



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**GUÍA DE ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR EN LA SUPERVISIÓN DE PROYECTOS
DE TECHO MÍNIMO, PARA EL EJECUTOR Y EL SUPERVISOR**

Haroldo Emanuel Juárez Soto

Asesorado por el Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

Guatemala, julio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA DE ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR EN LA SUPERVISIÓN DE PROYECTOS
DE TECHO MÍNIMO, PARA EL EJECUTOR Y EL SUPERVISOR**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HAROLDO EMANUEL JUÁREZ SOTO

ASESORADO POR EL ING. GUILLERMO FRANCISCO MELINI SALGUERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Marco Antonio García Díaz
EXAMINADOR	Ing. Luis Manuel Sandoval Mendoza
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel López Juárez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

GUÍA DE ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR EN LA SUPERVISIÓN DE PROYECTOS DE TECHO MÍNIMO, PARA EL EJECUTOR Y EL SUPERVISOR

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha julio de 2011.

Haroldo Emanuel Juárez Soto

Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

Ingeniería Civil, Sanitaria y Ambiental. Avalúos

Colegiado 2548

23 de mayo de 2012

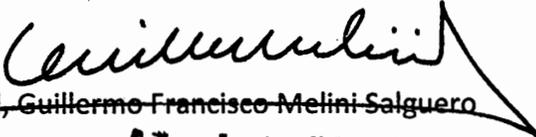
Licenciado
Manuel Guillen
Jefe del Departamento de Planeamiento
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Licenciado Guillen:

Después de analizar y revisar el trabajo de graduación titulado "GUÍA DE ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR EN LA SUPERVISIÓN DE VIVIENDAS DE TECHO MÍNIMO, PARA EL EJECUTOR Y EL SUPERVISOR", presentado por el estudiante universitario de la carrera de Ingeniería Civil, **HAROLDO EMANUEL JUÁREZ SOTO**, tengo a bien manifestar que dicho trabajo ha sido ejecutado conforme a los requisitos establecidos.

Por lo anterior en mi calidad de Asesor, me permito solicitar se proceda con los trámites respectivos para su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo de usted, atentamente,


~~Ing. Civil, Guillermo Francisco Melini Salguero~~
Asesor **Guillermo Francisco Melini Salguero**
INGENIERO CIVIL
Col. 2548



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
11 de junio de 2012

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **GUÍA DE ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR EN LA SUPERVISIÓN DE VIVIENDAS DE TECHO MÍNIMO, PARA EL EJECUTOR Y EL SUPERVISOR**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Haroldo Emanuel Juárez Soto, quien contó con la asesoría del Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Lic. Manuel María Guillén Salazar
Jefe del Departamento de Planeamiento

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero y del Jefe del Departamento de Planeamiento Lic. Manuel María Guillén Salazar, al trabajo de graduación del estudiante Haroldo Emanuel Juárez Soto, titulado **GUÍA DE ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR EN LA SUPERVISIÓN DE VIVIENDAS DE TECHO MÍNIMO, PARA EL EJECUTOR Y EL SUPERVISOR**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, julio de 2012.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **GUÍA DE ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR EN LA SUPERVISIÓN DE VIVIENDAS DE TECHO MÍNIMO, PARA EL EJECUTOR Y EL SUPERVISOR**, presentado por el estudiante universitario **Haroldo Emanuel Juárez Soto**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Murphy Olympia Paiz Recinos
Decano



Guatemala, julio de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme un talento y sabiduría la cual ofrezco hoy como un regalo para Él.
- Mis padres** Aroldo y María Luz, por ser mi primera y más importante escuela, por su amor y apoyo, por ser ejemplo de vida y simplemente por existir.
- Suheidy Elisabeth Hernández Baldizón** Por motivarme a seguir adelante, por el tiempo de amor y apoyo, por ser mi compañera de vida, por ser amiga y confidente.
- Alejandro Emmanuel Juárez Hernández** Con todo mi amor, para que este triunfo sea un ejemplo que te motive a superarte cada día, eres mi inspiración y la luz hermosa que ilumina mi vida.
- Mis hermanas** Aleyda María y Ana Lourdes, por brindarme todo su apoyo y colaboración, por compartir conmigo tristezas y alegrías, las quiero mucho.
- Mis sobrinos** Mynor y Meylan, gracias por ser parte de mi vida, por el cariño y por estar conmigo siempre.
- Mis cuñados** Mynor y Mauricio, gracias por su apoyo incondicional.
- Papito y Mamita** Gracias por sus oraciones, sabios consejos y cariño

sincero.

- Mi abuelo** Amílcar Juárez Molineros (†) para que despierte de su sueño eterno por un momento y compartamos juntos este triunfo.
- Familia Hernández Baldizón** Por el apoyo, la paciencia y el cariño que a través del tiempo me han brindado. Muchas gracias. Dios los bendiga siempre.
- VelvetArbizu** Por el cariño de hermana, el apoyo y las palabras de aliento, gracias por ser parte de mi familia
- Mi familia** Por su motivación a lo largo de todo lo que me propongo, gracias por su oraciones y palabras de aliento, por estar conmigo siempre.
- En general** A todas las personas que me han ayudado y apoyado durante mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	En quien están escondidos todos los tesoros de la sabiduría, de amor, gracia y poder.
Mis padres	Ya que gracias a su esfuerzo y sacrificio tuve la oportunidad de estudiar y concluir esta carrera.
La Facultad de Ingeniería	Por todos los conocimientos y experiencias adquiridos durante mi vida universitaria.
Mi asesor	Por todos los consejos y ayuda prestados en la elaboración de este trabajo.
Mis amigos y compañeros de la Facultad	Por ser parte de esta aventura y por haber compartido tantas experiencias juntos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. SUPERVISIÓN DE OBRAS.....	1
1.1. Proceso de supervisión y herramientas para el control de obras	1
1.1.1. Obtención de información del proyecto.....	1
1.1.2. Conocimiento de la documentación	1
1.1.3. Coordinación de la supervisión	2
1.1.4. Realización de la supervisión de campo	2
1.1.5. Garantías y seguros (fianzas)	4
1.1.5.1. Fianza de sostenimiento de oferta	4
1.1.5.2. Fianza de cumplimiento	5
1.1.5.3. Fianza de anticipo.....	6
1.1.5.4. Fianza de saldos deudores	6
1.1.5.5. Fianza de conservación de obra, calidad y funcionamiento.....	7
1.2. Como efectuar una supervisión.....	8
1.2.1. Concepto de supervisión de obras.....	8
1.2.2. Criterios generales.....	8
1.2.3. Elementos básicos.....	9

1.2.3.1.	Documentos.....	9
1.2.3.2.	Equipo de campo.....	10
1.2.3.3.	Capacitación del personal de supervisión.....	11
1.2.3.4.	Apoyo logístico.....	11
1.2.3.5.	Documentos resultados de la supervisión.....	12
1.2.3.5.1.	Bitácora de obra	12
2.	PARA EL EJECUTOR DEL PROYECTO	15
2.1.	Generalidades.....	15
2.1.1.	Descripción de vivienda de techo mínimo.....	15
2.1.1.1.	Tipos de viviendas de techo mínimo..	15
2.1.1.2.	Techo mínimo para el área urbana	16
2.1.1.3.	Techo mínimo para el área rural	16
2.1.2.	Sujeción a especificaciones técnicas, generales, disposiciones especiales de construcción y planos	16
2.1.3.	Predominación de lo indicado en planos	17
2.1.4.	Tipos de planos.....	17
2.1.4.1.	Plano de arquitectura.....	17
2.1.4.2.	Plano de cotas	18
2.1.4.3.	Plano de elevaciones y cortes	18
2.1.4.4.	Plano de acabados	18
2.1.4.5.	Plano de cimentación.....	19
2.1.4.6.	Plano de armado de techos	19
2.1.4.7.	Plano de instalación hidráulica.....	19
2.1.4.8.	Plano de instalación de drenajes	19

	2.1.4.9.	Plano de instalación eléctrica (iluminación y fuerza)	20
	2.1.5.	Licencias y autorizaciones de construcción	20
	2.1.6.	Especificaciones técnicas a considerar en la selección del terreno adecuado para la construcción de vivienda de techo mínimo	21
2.2.		Trabajos preliminares.....	21
	2.2.1.	Limpieza general del terreno.....	22
	2.2.2.	Bodegas o guardianías	23
	2.2.3.	Nivelación del terreno	23
	2.2.4.	Trazo.....	24
2.3.		Cimentación	25
	2.3.1.	Tipos de cimentación	25
	2.3.1.1.	Cimiento de concreto reforzado tipo corrido.....	26
	2.3.1.2.	Cimientos de concreto reforzado para columnas aisladas o individuales.....	26
	2.3.1.3.	Cimiento mixto tipo corrido para muros	26
	2.3.1.4.	Cimiento de piedra con aglomerantes tipo corrido	27
	2.3.2.	Excavaciones.....	29
	2.3.3.	Cimiento corrido y columnas.....	29
2.4.		Muros y soleras.....	29
	2.4.1.	Tipo de muros a construir	30
	2.4.2.	Block de pómez	31
	2.4.3.	Soleras y sillares.....	31
	2.4.3.1.	Morteros de unión	31

2.4.4.	Acero de refuerzo	34
2.4.5.	Concreto	34
2.5.	Techos	36
2.5.1.	Techos de estructura de metal o madera	36
2.5.2.	Cubierta	37
2.6.	Pisos	38
2.6.1.	Preparación de la base	38
2.6.2.	Ejecución	39
2.6.3.	Acabado final de piso.....	39
2.7.	Acabados	39
2.7.1.	Acabados en paredes	39
2.7.2.	Tallados	40
2.7.3.	Ventanería	42
2.7.4.	Puertas	42
2.8.	Instalación eléctrica.....	43
2.8.1.	Instalación eléctrica (iluminación)	43
2.8.2.	Instalación eléctrica (fuerza)	43
2.8.3.	Accesorios	44
2.9.	Instalación hidráulica.....	44
2.9.1.	Tubería de hierro galvanizado	45
2.9.2.	Tubería de PVC	45
2.10.	Instalación de drenajes	46
2.10.1.	Tubería de PVC para drenajes	47
2.10.2.	Tubería de cemento.....	47
2.10.3.	Instalación de drenajes en área urbana.....	47
2.10.4.	Instalación de drenajes en área rural.....	47
2.10.4.1.	Fosa séptica.....	48
2.10.4.2.	Pozo de absorción	49
2.10.4.3.	Drenaje francés.....	49

3.	SUPERVISOR DEL PROYECTO	51
3.1.	Aspectos a considerar por parte del supervisor del proyecto..	51
3.1.1.	Calidad de los materiales.....	52
3.1.2.	Ubicación del terreno y evaluación del entorno	54
3.1.2.1.	Fotografía de apoyo para evaluación y cualquier otro medio tecnológico de ayuda	55
3.1.3.	Mezclas adecuadas	55
3.1.4.	Almacenamiento de los materiales	57
3.1.5.	Sujeción al reglamento de construcción de cada lugar donde se desarrolla el proyecto	58
3.1.6.	Mano de obra de la empresa	59
3.1.6.1.	Mano de obra calificada	59
3.1.6.2.	Mano de obra no calificada	59
3.2.	Supervisión del trazo.....	60
3.2.1.	Aspectos a considerar.....	60
3.3.	Supervisión de la cimentación.....	62
3.3.1.	Para el caso de cimientos de concreto reforzado y zapatas	63
3.3.2.	Para el caso de cimientos tipo mixto.....	65
3.4.	Supervisión de muros.....	65
3.4.1.	Armadura de refuerzo	65
3.4.2.	Formaleta.....	67
3.4.3.	Concreto	68
3.5.	Supervisión de techo.....	69
3.5.1.	Consideraciones generales.....	70
3.5.2.	Para techos de estructura de madera.....	70
3.5.3.	Para techos de estructura de metal	71

3.5.4.	Cubiertas	72
3.6.	Supervisión de instalación de agua potable	72
3.7.	Supervisión de instalación de drenaje.....	73
3.7.1.	Tubería	73
3.7.2.	Fosa séptica y pozo de absorción.....	75
3.8.	Supervisión de instalación eléctrica	76
3.9.	Supervisión de pisos de concreto	77
3.10.	Guía de campo para supervisión de viviendas de techo mínimo	77
3.11.	Techos de metal.....	80
4.	DEL PROYECTO	85
4.1.	Especificaciones técnicas, generales y disposiciones especiales de construcción	85
4.2.	Presupuesto de inversión.....	86
4.2.1.	Integración del presupuesto de inversión por renglones	87
4.2.2.	Costos unitarios	88
4.2.3.	Cronograma de ejecución física.....	88
4.2.4.	Cronograma de ejecución financiera	89
4.3.	Resultados esperados.....	89
4.3.1.	Recursos financieros	89
4.3.2.	Recursos humanos	90
4.3.3.	Recursos físicos y materiales	90
4.3.4.	Optimización de tiempo	90
	CONCLUSIONES	91
	RECOMENDACIONES.....	93
	BIBLIOGRAFÍA.....	95

APÉNDICE.....97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

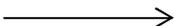
FIGURAS

1.	Puente para trazo de vivienda.....	24
2.	Ejemplos de tipos de cimiento.....	28
3.	Corte típico de muro.....	33
4.	Armadura típica de techo de metal.....	38
5.	Aplicación de acabados en paredes.....	41
6.	Planta y sección de cajas de registro	46
7.	Planta de fosa séptica	48
8.	Corte de fosa séptica	49
9.	Supervisión de la cimentación.....	63
10.	Verificación de medidas para zanja de cimentación.....	64
11.	Detalle de levantado a plomo	66
12.	Detalle de formaleta	67
13.	Aplicación del concreto en formaleta.....	68
14.	Deflexión máxima en estructuras de techo de madera	71
15.	Detalle de instalación de tubería subterránea	73

TABLAS

I.	Recubrimientos mínimos del acero en fundiciones.....	36
II.	Proporciones más usadas en el concreto.....	69

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
\emptyset	Diámetro de tubería
kg	Kilogramo
kg/cm ²	Kilogramo por centímetro cuadrado
kg/m ³	Kilogramo por metro cúbico
lb/plg ²	Libra por pulgada cuadrada
L	Longitud
PVC	Material fabricado a base de Cloruro de Polivinilo
M	Metro
f'm	Resistencia de muros a compresión
Fy	Resistencia del acero a los esfuerzos de fluencia
f'c	Resistencia del concreto a compresión
	Sentido de la pendiente

HG

Tubería de hierro galvanizada

GLOSARIO

ASTM	<i>American Society for Testing and Materials.</i>
AASHTO	Siglas de la <i>American Association State Highway and Transportation Officials.</i>
Acero de refuerzo	Elemento de acero al carbón liso o corrugado fabricado especialmente para usarse como refuerzo del concreto para tomar principalmente esfuerzos de tensión.
Agua	Compuesto de hidrógeno y oxígeno. En la naturaleza puede hallarse libre de sustancias en suspensión.
Bitácora	Es el libro donde se anotan las observaciones y recomendaciones planteadas al ejecutor, reproduciendo una copia para constancia de lo anotado.
Cimentación	Conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación o elementos apoyados a esta al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible.

Circuito eléctrico	Es el recorrido por donde se desplazan las partículas eléctricas, desde el polo negativo hasta el polo positivo de una fuente de alimentación.
Columna	Elemento que tiene dimensiones estipuladas según diseño, usado para resistir principalmente cargas de compresión.
Concreto reforzado	Estructura resultante de la introducción de armaduras y refuerzos de acero en una masa de concreto, con cuya unión se consigue que ambos materiales trabajen conjuntamente en la transmisión de cargas, trabajando el concreto a compresión y el acero a tensión.
Cronograma	Esquema donde se distribuye y el conjunto de actividades programadas para la ejecución de una obra durante un período de tiempo determinado.
Elemento estructural	Es cada una de las partes diferenciadas aunque vinculadas en que puede ser dividida una construcción a efectos de su diseño. El diseño y comprobación de estos elementos se hace de acuerdo con los principios de ingeniería estructural y resistencia de materiales.

Formaleta	Armazón de madera que sirve de molde al concreto hasta que fragüe.
Fosa séptica	Cámara subterránea, cubierta en forma hermética que sirve para recoger las aguas residuales de una vivienda o grupo de viviendas donde se produce la separación de los desechos sólidos y líquidos; los desechos sólidos quedan en las cámaras de la fosa séptica y los desechos líquidos continúan su trayectoria final hacia el pozo de absorción.
Levantado a plomo	Término utilizado para indicar la verticalidad del muro, cumpliendo las especificaciones de desplome indicadas en las normas.
Madera	Material extraído del tronco de los árboles que se utiliza en muchos elementos constructivos y también como combustible.
Mampostería	Sistema tradicional de construcción que consiste en la construcción de muros de ladrillo, piedra, etc., para diversos fines, mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen.
Mortero	Consiste en la agregación o incorporación de varias sustancias o cuerpos que no causa reacción alguna entre sí.

Norma

Conjunto de regulaciones establecidas por una autoridad competente para su adopción por parte de las entidades locales, para garantizar una adecuada calidad en los trabajos de construcción.

Pozo de absorción

Consiste en excavaciones de diámetro y profundidad variable. En éstos el piso y las paredes deberán de ser de material permeable y se recomienda llenar de grava a la altura aproximada de 1 metro para lograr una buena distribución de agua al fondo. Dicho sistema proporciona al agua un tratamiento físico y biológico a través de la infiltración en un medio poroso.

Presupuesto

Es la estimación programada, de manera sistemática, de las condiciones de operación y de los resultados a obtener de la inversión de recursos financieros en un tiempo determinado.

Supervisión

Es la actividad que se realiza para apoyar y vigilar la coordinación de actividades con el fin de que se realicen satisfactoriamente con el objetivo de cumplir a tiempo las condiciones técnicas y económicas estipuladas en el contrato de obra.

Tensor

Elemento estructural que sirve para mantener la rigidez entre 2 o más partes de una construcción.

Vivienda

La vivienda es una edificación cuya principal función es ofrecer refugio y habitación a las personas, protegiéndoles de las inclemencias climáticas y de otras amenazas naturales.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene una guía de aspectos técnicos a considerar en la supervisión de viviendas de techo mínimo, para el ejecutor y el supervisor de los proyectos de este tipo, y se estructura con los siguientes capítulos:

En el capítulo uno se presentan conceptos básicos de lo que es la supervisión de proyectos y los criterios a considerar al momento de realizar este trabajo de campo.

En capítulo dos hace referencia a los aspectos que el ejecutor debe tomar en cuenta para la realización de los proyectos de vivienda de techo mínimo, consideraciones que son de vital importancia para el buen desarrollo de las construcciones, y que generalmente se presentan en los planos y en las especificaciones técnicas.

El capítulo tres proporciona las consideraciones que debe tener el supervisor del proyecto, ya que si se realiza una supervisión adecuada, la calidad de la obra cumplirá las expectativas para las que fue creada. Se detalla la forma adecuada en que se realiza la supervisión, así como de proveer una guía de campo que será de utilidad para realizar de mejor manera las visitas técnicas a los proyectos sin olvidar ningún aspecto importante de la construcción.

El último capítulo detalla especificaciones técnicas, económicas y disposiciones especiales de construcción propios del proyecto y deberán ser tomados en cuenta por parte del ejecutor del proyecto y del supervisor. Se expone de manera breve las partes que componen un presupuesto para su correcta interpretación. Se analizan los recursos humanos, físicos y financieros que se esperan obtener de la ejecución de este tipo de proyectos de vivienda de techo mínimo.

Como material de apoyo a la elaboración de esta guía se presentan planos, presupuesto y cronogramas para un proyecto de vivienda de techo mínimo.

OBJETIVOS

General

Contribuir al desarrollo técnico de profesionales y futuros profesionales de la Ingeniería facilitándoles una herramienta que permita en pocos y sencillos pasos realizar la supervisión de proyectos de vivienda de techo mínimo, por medio de una guía que considere especificaciones técnicas, económicas y disposiciones especiales, así como la correcta aplicación de las normas de construcción y especificaciones técnicas que rigen este tipo de obras de infraestructura civil.

Específicos

1. Aplicar conceptos de ingeniería civil para la supervisión de viviendas de techo mínimo para poder llevar a cabo de manera más eficiente el trabajo de campo a este tipo de proyectos.
2. Describir las generalidades de este tipo de proyectos, detallando el proceso constructivo y las especificaciones técnicas que los rigen.
3. Describir los materiales utilizados y las especificaciones técnicas que se aplican para la selección de los mismos, para obtener los mejores resultados de calidad en la construcción.

INTRODUCCIÓN

En el ramo de la construcción, la vivienda ha ocupado un lugar preponderante, dada la necesidad de albergue de todos los seres humanos, lo cual ayudará a satisfacer las necesidades básicas esenciales de la población, colaborando con el desarrollo económico y social del país.

Dada la variedad de diseños con que se cuenta y tomando el factor económico como parámetro importante en la decisión final, para determinar el tipo de vivienda a construir, es beneficioso contar con estructuras adecuadas, lo que hace posible seleccionar una forma específica de construcción a un monto económico conveniente a los parámetros que regularán el proyecto.

Debido a la necesidad, tanto de la actualización del contenido de estudio de los procesos constructivos y de supervisión, bajo los cambios surgidos en las normas que los rigen, se plantea la elaboración de un documento que integre los conocimientos técnicos adquiridos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala el cual es importante, tanto para estudiantes como para profesionales, ya que se plantean diversos conceptos relacionados con la supervisión de proyectos.

