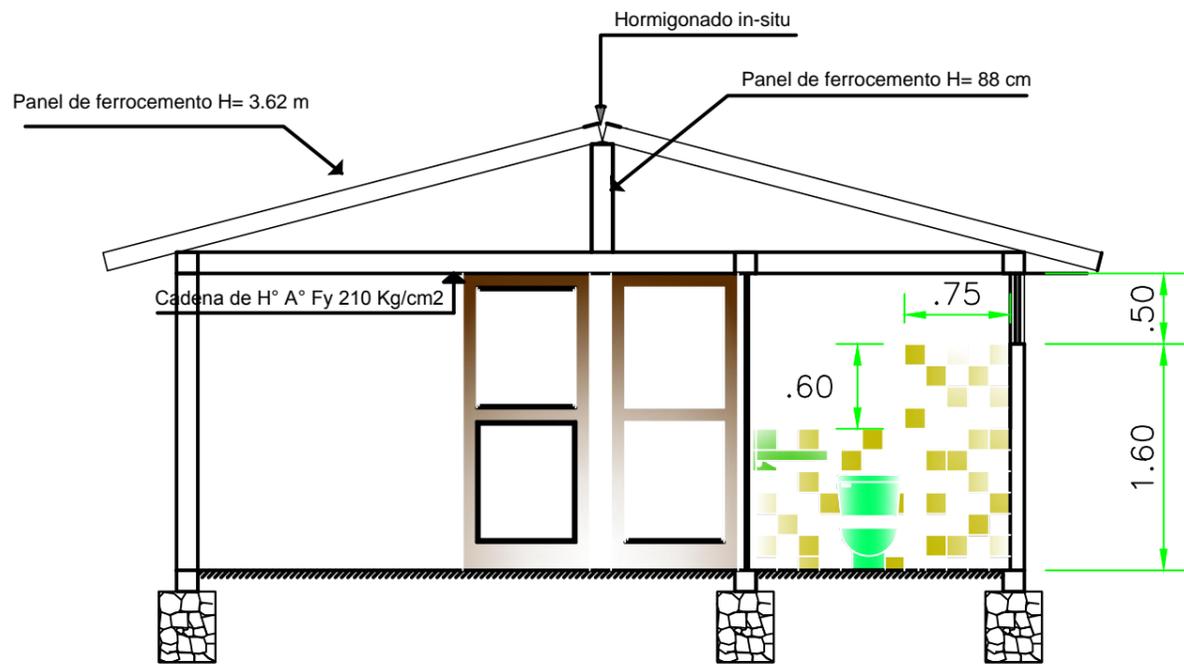
APROBACION

Dis: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
Dib: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
Rev: Ing. Diego Tinoco

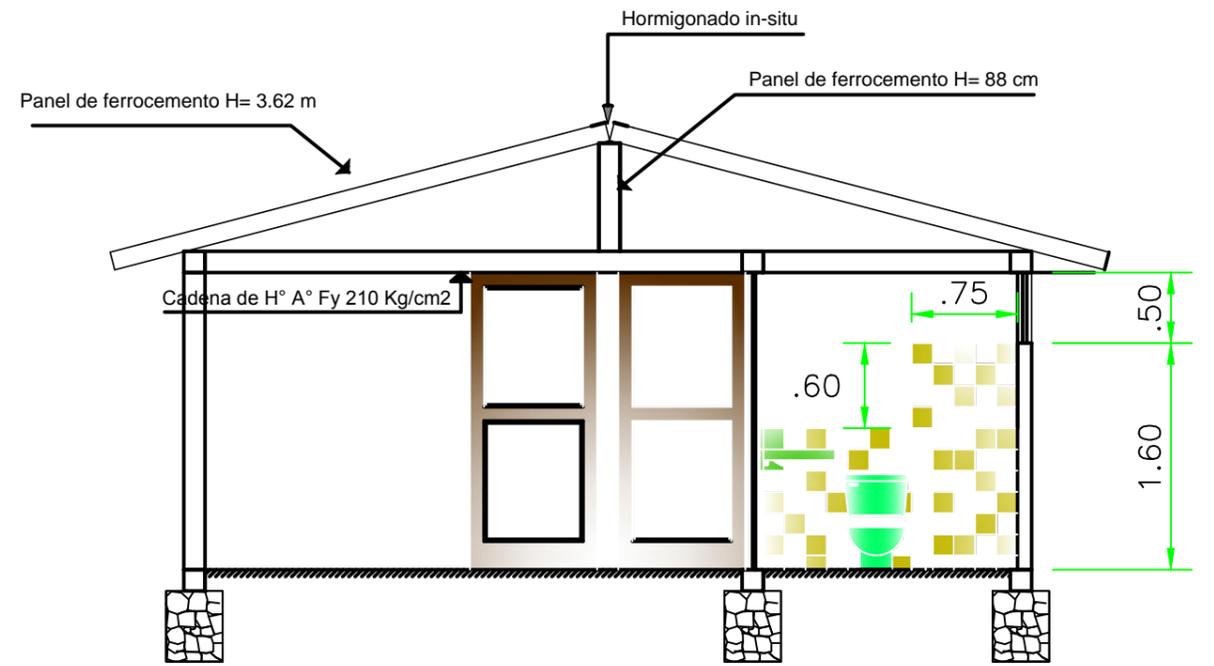
Contiene:
PLANTA ARQUITECTONICA
PLANTA DE CUBIERTA
DETALLES DE CUBIERTA

Fecha:
Julio. / 2011

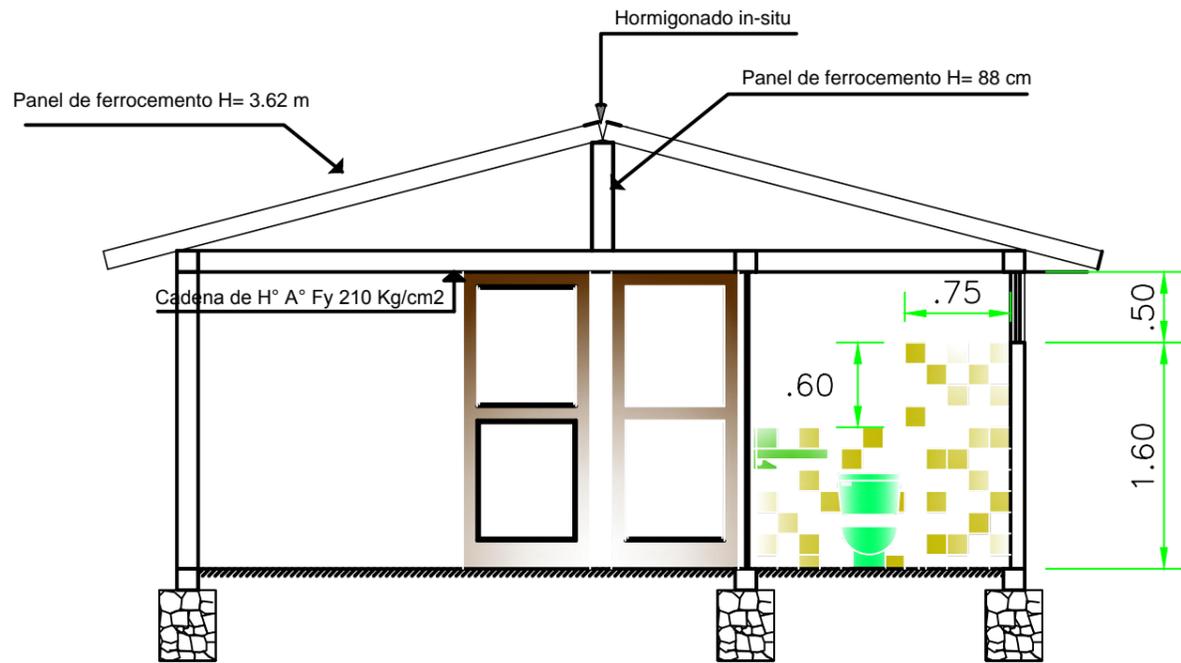
Hoja: 2 / 7



Corte A-A
ESCALA: 1:75



Corte A-A
ESCALA: 1:75



Corte A-A
ESCALA: 1:75

Escala: Las indicadas

VIVIENDA CONSTRUIDA CON PANELES
 PREFABRICADOS DE FERROCEMENTO

APROBACION

Dis: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
 Dib: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
 Rev: Ing. Diego Tinoco

Contiene:

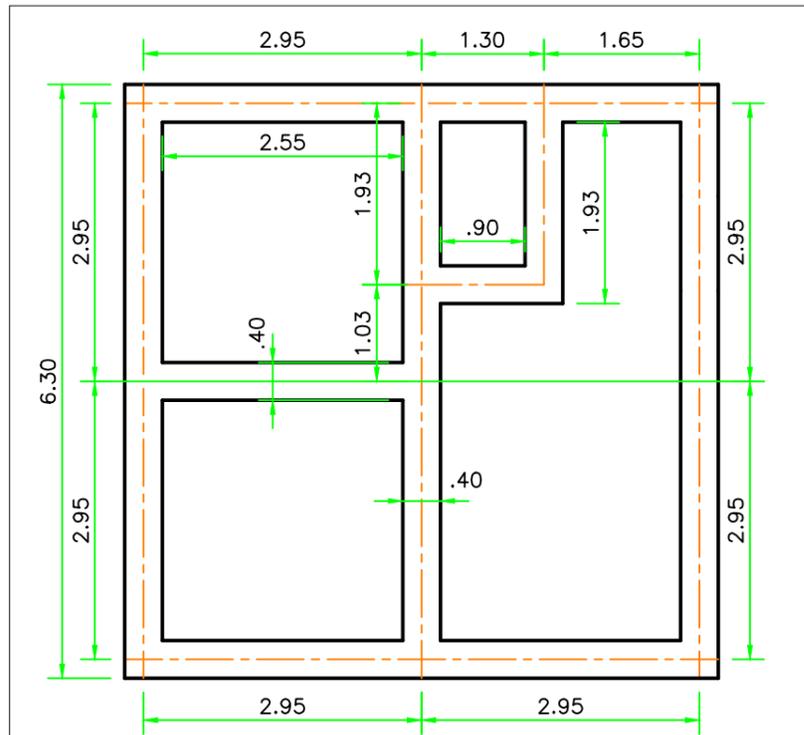
CORTE A-A
 CORTE B-B
 CORTE C-C

Fecha:

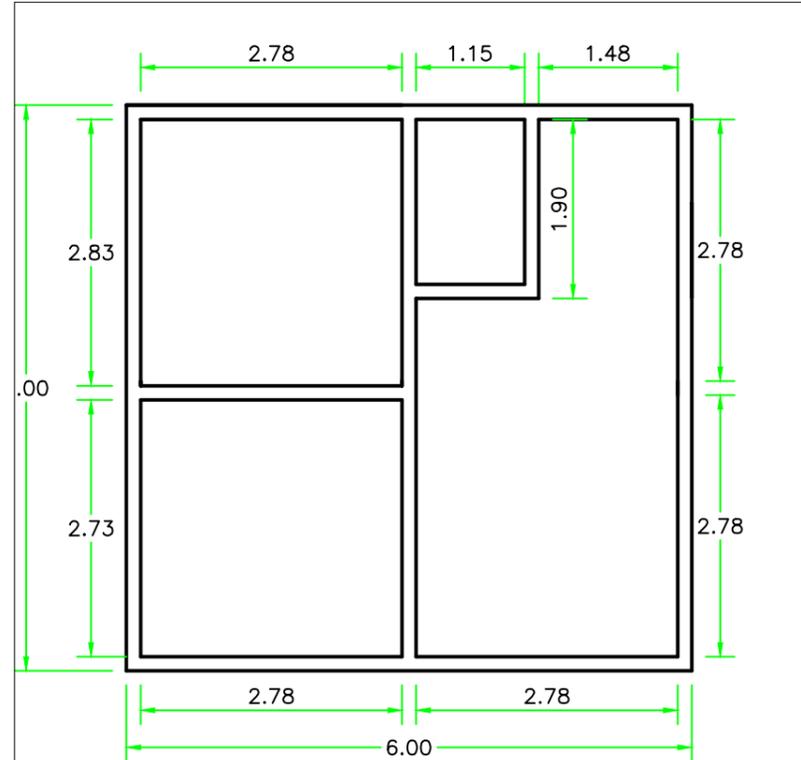
Julio. / 2011

Hoja:

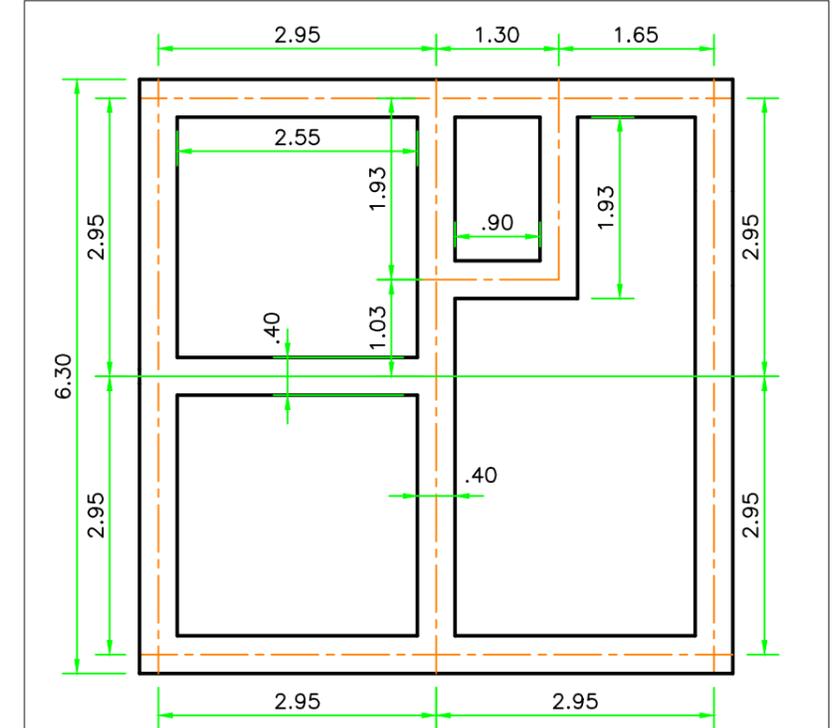
3
7



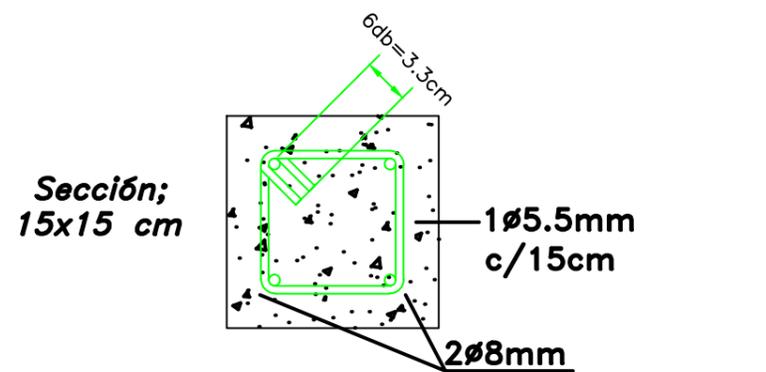
Planta de ejes y cimentación
ESCALA: 1:75



Cadena de vigas de H°A° a nivel de cimentación



Planta de ejes y cimentación
ESCALA: 1:75



Sección de la cadena de cimentación y a nivel 0.0m y 2.10
ESCALA: 1:5

**ESPECIFICACIONES GENERALES
 PARA LAS CADENAS NIVEL 0.0 m y 2.10m**

- 1.- Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- 2.- Resistencia a la fluencia del refuerzo: $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- 3.- Recubrimiento del refuerzo = 3cm

Escala: Las indicadas

VIVIENDA CONSTRUIDA CON PANELES PREFABRICADOS DE FERROCEMENTO

APROBACION

Dis: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
 Dib: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
 Rev: Ing. Diego Tinoco

Contiene:

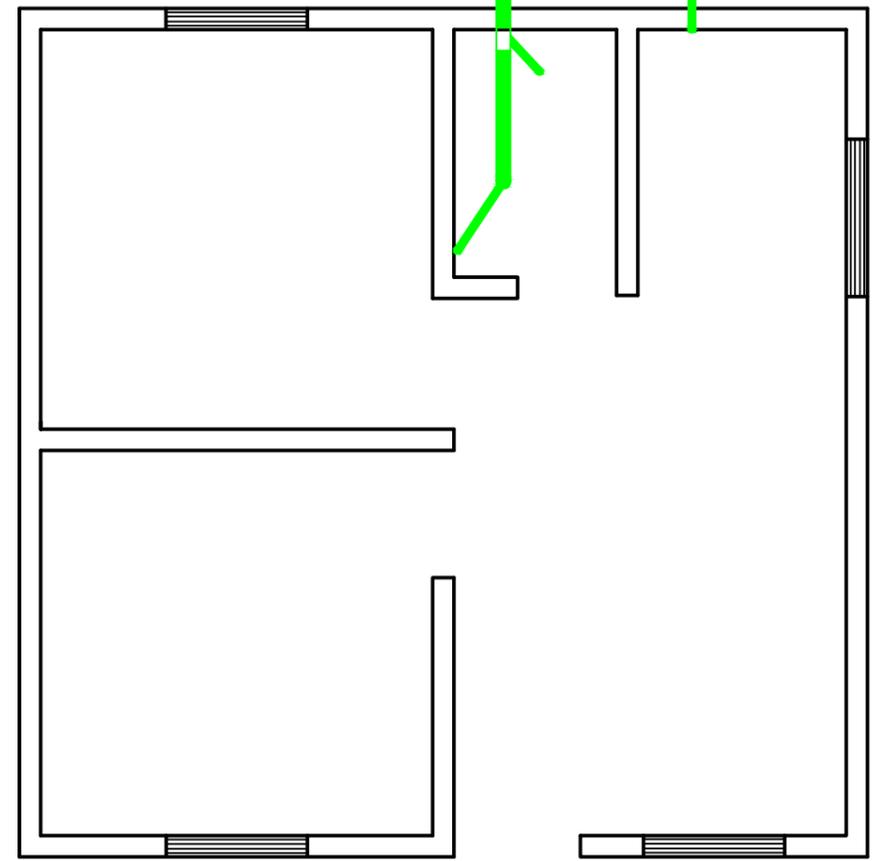
PLANTA DE CIMENTACION
 SECCIONES DE LAS CADENAS
 ESPECIFICACIONES GENERALES

Fecha:
 Julio. / 2011

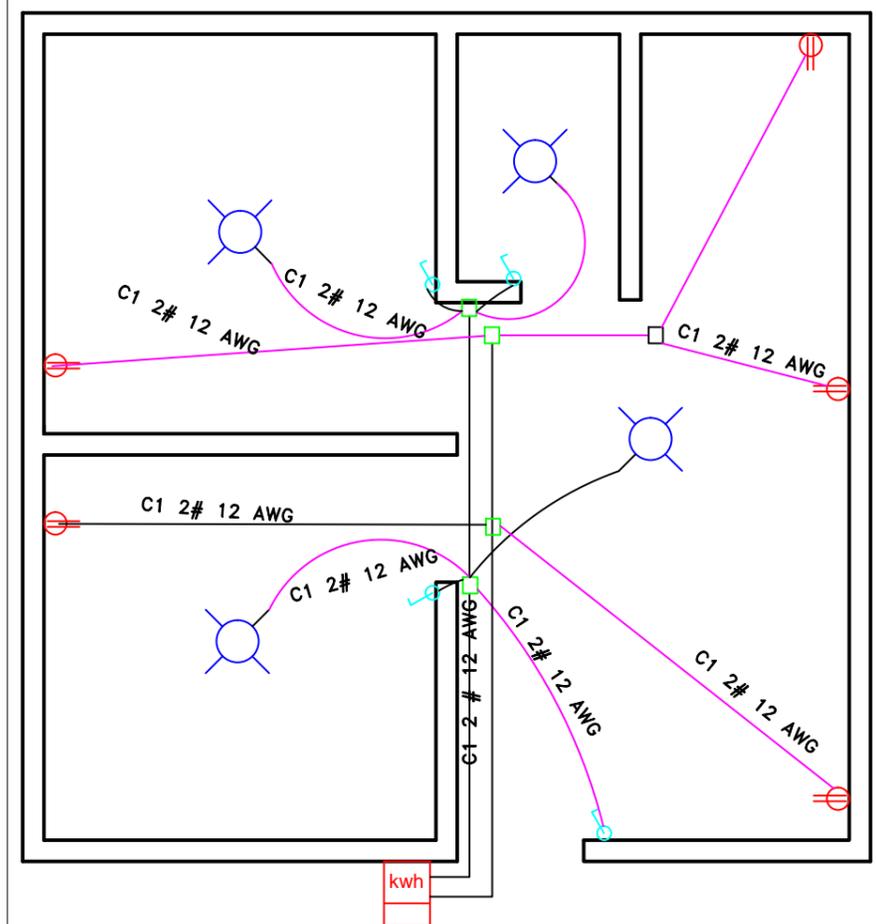
Hoja:

4 / 7

Tubo PVC de 110 mm. Conexión a pozo séptico
 distancia mínima 5m Tubo PVC de 50



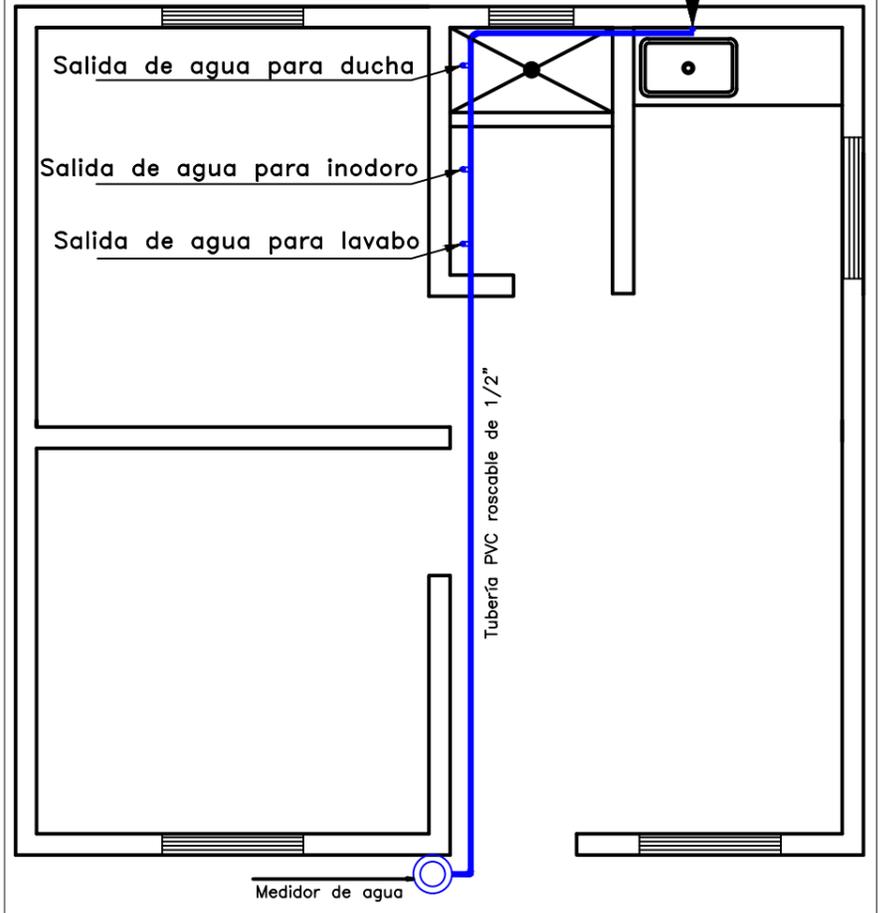
Instalaciones sanitarias
 ESCALA: 1:50



- MEDIDOR DE ENERGIA
- FOCO
- TOMACORRIENTE
- INTERRUPTOR
- CAJETIN DE EMPALME

Instalaciones eléctricas
 ESCALA: 1:50

Salida de agua para lavaplatos



Instalaciones para agua fría
 ESCALA: 1:50

Escala: Las indicadas

VIVIENDA CONSTRUIDA CON PANELES
 PREFABRICADOS DE FERROCEMENTO

APROBACION

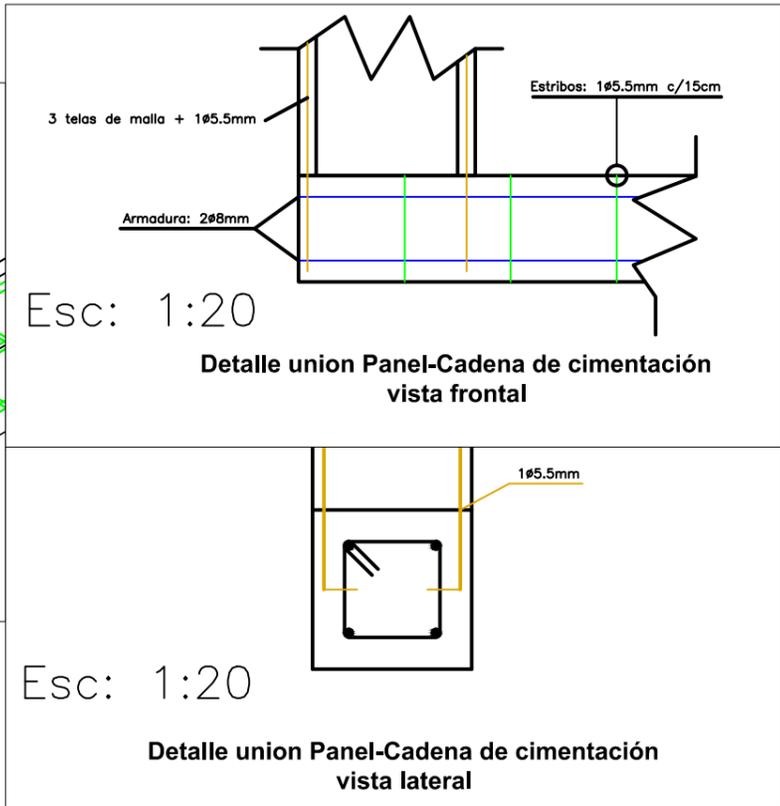
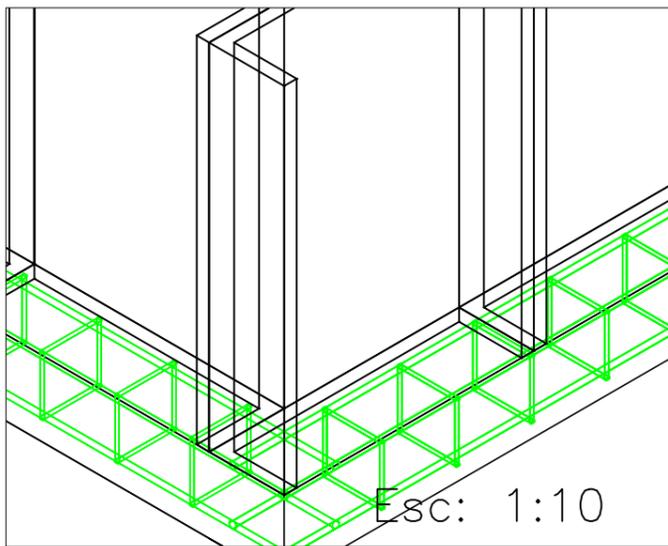
Dis: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
 Dib: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
 Rev: Ing. Diego Tinoco

Contiene:
 INSTALACIONES DE AGUA FRIA
 INSTALACIONES ELECTRICAS
 INSTALACIONES SANITARIAS

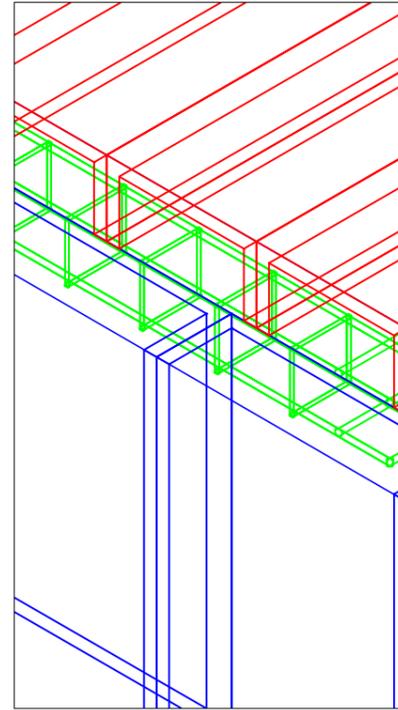
Fecha:
 Julio. / 2011

Hoja: 5 / 7

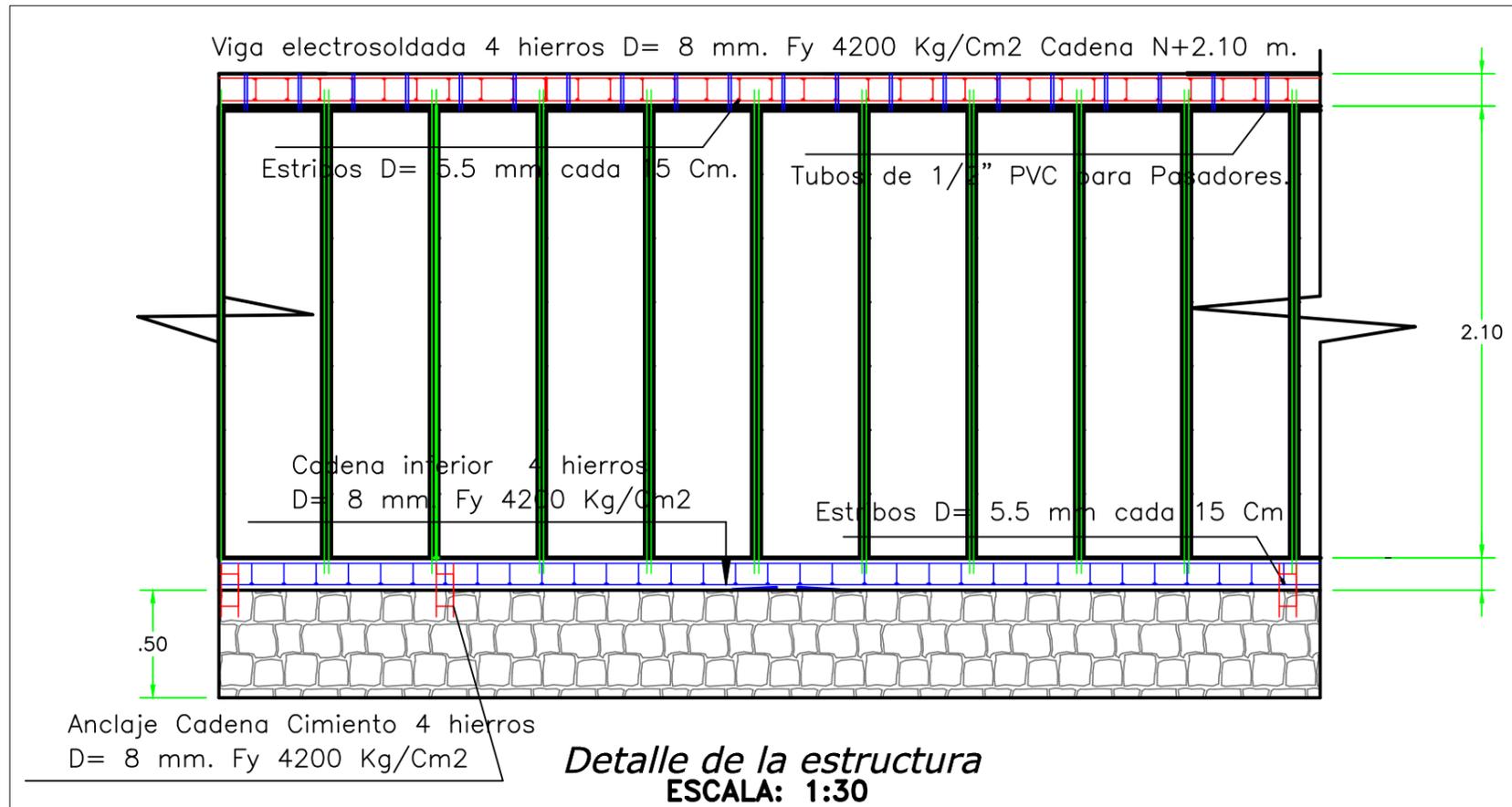
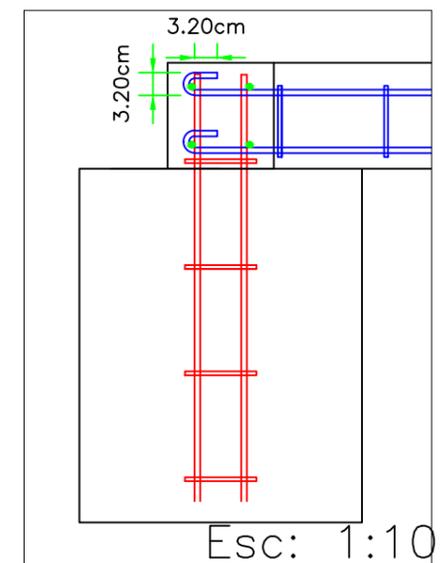
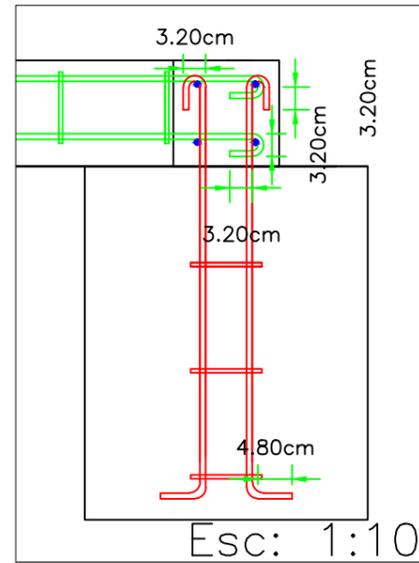
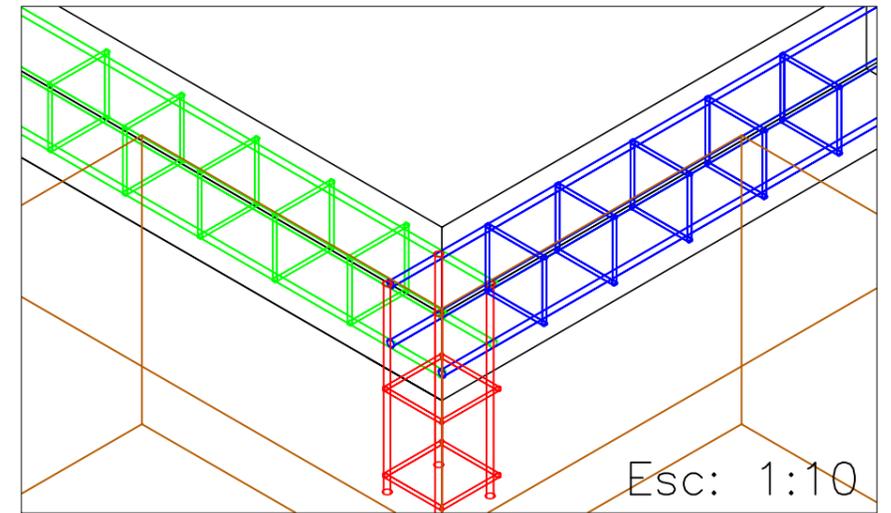
Union Panel de Pared-Cadena a Nivel de cimentacion



