

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**“APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS
ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA
METROPOLITANA DE SAN SALVADOR”**

PRESENTADO POR:

CARLOS ANTONIO ACEVEDO LAÍNEZ

JUAN ARNULFO DUARTE RODRÍGUEZ

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

:

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

SECRETARIO GENERAL :

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO

:

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIO

:

ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR

:

ING. MSc. FREDY FABRICIO ORELLANA CALDERÓN

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:
INGENIERO CIVIL

Título :

**“APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS
ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA
METROPOLITANA DE SAN SALVADOR”**

Presentado por :

**CARLOS ANTONIO ACEVEDO LAÍNEZ
JUAN ARNULFO DUARTE RODRÍGUEZ**

Trabajo de Graduación aprobado por:

Docentes Directores :

**ING. M.Sc. ROGELIO ERNESTO GODÍNEZ GONZÁLEZ
ING. ROBERTO OTONIEL BERGANZA ESTRADA**

San Salvador, Septiembre de 2010

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores:

ING. M.Sc. ROGELIO ERNESTO GODÍNEZ GONZÁLEZ

ING. ROBERTO OTONIEL BERGANZA ESTRADA

AGRADECIMIENTOS:

Deseamos patentizar por este medio nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que de manera solidaria y desinteresada aunaron esfuerzos por ayudarnos a consolidar nuestra formación académica y profesional. Por el aliento y la pujanza para seguir adelante en el largo recorrido de nuestra carrera. Por la fé y esperanza que nos tuvieron para ver coronar una de nuestras más ansiadas metas, razón por la cual sabremos responder. Agradecemos en especial a:

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

Nuestra querida Alma Mater y máximo centro de estudios del país, por habernos formado como profesionales capaces, al servicio de nuestra Patria y de quienes más lo necesitan.

ING. M.Sc. ROGELIO ERNESTO GODÍNEZ GONZÁLEZ

Nuestro Coordinador y Asesor del Trabajo de Graduación, por su valiosa colaboración y oportuna orientación que constantemente nos brindó.

ING. ROBERTO OTONIEL BERGANZA ESTRADA

Nuestro Asesor del Trabajo de Graduación, por la ayuda brindada, sin la cual hubiera sido más difícil el desarrollo del presente trabajo.

ING. JOSE DAVID AMAYA

Amigo que desinteresadamente nos transmitió su vasta experiencia en ingeniería para el buen desarrollo del Trabajo de Graduación.

A todos los maestros que en su oportunidad nos orientaron con su sabiduría y enseñanzas teórico-prácticas en el transcurso de nuestra formación académica.

A todos ustedes: ¡Muchas Gracias!

DEDICATORIAS

A Dios Todopoderoso porque me acompañó durante todo mi estudio y a la vez, me dio fortaleza y sabiduría ante toda adversidad que se me presento en el camino.

A mis padres Carlos Acevedo y Marta Laínez por su apoyo total, comprensión, amor y paciencia.

A mis hermanos Eduardo Acevedo y Marcela Acevedo que con sus críticas constructivas me motivaron más y más.

A mi esposa Esmeralda, e hijos, Natalia, Fernando, Daniela y Carlitos que han sido después de Dios la fuente de todas mis fuerzas.

A mi abuela Berta y abuelo "Tío Fito" (Q.D.D.G.), que con sus sabios consejos dejaron un legado muy valioso e imborrable en mi vida.

Al amigo de ayer, hoy, mañana y siempre, Camilo Augusto Choto Nova, por demostrarme que todo es posible muy a pesar de las adversidades.

Al compañero de Trabajo de Graduación: Juan Arnulfo Duarte Rodríguez.

A los amigos: Carlos Cañénguez, Letty Ortiz, Antonio Escobar (Q.D.D.G.), Oscar Andrade, Claudia Salaverría, Jimmy Soriano, Beatriz Montoya, Rudy Chicas, Alex Orellana y Carlos Dubón por los años compartidos en clases.

CARLOS ANTONIO ACEVEDO LAÍNEZ.

A la persona más importante en mi vida que me motivó a seguir siempre adelante, desde pequeño cuando gocé de la dicha de vivir junto a ella, y después, que desde el cielo me ayudó a caminar por la vida para al final culminar con uno de los logros más grandes en mi vida, a obtener el título de profesional de Ingeniería Civil, mi amada mamá, Dra. en Medicina Ana Cristina Rodríguez González de Duarte.

A mi querido y amado padre, que lo amo, respeto y admiro a pesar de todo y de todos, y que me ha recordado día con día cómo, mi madre y él, siempre tuvieron sus expectativas muy altas hacia mí, para convertirme en un profesional graduado de la mejor Universidad del país, en ser un hombre de provecho para mi familia y para la sociedad, y que además, él siempre ha sido y es un modelo a seguir como profesional que ahora yo soy, Dr. en Medicina y Lic. en Ciencias Jurídicas Juan Arnulfo Duarte Mendoza.

A mi bella y amadísima esposa Alcira de Duarte, que me ama, cuida, apoya e impulsa día con día para seguir adelante por ella, por mí, y por nuestro añorado hijo, con el cual, Diosito nos premiará próximamente, Diego (Diogo) Emilio Duarte Ruiz que en menos de dos meses iluminará nuestro hogar con su luz que representará la cúspide de nuestro amor.

A mis hermanas, Zinia Duarte y Jacqueline Rodríguez, que de forma directa e indirecta, me han impulsado y apoyado a siempre luchar por este título que tanto esfuerzo me ha costado.

A Manolo Alejandro Duarte García, mi hermanito, que me sirvió de motivo para conseguir este título, logro que sé que él admirará y tomará de ejemplo.

A mi abuelita de mi corazón, Matilde González Vda. de Rodríguez, que me apoyó en varios de los momentos más difíciles de mi vida, y que veló por mis intereses desde que mi madre se fue al cielo, al igual que a mi tía Ing. Dora Elizabeth Rodríguez González, hermosa y linda mujer digna de mi amor y admiración.