1. SUPERVISIÓN DE OBRAS

1.1. Proceso de supervisión y herramientas para el control de obras

Para una adecuada supervisión de la ejecución de la obra, es primordial que la documentación esté completa en cuanto a la definición absoluta del proyecto y demás antecedentes contractuales que lo integran, como: programas, certificados, aprobaciones, informes.

1.1.1. Obtención de información del proyecto

Es necesario realizar una investigación de tipo social que permita obtener resultados adecuados a fin de conocer la necesidad de vivienda que existe dentro de la sociedad, principalmente en las personas de escasos recursos y que no cuenten con vivienda propia, ya que los proyectos de vivienda de techo mínimo están enfocados principalmente hacia este tipo de personas.

1.1.2. Conocimiento de la documentación

Realizar al inicio de la etapa de investigación social para la obtención de la información del proyecto y en cualquier etapa de ejecución física, una cuidadosa selección y revisión de la documentación vinculada con la obra, como puede ser el tipo de diseño adecuado para satisfacer las necesidades que se presentan, determinar la existencia o no de servicios públicos, anotar lo más importante relacionado con la obra y especialmente con la probable presencia de algún inconveniente que pueda afectar cualquier etapa de ejecución del proyecto.

1.1.3. Coordinación de la supervisión

La supervisión de la obra debe realizarse de manera coordinada entre las partes que están involucradas en la ejecución del proyecto entre el ingeniero civil de la empresa ejecutora de obra y el profesional supervisor nombrado para tal efecto, con el objeto de recopilar la información necesaria que garantice la correcta construcción del proyecto.

1.1.4. Realización de la supervisión de campo

Al presentarse a la obra, el ingeniero civil ejecutor deberá portar un juego completo de planos, las especificaciones técnicas y el cronograma de ejecución de obra, esta documentación será proporcionada por el supervisor. Es importante mencionar que siempre debe existir una copia en el lugar de la obra y que se debe proporcionar al encargado de la misma.

La finalidad es:

- Utilizar los planos en forma adecuada, para comparar el proyecto diseñado con lo realizado en obra, incluyendo todos sus detalles, comprobando dimensiones, estructuras, instalaciones, características, cumplimiento de especificaciones generales del proyecto, etc.
- Comprobar el cumplimiento de las especificaciones técnicas, tanto en la calidad de materiales; como en la calidad en la ejecución de la obra, en sus aspectos generales de construcción.

- Comprobar el avance físico de obra según lo estipula el cronograma de ejecución física, para establecer el porcentaje de avance en función de los criterios técnicos.
- Verificar el suministro y la calidad de recursos de mano de obra, materiales, equipo, maquinaria, etc.
- Detectar problemas de cualquier índole en la obra, de carácter técnico, legal, ambiental, laboral, de suministro de materiales, de calidad de obra, de retraso en la ejecución, etc., buscando y recomendando soluciones.
- Hacer recomendaciones para las próximas o siguientes etapas de ejecución de la obra, con base en lo observado en esa visita y en previsión de futuros problemas o desaciertos.
- Anotar en el libro de bitácora las observaciones y recomendaciones planteadas al ejecutor reproduciendo una copia para constancia de lo especificado.
- Llenar la información requerida en relación a la evaluación física y datos técnicos que se obtienen en la obra.
- Abocarse a la brevedad posible al supervisor del proyecto, para presentar los resultados obtenidos por las recomendaciones y observaciones que se pudieron haber realizado en las distintas visitas de campo, sin lo cual no tiene ningún sentido ni valor la supervisión.

1.1.5. Garantías y seguros (fianzas)¹

Es importante mencionar que éstas generalmente se presentan cuando el trabajo que se ejecuta es para el Estado, pero en casos muy particulares también se presentan en la iniciativa privada cuando son proyectos de gran magnitud los que se construirán y el propietario de la obra necesita tener un respaldo de la inversión que realizará. Se rigen por la Normativa de la Ley de Contrataciones del Estado sobre Fianzas y Garantías, y en este caso en particular y a manera de conocimiento del tema, se hará referencia de lo establecido en algunos artículos de dicha ley. Decreto 57-92 y Su Reglamento Acuerdo Gubernativo 1056-92.

En el Artículo 69 de la Ley de Contrataciones del Estado sobre Fianzas y Garantías. Formalidades. Las fianzas a que se refiere este capítulo, deberán formalizarse mediante póliza emitida por instituciones autorizadas para operaren Guatemala.

1.1.5.1. Fianza de sostenimiento de oferta

Respaldan la seriedad de las ofertas que la empresa realiza en las licitaciones.

En el Artículo 64 de la Ley de Contrataciones del Estado sobre Fianzas y Garantías. Fianza de sostenimiento de oferta. La firmeza de la oferta se caucionará con depósito en efectivo o mediante fianza, por un porcentaje no menor del uno por ciento (1 por ciento) ni mayor del cinco por ciento (5 por ciento) del valor del contrato y cubrirá el período comprendido desde la

¹ Ley de Contrataciones del Estado Decreto 57-92. p. 21-22.

recepción y apertura de plicas, hasta la aprobación de la adjudicación y, en todo caso, tendrá una vigencia de ciento veinte (120) días. Sin embargo, con el adjudicatario puede convenirse su prórroga.

1.1.5.2. Fianza de cumplimiento

Respaldan el cumplimiento de las obligaciones contraídas en el contrato, con relación a todos los términos estipulados, así como con las especificaciones técnicas y de construcción del proyecto, así como la entrega oportuna de los bienes o servicios que se requieran.

En el Artículo 65 de la Ley de Contrataciones del Estado sobre Fianzas y Garantías. Fianza de cumplimiento. Para garantizar el cumplimiento de todas las obligaciones estipuladas en el contrato, el ejecutor deberá prestar fianza, depósito en efectivo o constituir hipoteca en los porcentajes y condiciones siguientes: cuando se trate de bienes, suministros y servicios, por el 10 por ciento del monto del contrato y en obras del 10 al 20 por ciento del monto del contrato respectivo, a criterio de la autoridad administrativa superior de la entidad interesada.

Para el caso de obras, además esta garantía cubrirá las fallas o desperfectos que aparecieran durante la ejecución del contrato, antes de que se constituya la garantía de conservación.

1.1.5.3. Fianza de anticipo

En el Artículo 66 de la Ley de Contrataciones del Estado sobre Fianzas y Garantías. Fianza de anticipo. Previo a recibir cualquier suma por concepto de anticipo, el ejecutor constituirá garantía mediante fianza o hipoteca por el monto de un cien por ciento (100 por ciento) del mismo. La garantía podrá reducirse en la medida que se amortice el valor del anticipo cubriendo siempre el máximo del saldo deudor y estará vigente hasta su total amortización. El reglamento establecerá el procedimiento de reducción y lo concerniente en los casos de rescisión, resolución y terminación de contrato.

1.1.5.4. Fianza de saldos deudores

Garantiza el pago de los saldos deudores que puedan resultar a favor del Estado, de la entidad correspondiente o de terceros en la liquidación del proyecto y debe otorgarse simultáneamente con la fianza de conservación de obra como requisito previo para la recepción de la obra. Su vigencia finaliza con la aprobación de la liquidación, sino hay saldos deudores.

En el Artículo 68 de la Ley de Contrataciones del Estado sobre Fianzas y Garantías. Fianza de saldos deudores. Para garantizar el pago de saldos deudores que pudieran resultar a favor del Estado, de la entidad correspondiente o de terceros en la liquidación, el ejecutor deberá prestar fianza, depósito en efectivo, constituir hipoteca o prenda, a su elección, por el cinco por ciento (5 por ciento) del valor original del contrato.

1.1.5.5. Fianza de conservación de obra, calidad y funcionamiento

Garantiza que el contratista mantendrá en buenas condiciones todo o parte de un proyecto de construcción; al estar ésta aprobada automáticamente libera las fianzas de cumplimiento de contrato y de anticipo. Garantiza el valor de las reparaciones de las fallas o desperfectos que le sean imputables al contratista que aparecieran durante el tiempo de vigencia de la fianza (de 12 a 18 meses contados a partir de la fecha de recepción de la obra). Esta garantía no exime al contratista de las responsabilidades por destrucción o deterioro de la obra debido a dolo o culpa de su parte, por el plazo de 5 años, a partir de la recepción definitiva de la obra.

En el Artículo 67 de la Ley de Contrataciones del Estado sobre Fianzas y Garantías. Fianza de conservación de obra o de calidad o de funcionamiento. El ejecutor responderá por la conservación de la obra, mediante depósito en efectivo, fianza, hipoteca o prenda, a su elección, que cubra el valor de las reparaciones de las fallas o desperfectos que le sean imputables y que aparecieran durante el tiempo de responsabilidad de dieciocho (18) meses contados a partir de la fecha de recepción de la obra. Tratándose de bienes y suministros, deberá otorgarse garantía de calidad y/o funcionamiento, deberá otorgarse por el equivalente al quince por ciento (15 por ciento) del valor original del contrato, como requisito previo para la recepción de la obra, bien o suministro.

1.2. Como efectuar una supervisión

A continuación se mencionan los conceptos básicos, criterios generales, herramienta y equipo, documentos, capacitaciones y logística para efectuar una supervisión de obras.

1.2.1. Concepto de supervisión de obras

Supervisar una obra es: examinar la misma a través de una persona profesional, ingeniero civil, colegiado activo, denominada supervisor, para concluir y dictaminar si la obra o fase en construcción está correcta o no de acuerdo al diseño preestablecido en los documentos del proyecto; debiendo recomendar a la unidad ejecutora responsable las medidas correctivas pertinentes en tiempo oportuno para su correcto funcionamiento y adecuada calidad.

El supervisor, es aquella persona que observa y dirige al personal para orientarlo y vigilarlo en el cumplimiento de sus funciones, asignándole los medios y recursos adecuados, coordinando equipos de trabajo, para obtener los mejores resultados en el desarrollo de los proyectos constructivos.

1.2.2. Criterios generales

Existe diversidad de criterios para definir el tipo y condiciones de supervisión de una obra, en razón de que están en juego muchos factores que influyen en los aspectos generales del tema; entre otros la magnitud de la obra, su grado de complejidad o especialidad, la ubicación y accesibilidad a la misma, la oportunidad de obtener servicios de supervisión en el área o en función de su monto, la etapa de ejecución en que se encuentre la obra, los

requerimientos o compromisos de supervisión preestablecidos, desde una simple inspección de avance de obra hasta un examen minucioso de calidad de obra y/o una auditoría pormenorizada, etc.

Para el tipo de obras de vivienda de techo mínimo; por lo general, obras de pequeña o mediana inversión, que en su mayoría son de relativa simplicidad y similitud, al grado de incluir en algunos casos diseños típicos, pero no se considera factible la realización de la supervisión por personal no profesional en la materia.

1.2.3. Elementos básicos

Se consideran elementos básicos en la supervisión los que constituyen una herramienta de ayuda para realizar con objetividad y seguridad la misma; entre los elementos básicos que sobresalen se puede mencionar: documentos vinculados con la ejecución del proyecto (juego completo de planos y especificaciones técnicas) instrumentos de campo (cinta métrica, calculadora, computadora personal, cámara fotográfica digital, etc.). Si no se cuenta al menos con estos elementos, se hace inapropiada la realización de la supervisión.

1.2.3.1. Documentos

Incluye:

- Cualquier ley o reglamento que rijan la ejecución del proyecto.
- El contrato de ejecución de obra.
- Las normas de procedimiento, ejecución y calidad existentes, relacionadas con el tipo de proyecto.

- El propio manual de supervisión del proyecto.
- El juego de planos de diseño del proyecto.
- Las especificaciones técnicas de diseño y construcción.
- Las especificaciones generales y disposiciones especiales.
- El cronograma de ejecución de obra.
- El presupuesto de la obra.
- Cualquier otro documento vinculado la obra.

1.2.3.2. Equipo de campo

Entre los instrumentos de campo, básicos para efectuar la supervisión de obras podemos citar:

- Una cinta métrica, de preferencia de unos 20 metros en adelante.
- Clinómetro de mano.
- Brújula óptica o de mano.
- Calculadora de bolsillo, de preferencia tipo científica.
- Libreta de apuntes de bolsillo.
- Una carpeta o tableta con prensa papel, para portar seguros los documentos de reporte de supervisión.
- Cualquier otro equipoútil para la actividad, como cámara fotográfica, altímetro, o cualquier medio tecnológico que pueda ser utilizado para facilitar el trabajo de campo.

1.2.3.3. Capacitación del personal de supervisión

Es una parte indispensable para el éxito y los buenos resultados de la supervisión, siendo necesario que cuente con un criterio técnico, para un proceso lógico de supervisión de obras y los aspectos más relevantes a examinar en cuanto a:

- El tipo de obra.
- Los componentes o unidades de los proyectos de construcción.
- Las diferentes etapas de construcción.
- La documentación que se empleará en la supervisión de campo.
- Los requisitos de seguridad previos al inicio del proyecto y durante su ejecución.
- La calidad final de la obra.

1.2.3.4. Apoyo logístico

Ninguna actividad de campo es posible realizar si no se cuenta con un apoyo logístico; la supervisión de obras es una de ellas que requiere como mínimo, de:

- Un vehículo adecuado al tipo de camino que se tenga que recorrer.
- Posiblemente un guía, sobre todo para realizar la primera visita de supervisión a la obra, cuando el proyecto esté ubicado en lugares muy lejanos o que requieran de ayuda de algún habitante de la comunidad para poder llegar al lugar de ejecución del proyecto.

- El apoyo y respaldo de las autoridades del municipio o del lugar donde se realice la supervisión.
- La ayuda de personal de campo o comunitarios con su participación directa en las actividades de supervisión.

1.2.3.5. Documentos resultados de la supervisión

Como consecuencia de la visita y supervisión de la obra, siempre habrá un resultado positivo o negativo de la misma, el que deberá quedar muy claro en el informe de supervisión y evaluación de avance físico de la obra. El o los informes que se hagan llegar a las autoridades, pueden ser una copia, o bien como más convenga o se requiera de parte de la autoridad respectiva. Las observaciones y recomendaciones en bitácora, de lo más relevante e importante de anotar como resultado de la supervisión de la obra.

1.2.3.5.1. Bitácora de obra

Es el libro donde se anotan todas las observaciones y recomendaciones planteadas al ejecutor de obra por parte del supervisor, reproduciendo una copia para constancia de lo anotado. Cuando se trabaja para el Estado, el libro de bitácora debe ser aprobado por la Contraloría General de Cuentas de la Nación.

El ejecutor está obligado a tramitar la autorización de la bitácora del proyecto en la institución antes indicada en la oficina correspondiente si se trata de algún proyecto gubernamental y mantenerla en obra durante la ejecución. Si es una obra de tipo particular, queda a discreción del propietario la

existencia o no de este libro, ya que por su naturaleza, la vivienda de techo mínimo no representa mayor grado de complejidad.

2. PARA EL EJECUTOR DEL PROYECTO

2.1. Generalidades

La responsabilidad técnica por el cumplimiento del contrato de calidad, es del contratista, como ejecutor de los trabajos y hasta la recepción final, independiente de los anticipos económicos que se le proporcionan durante el desarrollo de los trabajos.

2.1.1. Descripción de vivienda de techo mínimo

Es el tipo de vivienda que reúne las condiciones mínimas de habitabilidad y seguridad, funcionalidad e higiene con los servicios básicos necesarios para una convivencia armónica y digna, que se proyectan como una solución factible y económica ante el enorme déficit de vivienda, el cual según datos del XI Censo de Población y VI de Habitación del Instituto Nacional de Estadística (INE) del 2002, asciende a la cantidad de un millón doscientas mil viviendas, cuando la población era de 11 237 196 habitantes, considerándose un mayor déficit en la actualidad.

2.1.1.1. Tipos de viviendas de techo mínimo

Existen varios diseños de vivienda de techo mínimo, pero esencialmente se fundamentan en aspectos a considerar al momento de elaborar la planificación correspondiente, pero están condicionados por la ubicación geográfica, considerando si estarán ubicadas en el área urbana o en área rural, cualquier diseño debe garantizar la vida digna de las personas que las habitan

de acuerdo a la adecuada distribución de espacios, así como contar con las medidas de seguridad.

2.1.1.2. Techo mínimo para el área urbana

El techo mínimo para el área urbana debe contar con los ambientes siguientes: sala, cocina, comedor, dormitorios y baño, todo esto con su respectiva instalación eléctrica, sanitaria e hidráulica. No se puede hablar de un área específica ya que ésta será en relación a la necesidad que se quiera cubrir y a la ubicación del proyecto.

2.1.1.3. Techo mínimo para el área rural

Básicamente debe reunir las mismas condiciones que la vivienda de techo mínimo para el área urbana, con la excepción que no se considera la construcción de la instalación de drenajes, debido a que en el área rural no existen los sistemas que puedan ayudar a evacuar los desechos sólidos y líquidos que se producen en las viviendas, para lo cual se hace necesaria la utilización de fosas sépticas y pozos de absorción. Lo referente a las otras instalaciones serán iguales y bajo las mismas condiciones y términos de referencia.

2.1.2. Sujeción a especificaciones técnicas, generales, disposiciones especiales de construcción y planos

La construcción de viviendas de techo mínimo se hará conforme se detalla en el juego de planos y especificaciones técnicas, generales y disposiciones especiales de construcción para este tipo de proyecto. El

ejecutor del no podrá variar ningún detalle o indicación que se indique en los planos y en las especificaciones técnicas sin previa autorización por escrito del supervisor de la obra.

2.1.3. Predominación de lo indicado en planos

Para el caso de que exista alguna discrepancia entre los documentos, la prevalencia de los mismos será en el orden siguiente: planos, especificaciones técnicas generales y disposiciones especiales, cuadros de oferta y contrato. Es preciso hacer constar que lo indicado en planos de construcción predomina lo escrito y lo indicado en números, se tomará como válido lo dibujado a escala. Cualquier duda al respecto, consultarlo con el supervisor, y dejar constancia por escrito en el libro de bitácora de obra.

2.1.4. Tipos de planos

Los planos, son la representación gráfica y exhaustiva de los elementos que plantea un proyecto. Constituyen, los planos, la geometría plana de las obras proyectadas de forma que las defina completamente en sus tres dimensiones.

2.1.4.1. Plano de arquitectura

También llamado planta amueblada o de distribución, es un dibujo donde se muestran las estructuras de una obra, con los señalamientos específicos en cuanto a medidas y distribución de espacios.

2.1.4.2. Plano de cotas

Es el plano que muestra las dimensiones lineales, superficiales y volumétricas de todas las partes por las que está conformado el proyecto.

2.1.4.3. Plano de elevaciones y cortes

El plano de elevación, es el dibujo de una propiedad de frente sin perspectiva de la parte posterior, o de un lado que indica cómo está situada la estructura planeada o existente. Al hablar de planos de corte se está suponiendo el hecho de que el plano ha sido cortado conforme a un plano específico; ahora bien, cuando una pieza tiene detalles interiores en diferentes planos y es necesario representarlos, se puede practicar un corte imaginario que atraviese por cualquier parte de la pieza, cuidando de indicar claramente el recorrido o trayectoria del mismo.

2.1.4.4. Plano de acabados

Es un plano en donde se especifica el finalizado de cada componente de una casa o edificio, ya sea en techos, muros y pisos, exteriores e interiores y todos los elementos que conforman la construcción. Generalmente se trabaja por medio de la utilización de simbologías, con su respectivo cuadro de especificaciones y se apoya también con los planos de cortes de arquitectura, ya que acá también se muestran algunas medidas correspondientes a los acabados.

2.1.4.5. Plano de cimentación

En el plano de cimentación se describe el conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación al suelo distribuyéndolas de forma uniforme, se especifican los detalles de los elementos constructivos que conforman el total de la cimentación.

2.1.4.6. Plano de armado de techos

En él se especifica de manera detallada los componentes estructurales de la cubierta de la edificación, haciendo referencia a la pendiente del techo (en el caso de lámina o teja) que garanticen la correcta y funcional evacuación del agua pluvial, y en el caso de techos de estructura plana, el armado de la losa monolítica.

2.1.4.7. Plano de instalación hidráulica

Hace referencia a la forma en que se hará la distribución del agua potable dentro de la unidad habitacional, para garantizar que la dotación sea adecuada; en este plano se indicará el tipo de tubería a utilizar, indicando diámetro y presión, así como las llaves de las que dispondrá el sistema. Es aconsejable realizar una instalación con circuito cerrado, para que la presión en todos los artefactos que componen el sistema de agua potable sea la adecuada.

2.1.4.8. Plano de instalación de drenajes

Debe contener el diseño del sistema de tuberías encargado de eliminar los residuos sólidos y líquidos que se producen en la unidad habitacional. Este sistema está conformado por tuberías de distintos diámetros, cajas y artefactos

sanitarios. Es recomendable que se construyan de manera independiente los sistemas de drenaje de aguas negras y de agua pluvial. Es importante verificar la pendiente de la tubería para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación de drenajes.