Union Panel de Pared Cadena- Entrepiso



Detalle de Union Cadena de Cimentacion



Escala: Las indicadas

VIVIENDA CONSTRUIDA CON PANELES PREFABRICADOS DE FERROCEMENTO

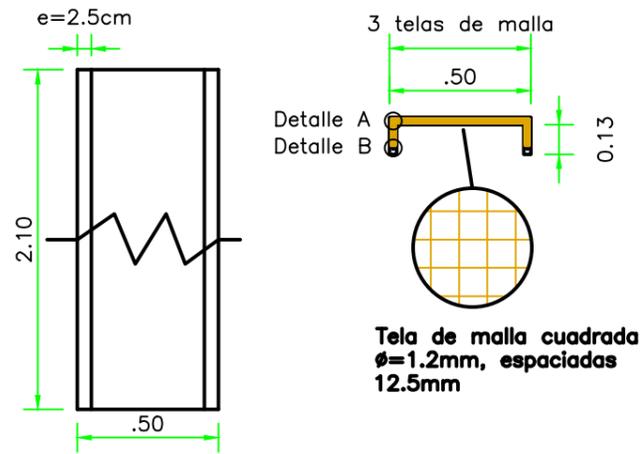
APROBACION

Dis: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
Dib: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
Rev: Ing. Diego Tinoco

Contiene: **DETALLES DE LA ESTRUCTURA**

Fecha: Julio. / 2011

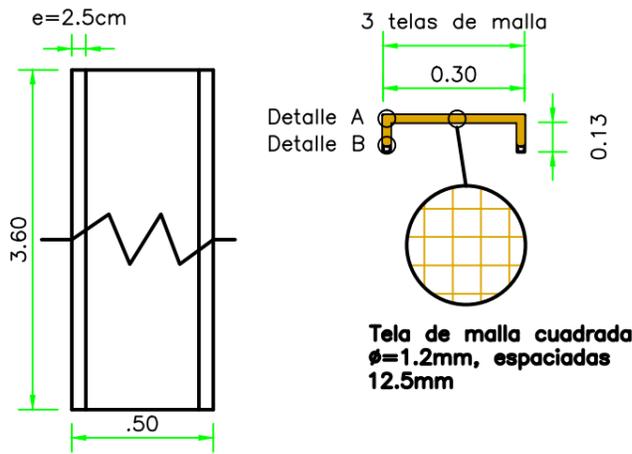
Hoja: 6 / 7



Peso del panel = 102 Kg
 Numero de paneles = 106
 Refuerzo: Tela de malla cuadrada electrosoldada $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 Mortero: $f'_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$
 Refuerzo Localizado: $2\phi 5.5\text{mm}$

Detalle de panel de pared

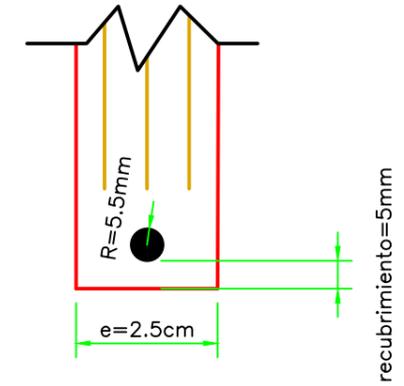
Esc: 1:25



Peso del panel = 132 Kg
 Numero de paneles = 48
 Refuerzo: Tela de malla cuadrada electrosoldada $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 Mortero: $f'_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$
 Refuerzo Localizado: $2\phi 5.5\text{mm}$

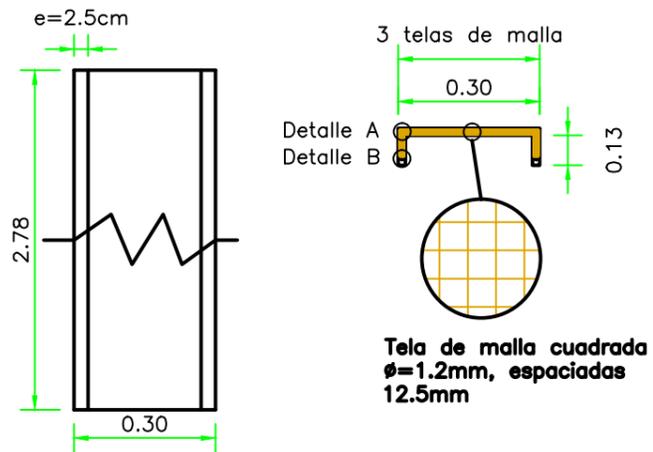
Detalle de panel de cubierta

Esc: 1:25



Detalle B de los perfiles

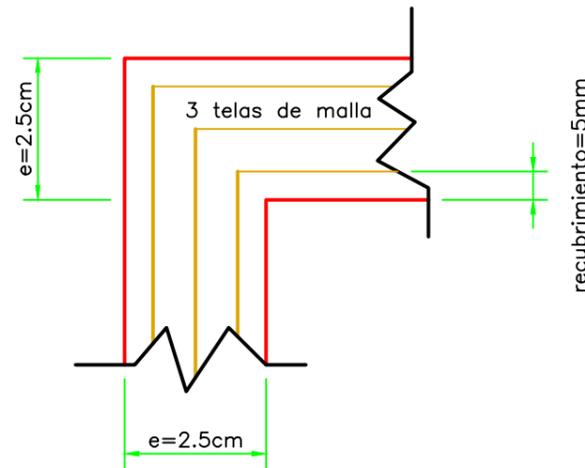
Esc: 1:10



Peso del panel = 102 Kg
 Numero de paneles = 36
 Refuerzo: Tela de malla cuadrada electrosoldada $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 Mortero: $f'_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$
 Refuerzo Localizado: $2\phi 5.5\text{mm}$

Detalle de panel de entrapiso

Esc: 1:25



Detalle A de los perfiles

Esc: 1:10

Escala: Las indicadas

VIVIENDA CONSTRUIDA CON PANELES PREFABRICADOS DE FERROCEMENTO

APROBACION

Dis: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
 Dib: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
 Rev: Ing. Diego Tinoco

Contiene:

DETALLE DE PANELES

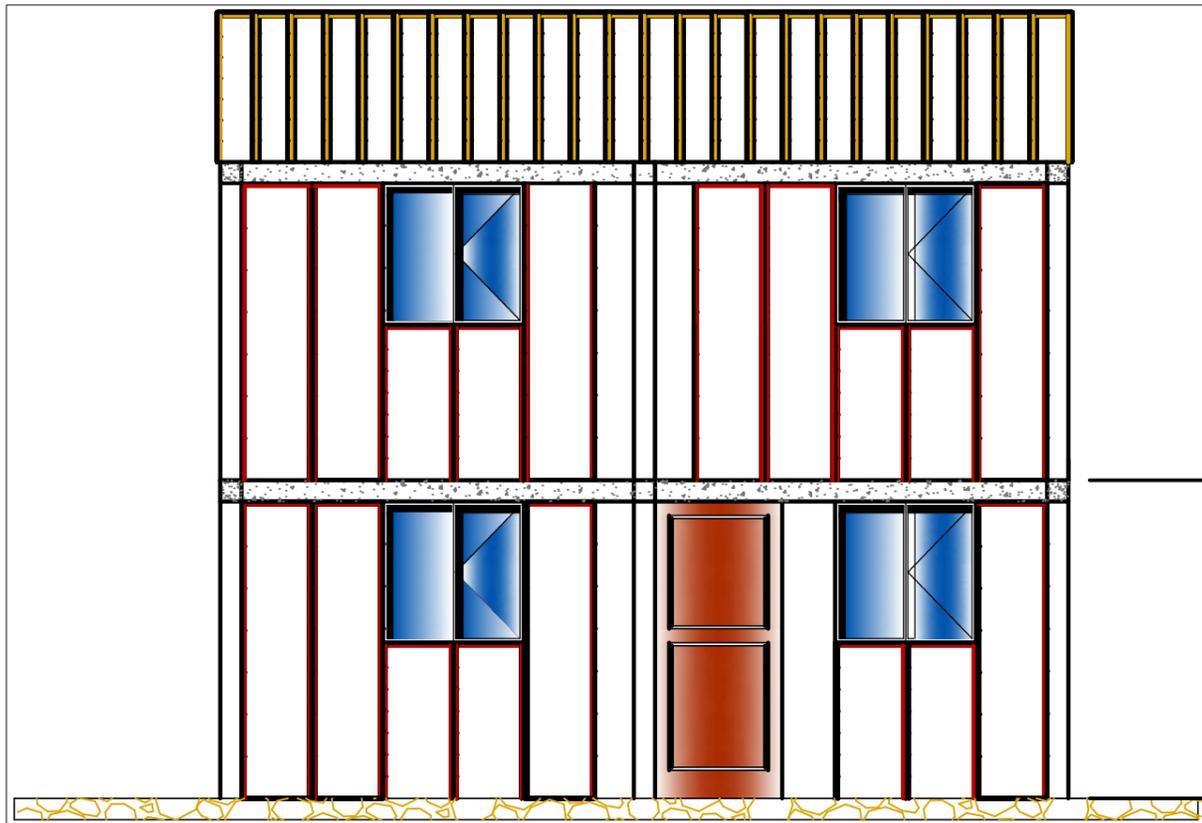
Fecha:

Julio. / 2011

Hoja:

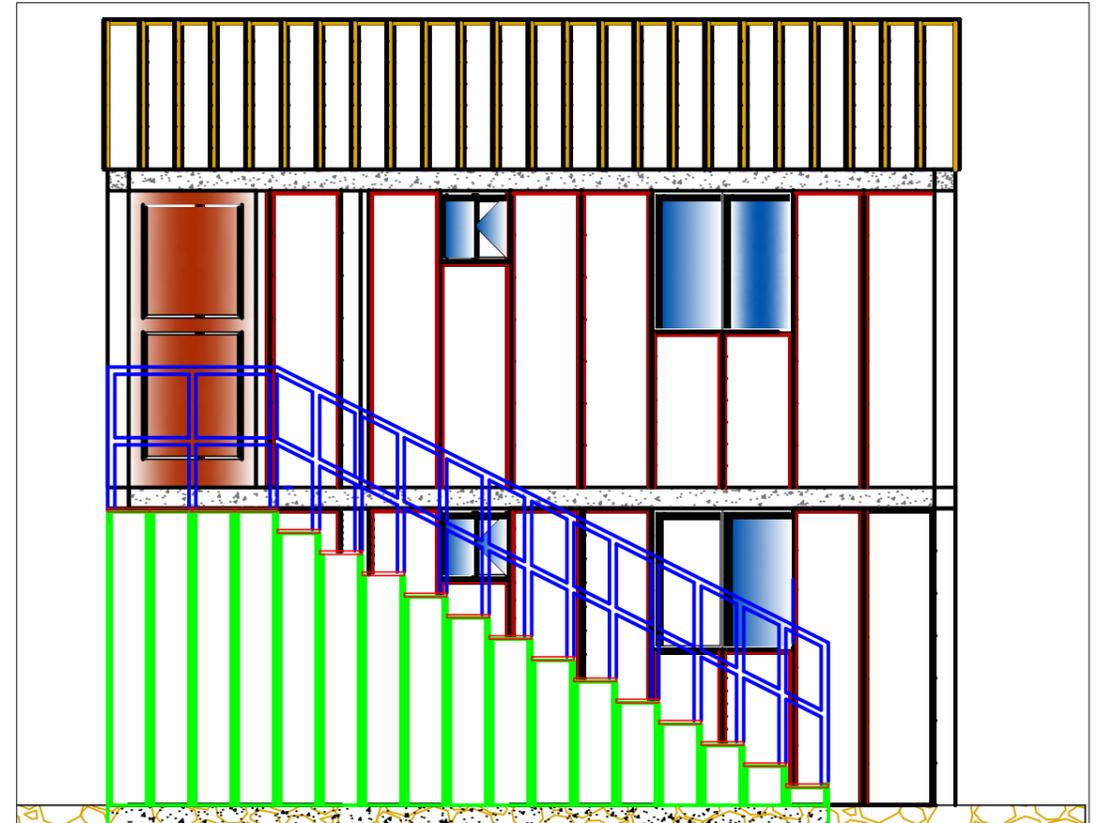
7/7

PLANOS DE AMPLIACION DE VIVIENDA



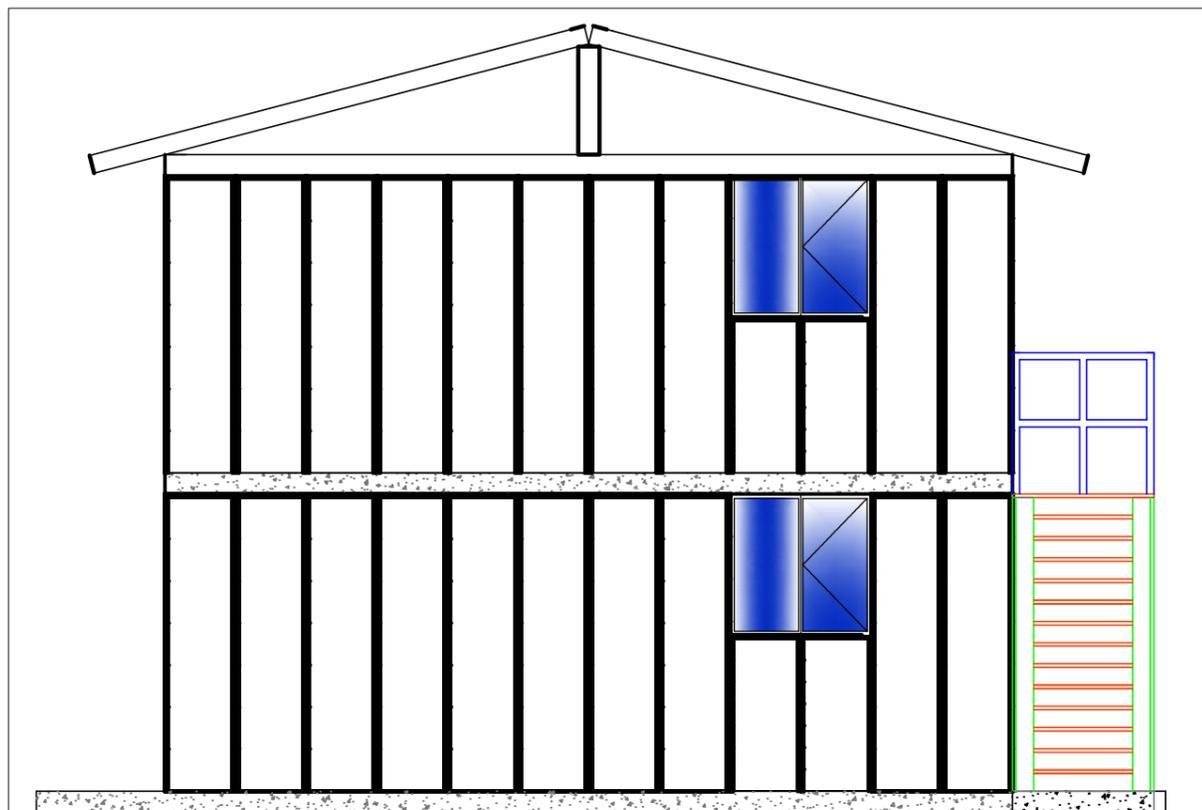
Fachada frontal

ESCALA: 1:50



Fachada posterior

ESCALA: 1:50



Fachada Lateral Derecha

ESCALA: 1:50

Escala: Las indicadas

VIVIENDA CONSTRUIDA CON PANELES
PREFABRICADOS DE FERROCEMENTO

APROBACION

Dis: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
Dib: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
Rev: Ing. Diego Tinoco

Contiene:

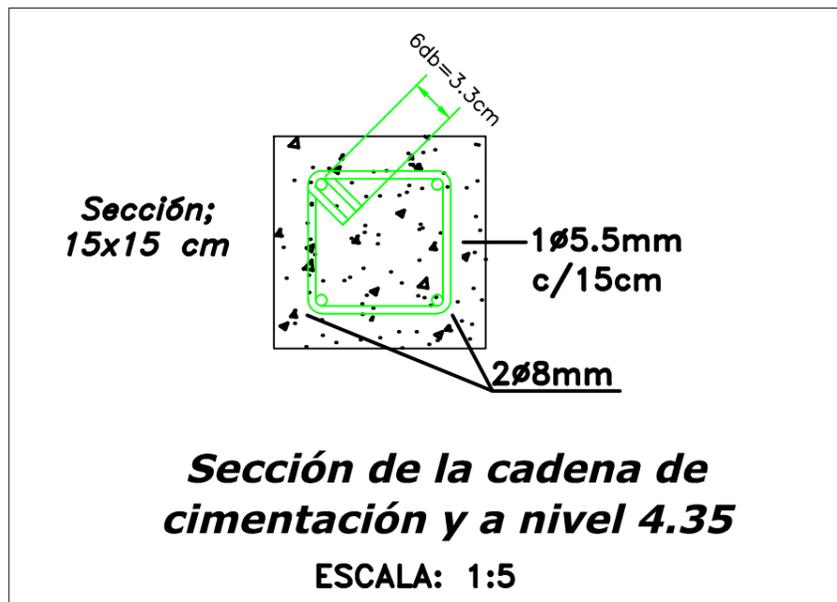
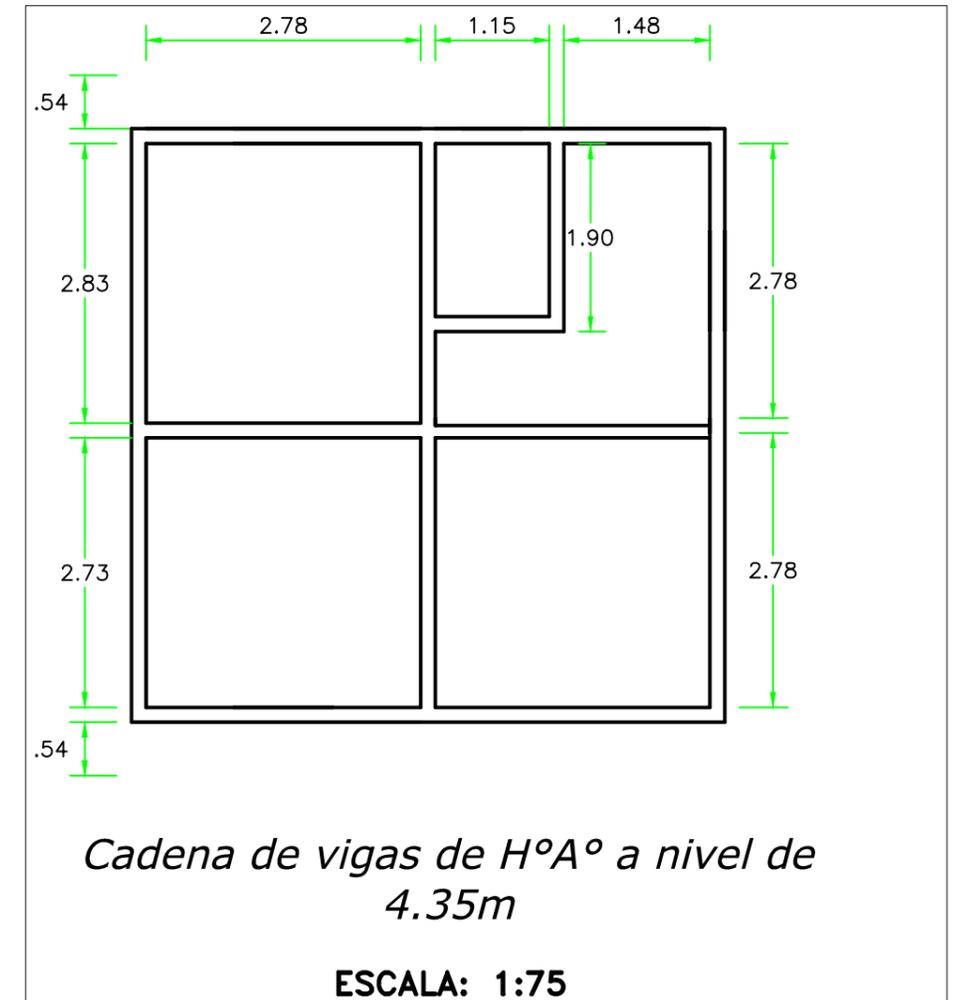
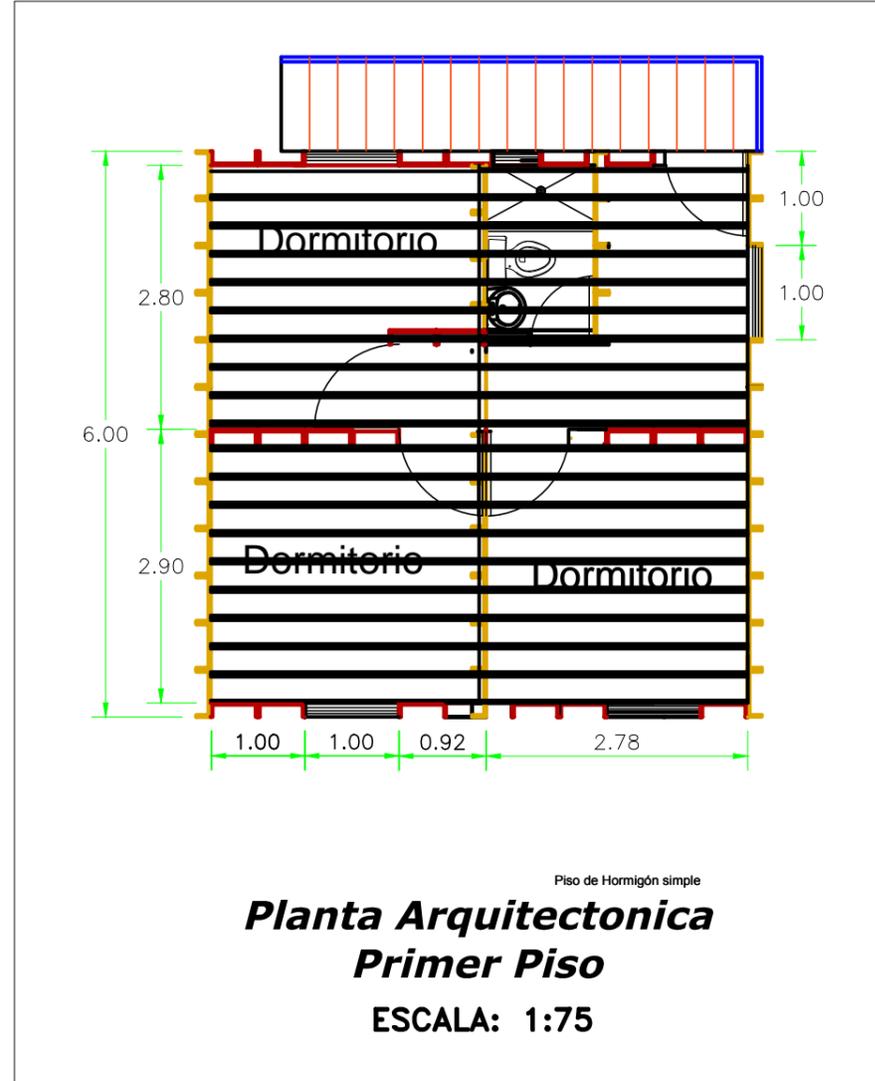
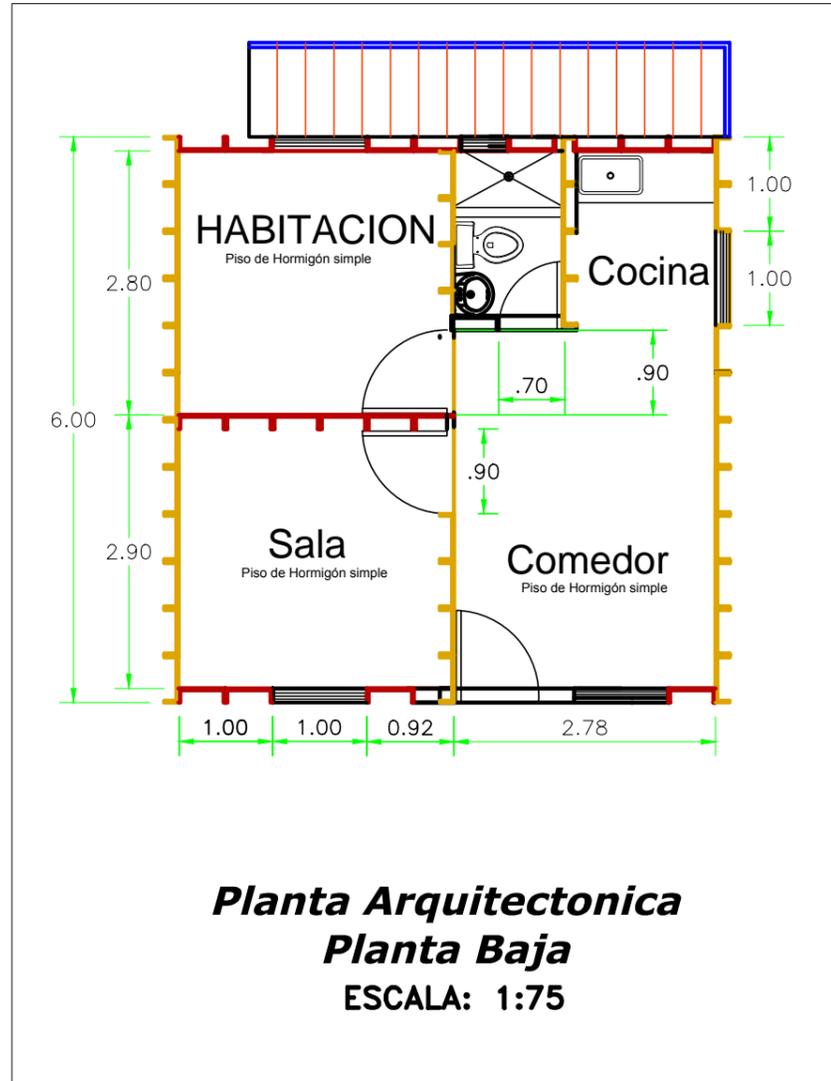
FACHADA FRONTAL
FACHADA POSTERIOR
FACHADA LATERAL DERECHA