Al compañero del Trabajo de Graduación: Carlos Antonio Acevedo Laínez.

Las personas que siempre me apoyaron cuando más lo necesité sin esperar nada a cambio, mis hermanos Ricardo Arturo Henríquez Arévalo, Ing. Civil Jimmy Melsar Soriano Rodríguez e Ing. en Sistemas Rudy Wilfredo Chicas Villegas.

A mi compañero de trabajo, amigo, asesor y maestro, que en su afán de transmitir su vasto conocimiento en la Ingeniería Civil sin esperar recibir nada a cambio, aparte de brindarnos su amistad, nos instruyó de manera tal que pudimos desarrollar el presente trabajo de graduación exitosamente, le admiro y le agradezco infinitamente por esta acción, y por ayudarme diariamente a desarrollarme como un mejor profesional, Ing. Civil José David Amaya López.

Y principalmente le agradezco al Padre Dios Todopoderoso, que en los momentos más duros de mi vida, me proporcionó abrigo y techo cuando más lo necesité, amor y capacidad intelectual suficiente para finalmente obtener el título de Ingeniería Civil.

JUAN ARNULFO DUARTE RODRÍGUEZ.

RESUMEN

El trabajo de graduación, “aplicación de la tecnología de los prefabricados estructurales para la construcción de viviendas multifamiliares de hasta cuatro niveles en el área metropolitana de San Salvador”, revisa la prefabricación de elementos estructurales de un edificio alto utilizando concreto y acero de refuerzo, relacionándola con el actual déficit habitacional en el área metropolitana de San Salvador (44,383 unidades) y del país (530,000 unidades). La tecnología de prefabricados estructurales, grandes paneles prefabricados, se adopta por su fácil montaje y ensamble en obra, con lo cual, para un edificio tipo existente, se calculan los costos directos, considerando, cuatro niveles, cuatro apartamentos por nivel, 5 personas por apartamento, 16 viviendas unifamiliares de 48m² (antes 63.70 m²) de construcción cada uno, el innovado o de paneles prefabricados estructurales 0.20 m de espesor, altura 2.40 m y el tradicional con paredes de bloque hueco reforzado, 0.20 m de espesor. Los costos unitarios y el presupuesto se han procesado en hoja de cálculo, en programa Excel 2003 Microsoft Office, la programación de obra, usando el programa Microsoft Project 2003, los precios de materiales y mano de obra, son los actuales en plaza, para cada uno de los dos sistemas en estudio. Así mismo, el costeo directo total y ahorro o ventaja de los elementos estructurales por cada sistema estructural principal, se consolida en la tabla 1 comparativa, siguiente:

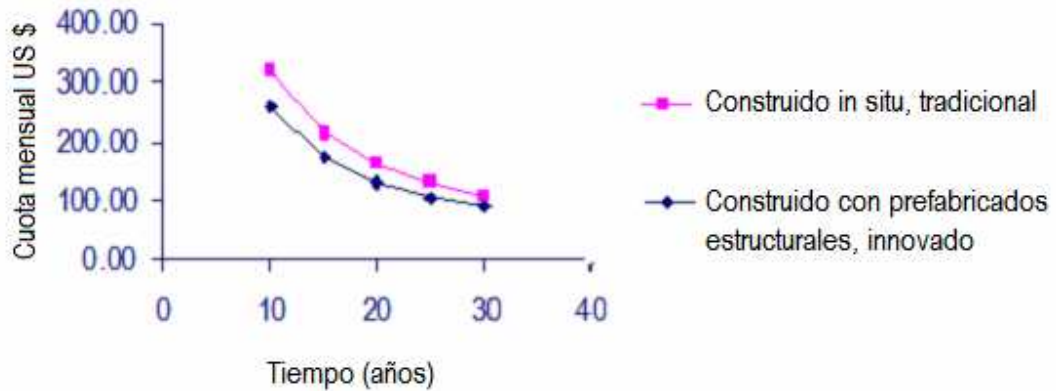
Tabla 1. Costeo comparativo para un edificio tipo y dos tecnologías constructivas.

Partidas por elementos	Costo directo sistema prefabricados	Costo directo sistema convencional in situ	%	*Ventaja o ahorro
Paredes	\$36,423.12	\$22,908.00	38.89	+\$13,515.12
Obras complementarias y acabados previstos	\$32,873.85	\$49,408.56	33.50	-\$16,534.71
Columnas	\$0.00	\$12,944.84	100.00	-\$12,944.84
Vigas, soleras de fundación	\$0.00	\$30,647.10	100.00	-\$30,647.10
Costo total de construcción	\$155,297.23	\$191,833.30	19.00	-\$36,536.10

* Diferencia de costos directos \$ (Prefabricado-Convencional in situ)

+ ó - : Ventaja o ahorros

Los resultados en la tabla 1, relacionan las partidas indicadas, tomando de base el edificio construido convencionalmente. Así mismo, el análisis económico sirvió para determinar el sistema más viable económica, técnica y socialmente. Con los costos directos totales o por actividad, se hace una simulación analítica estimadora de valores futuros a 20, 25, 30 años plazo una vez hecha la inversión, esto, a través del análisis económico, relación beneficio costo (B/C), recuperación de inversión inicial y tasa interna de retorno. La relación B/C en ambos casos es mayor que 1, $2.11 > 1.52$, respectivamente. Se estima que la cuota mensual a pagar a largo plazo es un porcentaje de un salario mínimo como lo indica la siguiente gráfica 1 y la tabla 2.



Gráfica 1. Posible cuota mensual de pago por apartamento en un edificio de cuatro plantas, a largo plazo.

Tabla 2. Costos directos y mensualidades estimadas, a largo plazo.