2.1.4.9. Plano de instalación eléctrica (iluminación y fuerza)

Este plano contiene de forma individual los circuitos que componen los sistemas de iluminación y fuerza de una vivienda de techo mínimo. El sistema de iluminación hace referencia a las lámparas, interruptores, líneas de conducción, etc. El sistema de fuerza indica los tomacorrientes que componen la vivienda, así como su línea de distribución de circuitos. Ambos sistemas tienen en común algunos artefactos, como el tablero de distribución de circuitos, la acometida, contador eléctrico, etc.

2.1.5. Licencias y autorizaciones de construcción

Todas las licencias y autorizaciones necesarias para la ejecución de la obra serán tramitadas por el ejecutor del proyecto ante las dependencias correspondientes, debiendo cumplir con las disposiciones que para el efecto existan. Deben conocerse adecuadamente en los reglamentos de construcción propios de cada lugar, ya que se encuentran múltiples diferencias de criterios en cuanto a la documentación a presentar para la aprobación de la licencia.

Previo a realizar el trabajo de limpieza del terreno, se estudiarán las medidas a tomar sobre la mitigación del impacto ambiental. En el caso de las viviendas de techo mínimo se consideran como proyectos individuales y según el Acuerdo Gubernativo 134-2005 de fecha dieciséis de mayo de dos mil cinco

se clasifican como proyectos tipo C y únicamente requieren de una Evaluación Ambiental Inicial en formato propiedad del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Así mismo, deberá tomarse en cuenta las condiciones topográficas para el almacenamiento de materiales, con el objetivo de evitar que puedan ser arrasados por correntadas en la época de lluvia, o bien, que materiales como el hierro, cemento, cal y otros, entren en contacto con el agua. Es importante también que no se almacenen en lugares cercanos a declives o pendientes pronunciadas que puedan presentar deslaves o desprendimientos que afecten a los materiales o a la construcción.

2.1.6. Especificaciones técnicas a considerar en la selección del terreno adecuado para la construcción de vivienda de techo mínimo

Tendrán que tomarse en cuenta las condiciones naturales del terreno para reducir el impacto que genera la construcción, especialmente en cuanto al almacenamiento temporal de materiales y residuos de la obra. En caso de encontrarse adyacente a fuentes de abastecimiento de agua, tendrán que definirse conjuntamente con el supervisor, las medidas de protección adecuadas, previo al inicio de la obra.

2.2. Trabajos preliminares

Constituye la fase de los preparativos para facilitar y hacer posible la ejecución de la obra definitiva, buscando contar con los recursos materiales necesarios, entre otros:

- Descombrado, chapeo y limpieza del terreno.
- Construcción de plataformas (nivelación del área donde se construirá la vivienda de techo mínimo).
- Camino de acceso.
- Cercado del área de trabajo.
- Instalación provisional de agua potable, electricidad, servicios sanitarios.
- Oficinas provisionales
- Bodegas, talleres.

Con tal efecto se debe:

- Comprobar la solución o existencia de cada una de las instalaciones necesarias, de acuerdo al proyecto, lugar de ejecución y decisión o requerimiento especificado.
- Asegurar que no se corran riesgos de falla o peligro por su condición de uso temporal.
- Probar la seguridad y funcionamiento de las mismas, sin importar el tiempo que sea necesario para que se garantice su calidad.
- Comprobar la capacidad de cada una de las obras preliminares o temporales.
- Entre los trabajos preliminares más comunes en este tipo de proyectos describiremos algunos en los siguientes párrafos.

2.2.1. Limpieza general del terreno

Finalmente, debe removerse todo el material inadecuado para garantizar la estabilidad estructural de la obra y que no se produzcan hundimientos en los pisos. En lo referente a la disposición final de los desechos, si fuera necesario,

se deberá contar con la autorización de las autoridades municipales de la localidad para la selección del lugar a donde deben ser conducidos.

2.2.2. Bodegas o guardianías

El ejecutor deberá construir una bodega para almacenar correctamente los materiales de construcción que por sus características no puedan permanecer a la intemperie. Además, deberá construir una guardianía con condiciones mínimas de habitabilidad. La localización de estas instalaciones no deberá obstaculizar el desarrollo de las actividades de construcción de la obra. La localización de la bodega y los materiales a utilizar en su construcción, deberán ser aprobados por el supervisor.

2.2.3. Nivelación del terreno

Los trabajos de nivelación deberán responder al diseño general de las plataformas, evitando rellenos innecesarios y zonas de erosión. De existir modificación alguna, se tomará en cuenta el drenaje superficial para evitar zonas de inundación que afecten la ejecución de la construcción, a la obra ya terminada, o bien a los terrenos adyacentes.

En aquellos casos donde se encuentre material dañino a la construcción, ripio, materia orgánica, arena, basura o similares, se eliminarán en caso de encontrarse dentro del área en construcción, sustituirse completamente, procediendo a la compactación con las instrucciones del supervisor, con procedimientos técnicos aceptables que garanticen la estabilidad del terreno y la construcción. De ninguna manera debe realizarse ningún trabajo de construcción de cimentaciones sobre rellenos o área de inestabilidad del suelo,

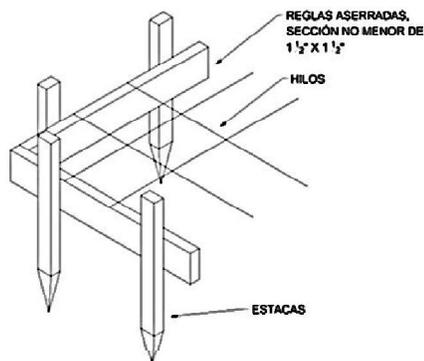
para evitar inconvenientes, es necesario trabajar sobre suelo firme para garantizar un buen trabajo.

2.2.4. Trazo

Se definirá el área del trazo quedando libres de los obstáculos que puedan alterar los mecanismos de verificación de niveles, encuadramiento a 90 grados, medidas generales, etc. Se contará con un solo nivel de trazo referencial que quede perfectamente identificado, con el propósito de evitar errores o confusiones. Para el trazo, se procederá a utilizar materiales como madera o metal, que proporcionen confiabilidad, debiendo identificar con claridad los puntos que constituyen los ejes, rostros y sistemas auxiliares.

Para el trazo de ángulos, de no contarse con el equipo adecuado como teodolito, se usará el sistema basado en triángulos, cuyos catetos sean múltiplos de 3 y 4 respectivamente, con hipotenusa de 5. Los ejes trazados se marcarán mediante medidas precisas y permanentes fuera del área de la excavación.

Figura 1. **Puente para trazo de vivienda**



Fuente: elaboración propia.

2.3. Cimentación

Se entenderá por cimiento a todos los elementos que conforman los componentes estructurales cuya función principal es transmitir las cargas de la construcción al terreno, distribuyéndolas de forma adecuada para que no se produzcan fallas, medido desde el nivel de piso, hasta el fondo de la cimentación (solera de humedad o hidrófuga, levantado de muros de cimentación bajo solera, cimentación corrida, y todos los elementos necesarios para su completa construcción).

La excavación de la cimentación, el armado, la colocación del refuerzo, la fundición del cimiento y solera de humedad, se regirá por las especificaciones técnicas y con las dimensiones establecidas en los detalles del plano de cimentación.

Antes de iniciar la construcción de cimentaciones, hay que verificar que tipo de suelo es el terreno, los materiales que utilizaremos en los cimientos y la casa que queremos. Los cimientos son importantes, las cimentaciones pueden ser de piedra, concreto armado y ciclópeos. En cualquier tipo de cimentación existen las cimentaciones intermedias y exteriores o de colindancia, que dependiendo del terreno y de la casa que se vaya a construir, serán las dimensiones que se requieran en cada una de ellas.

2.3.1. Tipos de cimentación

Existe variedad de tipos de cimentaciones que se pueden utilizar para este tipo de viviendas, ya que por su simplicidad es fácilmente adaptable a

cualquier diseño; estos pueden variar en formas, tales como las trapezoidales, cuadradas o rectangulares.

Los tipos de cimentación que generalmente se utilizan para este tipo de construcciones son:

2.3.1.1. Cimiento de concreto reforzado tipo corrido

Son cimientos a base exclusiva de concreto y refuerzo de hierro estructural, de sección uniforme, utilizados como apoyo de muros de cualquier tipo. Son los más recomendables por su capacidad de resistir la compresión a que está sometido por el peso de los muros y las cargas verticales en general, los esfuerzos de corte cuando el suelo no tiene la misma resistencia, y por ser capaz de resistir esfuerzos longitudinales de tensión y son poco voluminosos.

2.3.1.2. Cimientos de concreto reforzado para columnas aisladas o individuales

Son cimientos a base de concreto reforzado, que transmiten individualmente las cargas y cualquier esfuerzo producido por cada columna al suelo, con las mismas características que los cimientos corridos de concreto reforzado (se conocen comúnmente como zapatas).

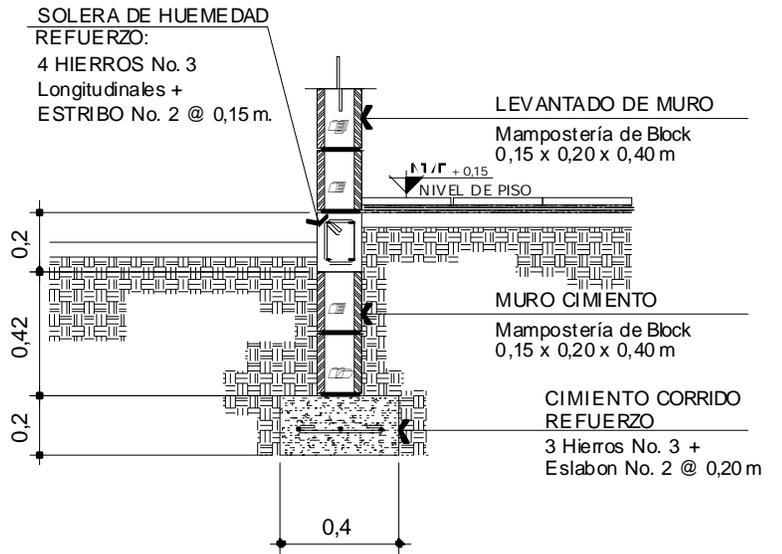
2.3.1.3. Cimiento mixto tipo corrido para muros

Son cimientos contruidos a base de concreto reforzados y block o ladrillo de arcilla, posee prácticamente las mismas características de los de concreto reforzado tipo corrido y son más livianos, son también poco voluminosos.

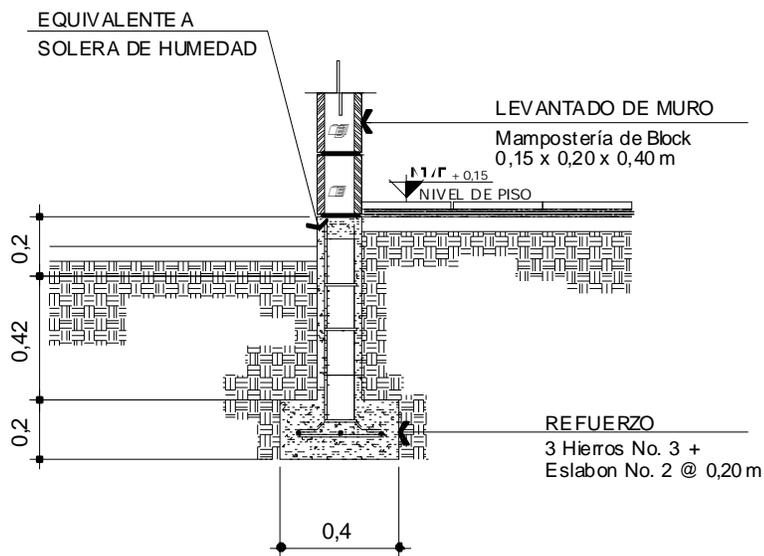
2.3.1.4. Cimiento de piedra con aglomerantes tipo corrido

Son cimientos contruidos con piedra y un aglomerante, que puede ser una mezcla de arena de río y cal, constituyendo el calicanto, o la combinación con concreto, constituyendo un concreto ciclópeo. Este tipo de cimiento, tiene algunas propiedades contrarias a los anteriores, por lo que en general no son recomendables y se utilizan por el desconocimiento técnico de la funcionalidad de la cimentación y por economía; en todo caso, se prefieren de mezcla de calcombinada con un poco de cemento y mejor aún si el aglomerante es concreto. No resisten la tensión longitudinal, y son muy voluminosos y pesados.

Figura 2. Ejemplos de tipos de cimiento



CIMIENTO CORRIDO MIXTO



CIMIENTO CORRIDO DE CONCRETO

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Excavaciones

Los niveles del cimiento deberán ser los indicados en planos. Las dimensiones de las excavaciones deberán responder al diseño estructural, evitando dejar áreas susceptibles de erosión o de relleno innecesario. Cuando el terreno es inadecuado y se requieren alcanzar niveles de cimentación específicos, se rellenará con concreto ciclópeo de al menos 140 kilogramos por centímetro cuadrado (2 000 libras por pulgada cuadrada).

2.3.3. Cimiento corrido y columnas

Las dimensiones para los cimientos, soleras y columnas son las que se especifican en el plano de cimentación. El refuerzo de acero en columnas y mochetas se anclará en escuadra de 30 centímetros de la varilla al cimiento corrido. En lo posible se evitarán traslapes en las varillas de acero, en caso contrario, éstos se dejarán a diferentes alturas en posiciones alternas. Estos traslapes no serán menores a 30 centímetros de la varilla de refuerzo.

2.4. Muros y soleras

Los muros, son de mucha importancia debido a la función estructural que desempeñan. Estos son el resultado que se obtiene en la construcción al poner un bloque de ladrillo o de pómez u otro sistema constructivo siendo unidos con un mortero, o también por medio de fundiciones de concreto, construcciones de madera o combinaciones de éstos.

Los muros que se construirán para este tipo de vivienda serán de block de piedra pómez de las dimensiones especificadas en planos de cimentación y el cortes típicos de muros, los cuales trabajarán a compresión y serán los que

cargarán la estructura de la vivienda, además de las soleras y columnas que forman parte del diseño estructural. Las soleras son elementos estructurales que se construyen en forma horizontal, y su función es transmitir las cargas generadas por el peso de los muros hacia las columnas, las cuales a su vez transmitirán el peso hacia el suelo.

2.4.1. Tipo de muros a construir

Para el caso, se consideran únicamente los muros mixtos, por ser los más comunes y convenientes de utilizar, por su seguridad y economía; los cuales están estructurados a base de mampostería que puede ser block, ladrillo de barro, piedra, y elementos de concreto reforzado con armaduras de hierro estructural, conformado por columnas y soleras que abrazan y refuerzan la mampostería.

El valor de $f'm$ usado para determinar los esfuerzos permisibles, deberá estar basado en la resistencia a compresión mínima especificada de la mampostería a los 28 días, o la mínima especificada para un período más corto al cual se prevé que la mampostería tendrá que soportar su carga total. Es importante dejar claro para que resistencia ($f'm$), y a qué edad se ha diseñado la mampostería. El valor $f'm$ por ningún motivo podrá estar por debajo de los 25 kilogramos por centímetro cuadrado. El tipo y localización del refuerzo en muros será de acuerdo a lo indicado en plano de cimentación. El concreto y el acero de refuerzo a emplearse deberán estar detallados de acuerdo al diseño.

2.4.2. Block de pómez

El block tendrá una resistencia mínima a la compresión de 25 kilogramos por centímetro cuadrado y una edad mínima de 14 días de fabricado. Debido a la importancia de los muros que trabajan estructuralmente, se pondrá especial atención al material y su colocación, evitando el uso de block con fallas de fabricación o bien que los mismos se encuentren rajados, golpeados o en mal estado. Puede aplicarse una capa de pintura de cemento que deberá esparcirse con bomba para fumigar o con brocha, procurando que la proporción de la pintura sea la homogénea para garantizar un acabado parejo.

2.4.3. Soleras y sillares

Para el armado y fundición de soleras deberá preverse su integración a las columnas, es decir, que el refuerzo quedará anclado a las respectivas columnas teniendo un dobléz de 12 centímetros de varilla, evitando posteriores anclajes que puedan dañar la estructura principal. Donde lo indiquen los planos constructivos, las soleras se construirán dentro del block. Para los sillares se utilizará block tal como lo indican los planos. En la parte superior del block se aplicará sabieta, alisando perfectamente, para que las ventanas al momento de colocarlas queden perfectamente niveladas y colocadas.

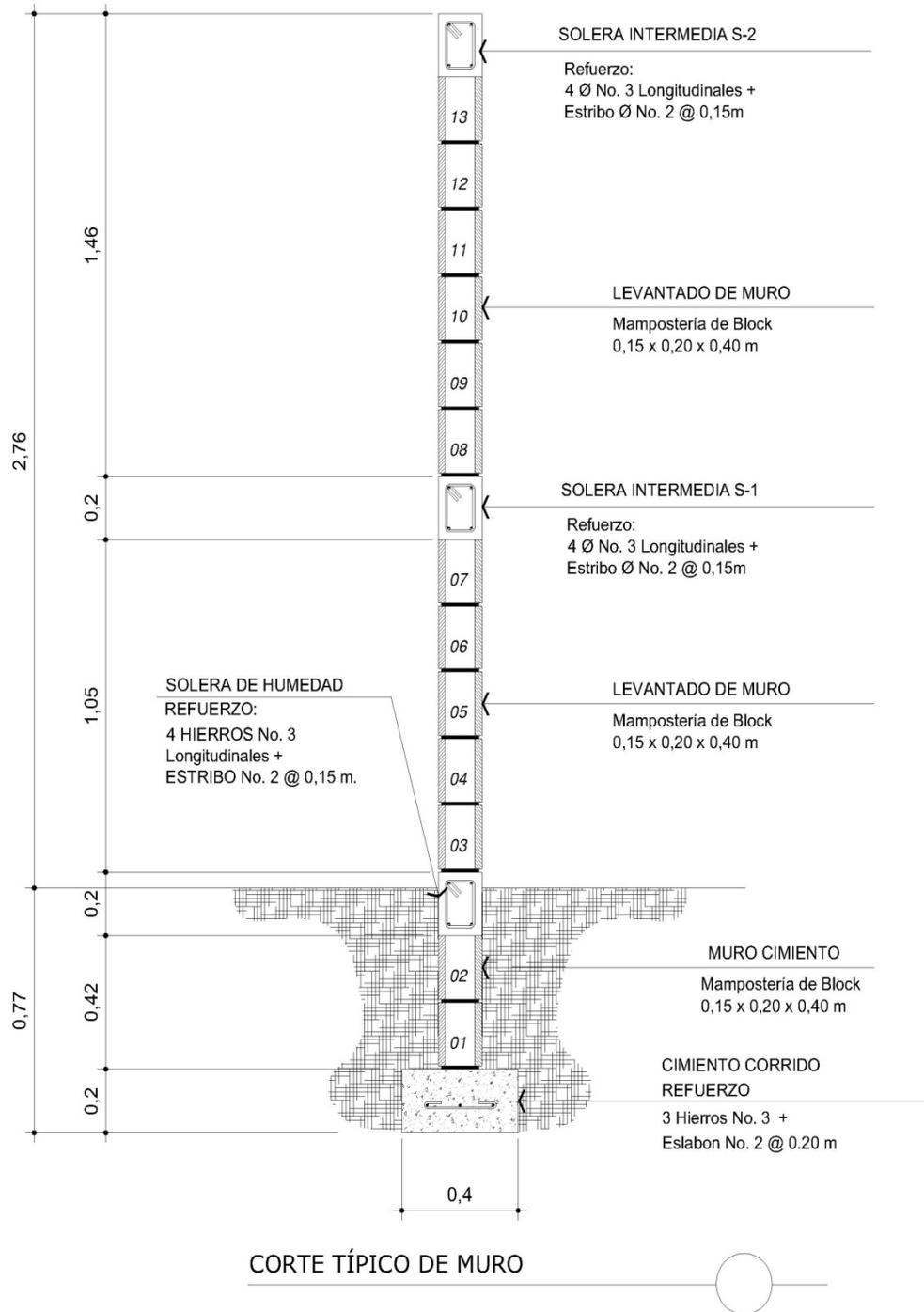
2.4.3.1. Morteros de unión

El mortero para la unión de block, corresponde a lo denominado sabieta, con una proporción 1:3 en volumen, 1 parte de cemento y 3 de arena de río, libre de impurezas, cernido en tamiz número 12. No se permitirá el uso de cemento de sacos rotos que presenten fraguado parcial o tenga más de 30 días de almacenamiento. La colocación de mortero deberá hacerse

uniformemente para facilitar su distribución en cada block y que la sisa de unión sea homogénea.

Se deberá aplicar cierta cantidad de agua a cada block previo a su colocación para evitar contracción y dilatación. Para evitar desplomes o derrumbes, los muros no deberán levantarse a una altura mayor de 2,00 metros sin que se hayan construido los amarres verticales adyacentes. No se tolerarán desplomes mayores de $L/300$ de altura de la pared. Los morteros de unión deben satisfacer las normas ASTM C270 y C476, donde se define el tipo de mortero a utilizar para un fin determinado.

Figura 3. Corte típico de muro



Fuente: elaboracion propia.

2.4.4. Acero de refuerzo

El acero de refuerzo será grado 40, según se detalla en especificaciones técnicas y en plano de cimentación, deberá estar libre de polvo, óxido, escamas, pintura, aceite u otro material extraño. Previo a la fundición deberá limpiarse el acero de refuerzo. Los empalmes en varillas de acero deberán alternarse.