Fecha:

Julio. / 2011

Hoja:

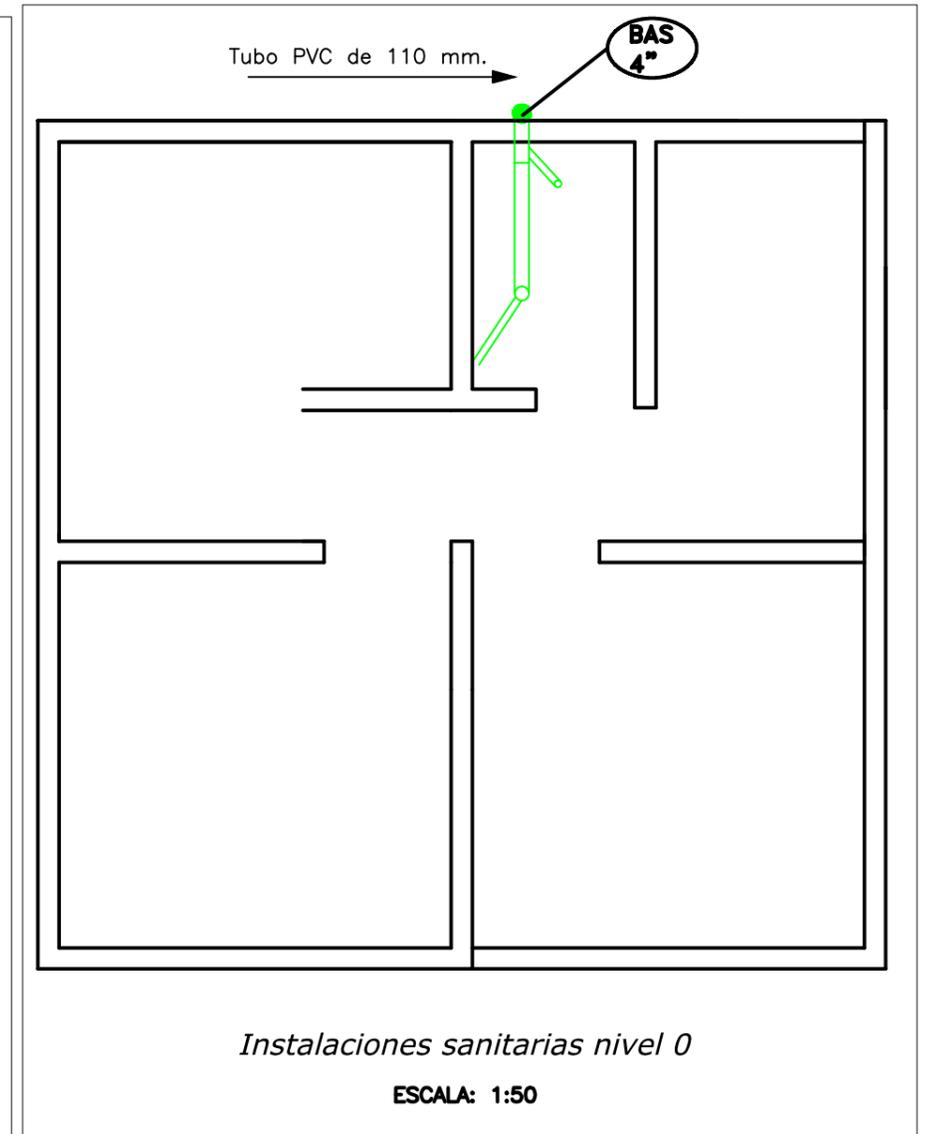
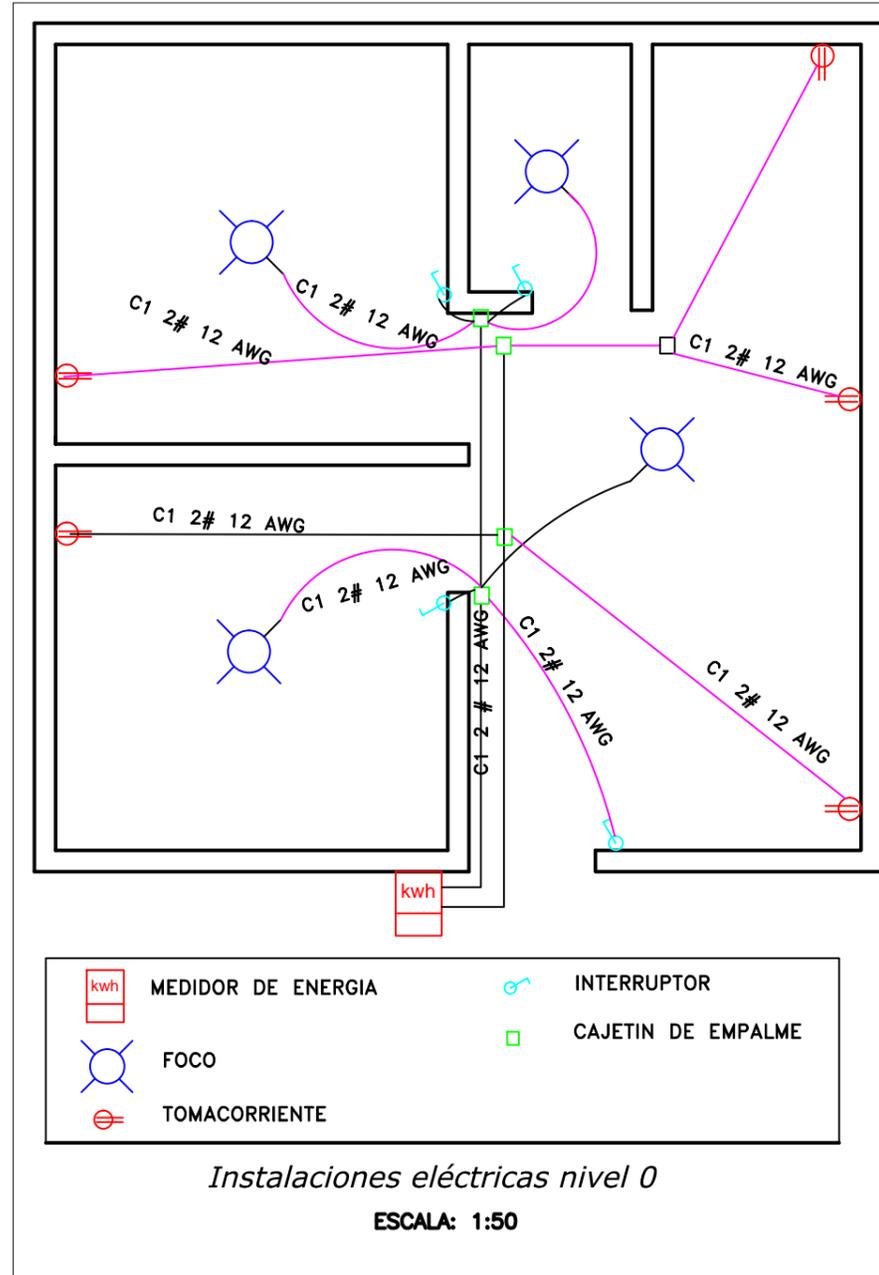
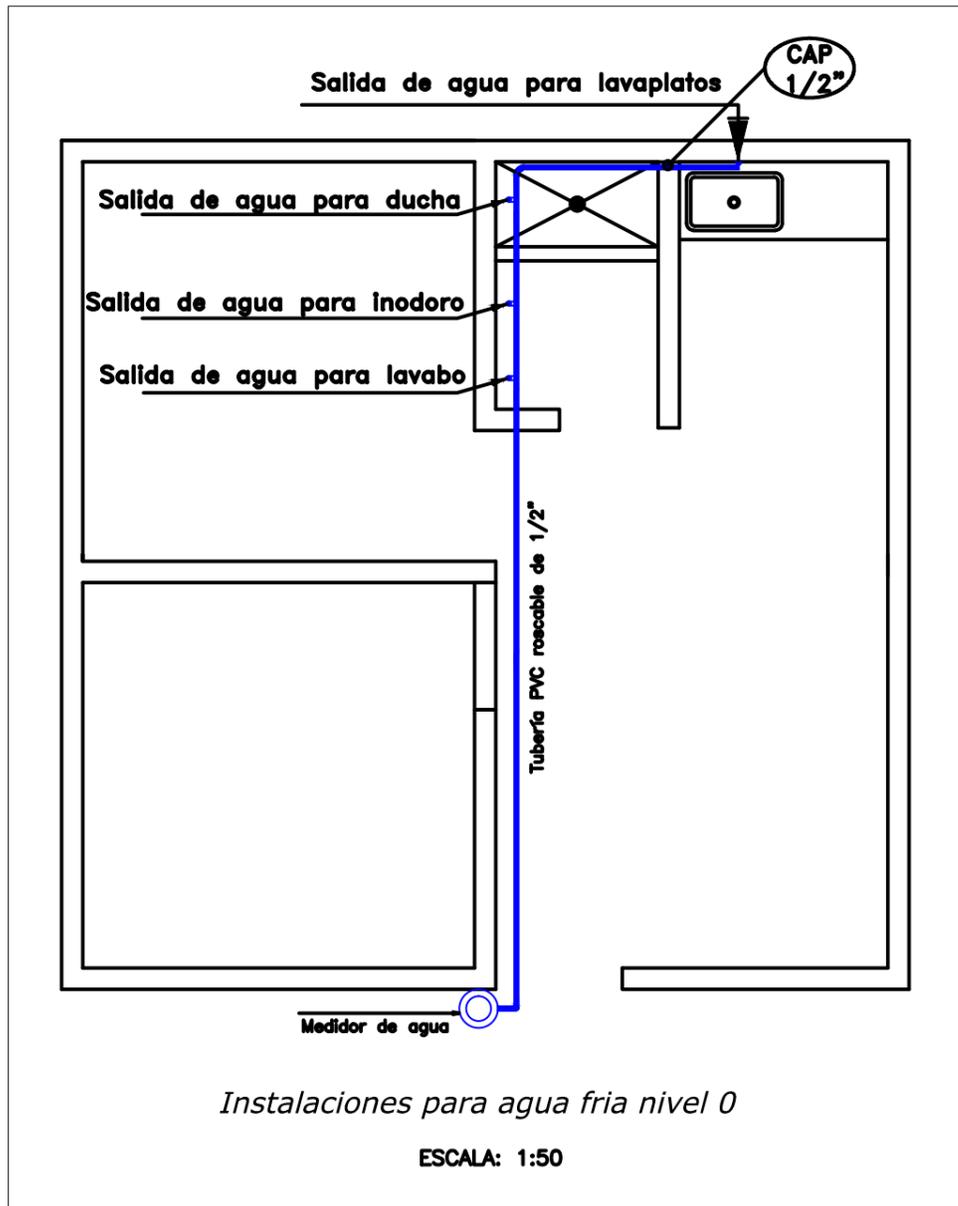
1 / 5