ALTERNATIVA	COSTO DIRECTO O INVERSION INICIAL	COSTO DIRECTO EDIFICIO DESPUES DE 20 AÑOS	COSTO DIRECTO APARTAMENTO DESPUES DE 20 AÑOS	TIR %	MENSUALIDAD POR 5 AÑOS	MENSUALIDAD 15 AÑOS RESTANTES	MENSUALIDAD POR 20 AÑOS DANDO PRIMA	MENSUALIDAD SIN DAR PRIMA POR 25 AÑOS
EDIFICIO PREFABRICADOS ESTRUCTURALES TECNOLOGIA INNOVADA	\$155,297.23	\$498,059.26	\$31,128.70	14.78	\$145.26	\$129.70	\$129.70	\$103.76*
EDIFICIO DE CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL IN SITU TRADICIONAL	\$191,833.30	\$615,235.38	\$38,452.21	14.78	\$179.45	\$160.22	\$160.22	\$128.17*

* Salario mínimo (sm) US \$ 207.00. Cuota menor que un salario mínimo, 49.90% y 78.83%, respectivamente. Con los prefabricados hay más ventaja económica.

Los resultados de la gráfica 1, indican que en cualquier plazo posible de pago considerado de un apartamento, las cuotas mensuales de pago del sistema prefabricado son más ventajosas en 19% económicamente respecto al otro sistema tradicional ver tabla 2, al distribuir las posibles cuotas mensuales según las posibilidades de pago de cada familia. Así mismo, los tiempos para

ejecutar el proyecto del edificio son 138 y 242 días, respectivamente, ahorro 104 días (57%), conducente a establecer que: el sistema de prefabricados estructurales de grandes paneles de concreto y acero, resultó más viable, económica, técnica y socialmente, comparativamente, con el sistema tradicional hecho in situ de concreto reforzado. Esto indica, otra buena opción, ventajosa para las empresas vivendistas, públicas, privadas y ONG'S. El uso de prefabricados estructurales disminuye costos directos totales y tiempos totales de ejecución respecto a buscar soluciones coadyuvantes a disminuir el déficit habitacional en San Salvador y el país, ofreciendo a las familias con ingresos de dos salarios mínimos una solución viable a sus intereses y capacidad de pago, una vivienda digna, de buena calidad, y costo accesible, y que de acuerdo con esta alternativa analizada, sus ingresos y capacidad de pago, no sólo prioriza la obtención de vivienda digna con cuota menor que un salario mínimo, sino también la subsistencia familiar, haciendo posible que al menos los dos salarios mínimos de ingreso le sean suficientes para seguir adelante.

**“APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS
PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA
LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO
NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE
SAN SALVADOR”**

INDICE GENERAL

Introducción.....	i
-------------------	---

CAPITULO I. ESTUDIO TECNICO DEL CONTEXTO DE LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL Y SUS COSTOS.

Introducción.....	36
1.1.0 Anteproyecto.....	37
1.1.0.1 Antecedentes.....	37
1.1.1 Planteamiento del problema.....	40
1.1.2 Alcances.....	42
1.1.3 Objetivos.....	43
1.1.3.1 Objetivo general.....	43
1.1.3.2 Objetivos específicos.....	43
1.1.4 Justificación.....	44
1.1.5 Limitaciones.....	45
1.1.6 Propuesta del contenido del trabajo de graduación.....	45
1.1.7 Metodología de la investigación.....	45
1.1.8 Cronograma de actividades.....	47
1.1.9 Planificación de recursos.....	47
1.2.0 Tecnología de los prefabricados estructurales aplicada a edificios de hasta cuatro niveles.....	47

1.2.0.1 Transporte. Almacenamiento y re-almacenamiento de los prefabricados estructurales.....	48
1.2.0.2 Izaje de elementos prefabricados estructurales.....	49
1.2.0.3 Para el montaje de elementos prefabricados estructurales se dispondrá de los siguientes datos mínimos.....	50
1.2.0.4 Información complementaria.....	50
1.2.0.5 Secuencia lógica del proceso de montaje de elementos prefabricados estructurales.....	50
1.2.1 El montaje.....	55
1.2.1.1 Montaje de elementos prefabricados de cimientos.....	56
1.2.1.2 Montaje de elementos prefabricados estructurales verticales.....	56
1.2.1.3 Montaje de los elementos prefabricados estructurales de la cubierta: vigas, cerchas, losas de cubierta, etc.....	57
1.2.1.4 Montaje de los elementos prefabricados estructurales complementarios: zancas de escaleras, aleros, etc.....	59
1.2.1.5 Montaje de los elementos prefabricados estructurales de cerramientos: losas-pared, paneles exteriores, etc.....	59
1.2.2 Campo de acción de la tecnología de los prefabricados estructurales.....	61
1.2.3 Elementos prefabricados estructurales, clasificación.....	61
1.2.3.1 Construcción industrializada.....	61
1.2.3.2 Construcción prefabricada (prefabricados).....	61

1.2.3.3 Premoldeados.....	61
1.2.3.4 Fases de construcción.....	62
1.2.3.5 Clasificación de elementos prefabricados estructurales.....	62
1.2.3.5.1 Según peso y dimensiones.....	62
1.2.3.5.1.1 Prefabricados estructurales livianos.....	62
1.2.3.5.1.2 Prefabricados estructurales semipesados.....	62
1.2.3.5.1.3 Prefabricados estructurales pesados.....	63
1.2.3.5.2 Según sea su forma.....	63
1.2.3.5.2.1 Bloques.....	63
1.2.3.5.2.2 Paneles.....	63
1.2.3.5.2.3 Elementos lineales.....	64
1.2.3.5.2.3.1 Vigas prefabricadas. Ventajas.....	65
1.2.3.5.2.3.2 Columnas prefabricadas.....	65
1.2.3.5.2.3.3 Columnas preesforzadas.....	66
1.2.3.5.2.3.4 Pilotes prefabricados.....	67
1.2.3.5.3 Materiales.....	67
1.2.3.5.3.1 Hormigón armado.....	67
1.2.3.5.3.2 Elementos estructurales de hormigón pretensados (EPR) o reforzados.....	68
1.2.3.5.3.3 Elementos de hormigón postensado.....	68
1.2.4 Conexiones en elementos prefabricados estructurales.....	69
1.2.4.1 Tipos de conexiones.....	70