Las barras de refuerzo deben amarrarse en todas las intersecciones y deben mantenerse los recubrimientos específicos, fijando extremadamente la formaleta. No se permitirá el uso de trozos de madera, piedra o block entre de la formaleta y el acero de refuerzo.

En lo posible se evitarán traslapes en las varillas de acero, en caso de darse, éstos se dejarán a diferentes alturas para evitar posibles puntos débiles dentro de la estructura. Estos traslapes no serán menores a 30 centímetros de la varilla de refuerzo.

2.4.5. Concreto

El concreto preparado en obra deberá cumplir con lo siguiente:

- El concreto debe ser uniforme para todos los elementos estructurales (cimiento, columnas, soleras, mochetas, vigas, etc.), y no deberá mezclarse directamente sobre el terreno natural. Se deberá establecer un área donde se pueda obtener un concreto libre de impurezas.
- Los agregados a utilizar deben ser de buena calidad, resistentes, libres de materiales orgánicos.

- La resistencia mínima a la compresión será de 210 kilogramos por centímetro cuadrado (3,000 libras por pulgada cuadrada). Para obtener dicha resistencia, en la práctica se usa la proporción 1:2:3, con los volúmenes siguientes: un saco de cemento, dos pies cúbicos de arena de río y tres pies cúbicos de pedrín de $\frac{3}{4}$ ", recordando que un pie cúbico es igual a una carretilla de mano llena a ras.
- Durante la fundición se debe vigilar que no haya disgregación de los elementos del concreto, por la caída al fondo de los agregados.
- La bachada o mezcla debe tener consistencia pastosa, es decir, con poca agua (tener siempre presente que los concretos con menos agua dan mayor resistencia) comprobar después de la fundición de cualquier elemento, se curen humedeciéndolos constantemente.
- El tiempo máximo de colocación de concreto posterior a su mezclado, es de 30 minutos. En la fundición de cualquier elemento vertical, el concreto no se vaciará a una altura mayor de 1,20 metros dentro de las formaletas.
- Deberá utilizarse vibradores en lo posible, con el propósito de alcanzar todas las partes del elemento estructural, evitando la existencia de espacios vacíos (ratoneras).
- En sustitución del vibrador podrá utilizarse una varilla de hierro con la cual se picará en forma repetida hasta que desaparezcan las cámaras de aire y espacios vacíos.

Tabla I. **Recubrimientos mínimos del acero en fundiciones**

cimientocorrido	0,05 metros
columnas	0,025 metros
mochetas	0,025 metros
soleras	0,025 metros

Fuente: elaboración propia.

2.5. Techos

En construcción se conoce por techo a la superficie interior, generalmente horizontal, por encima de los límites superiores de las paredes de una habitación; aunque también se le conoce como cielo a la parte interior y techo a la parte exterior.

2.5.1. Techos de estructura de metal o madera

Las estructuras de techos de metal o madera, pueden ser a base de una armadura propiamente o solamente constituidos por vigas de apoyo de las costaneras que soportan la cubierta. El tipo de cubierta usual para las estructuras de madera, ya sea que se trate de vigas o armadura, puede ser lámina o teja; no así, para las estructuras de metal que usualmente, se utiliza lámina de cualquier tipo y calidad.

Algunas características de este tipo de techo es que representan un menor costo inicial de instalación; las partes que lo conforman deben tener un tratamiento especial para prevenir que la madera se deteriore debido al paso del tiempo o que sea víctima de la polilla y algunos otros insectos que puedan

dañarla, los techos de madera deben ser contruidos con piezas de madera maciza y completamente seca. Si no se da un tratamiento adecuado a la madera el tiempo de vida útil de este tipo de techo será muy corto.

El techo de estructura metálica es más duradero en relación al techo de madera, representa mayor inversión inicial, pero se garantiza un tiempo de vida útil mayor al techo de madera por lo que no es necesario cambiarlo ni realizarle modificaciones parciales.

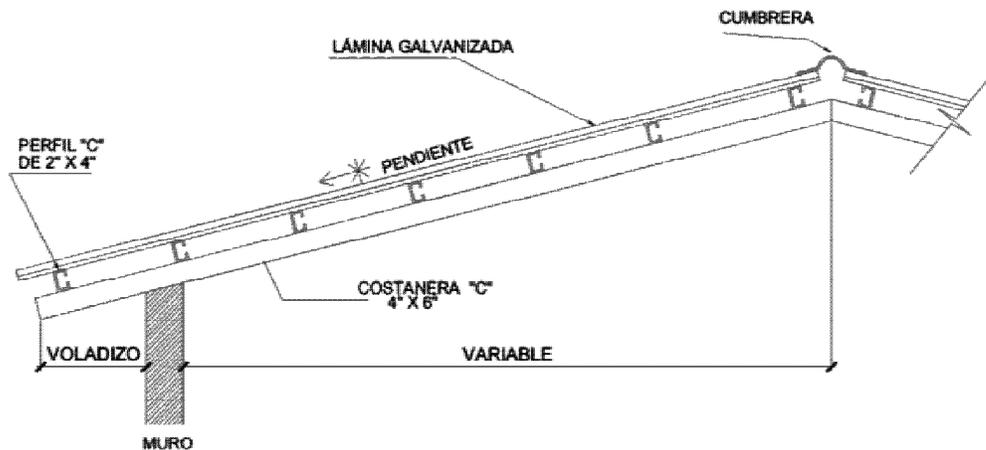
Debe aplicarse sobre los componentes de la estructura de metal exceptuando la lámina, un tratamiento con pintura anticorrosiva para garantizar que las partes que conforman el techo no se verán afectadas por este tipo de fenómeno.

2.5.2. Cubierta

Aunque existe una gran variedad de materiales que se usan para recubrir techos, para los casos particulares de las viviendas de techo mínimo se utilizará una cubierta de piezas múltiples, que son varias piezas que se instalan por separado, con cierto traslape y con pendientes variadas, pero que generalmente son de 30 por ciento. Será de lámina galvanizada ondulada, y según las especificaciones técnicas del proyecto, con el largo y ancho útil según lo indique el plano de armado de techo.

El ejecutor deberá revisar que la colocación de la lámina no tenga ninguna dificultad constructiva. Seguirá las recomendaciones del fabricante para garantizar la instalación de la cubierta la pendiente mínima aceptada para este tipo de cubiertas será de 17 por ciento. El traslape transversal mínimo será onda y media, el traslape longitudinal será como mínimo de 0,20 metros.

Figura 4. Armadura típica de techo de metal



Fuente: elaboración propia.

2.6. Pisos

El piso es la superficie inferior horizontal de un espacio arquitectónico, el lugar que se pisa. Suelen estar contruidos de concreto, madera, baldosas cerámicas.

2.6.1. Preparación de la base

La preparación de la base, es muy importante previo a la fundición del piso, ya que esto evitará que puedan surgir algunas grietas que puedan ocasionar problemas dentro de la vivienda. La superficie del suelo deberá estar perfectamente nivelada y compactada. Sobre ésta se fundirá torta de concreto con un espesor mínimo de 5 centímetros y una resistencia no menor a 140 kilogramos por centímetro cuadrado (2 000 libras por pulgada cuadrada).

2.6.2. Ejecución

El procedimiento constructivo será según se indica en el plano de acabados, debiendo tener especial cuidado con la calidad del concreto que se utilizará para la fundición del piso, ya que debe cumplir con todas las especificaciones técnicas que garanticen una buena calidad de la obra.

2.6.3. Acabado final de piso

El acabado final del piso de las viviendas de techo mínimo, deberá ser alisado de cemento en el interior y cernido en el exterior.

2.7. Acabados

Es un material que es aplicado sobre la superficie de un objeto, en muchos casos los recubrimientos son realizados para mejorar algunas propiedades o cualidades de la superficie o paredes.

2.7.1. Acabados en paredes

En los muros, donde en planos se indique Block visto, el ejecutor pondrá especial cuidado en la selección del block y utilizará únicamente aquel de uniformidad en dimensiones, color y textura.

Se rechaza, para muros de block visto, el que presente grietas, raspaduras, texturas irregulares o cualquier otra imperfección que, a juicio del supervisor, afecte la apariencia final. Además del cuidado de seleccionar el material, el ejecutor deberá utilizar mano de obra especializada para garantizar nitidez en el levantado. El supervisor podrá demoler los muros construidos que

a su criterio no cumplan con las especificaciones técnicas ni con la calidad de construcción de la obra.

Una vez terminado el levantado, el block debe limpiarse con cepillo duro para eliminar el polvo, sobrantes de mortero, o cualquier materia extraña que se le haya adherido.

2.7.2. Tallados

- Repello: se utiliza como base para emparejar y tallar paredes y losas, se prepara básicamente con una mezcla de arena, cal, un poco de cemento y agua; conviene prepararla con tiempo, para que se homogenice bien y se logre en su aplicación mejores resultados. Espesor mínimo 1 centímetro.
- El cernido, granceado, escarchado y alisado: constituyen la capa realmente de acabado para darle la última textura visible a los muros, columnas, vigas, losas, etc. Son materiales preparados a base de arenas cernidas, cal, un poco de cemento y agua, en proporciones muy parecidas y más que todo varían por su forma de aplicación y apariencia final.
- El cernido, se aplica dejando una textura de remolineado o rayado en una dirección de finura regular.
- El granceado, como su nombre lo indica, es acabado de grano grueso, utilizándose el material que queda de cernir una arena.

- El escarchado, es un material fino, que con el estilo de aplicación deja un acabado en forma de escarcha, es menos utilizado que los anteriores.
- El alisado, es el acabado más fino y se prepara similar a los anteriores, sólo que con arena finamente cernida, se utiliza para dejar superficies lisas y bien terminadas.
- Las pinturas y barnices se utilizan para darle finalmente el color y la apariencia estética de acuerdo al gusto del interesado. Entre los tipos de pinturas, existen a base de agua, de látex y de aceite.
- Los barnices todos son a base de aceite, para su uso al igual que las pinturas de aceite requieren de algún solvente, como aguarrás, *thiner*, solvente, etc.

Figura 5. **Aplicación de acabados en paredes**



Fuente: área urbana de Salamá, Baja Verapaz.

2.7.3. Ventanería

Serán fabricadas con las dimensiones que indique el plano de acabados y según especificaciones técnicas de materiales. El tipo de fabricación podrá ser el siguiente:

- De metal de ½ pulgada, abatible, pasador y vidrio claro de 0,003 metros, el acabado será con dos manos de pintura contra la corrosión y una mano de pintura de aceite.
- De aluminio Mill Finish, de paletas, con aperador manual, una división y vidrio claro de 0,004 metros.

2.7.4. Puertas

Serán fabricadas con las dimensiones que se detallan en el plano de acabados, con marco de angular de ¾ pulgada, lámina de 0,001 metros calibre 3/64 pulgada y con tubo cuadrado de ¾ pulgada con 3 refuerzos, deberá contar con chapa y el acabado será con dos manos de pintura contra la corrosión y una mano de pintura de aceite, colocadas según plano de acabados, además de contar con pasador.

Los vanos deberán estar perfectamente en escuadra. Los marcos se fijarán por medio de anclajes los que se fundirán con cuidado, de manera que la puerta quede perfectamente fijada. Los anclajes deben de colocarse antes de fundir las mochetas de las puertas, para evitar romper posteriormente la estructura y causarle algún tipo de daño.

2.8. Instalación eléctrica

Se entenderá por instalaciones eléctricas al suministro, colocación y pruebas de todos los elementos necesarios, como: acometidas, tableros, lámparas, conductores y accesorios a manera de proporcionar un flujo continuo de energía eléctrica a todos los puntos de consumo.

2.8.1. Instalación eléctrica (iluminación)

Debe contener detalladamente la ubicación de cada uno de los elementos que conforman el sistema de iluminación. Es importante que se detalle la cantidad de unidades que contiene cada circuito, esto es una importante medida de precaución, ya que evitará que se sobrecarguen o puedan causar algún corto circuito. El sistema de iluminación para una vivienda de techo mínimo está compuesto por lámparas e interruptores.

2.8.2. Instalación eléctrica (fuerza)

Contiene la distribución de los tomacorrientes dentro de la vivienda, indicando a que circuito pertenecen y la cantidad de unidades que contiene, es importante que se respeten los calibres de los cables a utilizar según lo especificado en planos de electricidad, para evitar cualquier inconveniente posterior y para este caso en particular, el sistema de fuerza está compuesto por tomacorrientes. El sistema de iluminación y fuerza, contienen artefactos comunes, como tablero de distribución de circuitos, flipones, acometida, contador, etc.

2.8.3. Accesorios

Los materiales con los que se ejecuten las instalaciones eléctricas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Todos los materiales deberán ser nuevos, y de la calidad establecida en las especificaciones técnicas, y no se aceptará por ningún motivo algo que pueda tener algún defecto de fabricación o que tenga demasiado tiempo de existencia.
- Cuando en las especificaciones se haga mención de determinadas marcas o modelos comerciales, deberá entenderse que sólo se pretende definir una calidad o un diseño determinado y de ningún modo se señala como finalidad específica su uso exclusivo, por lo tanto podrán utilizarse materiales y accesorios de diseño y calidad similar, habiendo sido autorizado previamente por el supervisor de la obra, debiéndolo dejar especificado por escrito si a requerimiento del ejecutor.

2.9. Instalación hidráulica

Comprende la colocación, empalme, fijación y pruebas de tuberías, accesorios, conexiones, piezas especiales y demás dispositivos señalados en planos y disposiciones especiales, para la instalación y funcionamiento del sistema de agua potable.

2.9.1. Tubería de hierro galvanizado

La tubería de acero galvanizado comúnmente conocida como tubería de hierro galvanizado (HG) deberá cumplir con lo establecido en la especificación ASTM 120 y ASTM A 53 para tubería peso estándar cédula 40.

Los accesorios serán de hierro maleable, resistentes a una presión mínima de trabajo igual a 21 kilogramos por centímetro cuadrado(300 libras por pulgada cuadrada). La tubería y los accesorios serán roscados, excepto casos especiales indicados en planos; las roscas deberán cumplir con lo establecido en especificación estándar americana ANSI B 2.1.

Para éste tipo de viviendas en particular, no se utilizará esta clase de tuberías, ya que no existen grandes presiones de trabajo en la instalación de agua potable, únicamente se hace referencia a la norma que se emplea para la tubería de acero galvanizado.

2.9.2. Tubería de PVC

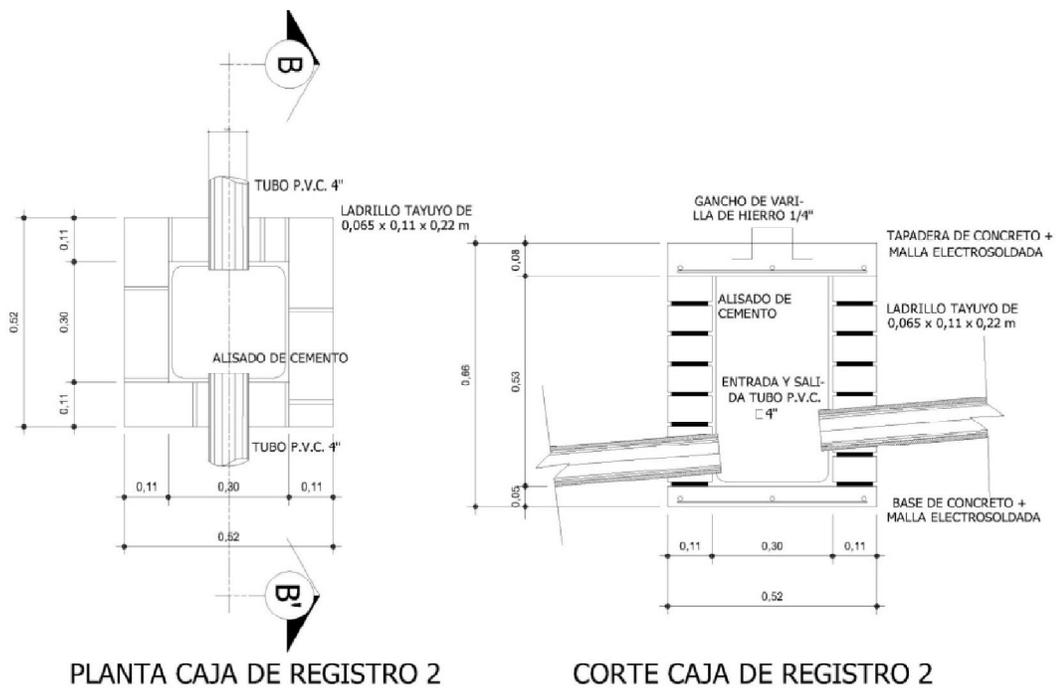
La tubería de Cloruro de Polivinilo (PVC) deberá cumplir lo establecido en la norma CS-256 y en la especificación ASTM D 2241. Los accesorios deberán cumplir con lo establecido en la especificación ASTM D 2466 cédula 40 y resistir una presión mínima de trabajo igual a 8,8 kilogramos por centímetro cuadrado(125 libras por pulgada cuadrada).

2.10. Instalación de drenajes

Es el conjunto de conductos que se construyen con tubería de concreto, cloruro de polivinilo o de otros materiales, cuya función es reunir y desalojar las aguas servidas y pluviales.

La tubería a instalar será del material, tipo, clase y dimensiones indicadas en el plano de instalación de drenajes. Es necesario realizar un sistema separado de drenajes, tanto de aguas servidas como de aguas pluviales, para garantizar un buen funcionamiento de las viviendas de techo mínimo.

Figura 6. **Planta y sección de cajas de registro**



Fuente: elaboración propia.

2.10.1. Tubería de PVC para drenajes

La tubería de cloruro de polivinilo deberá cumplir con lo indicado en la norma CS 256-63/SDR 26. Para las viviendas de techo mínimo se utilizará una tubería de PVC de 160 libras por pulgada cuadrada para la instalación de drenaje y una tubería de 315 libras por pulgada cuadrada de diámetro $\frac{3}{4}$ pulgada para la instalación hidráulica.

2.10.2. Tubería de cemento

La tubería de concreto deberá cumplir con lo indicado en la norma ASTM C 14, y será utilizada en los lugares en los que por su ubicación geográfica y por la topografía del terreno no sea posible utilizar tubería de PVC.

2.10.3. Instalación de drenajes en área urbana

La instalación de drenaje para una vivienda de techo mínimo en el área urbana se realiza de manera directa hacia la línea de conducción de drenaje municipal, llevando la salida del agua servida de la vivienda hacia la candela ya instalada. Debe tenerse en consideración que únicamente se deberán conectar hacia la candela municipal aguas servidas, ya que las aguas pluviales van directamente al suelo.

2.10.4. Instalación de drenajes en área rural

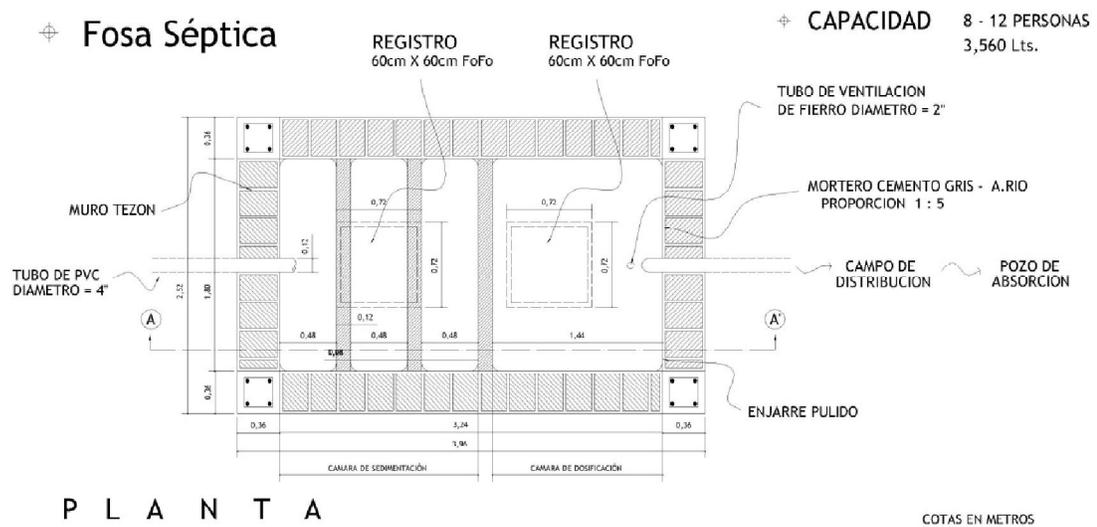
En el área rural, la instalación de drenajes, se realizará auxiliándose de otras obras complementarias, ya que no se cuenta con una línea de conexión municipal que permita un adecuado manejo de los desechos sólidos y líquidos que se producen en las viviendas de techo mínimo.