**ESPECIFICACIONES GENERALES
PARA LAS CADENAS NIVEL 4.35m**

- 1.- Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- 2.- Resistencia a la fluencia del refuerzo: $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- 3.- Recubrimiento del refuerzo = 3cm

<p>Escala: Las indicadas</p>	<p>VIVIENDA CONSTRUIDA CON PANELES PREFABRICADOS DE FERROCEMENTO</p>
<p>APROBACION</p>	<p>Dis: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R. Dib: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R. Rev: Ing. Diego Tinoco</p>
<p>Contiene:</p> <p>PLANTA BAJA PRIMER PISO SECCIONES DE LAS CADENAS ESPECIFICACIONES GENERALES</p>	<p>Fecha: Julio. / 2011</p> <p>Hoja: 2 / 5</p>



Escala: Las indicadas

VIVIENDA CONSTRUIDA CON PANELES PREFABRICADOS DE FERROCEMENTO

APROBACION

Dis: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
Dib: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
Rev: Ing. Diego Tinoco

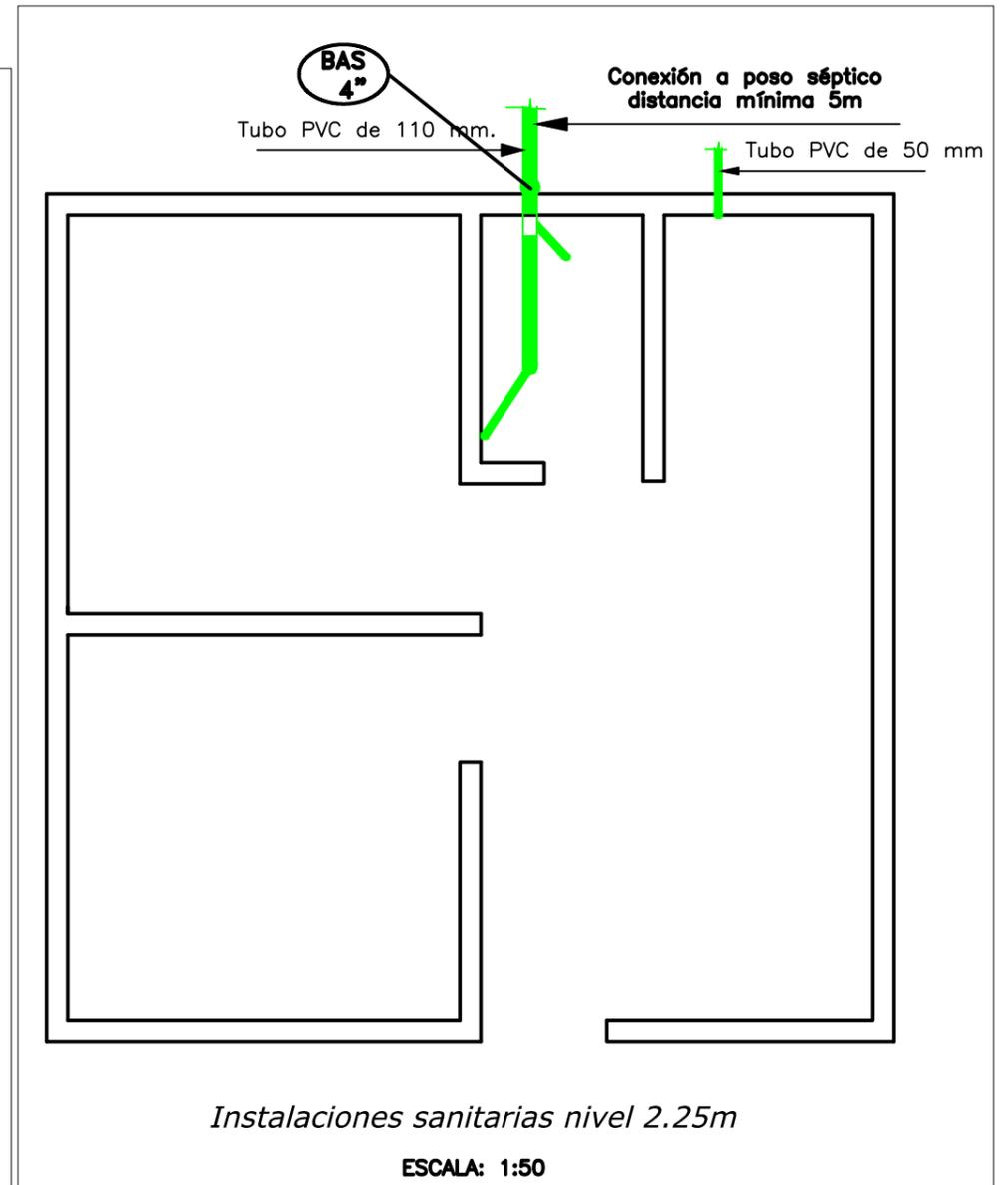
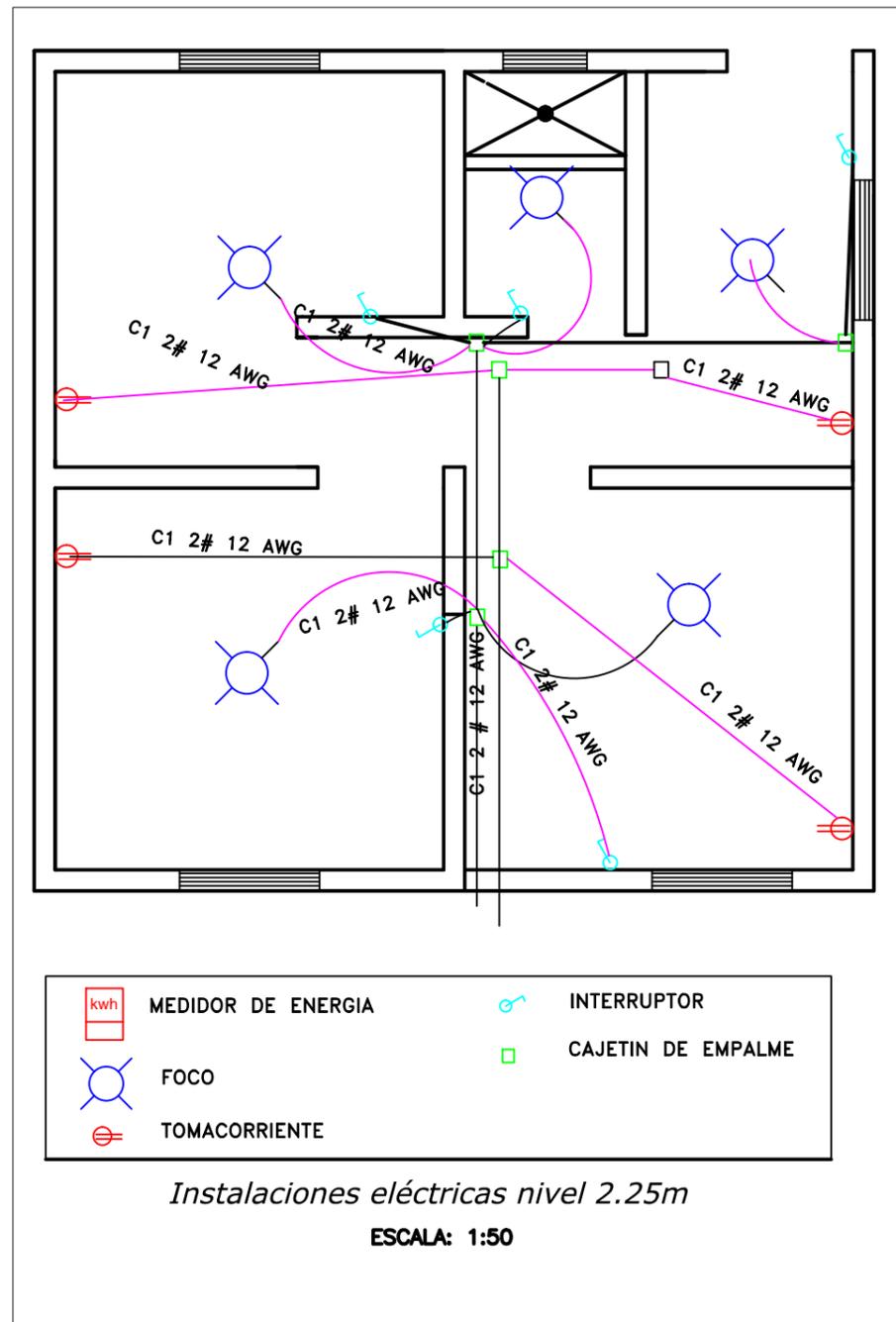
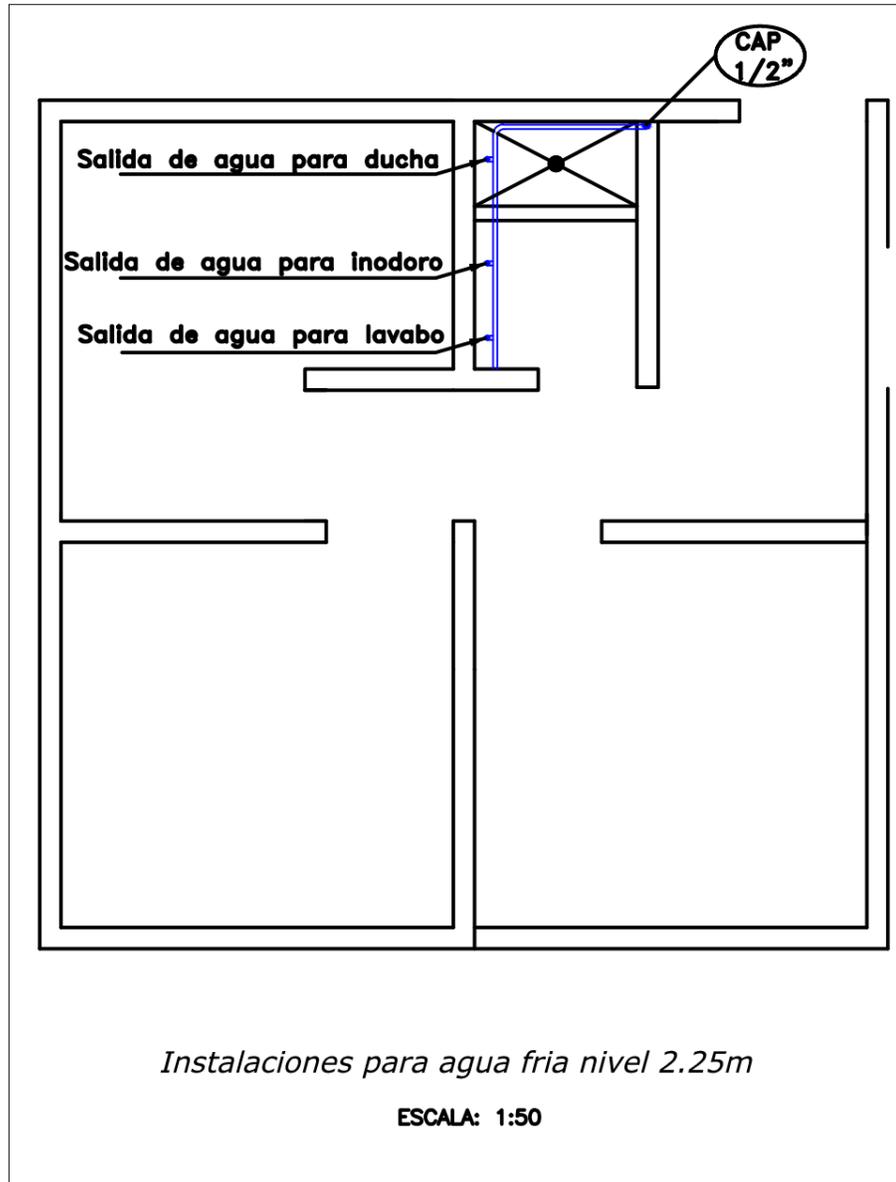
Contiene:

INSTALACIONES DE AGUA FRIA
INSTALACIONES ELECTRICAS
INSTALACIONES SANITARIAS

Fecha:
Julio. / 2011

Hoja:

3
5



ESCALA: Las indicadas

VIVIENDA CONSTRUIDA CON PANELES PREFABRICADOS DE FERROCEMENTO

APROBACION

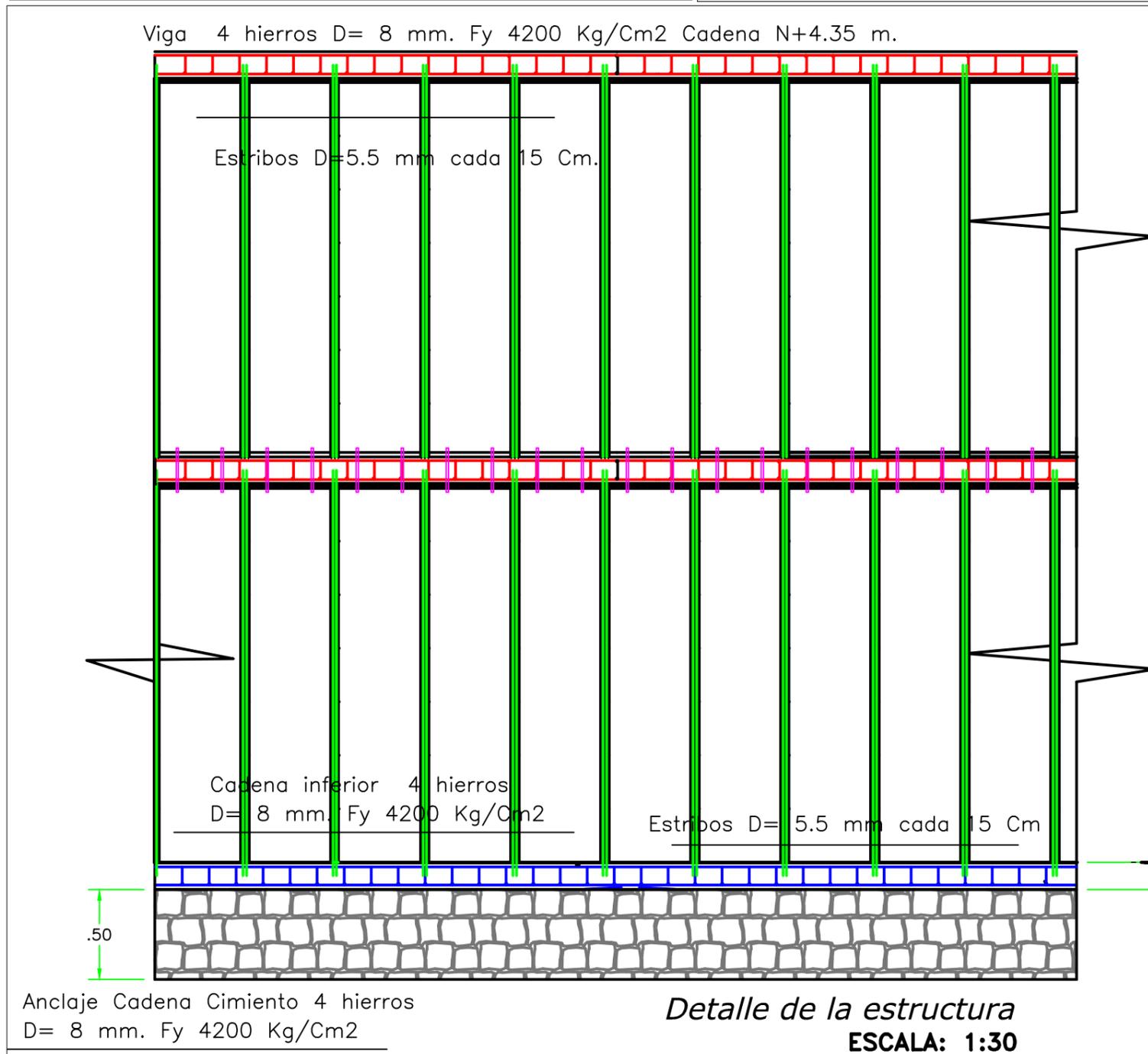
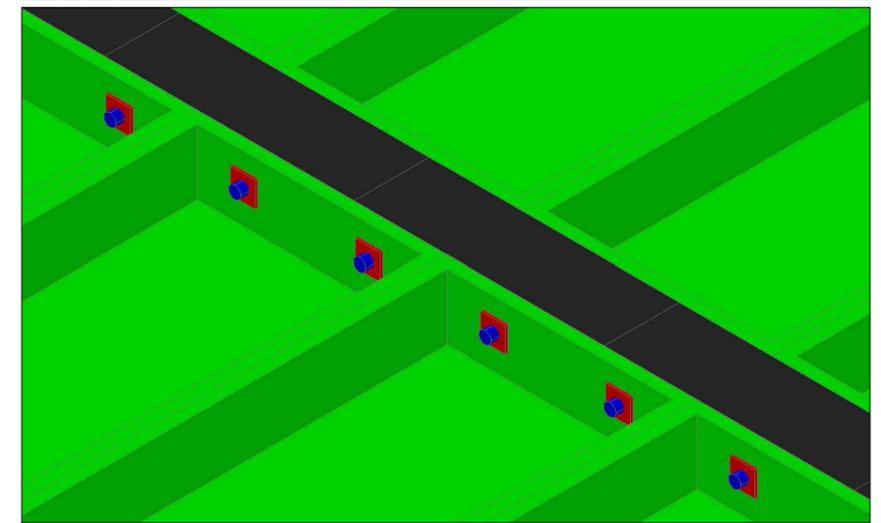
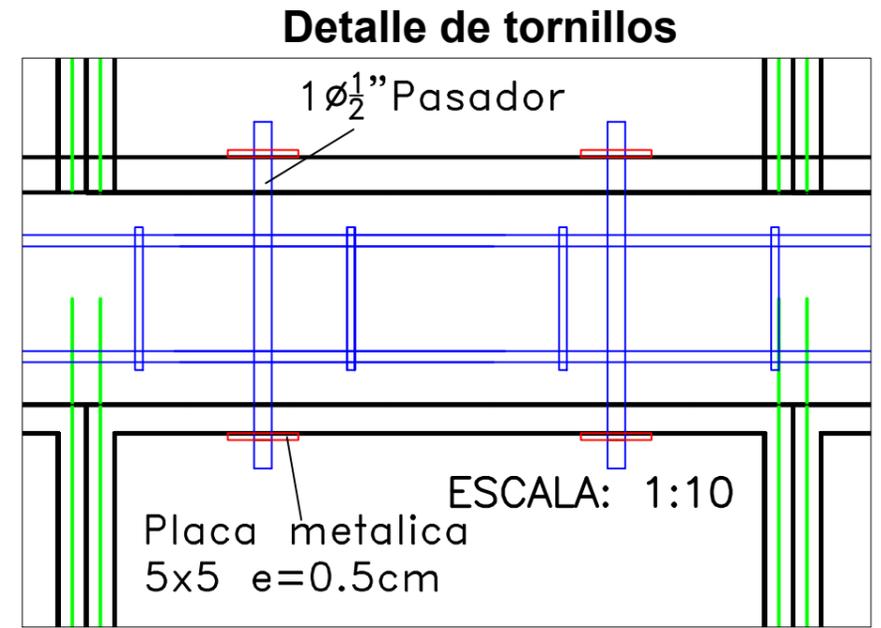
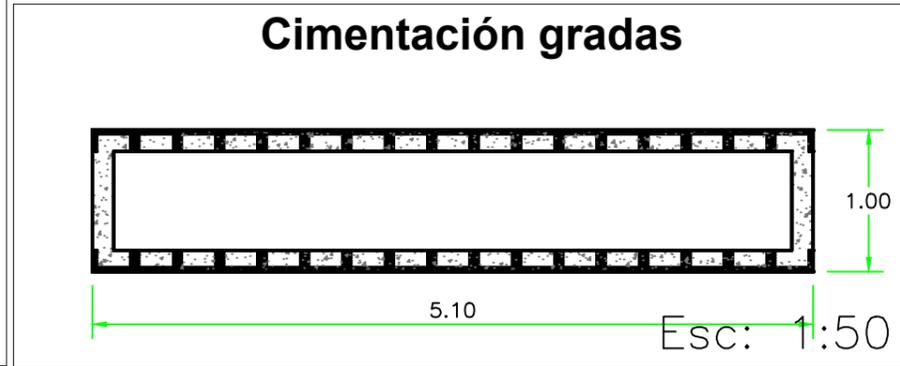
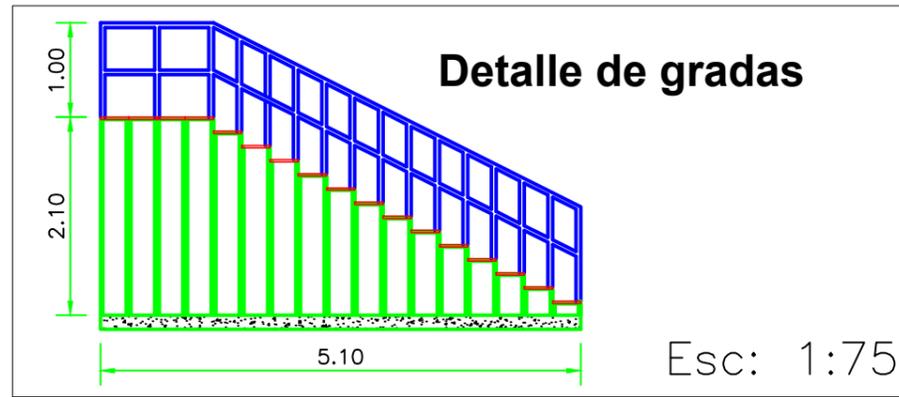
Dis: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
 Dib: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R.
 Rev: Ing. Diego Tinoco

Contiene:

INSTALACIONES DE AGUA FRIA
 INSTALACIONES ELECTRICAS
 INSTALACIONES SANITARIAS

Fecha: Julio. / 2011

Hoja: 4 / 5



<p>Escala: Las indicadas</p>	<p>VIVIENDA CONSTRUIDA CON PANELES PREFABRICADOS DE FERROCEMENTO</p>
<p>APROBACION</p>	<p>Dis: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R. Dib: Pablo Cevallos C., Damian Ochoa R. Rev: Ing. Diego Tinoco</p>
<p>Contiene:</p> <p>DETALLE DE LA ESTRUCTURA DETALLE DE PERNOS ESCALERA</p>	<p>Fecha: Julio. / 2011</p>
<p>Hoja: 5 / 5</p>	