1.2.4.1.1 Conexión con ménsula corta.....	70
1.2.4.1.2 Conexión con ménsula larga.....	71
1.2.4.1.3 Conexión con postensado.....	71
1.2.5 Vigas, columnas y losas.....	73
1.2.5.1 Vigas.....	73
1.2.5.2 Columnas.....	73
1.2.5.2.1 Clasificación de las columnas en relación con otros componentes del edificio.....	73
1.2.5.2.1.1 Columna aislada o exenta.....	73
1.2.5.2.1.2 Columna adosada.....	73
1.2.5.2.1.3 Columna embebida.....	73
1.2.5.2.2 Según el fuste.....	74
1.2.5.2.2.1 Columna lisa.....	74
1.2.5.2.2.2 Columna estriada o acanalada.....	74
1.2.5.2.2.3 Columna fasciculada.....	74
1.2.5.2.2.4 Columna agrupada.....	74
1.2.5.2.2.5 Columna Salomónica.....	74
1.2.5.3 Losas planas.....	74
1.2.5.3.1 Losa de concreto armado plana rígida.....	75
1.2.6 Materiales y sus calidades.....	75
1.2.6.1 Cementos comerciales.....	75
1.2.6.1.1 El uso de cemento en prefabricados.....	75

1.2.6.2 Áridos.....	76
1.2.6.2.1 Según el tamaño de los granos.....	77
1.2.6.2.2 Según su procedencia.....	77
1.2.6.3 Agua.....	77
1.2.6.4 Fibrocemento.....	77
1.2.6.5 Hormigón estructural prefabricado.....	78
1.2.6.5.1 Buena mezcla de hormigón.....	78
1.2.7 Especificaciones técnicas para construcción y procesos constructivos.....	78
1.2.8 Costos directos en la fabricación de los prefabricados estructurales (CDF).....	79
1.2.9 Procesos para construir edificios de hasta cuatro niveles con prefabricados estructurales.....	79
1.2.9.1 Cuatro grandes bloques de la construcción industrializada.....	79
1.2.10 Criterios de ejecución para construir un edificio de hasta cuatro niveles usando prefabricados estructurales.....	79
1.2.10.1 Cimentaciones.....	80
1.2.10.2 Forjados de los edificios sobre el nivel del suelo.....	80
1.2.10.3 Construcción de viviendas de interés social.....	80
1.2.10.3.1 Sistema de paneles integrales prefabricados en obra. (Covintec)....	81
1.2.10.3.2 Sistema de paneles ligeros.....	83
1.2.10.3.3 Sistema con elementos lineales prefabricados.....	85
1.2.10.3.4 Sistema mixto con paneles prefabricados.....	86

1.2.11 Costos de los prefabricados.....	88
1.2.11.1 Constituyentes del costo.....	88
1.2.11.1.1 Estructura de los costos.....	89
1.2.11.2 Costos directos de los edificios de cuatro plantas.....	89
1.2.11.3 Costos indirectos de los edificios de cuatro plantas.....	90
1.2.11.3.1 Los costos indirectos fijos.....	90
1.2.11.3.2 Los costos indirectos variables.....	90
1.2.11.4 Costos totales.....	90
1.3 Conclusiones.....	91
1.4 Recomendaciones.....	91
1.5 Bibliografía.....	92

CAPITULO II. USO DE LA TECNOLOGÍA DE LOS PREFABRICADOS
ESTRUCTURALES EN EL CASO DE UN EDIFICIO DE CUATRO
NIVELES. CASO DE APLICACION, CALCULANDO COSTOS
DIRECTOS.

Introducción.....	94
2.0 Aplicación de la tecnología de los prefabricados estructurales. Caso de estudio.....	95
2.0.1 Condiciones existentes.....	95
2.0.1.0 Descripción del proyecto.....	96
2.0.1.1 Descripción del edificio del sistema prefabricado.....	97
2.0.2 Tipo de edificación y criterios de elección para su construcción con prefabricados estructurales.....	98

2.0.2.1 Condiciones particulares para la construcción del edificio de cuatro niveles para vivienda de interés social (CEPR4).....	99
2.0.3 Pasos del proceso a seguir usando prefabricados estructurales.....	102
2.0.3.1 Modulación de elementos constructivos usando prefabricados estructurales.....	105
2.0.3.2 Programación de ejecución de obra, consumo de materiales, empleo de mano de obra y financiero para ambos casos.....	109
2.1 Tecnología de construcción convencional.....	109
2.1.1 Construcción de vivienda de una planta aplicando tecnología de construcción convencional.....	110
2.1.1.1 Metodología.....	110
2.1.1.2 Excavación.....	111
2.1.1.3 Colado.....	112
2.1.1.4 Paredes de concreto.....	112
2.1.1.5 Fibra de polipropileno.....	112
2.1.1.6 Colado de paredes.....	113
2.1.1.7 Techos.....	114
2.2 Tecnología de construcción con prefabricados estructurales.....	114
2.2.1 Construcción de vivienda de una planta aplicando tecnología de prefabricados estructurales.....	115
2.2.2 Comparación de costos aplicando la tecnología de los prefabricados estructurales y tecnologías convencionales.....	115

2.3 Conclusiones.....	116
2.4 Recomendaciones.....	117
2.5 Bibliografía.....	117

CAPITULO III. RESULTADOS Y ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.

Introducción.....	119
3.0 Relaciones de costos directos entre sistema de prefabricados estructurales y sistema tradicional construido in situ.....	120
3.0.1 Metodología a utilizar para el análisis de resultados de los costos directos de ambos sistemas.....	120
3.0.1.1 Resultados del costeo directo para los sistemas prefabricados estructurales y convencional construido in situ.....	122
3.0.2 Relación beneficio-costo (B/C) de un edificio de hasta cuatro niveles en el área metropolitana de San Salvador, construyendo con prefabricados estructurales y con el sistema de construcción convencional in situ.....	132
3.0.3 Flujo de efectivo desde la inversión inicial.....	136
3.0.4 Tasa de interna de retorno (TIR) para un edificio de cuatro plantas hecho con prefabricados estructurales y otro convencional in situ.....	139
3.1 Conclusiones.....	147
3.2 Bibliografía.....	148

CAPITULO IV. CONSIDERACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Introducción.....	150
4.1 Consideraciones.....	151
4.2 Conclusiones.....	153
4.3 Recomendaciones.....	155
BIBLIOGRAFIA.....	156
APENDICE.....	158

INDICE DE TABLAS

Tablas del capítulo I.