La forma más común de realizar este tipo de instalación será la siguiente:

2.10.4.1. Fosa séptica

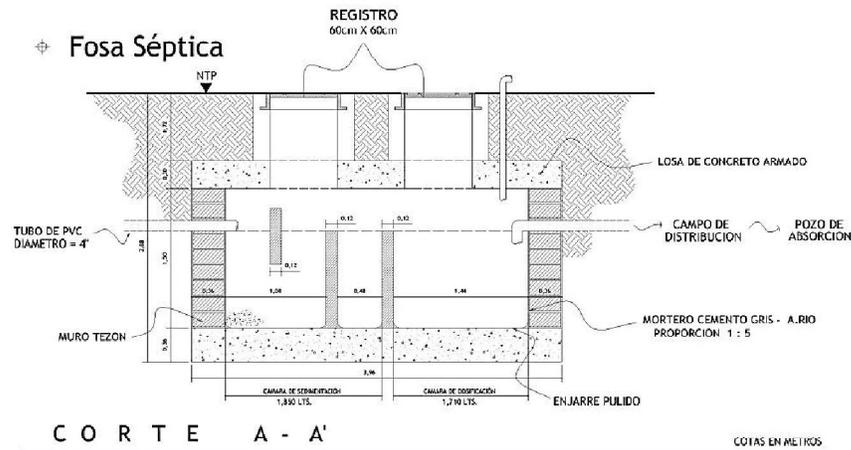
Son unidades de tratamiento primario de las aguas negras domésticas. Se trata de una forma sencilla y barata de tratar las aguas residuales y está indicada (preferentemente) para zonas rurales o residencias situadas en lugares aislados. Sin embargo, el tratamiento no es tan completo como en una estación para tratamiento de aguas negras; debe realizarse de forma adecuada y técnica la construcción de la fosa séptica, ya que no se trata únicamente de un agujero donde puedan depositarse todo tipo de desechos que se produzcan en las viviendas de techo mínimo.

Figura 7. Planta de fosa séptica



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Corte de fosa séptica



Fuente: elaboración propia.

2.10.4.2. Pozo de absorción

Consiste en excavaciones de más o menos un diámetro y profundidad variable. En estos el agua se infiltra por paredes y piso que deberán ser tomados permeables, se recomienda llenar de grava, piedrín y arena a la altura aproximada de 1 metro para lograr una buena distribución de agua al fondo, y para que actúe como filtro del agua que ahí se depositará.

2.10.4.3. Drenaje francés

Es una zanja cubierta con grava o roca que redirige aguas superficiales y subterráneas fuera de un área. Un drenaje francés puede tener tubos huecos perforados en el parte inferior para dispersar rápidamente el agua que se filtra a través de la grava. Los drenajes franceses son los sistemas de drenaje más comunes, principalmente para evitar que el agua subterránea y de superficie se pueda penetrar o dañar el suelo.

3. SUPERVISOR DEL PROYECTO

3.1. Aspectos a considerar por parte del supervisor del proyecto

- El supervisor es el Ingeniero Civil, colegiado activo, es representante de la entidad que financia la obra y es quien realiza la actividad de supervisar la ejecución de obra que realiza el contratista; su objetivo es controlar tiempo, calidad y costo de la obra, dictaminará sobre todo asunto técnico y administrativo.
- El supervisor decidirá lo conveniente respecto a las situaciones que surjan en cuanto a calidad, cantidad y aceptación de materiales, trabajo ejecutado, forma de ejecución, avance de la obra, interpretación de planos y especificaciones técnicas y al correcto cumplimiento de los términos del contrato.
- Las órdenes o recomendaciones del supervisor serán claras y deberán ratificarse por escrito debiendo tener total conocimiento de todo lo relacionado con el tipo de obra que se está ejecutando.
- El supervisor será el intérprete del contrato, evaluará el desempeño del ejecutor y utilizará todos los medios que estén a su alcance para desarrollar una adecuada calidad en la ejecución de la obra contratada.
- El supervisor tiene la autoridad para detener el desarrollo del trabajo en caso de la ocurrencia de alguna emergencia, cuando según su criterio,

se ponga en riesgo la seguridad de las personas, del trabajo o de alguna propiedad.

- El supervisor tiene la potestad de interrumpir los trabajos, cuando a su criterio, considere que no se está llevando a cabo en forma adecuada la ejecución de la obra.

El ejecutor deberá coordinar con el supervisor, cuando a su criterio, esté en desacuerdo con los documentos contractuales de la obra, se ordenen trabajos ya efectuados o no contemplados en el contrato de obra o que según el conocimiento del ejecutor sea una decisión técnicamente errónea.

En caso de que no se llegue a un acuerdo entre el supervisor y el ejecutor en cuanto a alguna de las situaciones planteadas, y el supervisor decida ordenar al ejecutor que realice tales trabajos en discusión, el ejecutor solicitará al supervisor, plantear la situación a la autoridad inmediata superior correspondiente, ante lo cual el supervisor está obligado a hacer este planteamiento, quien emitirá la resolución correspondiente. Si esta resolución no favoreciera al ejecutor, éste podrá apelar a una autoridad superior en el orden jerárquico correspondiente.

3.1.1. Calidad de los materiales

El supervisor velará por la calidad de todos los materiales, herramientas, equipo, maquinaria, mano de obra y demás elementos que, aunque no estén previstos sean necesarios para la realización del trabajo, inclusive si el requerimiento adicional de alguno de estos insumos es por recomendación de la supervisión, durante el desarrollo del mismo.

Debe considerarse lo siguiente en cuanto a la calidad de los materiales:

- Todos los materiales que se emplearán en la construcción de la obra deberán cumplir con las especificaciones establecidas previamente en la etapa de diseño del proyecto.
- Los materiales especificados por referencias a un número o símbolo de una norma específica, deberán cumplir con los requisitos de la última revisión de éstas. No obstante se aceptará utilizar para dichas referencias, alternativas que le sean equivalentes y a las cuales el supervisor les dé su aprobación.
- El ejecutor estará obligado a proporcionar la calidad establecida en las especificaciones técnicas de los materiales de construcción a utilizar en la obra.
- Si el supervisor considera necesario realizar alguna prueba o ensayo a los materiales de construcción, éstos se realizarán en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala u otra Institución acreditada en la materia, y los costos de estas pruebas estarán a cargo del ejecutor.
- Los materiales que no cumplan con las condiciones mínimas especificadas, que se encuentren incorrectamente almacenados o que hubiesen perdido su calidad y características especificadas serán totalmente rechazados y el ejecutor deberá removerlos de la obra.

- No podrán utilizarse en la obra, los materiales, de los cuales no se tenga un informe de calidad o de los que se tenga alguna duda de su procedencia.

3.1.2. Ubicación del terreno y evaluación del entorno

- El supervisor verificará que el ejecutor proteja toda propiedad contra daños, excepto las propiedades o construcciones cuyo retiro o demolición están previstas en planos y especificaciones o por solicitud escrita de la supervisión.
- El supervisor velará que el ejecutor mantenga libre el paso vehicular y peatonal sobre calles y banquetas existentes que se traslapen con áreas de trabajo, con el objeto de mantener expedito y seguro el paso.
- El supervisor constatará en campo que la construcción no se ubique cerca de ladera, muros, ríos, etc., o de cualquier tipo de obra que pueda representar algún tipo de peligro para la nueva construcción.
- El supervisor realizará un examen del área donde se realizará la construcción, para verificar que el suelo se encuentra en condiciones adecuadas para poder realizar cualquier tipo de obra de infraestructura, en este caso específico para una vivienda de techo mínimo.

3.1.2.1. Fotografía de apoyo para evaluación y cualquier otro medio tecnológico de ayuda

La fotografía constituye un importante medio de apoyo para la realización de las supervisiones que se realizan a cualquier tipo de proyecto de infraestructura. Para realizar evaluaciones del proyecto que se ejecuta, el supervisor debe elaborar sus propios archivos fotográficos de la obra, con el fin de poder evaluar el avance físico, realizar comparaciones con sus cuadros de ejecución física y financiera, y poder realizar recomendaciones al ejecutor de la obra.

Cualquier medio tecnológico que beneficie la ejecución y que colabore con la supervisión de proyectos constituye una herramienta que ayudará al supervisor a realizar de mejor manera el trabajo de campo ya que cualquier evaluación que se realice deberá estar documentada digitalmente. Entre los medios tecnológicos de ayuda, podemos mencionar GPS, memorias USB, cámaras digitales, computadoras, teléfonos celulares, etc.

3.1.3. Mezclas adecuadas

Una mezcla, es una materia formada por diferentes componentes, o también es conocida como la unión o combinación de varios elementos para obtener un producto final.

Para la supervisión de la mezclas por parte del supervisor, es importante que todo el equipo de mezclado esté limpio y en buen estado para garantizar que no habrán impurezas dentro de la mezcla, además de que el área donde se realizará el concreto debe estar libre de escombros y de cualquier basura o sustancia contaminante.

Para evitar que el concreto se pegue a la formaleta es necesario humedecerla adecuadamente, así como las paredes que estarán en contacto con el concreto para garantizar una adecuada adherencia de los elementos estructurales, y es necesario resaltar que el refuerzo deberá estar limpio y correctamente ubicado dentro de la formaleta.

Al realizar el proceso de mezclado, se puede mencionar lo siguiente:

- El concreto deberá mezclarse hasta lograr una distribución uniforme de sus materiales componentes, y es necesario que se realicen las mezclas de acuerdo a un diseño previamente establecido.
- El concreto hecho en obra deberá elaborarse de preferencia en mezcladora mecánica, y deberá descargarse completamente antes de volverse a cargar. El mezclado deberá prolongarse como mínimo de 1 a 2 minutos después de que todos los materiales hayan sido colocados dentro del tambor.
- Durante el proceso de mezclado, deberá observarse cuidadosamente la relación agua/cemento y no agregar mayor cantidad de agua que la determinada.

Para la colocación del concreto, podemos evaluar los siguientes aspectos:

- Es necesario que las mezclas se realicen lo más cerca posible al lugar donde será ubicado finalmente el concreto, es necesario que el concreto se coloque lo más pronto posible a su elaboración para que no pierda su estado plástico, cualquier concreto que tenga muestras de contaminación será rechazado por la supervisión del proyecto.

- Al iniciarse el proceso de fundición de cualquier elemento estructural que compone la vivienda de techo mínimo, ésta deberá efectuarse en forma continua hasta terminarla completamente para evitar que puedan quedar puntos débiles que en un futuro puedan provocar algún tipo de falla.
- Todo concreto deberá compactarse cuidadosamente por medio de vibradores esparciéndolo completamente alrededor del acero de refuerzo, de las instalaciones, y en las esquinas de la formaleta. El uso de vibradores debe ser el apropiado; cuidadosamente en el concreto y no directamente en el acero de refuerzo o en la formaleta. En caso de no contar con vibradores, es necesario golpear ligeramente la formaleta para que el concreto se desplace dentro de ésta.

3.1.4. Almacenamiento de los materiales

Para garantizar la adecuada calidad de los materiales, estos deberán ser almacenados siguiendo las indicaciones del fabricante, clasificándolos ordenadamente para su fácil inspección; las áreas de almacenamiento deberán ser aprobadas por la supervisión. El ejecutor coordinará con los propietarios de las viviendas de techo mínimo, sobre el procedimiento de entrega de los materiales de construcción y recomendará lo conveniente para que sean ubicados en lugares o espacios adecuados para preservar la calidad de los mismos. Si está a su alcance y conveniencia, podrá construir una bodega provisional que permita resguardar de la intemperie a todos los materiales que puedan sufrir algún daño (hierro y cemento).

Para los materiales que pueden quedarse a la intemperie como el piedrín, arena y block, tendrá que garantizarse que no sufran contaminaciones por desechos orgánicos o bien dispersiones debido a corrientes de agua o ráfagas de viento. Si fuera posible el ejecutor podrá nombrar un guardián para que se encargue del ordenamiento y distribución adecuada de todos los materiales.

3.1.5. Sujeción al reglamento de construcción de cada lugar donde se desarrolla el proyecto

El ejecutor deberá cumplir y actuar de entera conformidad con las leyes, decretos, reglamentos y demás disposiciones legales vigentes en la República de Guatemala y será el responsable directo por daños y perjuicios causados por él, sus empleados o subcontratistas. En todo caso, el ejecutor es el único responsable por los reclamos que se deriven por infringir la ley.

Dependiendo de la ubicación geográfica del proyecto y de las leyes de cada lugar donde se ejecute un proyecto de vivienda de techo mínimo, es necesario cumplir con todos los reglamentos vigentes que tengan relación directa con obras de infraestructura.

Es muy importante que el ingeniero supervisor de obra tenga conocimiento de los reglamentos de construcción propios del lugar donde se ejecuta un proyecto. Para los casos de viviendas de techo mínimo no existe mayor grado de complejidad en su ejecución que pueda representar alguna inconveniente con la ley.

El ejecutor será responsable por la destrucción o deterioro de la obra debido a dolo o culpa de su parte; esto incluye la utilización de procedimientos de construcción diferentes a los indicados en las especificaciones técnicas, o por instrucciones escritas de la supervisión.

3.1.6. Mano de obra de la empresa

Es la responsable de la ejecución en campo de los trabajos que se especifican en planos de construcción y especificaciones técnicas, y estarán a cargo del ejecutor del proyecto. La mano de obra puede ser calificada y no calificada, las cuales se especifican a continuación.

3.1.6.1. Mano de obra calificada

Los trabajadores empleados en la obra deberán ser calificados y tener la experiencia necesaria para el trabajo asignado. El personal al servicio del ejecutor o de subcontratistas, que en opinión de la supervisión manifieste mala calidad en la ejecución de su trabajo, sea irrespetuoso y desordenado podrá ser retirado de la obra a solicitud de la supervisión y no podrá ser empleado en ninguna otra parte de la obra, excepto que la supervisión lo autorice. Dentro de la mano de obra calificada se puede mencionar al ingeniero, maestro de obra, residente de obra, albañiles.

3.1.6.2. Mano de obra no calificada

Se aplicarán las mismas disposiciones que para la mano de obra calificada, y hace referencia a los ayudantes de albañil, o a toda aquella persona que se ofrezca como colaborador para realizar alguna tarea específica cuando se trate de alguna obra que contenga ayuda comunitaria como por

ejemplo, el acarreo de materiales cuando por su ubicación geográfica la obra esté ubicada en un lugar de difícil acceso.

3.2. Supervisión del trazo

Para efectuar el trazo de una edificación, se debe utilizar necesariamente un puentado de madera, para el que normalmente se utilizan reglas de las dimensiones anotadas en el esquema.

3.2.1. Aspectos a considerar

Se entiende por trazo el procedimiento de campo en el cual se realiza la distribución de espacios, niveles y medidas de los ambientes que conformarán la vivienda de techo mínimo. Es muy importante realizar el trazo correctamente para evitar problemas posteriores con las colindancias. Para el trazo se necesitará hilo de albañilería, cal, estacas, clavos, bote con perforaciones en la parte baja para esparcir la cal, cinta métrica.

El procedimiento de trazo es el siguiente:

- Se toma como referencia un punto fijo que pueda proporcionar un nivel para la vivienda.
- Luego se coloca un puente y el nivel del punto de referencia establecido será el que se utilizará de referencia para el puente. Ya con el puente nivelado se introduce un clavo y se amarra el hilo que servirá para el trazo.

- Se mide con cinta la distancia que marca la alineación desde el punto de referencia.
- Para que el trazo quede preciso, es decir que los ángulos sean de 90 grados en el primer lado que se mide y que se tomará como referencia, se marcarán 4 metros, luego se colocará un hilo, de forma que marque sobre éste 3 metros. Y de estaforma se va ajustando hasta que entre cada marca de los dos hilos, queden 5 metros de distancia entre estos en forma diagonal.
- Ya se puede comenzar basándose en estos 2 segmentos, a medir correctamente los demás lados de la vivienda.
- Ya que se tiene los hilos ubicados entonces se marcará el ancho de los muros sobre el puente y el ancho de la zanja para la cimentación.
- Finalmente, se comenzará a marcar colocando cal sobre los hilos, para poder iniciar el proceso de apertura de zanja.

Es necesario que el supervisor realice en campo el trabajo necesario para verificar que el trazo es el adecuado.

- Para constatar niveles es necesario contar con manguera si no se tiene un nivel de precisión, ya que por la simplicidad que implica el trazo de este tipo de vivienda, se permite utilizar éste método, apoyado por los niveles de burbuja.

- El supervisor debe verificar que el punteado esté construido en todo el perímetro alrededor del área donde se construirá la vivienda y constatar que se encuentren debidamente nivelados.
- Si las medidas entre ejes de muros son correctas; es necesario que se realice una medida total del primer eje al último de la vivienda y no de una en una.

3.3. Supervisión de la cimentación

Se entiende por cimentación la parte estructural de la vivienda donde descansará el peso de la misma y será la encargada de transmitir todas las cargas al suelo. La profundidad de la cimentación depende del tipo de material con que se construirá, el peso que va a soportar y las características del terreno.

El supervisor iniciará la el trabajo de campo verificando que las medidas indicadas en el plano de cimentación sean las adecuadas, comprobando el ancho, la profundidad y niveles de la zanja, así como la forma de relleno de la misma, ya que debe hacerse en capas de suelo de no más de 20 centímetros de espesor.

Es importante que el supervisor preste especial atención al tipo de suelo en el que se trabajará la cimentación de la vivienda, evitando realizar cualquier tipo de trabajo en suelos inestables o rellenos, además es necesario que el supervisor preste especial atención al relleno de la zanja de cimentación, que debe estar adecuadamente compactado después de construido el cimientto.

Figura 9. **Supervisión de la cimentación**



Fuente: área urbana de Salamá, Baja Verapaz.

3.3.1. Para el caso de cimientos de concreto reforzado y zapatas

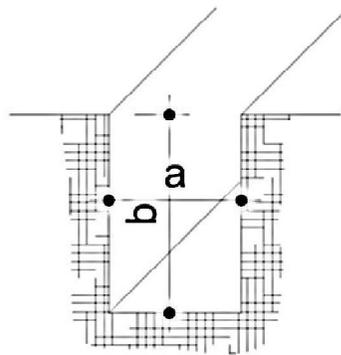
Es muy similar la forma de supervisar cualquier tipo de cimentación para cualquier diseño de vivienda de techo mínimo, pero tratándose de concreto reforzado se debe tener especial atención a la calidad, cantidad y diámetro de hierro especificado en planos, verificando que esté colocado en la posición correcta indicada en el plano de cimentación, así como la dirección y separación del acero de refuerzo si se trata de un emparrillado; además que cumpla con el recubrimiento mínimo para el tipo de estructura que se esté construyendo.

El concreto preparado en obra para la cimentación de las viviendas de techo mínimo debe cumplir con lo siguiente:

Los agregados deben ser de buena calidad, del tamaño establecido en las especificaciones técnicas, resistentes, libres de contaminación que puedan afectar la resistencia del concreto, así como con la proporción adecuada con base en el diseño de la mezcla.

Una vez fundido un elemento estructural, se debe curar o proteger el área fundida con superficies húmedas o regándola constantemente para asegurar un adecuado fraguado.

Figura 10. **Verificación de medidas para zanja de cimentación**



MEDIDAS PARA ZANJA DE CIMENTACIÓN 

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Para el caso de cimientos tipo mixto

Si es necesario realizar la construcción de este tipo de cimentación para la construcción de las viviendas de techo mínimo, el supervisor deberá comprobar:

- Los mismos aspectos considerados anteriormente de armadura, formaleta, fundición, refuerzo y curado del concreto.
- El levantado de mampostería, debe guardar hilo, nivel y plomada.
- La calidad del block, en función de su resistencia al lanzarlo hacia el suelo desde el alto de la cintura, y por su grado de coloración grisácea de acuerdo a su contenido de cemento.

3.4. Supervisión de muros

Los muros, son los elementos que cargan en algunos casos según el diseño estructural, el techo de la vivienda y son muy importantes para la estabilidad de la misma, por lo que se debe tener especial cuidado en el proceso de construcción y de esta forma evitar riesgos o accidentes.

3.4.1. Armadura de refuerzo

En cuanto a la armadura o refuerzo, el supervisor de obra debe verificar:

- Que esté armado y colocado en la posición correcta indicada en el plano de cimentación y detalle de muros.

- Cumpla con el recubrimiento mínimo del refuerzo, especificado en el plano de detalles de cimentación o las especificaciones técnicas del proyecto.
- El refuerzo coincida en la calidad, cantidad y diámetro de hierro especificado para el hierro longitudinal y los estribos o eslabones, mínimo grado 40.

La supervisión de los muros inicia con el plano de la planta general, ubicando los ejes y tramos donde se ubicarán los muros y el ancho de los mismos. Es importante considerar también el plomo del levantado de los muros. La unión del block deberá ser por medio de sabieta (mezcla de cemento y arena, regularmente en proporciones de 1 a 2 o 1 a 3, a menos que se especifique otro tipo, el espesor debe ser no mayor de un centímetro), de forma uniforme, limpia y lo mejor alineado posible. En la construcción de columnas y mochetas de los muros, comprobar que su armado sea completo, pero se formaletéen y fundan en dos tramos, el primero a la altura de solera intermedia y luego en una segunda etapa a la altura de solera superior.

Figura 11. **Detalle de levantado a plomo**



Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Formaleta

Las tablas o tablones que pueden ser largos o cortos, anchos o angostos pero de poco grosor, las cuales se utilizan solamente para construir los moldes o encofrados en donde se vierte concreto para crear una estructura o forma en particular en una construcción se conoce como formaleta.

La formaleta deberá estar en correcta posición vertical, lo cual se deberá comprobar con la plomada y corresponderá con las medidas de la sección que se irá a fundir, asegurándola adecuadamente para evitar su desplazamiento al momento de la fundición.

Figura12. Detalle de formaleta



Fuente: área urbana de Salamá, Baja Verapaz.