Tabla 1.1. Elementos prefabricados.....	52
Tabla 1.2. Especificaciones de las grúas torre.....	53
Tabla 1.3. Grúas sobre camión.....	53
Tabla 1.4. Estructuración de costos en la construcción.....	89

Tablas del capítulo III.

Tabla 3.1. Relación comparativa de dos tecnologías y dos sistemas estructurales.....	121
Tabla 3.2. Costos directos totales de cada partida para el edificio con sistema de prefabricados estructurales.....	128
Tabla 3.3. Costos directos totales de cada partida para el edificio de construcción convencional in situ.....	129

Tabla 3.4 Comparación de costos directos totales de un edificio construido con prefabricados estructurales y tradicional de concreto reforzado respectivamente.....	131
Tabla 3.5. Costos directos de los elementos estructurales por cada sistema estructural principal.....	131
Tabla 3.6. Comparación de costos directos de actividades complementarias previstas.....	131
Tabla 3.7. Recuperación de inversión con $i=6\%$, para $t=20$ años de pago y cuotas mensuales, para un edificio de cuatro niveles, 16 apartamentos y 80 personas.....	143
Tabla 3.8 Ventajas y ahorros de un edificio hecho con prefabricados estructurales, con tecnología industrial, respecto al sistema convencional construcción in situ.....	145
Tabla 3.9. Relaciones y factores económicos de un edificio hecho con prefabricados estructurales, con tecnología industrial, respecto al sistema convencional construcción in situ.....	146

INDICE DE FIGURAS

Figuras del capítulo I.

Figura 1.1. Vías de acceso al área de almacenamiento de los elementos prefabricados...	49
Figura 1.2. Conexión para cargas horizontales y verticales.....	70
Figura 1.3. Conexiones para acciones de sismo y para cargas verticales.....	72
Figura 1.4. Disposición típica de paneles portantes.....	82

Figura 1.5. Paneles portantes.....	83
Figura 1.6. Cimentación en paneles ligeros.....	84
Figura 1.7. Techo en paneles ligeros.....	84
Figura 1.8. Acople con paneles ligeros.....	85
Figura 1.9. Ensamble de elementos lineales de acero.....	85
Figura 1.10. Unión de elementos lineales.....	86
Figura 1.11. Construcción mixta.....	87
Figura 1.12. Construcción mixta.....	87
Figura 1.13. Esquina construcción mixta.....	88
Figuras de capítulo II.	
Figura 2.1. Bulevar del Ejército Nacional.....	96
Figura 2.2 Terreno a urbanizar.....	96
Figura 2.3. Imagen satelital de terreno propuesto.....	97
Figura 2.4. Pasos del proceso constructivo con prefabricados estructurales	103
Figura 2.5. Fachada prefabricada.....	105
Figura 2.6. Losa de coronamiento.....	105
Figura 2.7. Losa de entrepiso prefabricada.....	106
Figura 2.8. Muro frontal de protección prefabricado.....	106
Figura 2.9. Muro frontal de anclaje de protección prefabricado	106
Figura 2.10. Muro frontal de protección prefabricado con acceso a los graderíos.....	107
Figura 2.11. Muro lateral de protección prefabricado.....	107

Figura 2.12. Pared de carga prefabricada.....	108
Figura 2.13. Pared trasera prefabricada.....	108
Figura 2.14. Obras preliminares.....	111
Figura 2.15. Excavación.....	112
Figura 2.16. Colocación de molde metálico.....	113
Figura 2.17. Vista general del encofrado metálico.....	113
Figuras del capítulo III.	
Figura 3.1. Flujo de efectivo para edificio con sistema de construcción con prefabricados estructurales.....	137
Figura 3.2. Flujo de efectivo para edificio de construcción convencional in situ.....	138
Figura 3.3. Cuota mensual aplicable al beneficiario al disminuir o incrementar el plazo de pago del inmueble considerado en ambos casos.....	144

INDICE DE ANEXOS

Anexos del capítulo I.

Anexo No. 1 Propuesta del contenido del trabajo de graduación.....	164
Anexo No. 2 Cronograma de actividades y evaluaciones.....	173
Anexo No. 3 Planificación de recursos.....	174
Anexo No. 4 Campo de acción de la tecnología de los prefabricados estructurales.....	175
Anexo No. 5 Tipos de vigas.....	180
Anexo No. 6 Controles normalizados y especificados que se hacen en el proceso de fabricación de prefabricados.....	184

Anexo No. 7 Costos.....	184
Anexos del capítulo II.	
Anexo No. 8 Esquema general de un edificio para vivienda en altura.....	189
Anexo No. 9 Programación de obra para edificio prefabricado estructural y edificio de construcción tradicional hecho in situ.....	192
Anexo No. 10 Presupuesto para edificio prefabricado estructural y edificio de construcción tradicional hecho in situ.....	199
Anexo No. 11 Precios unitarios de edificio prefabricado estructural y edificio de construcción tradicional hecho in situ.....	203

TABLA DE ABREVIATURAS

AMSS	Area Metropolitana de San Salvador
aptos.	Apartamentos
A.S	Ambos sentidos
b/n	Blanco y negro
Cap.	Capítulo
CF	Costo final
CM	Carga muerta
Cod.	Código
CS	Carga sísmica
CT	Costo total
c/u	Cada uno
CV	Carga vertical
Dist.	Distribución
Ed.	Edición
Eq. y Herr.	Equipo y herramientas
IVA	Impuesto al valor agregado
max.	Máximo
min.	Mínimo
M.O	Mano de obra
No.	Número

Observ.	Observaciones
Pág.	Página
S.G	Suma global
TIR	Tasa interna de retorno
TMAR	Tasa mínima aceptable de retorno
u.	Unidad
VP	Valor presente

TABLA DE SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
ASTM	American Standards for Testing Materials
DIGESTYC	Dirección General de Estadísticas y Censos
FONAVIPO	Fondo Nacional de Vivienda Popular
FSV	Fondo Social para la Vivienda
FUNDASAL	Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima
IMCYC	Instituto Mexicano del Cemento y Concreto
IVU	Instituto de Vivienda Urbana
ONG'S	Organizaciones No Gubernamentales
PCI	Instituto del Concreto Presforzado
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
RC	Recepción de Cementos
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
UNE	Unificación de Normativas Españolas
USD	United States Dollars

INDICE DE SIMBOLOS

>	Mayor que
<	Menor que
@	A cada
ϕ	Diámetro
&	y
t	Tiempo, periodo
\geq	Mayor o igual que
=	Igual que
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
fy	Fluencia del acero
h	Altura, peralte
e	Espesor, ancho
i	Tasa de interés o TIR
F	Valor futuro del dinero
C	Columna
'	Pies
''	Pulgadas

INDICE DE UNIDADES

cm	Centímetro
cm ²	Centímetro cuadrado
gal	Galón
ha	Hectárea
hab.	Habitantes
hab / ha	Habitantes por hectárea
kg	Kilogramo
kg / cm ²	Kilogramo por centímetro cuadrado
lb	Libras
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
mm	Milímetro
m / mm	Metro por milímetro
psi	Libra por pulgada cuadrada
v	Varas

INTRODUCCION

Este trabajo de graduación, “Aplicación de la tecnología de los prefabricados estructurales para la construcción de viviendas multifamiliares de hasta cuatro niveles en el área metropolitana de San Salvador” revisa el contexto de la construcción de vivienda de interés social asociado con el déficit habitacional del país, materiales, técnicas, costos directos, innovación e industrialización en la construcción, así como normas y especificaciones pertinentes, debido al impacto que siempre generan los costos directos de la construcción de vivienda para los sectores de población con ingresos de dos salarios mínimos. Para el estudio comparativo de costos directos entre dos tecnologías de construcción, una innovada y la otra convencional para un edificio tipo existente de cuatro niveles, se hacen sus costos directos cuando se usa la tecnología de construcción con prefabricados estructurales y convencional hecho in situ, calculando costos unitarios por partidas para cada sistema estructural analizado, se costea con precios de mercado para Junio de 2010, dando el valor de los costos directos totales en el presupuesto de este edificio para vivienda de interés social en altura. Los resultados del costeo directo se analizan e interpretan comparativamente, con la técnica de relaciones de costos directos totales y por actividad respectivamente (costos totales edificio con prefabricados \div costos totales edificio convencional hecho in situ), el análisis económico beneficio/costo, recuperación económica, tasa interna de retorno, y tiempo de ejecución, denotando diferencias entre cada uno de los sistemas, lo cual los hace ventajosos o desventajosos en su aplicación, con lo cual, se elige el sistema de construcción que resultó más viable para proyectos de viviendas de interés social en altura, para las familias con dos salarios mínimos que no han tenido oportunidad de vivienda digna y propia, con lo cual se coadyuvaría a reducir el déficit habitacional del país.

El apéndice de este estudio contiene varias aclaratorias pertinentes o acotaciones necesarias e inquietudes que por lo medular del tema estudiado quedaron implícitamente explicadas y brevemente abordadas, quedando esto y otros muy importantes temas para otros estudios específicos que en adelante se tenga interés de hacer en beneficio del desarrollo tecnológico y del país pero principalmente para el bienestar de todos los salvadoreños priorizando a los que más se les dificulta beneficiarse con una vivienda digna.

CAPITULO I

ESTUDIO TECNICO DEL CONTEXTO DE LA

VIVIENDA DE INTERES SOCIAL Y SUS

COSTOS

INTRODUCCION

En este capítulo, se revisa cronológicamente, la introducción de la técnica industrial en la construcción, de casas prefabricadas de una planta y prefabricados estructurales aplicados a edificios de hasta cuatro niveles, a través de una investigación documental, que va desde su fabricación hasta el montaje en el sitio. Así mismo, se indagó sobre su campo de acción, clasificación, tipos de conexiones, materiales y sus calidades, especificaciones técnicas, procesos constructivos, criterios de ejecución y estructura de costos. Conocidas las características de la industrialización de la construcción se indican las ventajas y desventajas que esta ofrece en la prefabricación de viviendas de interés social, como sistema industrializado, y los parámetros generales que se deben cumplir en construcción industrializada de edificios multifamiliares de cuatro niveles, cuatro viviendas por nivel, para familias de 5 personas por vivienda, 80 personas por edificio, 48 m² por apartamento.

Capítulo I. Estudio técnico del contexto de la vivienda de interés social y sus costos.

1.1.0 Anteproyecto.

1.1.0.1 Antecedentes.

Las viviendas prefabricadas, a base de elementos livianos de paneles de madera, se remontan al año 1624, cuando en ese año los ingleses llevaron a Estados Unidos una casa prefabricada para que fuera utilizada por pescadores. Esta, posteriormente la desmontaron, removieron y fue ensamblada varias veces. En los años 1920's, se construyeron los "coches de remolque" para que el viajante estadounidense, cuando estaba de vacaciones, tuviera listo un lugar para dormir (en campamento). Durante la segunda guerra mundial, esas moradas temporales fueron utilizadas para alojar a los trabajadores de fábricas que venían de lugares alejados, muchas millas a la redonda donde permanecían, para colaborar con el esfuerzo de la guerra. Cuando finalizó la segunda guerra mundial, los veteranos que regresaron a casa se encontraron con la falta de vivienda a precios accesibles. La industria respondió a esta necesidad construyendo viviendas apropiadas para los veteranos y sus familias. Sin embargo, estas viviendas podían ser todavía trasladadas de un lugar a otro, para permitir la movilidad que deseaba la familia. En los primeros años del siglo XX, las casas "pedidas por correo" se volvieron muy populares. La empresa Sears Roe Buck & Company, vendió 110,000 casas en 40 años, generalmente, casas precortadas. Su producción fue importante, debido a que promovieron técnicas para la producción, estandarización y empaque de la industria manufacturera de casas. En 1974, el Congreso de Estados Unidos de Norte América aprobó la Ley Nacional sobre Normas de Construcción y Seguridad de las Viviendas Móviles, conocida como el código HUD (Housing and Urban