3.4.3. Concreto

El supervisor deberá constatar que concreto preparado en obra cumpla con lo siguiente:

- La proporción de los materiales a usar en el concreto debe coincidir con lo establecido en las especificaciones técnicas, (regularmente se utiliza un concreto de 3 000 libras por pulgada cuadrada, equivalente a 210 kilogramos por centímetro cuadrado de resistencia, que se obtiene con una proporción en volumen aproximada de 1 saco de cemento, 2 pies cúbicos de arena de río y 3 pies cúbicos de pedrín, recordando que un pie cúbico es igual a una carreta de mano a ras).

Figura 13. **Aplicación del concreto en formaleta**



Fuente: área urbana de Salamá, Baja Verapaz.

- Durante la fundición se debe vigilar que no haya disgregación de los agregados del concreto, por la caída al fondo de la formaleta.
- La mezcla de concreto debe ser de consistencia pastosa, es decir con la cantidad adecuada de agua (tener siempre presente que los concretos con menos agua, dan mayor resistencia).
- Después de la fundición de cualquier elemento estructural de concreto, hay que realizar el curado humedeciéndolo constantemente.

Tabla II. **Proporciones más usadas en el concreto**

Tip o	Proporciónvo lumétrica	Bolsas de cemento	Arena M ³	Piedrín M ³	Agua (litros)	Resistencia (kg/cm ²)	Descripción
1	1 : 1.5 : 1.5	12,6	0,53	0,55	226	303	Alta resistencia
2	1 : 2 : 2	9,8	0,55	0,55	227	217	Alta Resistencia
3	1 : 2 : 3	8,4	0,47	0,71	216	165	Resistencia Media
4	1 : 2 : 4	7,3	0,41	0,82	211	140	Resistencia Media
5	1 : 2.5 : 4	6,7	0,48	0,77	218	118	Baja Resistencia
6	1 : 3 : 4	6,3	0,53	0,71	224	94	Baja Resistencia

Fuente: elaboración propia.

3.5. Supervisión de techo

Las estructuras de techos de metal o madera, pueden ser a base de una armadura propiamente o solamente constituidos, por vigas de apoyo de las costaneras que soportan la cubierta.

3.5.1. Consideraciones generales

Independientemente del tipo de techo, se debe considerar la altura correcta de todos los muros de apoyo del mismo, que será una misma altura para los lados nivelados u horizontales y diferentes para los lados inclinados del techo.

Del plano de la planta general de techos, el supervisor debe verificar la ubicación y separación entre ejes de la armadura (vigas, costaneras, etc.). El sistema de fijación de la estructura a los muros, debe estar previsto y preparado para el momento de la instalación o armado del techo, ya que no se aceptará realizar posteriores cortes en muros que puedan afectar la resistencia de la mampostería en general.

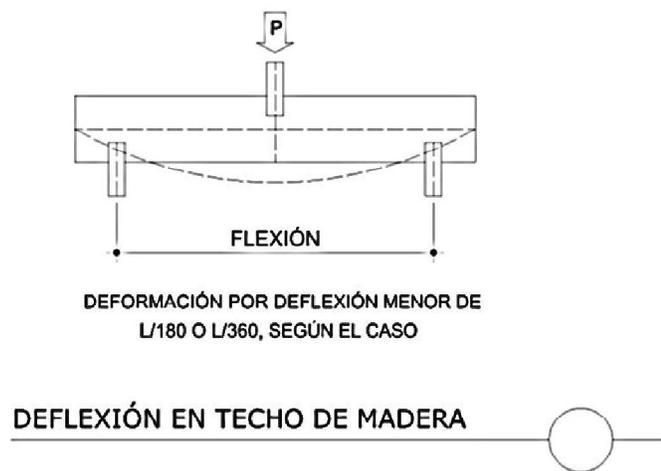
Las instalaciones que conlleva la ejecución del techo, deben estar correctamente ubicadas y sujetadas a la estructura, debiendo realizar las pruebas pertinentes para garantizar el funcionamiento y la seguridad de las mismas.

3.5.2. Para techos de estructura de madera

Es importante que el supervisor de obra, tenga especial cuidado en constatar que la estructura cumpla con la forma exacta y dimensiones de los planos de armadura de techo y especificaciones técnicas del proyecto. Las uniones y empalmes de los elementos de las estructuras, deben cumplir con las longitudes especificadas, así como con el número de clavos o pernos de fijación, según se indique en los planos de detalles de armado de techo.

El supervisor debe medir la separación de costaneras, las longitudes de voladizos, pendientes y cualquier otra medida que convenga comprobar, debiendo observarse también que no exista deflexión mayor de lo aceptable en las armaduras o vigas de madera de $L / 180$, para la carga muerta más la carga viva y de $L / 360$, para carga muerta únicamente.

Figura 14. **Deflexión máxima en estructuras de techo de madera**



Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Para techos de estructura de metal

El supervisor debe comprobar que la estructura cumpla con la forma y dimensiones exactas indicadas en los planos de armadura de techos y especificaciones técnicas y que las uniones y empalmes de los elementos de la armadura, cumplan con el número y dimensiones de pernos o remaches, o bien con las dimensiones y especificaciones de los cordones o puntos de soldadura. El supervisor necesitará medir detalladamente y con exactitud la separación de costaneras o vigas, así como la longitud de los voladizos.

3.5.4. Cubiertas

Al realizar el trabajo de supervisión de campo se debe comprobar la correcta colocación de la lámina de cubierta, es decir que se mantengan paralelas, debiendo tener un traslape transversal mínimo de un canal para lámina galvanizada y medio canal para lámina de fibrocemento de canal grande, y un traslape longitudinal mínimo de acuerdo a su pendiente, así como la fijación segura de la lámina con el número de clavos o pernos especiales para lámina, según se trate de estructura de madera o metálica, y que el voladizo de la lámina, la ubicación de canales y bajadas de agua que indique el diseño de techo estén correctamente ubicadas y aseguradas.

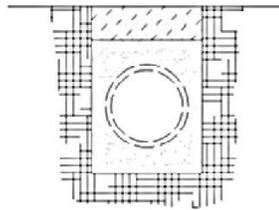
3.6. Supervisión de instalación de agua potable

Indistintamente del tipo de material que se utilice para realizar la instalación de agua potable se debe comprobar lo siguiente:

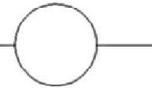
- Que la instalación de toda la tubería y los accesorios responda a lo indicado en el plano de instalación de agua hidráulica.
- Es necesario resaltar que en los tramos donde la instalación de la tubería es subterránea, se coloque a la profundidad adecuada, sobre un lecho de suelo o material libre de piedras, roca o materia orgánica y se cubra con una primera capa que cumpla las mismas condiciones.
- Los tramos de tubería que van ocultos en muros deben estar adecuadamente asegurados y se debe comprobar que las uniones de tubería e interconexión de accesorios estén bien roscados o pegados, según sea el caso, para evitar fugas.

- Se debe efectuar una prueba de presión a la tubería antes de cerrar zanjas u ocultarla en muros, a efecto de detectar fugas, utilizando como mínimo una presión igual.

Figura 15. **Detalle de instalación de tubería subterránea**



DETALLE DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA



Fuente: elaboración propia.

3.7. Supervisión de instalación de drenaje

Para las edificaciones se diseñan y construyen instalaciones de alcantarillado específicos para las aguas residuales e instalaciones de drenaje para las aguas pluviales; o bien se diseñan y construyen instalaciones de drenaje combinadas.

3.7.1. Tubería

Tubería de cemento

Comprobar que las instalaciones cumplan con lo siguiente:

- Que los tramos de tubería instalada, responda a la ubicación, las longitudes, diámetros y sobretodo las pendientes especificadas en los planos de instalación de drenajes.
- Se incluyan todas las cajas de interconexión, de bajadas de agua, de reposaderas, etc.
- Tanto la tubería, como las cajas deberán estar cimentadas sobre suelo natural sólido o material adecuado bien compactado, a efecto de evitar futuros asentamientos.
- Las cajas, sean de concreto o de mampostería, deberán estar recubiertas internamente con sabieta para evitar que se filtre el efluente, y además internamente deberán contar con un fondo en forma semicilíndrica, imitando medio tubo, que permita mayor fluidez del agua residual o pluvial, sin que se provoque turbulencia.

Tubería de PVC

El supervisor debe comprobar con respecto a este tipo de tubería lo siguiente:

- Que los tramos construidos respondan a lo indicado en los planos y especificaciones, incluyendo posición, dimensiones en longitud y diámetro, pendiente, tipo y cantidad de accesorios.
- Verificación del pegado y sello hermético de cada unión de tubería, y accesorios de PVC.

- La instalación es menos delicada que la tubería de cemento, pero se deberá comprobar que se instale sobre un lecho de suelo libre de piedras que provoquen presiones concentradas que puedan provocar fallas, en igual forma las primeras capas de relleno.
- No requieren del empleo de cajas de interconexión, porque existen y se utilizan accesorios del mismo material, a excepción de que se incluyan para efecto de inspección de la tubería a cada cierta distancia.

3.7.2. Fosa séptica y pozo de absorción

El supervisor debe tener conocimientos adecuados de ingeniería sanitaria para poder realizar un adecuado trabajo de supervisión, debiendo verificar:

- Que la obra ejecutada coincida con lo estipulado en los planos de detalles estructurales de la instalación de drenajes, en cuando a dimensiones, materiales, acabados y accesorios, y a la vez es necesario comprobar la funcionalidad del sistema.
- Debe prestarse especial atención a la correcta colocación de los materiales de construcción que harán la labor de filtro del pozo de absorción, ya que debe tener en su interior piedra, piedrín y arena, estableciendo como media un metro cúbico de cada material.

3.8. Supervisión de instalación eléctrica

Inicialmente comprobar que:

- El trazo para la tubería corresponda a la ubicación y trayecto indicado en los planos eléctricos de iluminación y fuerza.
- Que la tubería en sus diferentes tramos, sea del material y diámetro indicado en los planos eléctricos o especificaciones.
- Verificar que la acometida eléctrica de acuerdo a su tipo, cumpla con los requerimientos y especificaciones establecidas por las normas de la empresa distribuidora.
- Comprobar que las líneas principales de electricidad estén instaladas correctamente, desde la caja del interruptor general; atendiendo a la longitud, tipo y calibre de alambre, al número y tipo de circuitos que alimenta, al amperaje del flipón general.
- Para cada circuito, comprobar si alimenta unidades de fuerza (tomacorrientes) o de iluminación, el número de unidades que alimenta o van conectadas al mismo, el tipo, número y calibre de alambre utilizado.
- Que los accesorios estén instalados de acuerdo a la distribución indicada en los planos, a la altura del piso especificada.
- Al estar energizado el sistema, se deberán probar el funcionamiento de todos los interruptores, tomacorrientes, y cualquier otro sistema eléctrico si existiere.

3.9. Supervisión de pisos de concreto

El supervisor de la obra debe tener especial atención en comprobar que:

- Exista una base de material bien compactada, de preferencia constituida por material selecto ya que es idóneo para obtener un alto grado de compactación que alcanza a su porcentaje de humedad óptimo.

Es necesario que se aplique el acabado superficial del piso con cernido de arena o alisado de cemento según se indique en el plano de acabados, en relación dos a uno, de preferencia a continuación del fraguado de la fundición o al día siguiente para que se pegue perfectamente el cernido.

3.10. Guía de campo para supervisión de viviendas de techo mínimo

Esta guía proporciona información general de las actividades a desarrollarse en campo en la supervisión de viviendas de techo mínimo, debiendo tener en consideración el criterio que el profesional pueda aplicar en cada una de las etapas que componen el proyecto.

Es importante reconocer que cada proyecto varía de acuerdo a factores externos como ubicación geográfica, clima, características sociales y culturales de las poblaciones etc., que harán que el supervisor tome distintos tipos de decisiones en campo.

Dentro de algunos aspectos de las viviendas de techo mínimo se pueden mencionar los siguientes:

- Trazo
 - Ubicación del trazo dentro del área destinada
 - Puentes ubicados en el lugar adecuado y de forma segura
 - Puenteado nivelado
 - Medidas exactas
 - Ángulos de 90 grados exactos

- Cimentación
 - Trazo y medidas conforme plano de cimentación
 - Ancho, profundidad y nivel de zanja
 - Nivelación adecuada de la zanja

- Cimiento de concreto reforzado:
 - En armadura verificar la cantidad del acero, la calidad, la cantidad y el diámetro.
 - Posición correcta del acero dentro de la formaleta, evitando que éstos lleguen a unirse.
 - Chequear recubrimiento mínimo del acero.
 - Verificar que la formaleta cumpla con las medidas especificadas y que esté segura al momento de realizar la fundición de los elementos estructurales.
 - En concreto verificar la calidad de los agregados y la proporción de los materiales.
 - Supervisar la curación correcta del concreto.

- Cimientos de tipo mixto
 - El cimiento corrido se supervisará de la misma forma que para el concreto reforzado.
 - Si existiera algún muro de cimentación, es necesario verificar que las medidas a ejes del muro coincidan con los ejes trazados de la vivienda.
 - El levantado debe estar a plomo y a nivel.
 - La solera de humedad se supervisará de la misma forma que se supervisa el cimiento de concreto reforzado.

- Muros
 - Chequear la ubicación correcta de ejes, niveles y anchos de muro
 - Alineación de ejes y rostros de pared.
 - Ángulos a 90 grados.
 - El tamaño de la sisa no debe exceder de 1 centímetro.
 - Verificar que el muro esté a plomo (verticalidad del muro), no aceptando desplomes mayores a $L/300$.

- Columnas y mochetas
 - En armadura verificar la posición correcta del acero.
 - Verificar recubrimientos mínimos.
 - Calidad, cantidad y diámetro del acero.
 - Chequear en la formaleta la correcta posición vertical de la madera y que esté asegurada.
 - Chequear la calidad de los agregados del concreto y que la proporción de los materiales esté de acuerdo al diseño de mezcla,

cuidando especialmente la cantidad de agua que se aplica al concreto, además de verificar la curación de las fundiciones.

- Techos
 - Verificar altura correcta de muros medida desde el nivel de piso y del nivel de cimentación, así como la inclinación correcta de mojinete y su armadura en general.
 - Medir la ubicación y separación de los elementos estructurales que conforman la cubierta.
 - Fijación correcta de la estructura a los muros.
 - Chequear que las instalaciones que estarán ubicadas en el techo, estén correctamente ubicadas y que funcionen de manera adecuada.

- Techos de madera
 - La madera no debe tener deflexiones y debe cumplir con todas las dimensiones y especificaciones expresadas en el plano de techo de la vivienda.
 - Medir la separación de las costaneras y vigas.
 - Verificar que la madera tenga el tratamiento adecuado previo a ser instalada.

3.11. Techos de metal

- Las costaneras no deben tener deformaciones más allá de las aceptables.

- Los pernos o tornillos que sujetan la cubierta a la costanera deben ser los adecuados en calidad de material y cantidad.
- Debe observarse con detenimiento que la forma sea la adecuada, según plano de armadura de techo.
- Al igual que los techos de madera, es necesario medir la separación de vigas y costaneras, así como su correcta ubicación.

- Cubiertas
 - Medir la longitud de los voladizos.
 - Es necesario prestar atención a la correcta colocación del traslape, así como a la fijación segura de la lámina en la estructura del techo.
 - La pendiente de la lámina debe estar acorde a los mojinetes de la vivienda.

- Instalación de agua potable
 - Todos los accesorios deben estar bien asegurados, las uniones de tubería deben estar bien roscadas o pegadas
 - La tubería debe estar a la profundidad adecuada de diseño, y colocada sobre una capa de material selecto libre de rocas que puedan causar algún tipo de daño a la tubería, es importante que la tubería no quede expuesta.
 - Es necesario realizar la prueba de presión a la tubería, así como verificar que el agua llega hacia todos los servicios de la vivienda.

- Instalación de drenajes
 - Toda la tubería, ya sea de cemento o de PVC debe cumplir con las especificaciones de pendientes, longitudes y diámetros, según lo detalla el plano de instalación sanitaria.
 - Deben estar contempladas todas las cajas (de unión, registro, etc.) y cumplirán con las medidas adecuadas, además de estar bien cimentadas y con el alisado de cemento interior.
 - La tubería debe estar libre de obstrucciones que puedan provocar un problema futuro.
 - Para el caso de tubería de PVC todos los artefactos como codos, llaves, uniones, etc., deben estar bien pegados o roscados.
 - La funcionalidad del sistema es necesario comprobarla luego de finalizada la instalación.

- Instalación eléctrica
 - La instalación eléctrica la debe realizar un electricista profesional.
 - Todo el trazo de la instalación eléctrica de iluminación y fuerza, deben corresponder a lo especificado en los planos, y las líneas deben estar correctamente ubicadas.
 - La tubería debe ser del material adecuado y diámetro que corresponda.
 - La acometida y toda la instalación eléctrica en general debe cumplir con los requisitos establecidos por la empresa distribuidora de energía (EEGSA, DEORSA, DEOCSA).
 - Cada circuito debe contar con el número adecuado de unidades que alimentará.

- Es necesario dejar plenamente identificadas cada una de las líneas que compone el circuito eléctrico por medio de la elección de colores para los cables.
 - Comprobar el funcionamiento del sistema.
 - Las unidades de instalación deben estar bien sujetas al techo o a la pared según sea el caso.
-
- Fundición de pisos
 - La base para la fundición de piso debe ser del material adecuado y estará bien compactada y debidamente nivelada.
 - Es necesario que se haga el curado de la losa del piso, aplicándole agua o aserrín húmedo.
 - Debe aplicarse el acabado final a continuación del fraguado del concreto.

4. DEL PROYECTO

4.1. Especificaciones técnicas, generales y disposiciones especiales de construcción

Una especificación técnica, es un documento en el que se describen detalladamente las características o condiciones mínimas que debe cumplir una construcción, con el fin de crearla cumpliendo los requisitos de seguridad, funcionalidad e higiene y se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en los trabajos de construcción de obras. Las especificaciones técnicas de construcción forman parte del proyecto en general y regirán sobre los planos.

Es importante que antes de iniciar cualquier obra de construcción, el ejecutor lea cuidadosamente los planos de construcción y especificaciones técnicas, generales y disposiciones especiales y estar de acuerdo con las condiciones requeridas para la debida ejecución del trabajo, además de conocer la correcta aplicación de los materiales especificados para cada caso y que sean congruentes o se ajusten al contenido de las bases y con las necesidades que motiven la contratación, en el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado se determina lo relativo a esta materia.²

Los renglones de trabajo, el presupuesto, los cronogramas de ejecución física y financiera, también forman parte de las especificaciones técnicas de construcción del proyecto, los cuales deben ser revisados por el ejecutor, y en caso existiere alguna inconformidad por lo planteado, deberá hacérselo saber

² Ibid página 8.

de inmediato al supervisor de la obra a fin de evitar cualquier tipo de inconveniente que pudiera perjudicar la calidad de la obra o el costo de la misma.

Cuando se especifique alguna norma de construcción en específico debe considerarse la correspondiente a la última edición publicada. En general en el contenido de las especificaciones técnicas se puede encontrar la siguiente información:

- Describe el ámbito espacial donde ha de ejecutarse el estudio o trabajo.
- Define el tiempo disponible para la ejecución de la obra.
- Detalla los requisitos técnicos que han de participar en la construcción, como especialidades, tiempos de ejecución de algún trabajo en particular, calidad de los materiales, etc.
- Desglose del trabajo y calendarización (cuándo será alcanzado), etc.

4.2. Presupuesto de inversión

Consiste en determinar los costos de ejecución y/o construcción del proyecto. Contiene de manera general las cantidades de trabajo a realizar, las unidades de medidas, el costo unitario de cada trabajo, y el costo total de la obra. Este costo general, debe coincidir con el desglose que se realice de cada uno de los renglones de trabajo y los costos unitarios.

4.2.1. Integración del presupuesto de inversión por renglones

El renglón de trabajo se cuantificará en la unidad de medida que se señale en el cuadro resumen de la oferta y el pago respectivo se efectuará de acuerdo al precio unitario; excepto que se establezca lo contrario en las disposiciones especiales del proyecto.

En todo renglón de trabajo se medirán cantidades reales ejecutadas a entera satisfacción de la supervisión. Se pagará la cifra medida, pero si esa cantidad total medida en la obra es mayor o menor que la cantidad indicada en el contrato correspondiente al renglón de trabajo respectivo, deberá procederse antes de efectuar el pago a solicitar autorización para la emisión de la orden de trabajo suplementario o decremento que corresponda según sea el caso.

Las mediciones para pagos correspondientes a renglones definidos por unidades de medidas de área o longitud se realizarán sobre la superficie del suelo aunque este fuese inclinado. Los materiales estipulados para ser medidos en metros cúbicos, medida suelta o medida en el vehículo serán transportados hasta el punto de entrega, salvo que se disponga de otra manera en las especificaciones generales del proyecto.

La renta de equipo se pagará por el número de horas efectivas de trabajo más el costo de transporte dentro de los límites de la obra salvo que sean preferibles otros métodos debido a circunstancias especiales como el costo total por un trabajo específico ejecutado.

4.2.2. Costos unitarios

Se define como el monto a pagar al ejecutor por cada unidad de trabajo, la unidad de cada precio unitario será la definida en el cuadro resumen de la oferta.