Development). Esta legislación, inmediatamente convirtió a las viviendas móviles en la única forma de edificación privada y unifamiliar sujeta a regulaciones federales. Aún, las viviendas construidas en el sitio, no gozaban de tan estricta reglamentación, pero en Junio de 1976 entraron en vigor, y se anticiparon a cualquier código de construcción y seguridad, estatal o local, existente, con relación al producto descrito. El efecto de la reglamentación federal fue, definir más claramente las viviendas móviles como viviendas y no como vehículos. La Ley de Viviendas de 1980, en los Estados Unidos, adoptó oficialmente este cambio, obligando al uso de “viviendas prefabricadas” (viviendas construidas en fábricas) para reemplazar el término “viviendas móviles”, esto, en todas las leyes federales y en la literatura actual de viviendas construidas desde 1976. La prefabricación hecha de concreto, empezó a desarrollarse alrededor del año 1900. Por ejemplo, Grosvenor Atterbury¹ en los Estados Unidos, construyó con el concreto armado, a base de paneles montados con una grúa, un sistema que precede los modernos sistemas de prefabricación pesada. Los primeros diseñadores que formalizaron la prefabricación, concluyeron que los costos de construcción eran reducibles enviando al sitio de edificación las partes, de forma que casaran bien, y pudieran ensamblarse sin necesidad de cortes o alteraciones. La prefabricación para la construcción de viviendas se ha desarrollado, por ejemplo, en los países como Inglaterra, Estados Unidos, Suecia, Noruega, Finlandia, Francia y Alemania. En el Salvador, Colorado, J.O., 1969, justificó, que “Con la prefabricación, se construyen viviendas masivamente, con bajos costos,

¹ Atterbury, arquitecto urbanista, estadounidense, desarrolló un método innovador de construcción: cada casa fue construida a partir de 170 paneles prefabricados, hechos de hormigón normalizado, elaborados fuera del sitio y montados con una grúa.

pero más de 300 viviendas²". Avilés Presidente, y otros, 1976, establecieron que "la prefabricación no es una idea nueva, pero que recientemente ha tomado un interés especial debido al incremento de población considerable". Además, que "en los países subdesarrollados, en los cuales es necesario la construcción masiva de viviendas a corto tiempo y bajo costo, se vuelve imperativo introducir métodos de industrialización, y nada mejor que la prefabricación para cumplir con este cometido³".

También, en El Salvador, en 1989, con la tecnología de nuevo material Plycem (material innovado a base de fibra de papel y cemento, que es una tecnología suiza) se construyó la vivienda modelo, de dos plantas, donde el diseño se adaptó a la modulación de piezas 4'X8' y 3'X7' de largo y ancho, y varios espesores de 3/6" a 1 1/2", donde técnicamente se hace corte de piezas y ensamble, con elementos conectores y equipos elementales livianos que normalmente usa el obrero ensamblador. Esta tecnología, a la vez, se llevó a Belice, para vivienda turística en los cayos de playa. Así, la vivienda unifamiliar en altura, con prefabricados, sólo es común a base de concreto reforzado y mampostería reforzada, y muy poco combinada con prefabricados pero no, exclusivamente con estos. Actualmente, algunos proyectos de viviendas, en San Salvador, se construyen con materiales prefabricados, por

² Colorado, J.O.1969. El porque de la prefabricación. Trabajo de graduación en Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador. San Salvador

³ Avilés Presidente.1976. Elementos prefabricados en la construcción. Trabajo de graduación en Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador. San Salvador.

ejemplo, la empresa AMANCO, construyó viviendas (placas de yeso prefabricadas, perfiles metálicos y estructuras ligeras de acero galvanizado, vigas, viguetas y paneles de concreto), en la colonia Cumbres de San Francisco, las cuales fueron hechas con diseños de prefabricados de lujo, pero, el fin principal era, que esta técnica se utilizará moduladamente, todavía con abundante número de piezas prefabricadas para la construcción de vivienda popular, como la solución al déficit y la demanda unifamiliar, en el área metropolitana de San Salvador.

1.1.1 Planteamiento del problema.

En El Salvador, “el déficit habitacional es grave, pero más, el problema del déficit cualitativo”, esto, por el número de viviendas existentes de mala calidad, materiales utilizados, carencia de servicios urbanos básicos como agua, alcantarillado y similares. El déficit cuantitativo resulta de situaciones de hacinamiento dentro de la propia vivienda y del crecimiento vegetativo o migratorio de la población. Estimando que “La situación habitacional de la población popular, es apretada e insalubre en las zonas urbanas, rurales y marginales de El Salvador”, por ello, las condiciones de sus viviendas se consideran inhumanas, construidas con materiales provisionales o de desechos, paja y barro, y además, y son covachas abiertas de plástico o de cartón, etc⁴. En contraste, la construcción de viviendas en el país, está dirigida al sector formal o asalariados de altos. En esta perspectiva, el déficit de viviendas, estimado, crecerá a

⁴ Censo de población de El Salvador 2007, realizado por la Dirección General de Estadística y Censos DIGESTYC.