En el momento en que se requiera realizar un trabajo extra en la obra, (acuerdo entre la entidad o dependencia interesada y el contratista) será necesario crear un nuevo renglón de trabajo y se deberá presentar a la supervisión la integración del nuevo precio unitario. La supervisión, después de analizar la integración de precio unitario recibida, la autorizará o solicitará al ejecutor que esta sea modificada. La integración de un nuevo precio unitario será autorizada hasta que esta cumpla con los requerimientos establecidos por la supervisión.

El precio unitario para cada renglón de trabajo deberá incluir absolutamente todas las labores necesarias para la correcta ejecución de éste. Para poder considerar todas las labores que intervienen en la correcta ejecución de un renglón de trabajo, se deberán analizar detenidamente los planos de la obra, las especificaciones técnicas del proyecto, las disposiciones especiales y la experiencia obtenida en ejecución de proyectos, que el ejecutor y el supervisor posean.

4.2.3. Cronograma de ejecución física

Detalla de manera secuencial las actividades a realizar para llevar a cabo la construcción y el tiempo estipulado para cada una de éstas. Éste le servirá al supervisor para determinar si el avance físico que la obra ha tenido se encuentra dentro de los parámetros de tiempo estipulados, y si se encuentra

retrasada, deberá corregir conjuntamente con el ejecutor del proyecto, para que la obra se realice dentro del tiempo de contrato.

4.2.4. Cronograma de ejecución financiera

Estipula la forma en que se realizará la inversión de los desembolsos monetarios del proyecto. Debe describir el porcentaje en relación al costo que tiene cada uno de los renglones de los que consta la obra. Es posible realizar de manera conjunta el cronograma de ejecución física y financiera detallando los renglones de trabajo, el tiempo estipulado para cada uno, y el costo por renglón.

4.3. Resultados esperados

Un supervisor necesita poseer conocimientos teóricos de la actividad que debe observar de la institución que integra y de la solución de los problemas que se plantean. Un supervisor no es la persona que ordena, sino la que orienta dentro de los resultados esperados, se tienen:

4.3.1. Recursos financieros

En los recursos financieros, se puede mencionar que tienen relación directa con las especificaciones técnicas del proyecto, ya que si se cumplen de manera adecuada se garantizará la eficiencia en la utilización de los materiales y recursos disponibles para la realización de la construcción, así como de la correcta inversión de los desembolsos que se realicen sobre el costo total de la obra.

4.3.2. Recursos humanos

El personal de supervisión de campo se proveerá del conocimiento de los procesos constructivos, especificaciones generales y técnicas, disposiciones especiales nacionales e internacionales y normas de los materiales de construcción que rigen la elaboración de los proyectos de techo mínimo.

4.3.3. Recursos físicos y materiales

Elaboración de una guía práctica de evaluación que facilite al profesional realizar el trabajo de supervisión en campo, tomando en consideración aspectos técnicos, generales y disposiciones especiales que garanticen una correcta aplicación de los conocimientos adquiridos.

4.3.4. Optimización de tiempo

Se espera que con la elaboración de esta guía, se logre optimizar el tiempo que se utiliza en las supervisiones de campo, ya que al ser una herramienta que provee de una guía práctica para supervisión de viviendas de techo mínimo, únicamente se hace necesario revisarla de manera ordenada para realizar las anotaciones correspondientes y resumir de forma rápida el trabajo a realizar.

CONCLUSIONES

1. El ingeniero civil es el responsable en gran manera del desarrollo de la infraestructura del país, y como parte de ésta, la vivienda ocupa un lugar preponderante, haciéndose notable la importancia de una preparación apropiada en materia de conocimientos técnicos de supervisión de proyectos de vivienda de techo mínimo, debido a la influencia directa de este tipo de infraestructura con el desarrollo social y económico del país.
2. Existen variables que un ingeniero debe considerar al momento de la construcción de una vivienda de techo mínimo, y es por esto que el estudio detallado de las características, propiedades y especificaciones técnicas y económicas de este tipo de proyectos se convierte en un tema sumamente importante para el buen desempeño del ingeniero civil.
3. En ocasiones, las variables a considerar por un ingeniero están plasmadas en normas y especificaciones por lo que, al momento de la construcción de cualquier tipo de proyecto, se deben integrar, tanto los criterios que pueda tener el profesional de la ingeniería, como las condiciones expuestas en las normas y especificaciones correspondientes.
4. Es necesario el estudio de los factores que afectan las propiedades de una estructura de vivienda de techo mínimo, ya que estos podrían causar daños perjudiciales derivado de fenómenos naturales, ya que por su sencillez, este tipo de estructura puede ser vulnerable.

RECOMENDACIONES

1. Para todo proyecto se recomienda realizar una comparación de alternativas de construcción, para determinar con ello la solución óptima que cumpla con lo requerido.
2. Continuar con la elaboración de material bibliográfico, que evalúe nuevas y óptimas opciones de construcción y mantenimiento de viviendas de techo mínimo, como por ejemplo: el uso de materiales alternativos, como botellas, adobes, etc., para la construcción de paredes. Esto con el fin de formar una idea al profesional, de las ventajas y limitaciones que pueden ofrecer diversas formas de construcción y mantenimiento de viviendas, de tal manera que se reúna un material completo y actualizado de la materia y que proteja el medio ambiente utilizando material reciclado.
3. Para la reestructuración del pensum de estudios de la carrera de Ingeniería Civil, se recomienda considerar la opción de establecer como obligatorio el curso de Diseño de Construcciones de Mampostería debido a su importancia en las actividades que al ingeniero civil le competen, así como para el desarrollo económico y social del país.
4. El supervisor de cualquier tipo de obra de infraestructura, debe ser un profesional, ingeniero civil, colegiado activo que conozca a detalle de este tipo de proyectos, para garantizar un adecuado proceso de construcción, así como una buena calidad de obra.

5. La supervisión que realice el ingeniero civil debe hacerla acompañado de los documentos principales y auxiliares que involucren la ejecución de la obra, así como de los instrumentos de ayuda de campo como calculadora, cinta métrica, etc.

6. El supervisor debe poner especial énfasis en la calidad de los materiales y en los procesos constructivos durante el desarrollo de la obra para garantizar la calidad final de la construcción, tomando en cuenta las normas nacionales e internacionales para este tipo de proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Society for Testing and Materials. *Normas ASTM para ensayos no destructivos ASTM A 105, A 589, A 312. Normas ASTM para aceros ASTM A 3039, A 312. Normas ASTM para tuberías ASTM C 4049, C 49. Normas ASTM para concreto ASTM C 0947, C1611. México: ASTM, 2010. 1698 p.*
2. ASKELAND, Donald R. *Ciencia e ingeniería de los materiales. 3a. ed. México: International Thomson. 2007. 669 p.*
3. Asociación Guatemalteca de Ingenieros Estructurales y Sísmicos. *Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala. Guatemala. AGIES, 2010. 443 p.*
4. BEER, Ferdinand P.; JOHNSTON, Russell. *Mecánica de materiales. 2a ed. México: McGraw-Hill, 1993. 787 p.*
5. GERE, James M. *Mecánica de materiales. 6a ed. México: Thomson, 2007. 940 p.*
6. Guatemala. *Ley de Contrataciones del Estado Decreto 57-92 y su Reglamento, Acuerdo Gubernativo 1,056-92. Guatemala, 1992. 111 p.*
7. *Manual del ingeniero civil. 5a. ed. México: McGraw Hill. 2010. 1600 p.*

8. *Uniform Building Code*. Washington: UBC, 1997, 1778 p.

APÉNDICE

1. Desglose de materiales de construcción utilizados para viviendas de techo mínimo
2. Cuadro de cantidades de trabajo
3. Cronograma de ejecución física
4. Cronograma de ejecución financiera
5. Planos de vivienda de techo mínimo

Apéndice 1. Desglose de materiales para vivienda de techo mínimo

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
1	Hierro 3/8"	varilla	70	Q 19,05	Q 1 333,50
2	hierro 1/4"	varilla	47	Q 8,20	Q 385,40
3	Alambre de Amarre	libras	23	Q 3,90	Q 89,70
4	Clavo de 3"	libras	5	Q 5,00	Q 25,00
5	Block de 14, 25 kg/cm ²	unidad	710	Q 3,95	Q 2 804,50
6	Block U de 14, 25 kg/cm ²	unidad	145	Q 4,10	Q 594,50
7	Arena de Rio	m ³	7	Q 130,00	Q 910,00
8	Piedrin de Mina	m ³	4	Q 200,00	Q 800,00
9	Cemento Pega Block	saco	25	Q 65,00	Q 1 625,00
10	Cemento UGC	saco	40	Q 73,00	Q 2 920,00
11	Costanera de 2"x3"	unidad	9	Q 86,00	Q 774,00
12	Lámina de Zinc calibre 28 Legítimo	unidad	19	Q 120,00	Q 2 280,00
13	Tornillos Polser 1/4"*2" c/Emp. Ne	unidad	135	Q 0,65	Q 87,75
14	capote de 8'	unidad	3	Q 22,50	Q 67,50
15	Alambre Cable No. 12	MI	50	Q 2,90	Q 145,00
16	Bombilla de 75W	unidad	4	Q 2,50	Q 10,00
17	Caja Octogonal Plastica	unidad	4	Q 4,50	Q 18,00
18	Caja Rectangular Plastica	unidad	4	Q 3,50	Q 14,00
19	Caja con Flipon de 20 Amp.	unidad	1	Q 45,00	Q 45,00
20	Plafonera	unidad	4	Q 5,50	Q 22,00
21	Interruptor Simple	unidad	4	Q 16,00	Q 64,00
22	Tomacorriente Doble	unidad	4	Q 16,75	Q 67,00
23	Poliducto de 3/4"	Rollo	1	Q 78,00	Q 78,00
24	Puertas	unidad	2	Q 900,00	Q 1 800,00
25	Ventanas	unidad	4	Q 350,00	Q 1 400,00
	TOTAL MATERIALES				Q 18 359,85
26	Impuestos (12% de Q20,000.00)	global	1	Q2 400,00	Q 2 400,00
27	Mano de Obra Calificada	global	1	Q2 400,00	Q 2 400,00
28	Mano de Obra no Calificada	global	1	Q1 200,00	Q 1 200,00
29	Utilidad Ejecutor	global	1	Q2 500,15	Q 2 500,15
COSTO TOTAL					Q 26 860,00

Apéndice 2. Cuadro de cantidades de trabajo

CUADRO RESUMEN DE CANTIDADES DE TRABAJO				
UBICACIÓN DEL PROYECTO:				
DEPARTAMENTO:				
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
TRABAJOS PRELIMINARES				
Limpieza de terreno	M2	37,40	Q2,00	Q74,80
Trazo	MI	33,00	Q3,00	Q99,00
CIMENTACION				
Zanjeo (a mano)	M3	2,61	Q40,00	Q104,40
Cimiento Trapezoidal	MI	32,25	Q81,00	Q2 612,25
Relleno compactado a mano	M3	0,58	Q175,00	Q101,50
SOLERAS				
Solera intermedia "U"	MI	28,85	Q35,00	Q1 009,75
Solera de corona "U"	MI	32,25	Q40,00	Q1 290,00
Solera de Remate	MI	6,00	Q23,00	Q138,00
Solera Mojinete	MI	21,06	Q25,00	Q526,50
LEVANTADO DE MUROS				
Levantado de muro de block visto de 25 kg/cm2	M2	67,20	Q125,00	Q8 400,00
COLUMNAS				
Columnas C-1	Unidad	9,00	Q115,00	Q1 035,00
Columnas C-2	Unidad	13,00	Q41,00	Q533,00
FUNDICION DE PISO				
Fundicion de piso de 0.05m.	M2	31,92	Q45,00	Q1 436,40
ESTRUCTURA DE TECHO				
Estructura de techo costanera perfil "C"	Unidad	9,00	Q125,00	Q1 125,00
Enlaminado de zinc cal 28	M2	42,25	Q62,90	Q2 657,53
INSTALACION ELECTRICA				
Iluminación y Fuerza	Global	1,00	Q449,00	Q449,00
PUERTAS Y VENTANAS				
Fabricacion e instalacion de puertas P-1	Unidad	1,00	Q800,00	Q800,00
Fabricacion e instalacion de puertas P-2	Unidad	1,00	Q800,00	Q800,00
Fabricacion e instalacion de puertas P-3	Unidad	2,00	Q725,00	Q1 450,00
Fabricacion e instalacion de ventanas	Unidad	4,00	Q350,00	Q1 400,00
ACABADOS				
Encalado de Paredes	Global	1,00	Q390,00	Q390,00
Pintuta en techos	Global	1,00	Q427,87	Q427,87
GRAN TOTAL				Q26 860,00

Apéndice 3. Cronograma de ejecución física

CRONOGRAMA DE EJECUCION FISICA																	
UBICACION DEL PROYECTO:																	
DEPARTAMENTO:																	
No. DE SOLUCIONES HABITACIONALES:																	
PLAZO: CUATRO MESES																	
No.	Renglones de Trabajo	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
		Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	TRABAJOS PRELIMINARES																
2	CIMENTACION																
3	SOLERAS																
4	LEVANTADO DE MUROS																
5	COLUMNAS																
6	FUNDICION DE PISO																
7	ESTRUCTURA DE TECHO																
8	INSTALACION ELECTRICA																
9	PUERTAS Y VENTANAS																
10	ACABADOS																
(f) Representante Legal																	
Ejecutor																	
(f) Ing. Supervisor de Obra																	

Apéndice 4: **Cronograma de ejecución financiera**

CRONOGRAMA DE EJECUCION FINANCIERA

UBICACION DEL PROYECTO:

DEPARTAMENTO:

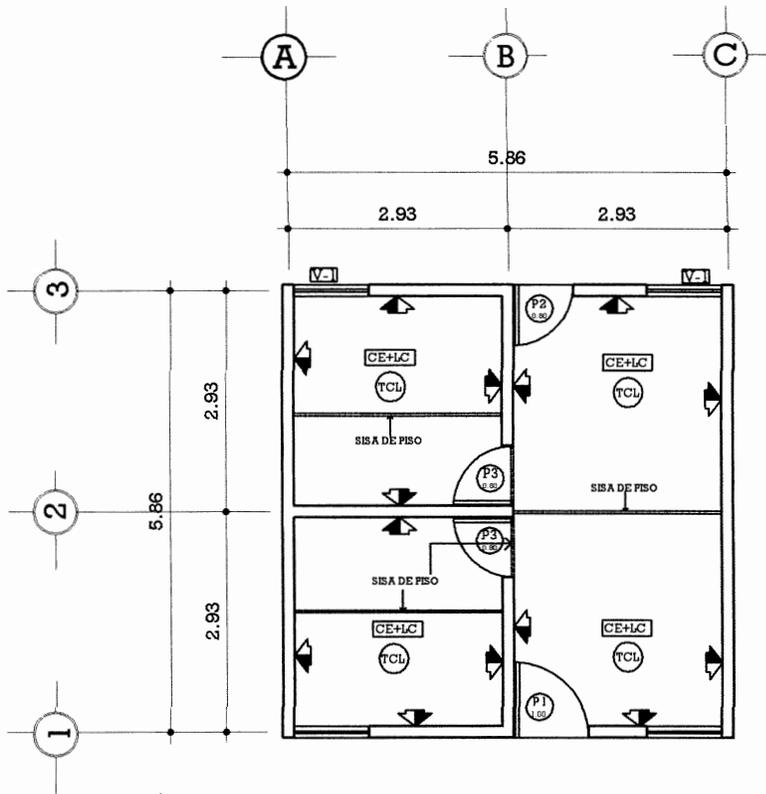
No. DE SOLUCIONES HABITACIONALES:

MONTO TOTAL: Q28 680,00

No.	Renglones de Trabajo	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
		Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	TRABAJOS PRELIMINARES	173,8															
2	CIMENTACION	Q2 818,15															
3	SOLERAS	Q2 964,25															
4	LEVANTADO DE MUROS	2 100				Q6 300,00											
5	COLUMNAS					Q1 568,00											
6	FUNDICION DE PISO									Q1 436,40							
7	ESTRUCTURA DE TECHO					Q1 260,85				Q2 521,68							
8	INSTALACION ELECTRICA					299,34				150,66							
9	PUERTAS Y VENTANAS									Q1 483,00				Q2 966,00			
10	ACABADOS													817,87			
TOTALES		Q5 782,40				Q9 128,85				Q5 441,08				Q2 966,00			
										GRAN TOTAL				Q23 318,33			

(f) Representante Legal
Ejecutor

(f) Ing, Supervisor de Obra



PLANTA DE ACABADOS

VENTANA 1.00 ANCHO X 1.01 DE ALTURA
DE HIERRO FORJADO + VIDRIO CLARO

SIMBOLOGIA

	INDICA TIPO Y ANCHO DE PUERTA
	INDICA TIPO DE VENTANA
	BLOCK VISTO + SISADO
	TORTA DE CONCRETO LISO
	CIELO EXPUESTO NLAMINA + COSTANERA

PLANILLA DE PUERTAS

	PUERTA DE METAL PARA EXTERIORES	ALTURA DE PUERTAS 1.96 MTS.
	PUERTA DE METAL PARA EXTERIORES	
	PUERTA DE METAL PARA INTERIORES	

PLANILLA DE VENTANAS

	VENTANA TIPO 1
--	----------------



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO

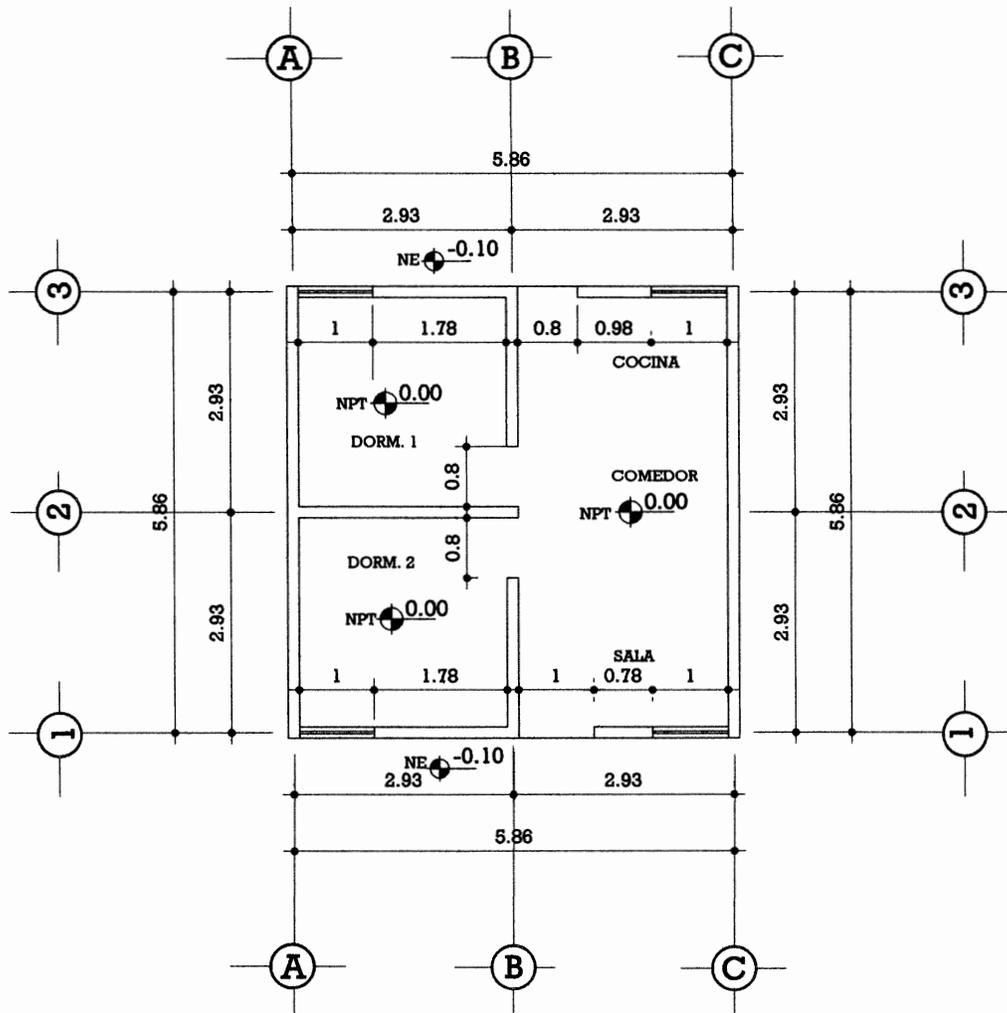
PROYECTO: VIVIENDA DE TECHO MÍNIMO PARA EL ÁREA RURAL

CONTIENE: PLANTA DE ACABADOS

ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2012

DISEÑO: HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO
DIBUJO: HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO
HOJA: []
REVISO: []
ING. G. MELNI ASESOR DE TESIS

HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO EPS Ing. Civil
ESCUELA ING. CIVIL Universidad de San Carlos de Guatemala



PLANTA ACOTADA

NOTAS:

TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN SISTEMA METRICO DECIMAL.

ACABADOS EN MUROS LIMPIO Y SISADO.

NPT=NIVEL DE PISO TERMINADO.

NE=NIVEL EXTERIOR.

TODOS LOS MUROS SON DE ANCHO 0.14MT.

AREA DE CONSTRUCCION 36.00 M2.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO

PROYECTO:
VIVIENDA DE TECHO MÍNIMO
PARA EL ÁREA RURAL

CONTIENE:
PLANTA ACOTADA

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MARZO 2012

DISEÑO:
HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO

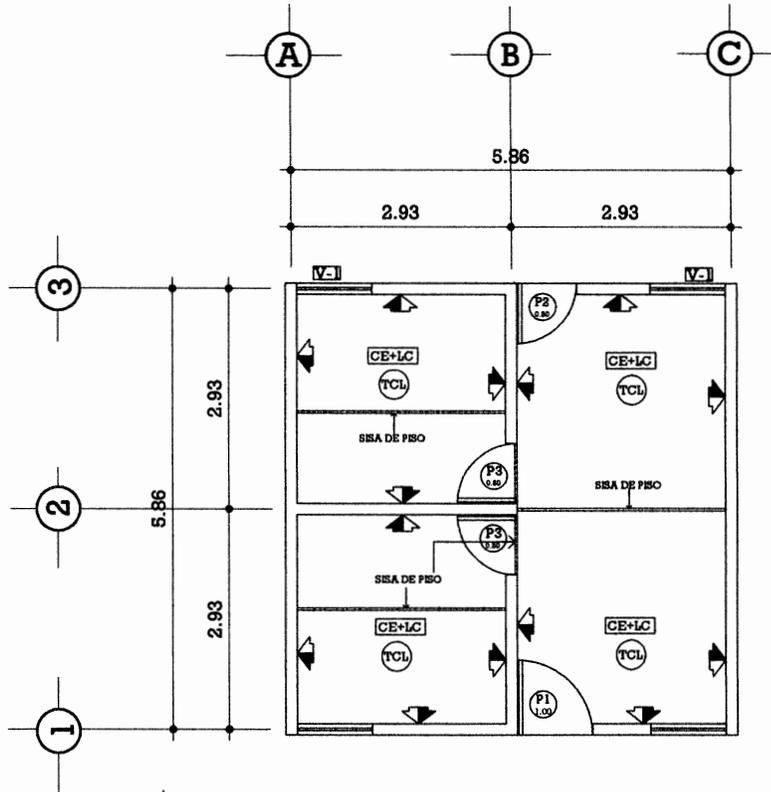
DIBUJO:
HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO

HOJA:

REVISO:
ING. O. MELNI
ASESOR DE TESIS

HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO
EPS Ing. Civil

ESCUELA ING. CIVIL
Universidad de San Carlos de Guatemala



PLANTA DE ACABADOS

VENTANA 1.00 ANCHO X 1.01 DE ALTURA
DE HIERRO FORJADO + VIDRIO CLARO

SIMBOLOGIA

	INDICA TIPO Y ANCHO DE PUERTA
	INDICA TIPO DE VENTANA
	BLOCK VISTO + SISADO
	TORTA DE CONCRETO LISO
	CIELO EXPUESTO LAMINA + COSTANERA

PLANILLA DE PUERTAS

	PUERTA DE METAL PARA EXTERIORES	ALTURA DE PUERTAS 1.96 MTS.
	PUERTA DE METAL PARA EXTERIORES	
	PUERTA DE METAL PARA INTERIORES	

PLANILLA DE VENTANAS

	VENTANA TIPO 1
--	----------------

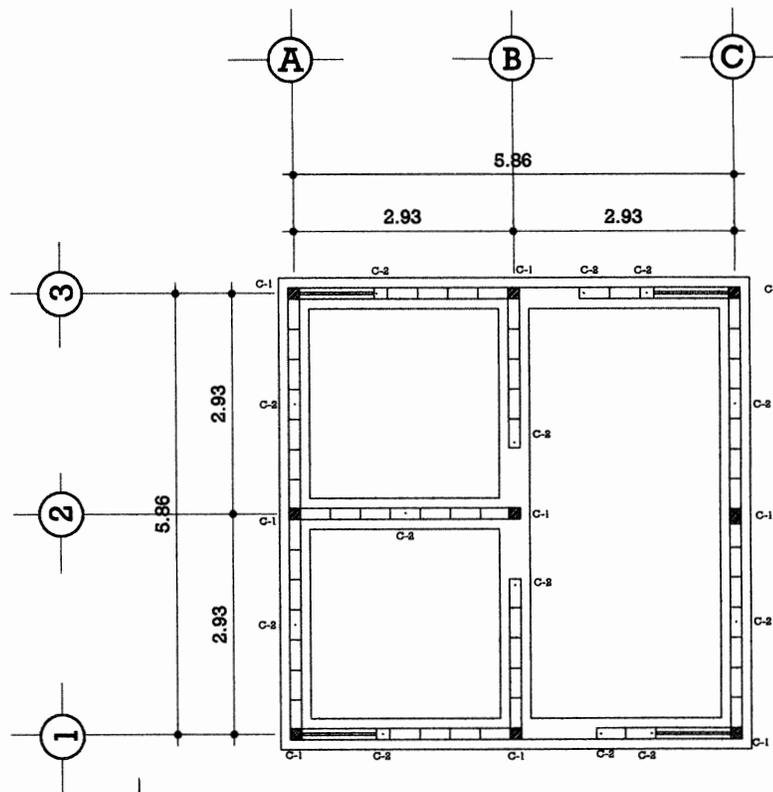


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO

PROYECTO: VIVIENDA DE TECHO MÍNIMO PARA EL ÁREA RURAL	DISEÑO: HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO	DIBUJO: HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO	HOJA:	REVISO: ING. G. MELNI ASESOR DE TESIS
CONTIENE: PLANTA DE ACABADOS		<p>HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO EPS Ing. Civil</p> <p>ESCUELA ING. CIVIL Universidad de San Carlos de Guatemala</p>		
ESCALA: INDICADA	FECHA: MARZO 2012			



PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS

PLANILLA DE COLUMNAS					
TIPO	CANTIDAD	SECCION	NUMERO DE VARILLAS	REFUERZO VERTICAL Ø	REFUERZO
C-1	9	0.14X0.14	4	6.2 mm	ESTR. No. 4.9 mm @ 0.20mts.
C-2	13	DENTRO DEL BLOCK	1	6.2 mm	PIN

ESPECIFICACIONES:

- BLOCK MEDIDA 0.14X0.19X0.39 RESISTENCIA 25Kg/cm²
- ACERO DE REFUERZO MILIMETRICO
- TRASLAPES DE ARMADURA=0.30 mts. MINIMO
- RECUBRIMIENTOS: EN CIMENTOS, EN SOLERAS Y COLUMNAS MINIMO 0.025 mts.
- CONCRETO ESTRUCTURAL=210Kg/cm².



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO

PROYECTO:
VIVIENDA DE TECHO MÍNIMO PARA EL ÁREA RURAL

CONTIENE:
PLANTA DE CIMENTACIÓN

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MARZO 2012

DISEÑO:
HAROLDO EMANUEL JUÁREZ SOTO

DIBUJO:
HAROLDO EMANUEL JUÁREZ SOTO

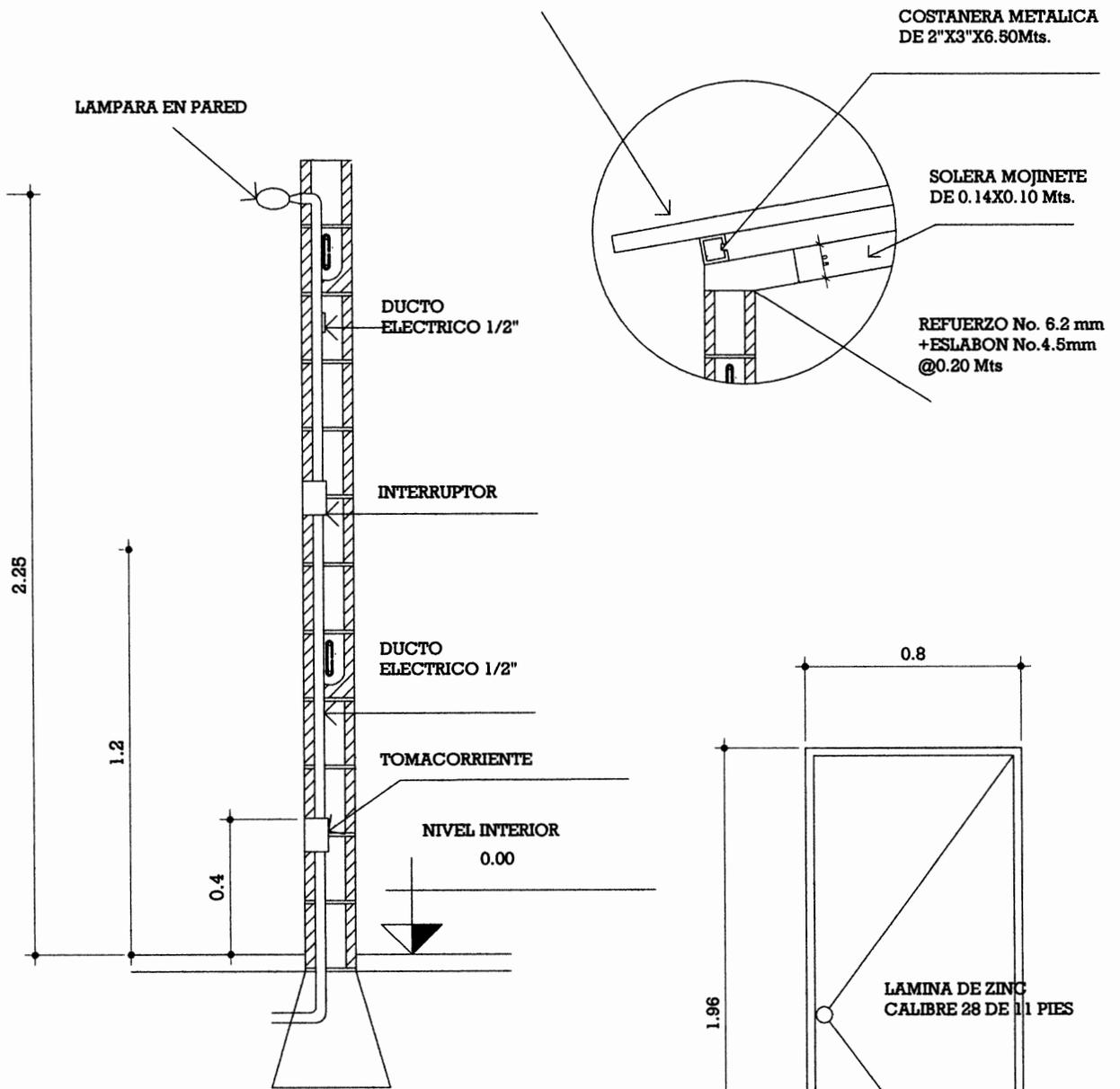
HOJA:

REVISO:

ING. G. MELANI ASESOR DE TESIS

HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO
EPS Ing. Civil

ESCUELA ING. CIVIL
Universidad de San Carlos de Guatemala



CORTE TÍPICO DE MURO

**PUERTA METALICA
CON PASADOR P3**



**UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**HAROLDO EMANUEL
JUAREZ SOTO**

PROYECTO:
**VIVIENDA DE TECHO MÍNIMO
PARA EL ÁREA RURAL**

CONTIENE:
DETALLES CONSTRUCTIVOS

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MARZO 2012

DISEÑO:
**HAROLDO
EMANUEL
JUÁREZ
SOTO**

DIBUJO:
**HAROLDO
EMANUEL
JUÁREZ
SOTO**

HOJA:

REVISO:
**ING. G. MELANI
ASESOR DE TESIS**

**HAROLDO EMANUEL
JUAREZ SOTO**
EPS Ing. Civil

ESCUELA ING. CIVIL
Universidad de San
Carlos de Guatemala

LAMINA DE ZINC
CALIBRE 28 DE 11 PIES

3

COSTANERA METALICA
DE 2"X3"X6.50 Mts

SOLERA
MOJINETE

0.25

0.39

SOLERA CORONA
BLOCK "U"

1.01

SOLERA INTERMEDIA
BLOCK "U"

0.95

BLOCK DE 0.14X0.19X0.39 MTS.

-0.10

0.00

CORTE DE MURO EXTERNO 1-1'

CIMIENTO CORRIDO
TRAPEZOIDAL



UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

HAROLDO EMANUEL
JUAREZ SOTO

PROYECTO:

VIVIENDA DE TECHO MÍNIMO
PARA EL ÁREA RURAL

CONTIENE:

DETALLES DE MUROS

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

MARZO 2012

DISEÑO:

HAROLDO
EMANUEL
JUAREZ
SOTO

DIBUJO:

HAROLDO
EMANUEL
JUAREZ
SOTO

HOJA:

REVISO:

ING. O. MELANI
ASESOR DE TESIS

HAROLDO EMANUEL
JUAREZ SOTO
EPS Ing. Civil

ESCUELA ING. CIVIL
Universidad de San
Carlos de Guatemala

COSTANERA METALICA
DE 2"X3"X6.50 Mts

LAMINA DE ZINC
CALIBRE 28 DE 11 PIES

SOLERA
MOJINETE

1

0.39

SOLERA CORONA
BLOCK "U"

1.01

SOLERA INTERMEDIA
BLOCK "U"

0.95

BLOCK DE 0.14X0.19X0.39 MTS.

0.00

-0.10

CORTE DE MURO EXTERNO 3-3'

CIMIENTO CORRIDO
TRAPEZOIDAL



**UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**HAROLDO EMANUEL
JUÁREZ SOTO**

PROYECTO:
**VIVIENDA DE TECHO MÍNIMO
PARA EL ÁREA RURAL**

CONTIENE:
DETALLES DE MUROS

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MARZO 2012

DISEÑO:
**HAROLDO EMANUEL
JUÁREZ SOTO**

DIBUJO:
**HAROLDO EMANUEL
JUÁREZ SOTO**

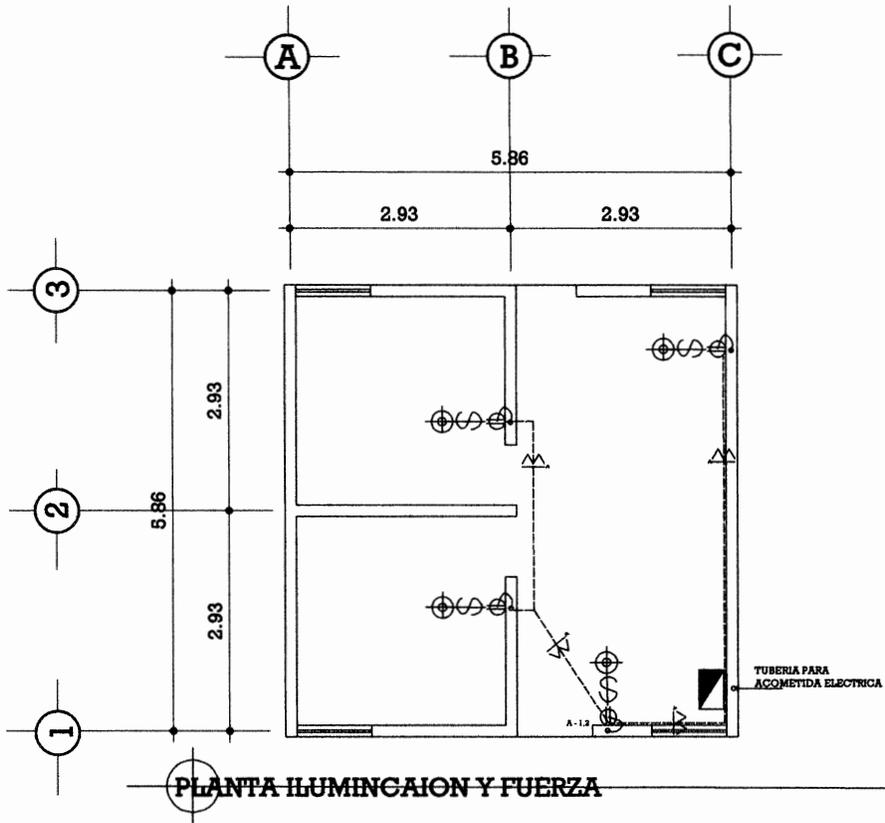
HOJA:

REVISO:

**ING. G. MELNI
ASESOR DE TESIS**

**HAROLDO EMANUEL
JUÁREZ SOTO
EPS Ing. Civil**

**ESCUELA ING. CIVIL
Universidad de San
Carlos de Guatemala**



SIMBOLOGIA

	INDICA CAJA DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS A 1.70 MPT.
	TOMACORRIENTE DOBLE H.=0.40 M. SNPT.
A - 1,2	INDICA NUMERO DE UNIDAD
	INDICA LAMPARA EN LA PARED H= 2.25M SNPT.
	INTERRUPTOR SIMPLE H= 1.20 M.SNP.
	RETORNO
	CONDUCTORES VIVA Y NEUTRO CALIBRE 12



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO

PROYECTO:
VIVIENDA DE TECHO MÍNIMO PARA EL ÁREA RURAL

CONTIENE:
PLANTA ELECTRICA

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MARZO 2012

DISEÑO:
HAROLDO EMANUEL JUÁREZ SOTO

DIBUJO:
HAROLDO EMANUEL JUÁREZ SOTO

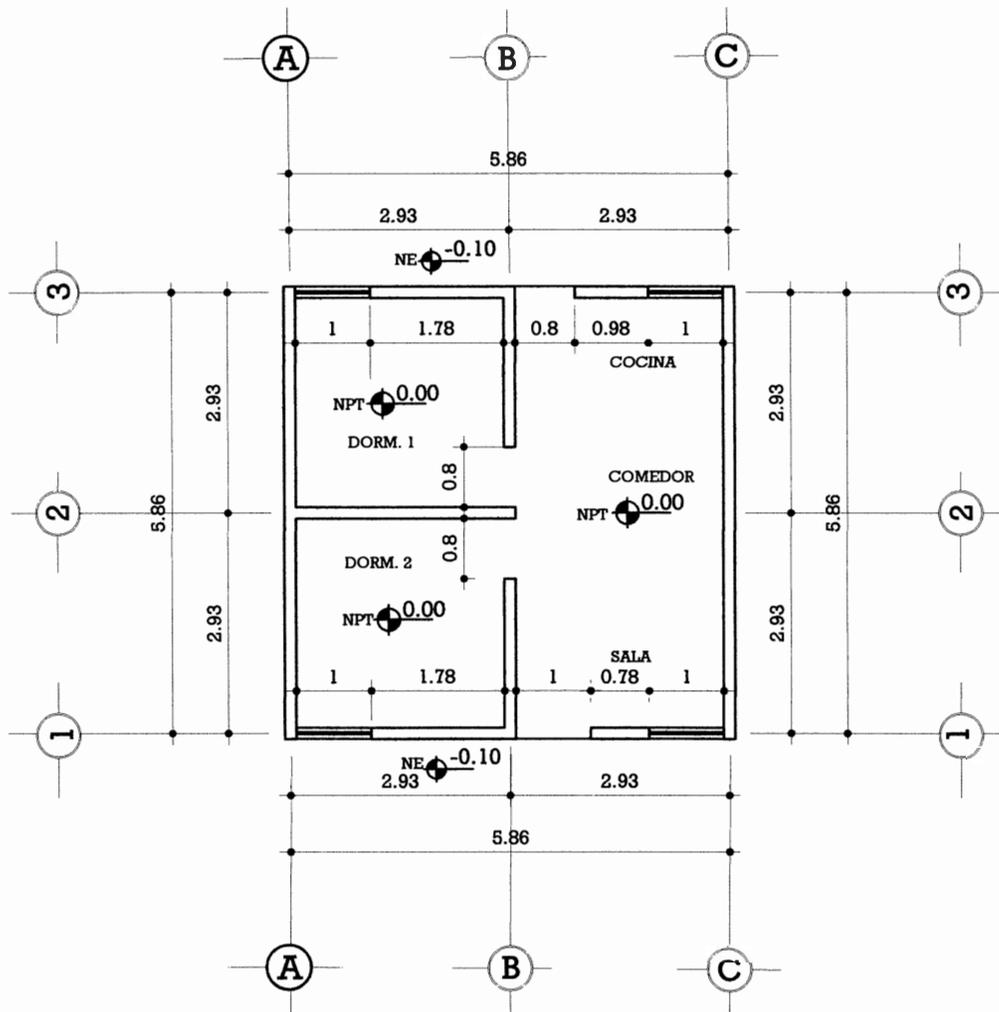
HOJA:

REVISO:

ING. O. MELANI ASESOR DE TESIS

HAROLDO EMANUEL JUÁREZ SOTO
EPS Ing. Civil

ESCUELA ING. CIVIL
Universidad de San Carlos de Guatemala



PLANTA ACOTADA

NOTAS:

TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN SISTEMA METRICO DECIMAL.

ACABADOS EN MUROS LIMPIO Y SISADO.

NPT=NIVEL DE PISO TERMINADO.

NE=NIVEL EXTERIOR.

TODOS LOS MUROS SON DE ANCHO 0.14MT.

AREA DE CONSTRUCCION 36.00 M2.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO

PROYECTO:
VIVIENDA DE TECHO MÍNIMO PARA EL ÁREA RURAL

CONTIENE:
PLANTA ACOTADA

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MARZO 2012

DISEÑO:
HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO

DIBUJO:
HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO

HOJA:

REVISO:
ING. G. MELNI
ASESOR DE TESIS

HAROLDO EMANUEL JUAREZ SOTO
EPS Ing. Civil

ESCUELA ING. CIVIL
Universidad de San Carlos de Guatemala