530,000 unidades para el año 2009⁵, por ello, el sector de la construcción ha hecho que la producción de viviendas sea uno de los sectores industriales más activos y por tanto fundamental en la generación de empleo para la población, a pesar de la actual crisis mundial. Las necesidades de construir nuevas soluciones habitacionales cada año son elevadas, se calcula que se deberían construir más de 40,000 viviendas por año, con la finalidad de evitar que el déficit aumente⁶. A pesar que el déficit habitacional es muy elevado y constituye un problema nacional muy relevante para la sociedad salvadoreña, “la política de vivienda de interés social, todavía no es clara y efectiva, y es insuficiente”, ya que la constitución política, artículo 119, establece esa obligación del estado para que se cumpla lo mejor posible. Sin embargo, el 1º de Junio de 2009 en el discurso⁷ de toma de posesión dirigido a la nación por el presidente electo Mauricio Funes, indicó un plan contingencial para el sector rural consistente en la construcción de 25,000 viviendas en los primeros años de gestión del nuevo gobierno. El déficit de vivienda actual presenta dos componentes⁸: el cualitativo y el cuantitativo⁹. El déficit

⁵ Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos. Revista Nº 161, ingeniería y arquitectura. Publicada el veintiséis de Marzo de 2009, página 33.

⁶ Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos. Revista Nº 161, ingeniería y arquitectura. Publicada el veintiséis de Marzo de 2009, página 33.

⁷ Mensaje televisivo leído en la toma de posesión de su gobierno para los próximos 5 años. 2009 a 2014.

⁸ El enfoque que se dará en este trabajo de graduación respecto al déficit de vivienda, será cuantitativo ya que todas las viviendas contarán con sus servicios básicos.

⁹ Monge, ilsy. 2008. La vivienda popular en altura como solución habitacional, en los municipios de Soyapango, Ilopango y San Marcos. Trabajo de Graduación en Arquitectura. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Tecnológica de El Salvador. San Salvador.

cuantitativo, resulta de la diferencia entre el total de hogares existentes y el número de viviendas permanentes, considerando estándares mínimos que definan a una vivienda digna, para lo cual, se considera que si algunos de los componentes de la vivienda es calificado como no apto, entonces entra a formar parte del déficit. El déficit cualitativo, se asocia con aspectos de disponibilidad de servicios (agua potable, eliminación de excretas, electricidad, etc.), calidad o estado de la construcción precaria, nivel de hacinamiento, etc. Para el caso salvadoreño, el déficit cualitativo que resulta de todas las viviendas, por diversas razones, este requiere de mejoras, mayores que el déficit cuantitativo, esto según el informe sobre desarrollo humano, El Salvador, 2,001, del PNUD¹⁰. Algunas organizaciones del Estado, ONG's y entes privados, no han logrado incrementar los índices de crecimiento de vivienda popular de la industria de la construcción del país, ya que en los diferentes proyectos de este tipo de viviendas, se siguen utilizando los métodos y materiales más convencionales, resistiéndose a las múltiples ventajas que implica el uso de prefabricados estructurales en la producción de viviendas, por ejemplo, bajos costos, buen mantenimiento, largo tiempo de vida, buena resistencia, buenos rendimientos e incremento de las condiciones de habitabilidad y comodidad, aplicados a edificios de cuatro o cinco plantas.

1.1.2 Alcances.

Cuantificar las ventajas de ahorro en costos y los beneficios al usar prefabricados estructurales para viviendas multifamiliares de hasta cuatro niveles, vivienda en altura, con interés social, en el área metropolitana de San Salvador.

¹⁰ Fuente: PNUD "*Informe sobre desarrollo humano. El Salvador 2001*".

1.1.3 Objetivos.

1.1.3.1 Objetivo general.

- Aplicar la tecnología de los elementos estructurales prefabricados para la construcción de vivienda multifamiliar de interés social en edificios de hasta cuatro niveles, en el Area Metropolitana de San Salvador, para coadyuvar a la solución del déficit habitacional y el crecimiento en la demanda de vivienda de la población de los sectores con más bajos ingresos salariales.

1.1.3.2 Objetivos específicos.

- Explicar los procesos constructivos con los prefabricados y su uso, para el desarrollo de edificios de cuatro plantas para vivienda popular en el área metropolitana de San Salvador (AMSS).
- Exponer las ventajas y desventajas del uso de la tecnología innovada con elementos estructurales prefabricados para la construcción masiva de viviendas en edificios de cuatro plantas, comparadas con la construcción convencional tradicional.
- Desarrollar un ejemplo de aplicación, un edificio de cuatro plantas, construyendo con elementos prefabricados estructurales, multifamiliar, de viviendas de cuatro niveles, comparando la metodología de construcción tradicional (construcción in situ), conteniendo costos, tiempo, rendimiento de fabricación, con ambos métodos.

1.1.4 Justificación.

En El Salvador, a los elementos prefabricados estructurales para edificios de cuatro o cinco niveles, se les utiliza muy poco respecto a otros materiales tradicionales, por los altos costos de importación o por falta de fábricas de producción en el mercado nacional. Estos, en la construcción de vivienda popular, son relativamente nuevos, poco estudiados y difundidos técnicamente y tecnológicamente. Los técnicos, al no estar lo suficientemente relacionados con estas tecnologías innovadoras, mundialmente aplicadas para la construcción masiva de viviendas, no los adoptan o se resisten a ello. Numerosas entidades gubernamentales y privadas, están conscientes del impacto que el sector de la construcción genera en lo económico, social y productivo, por la carencia de vivienda. Sin embargo, casi no se ha evaluado la tecnología propiamente y los procesos de fabricación y eficiencia para edificios multifamiliares o las diferentes oportunidades de construir con elementos prefabricados, ya que los prefabricados estructurales en la construcción de viviendas, es otra buena alternativa¹¹ tecnológica moderna innovada hacia el desarrollo industrial para vivienda en edificios multifamiliares con interés social para disminuir el déficit de vivienda en el área metropolitana de San Salvador y otras ciudades, con mejores y grandes beneficios en costos, bajos tiempos de ejecución y buena calidad de construcción. Por ello, este trabajo de graduación expondrá las ventajas y desventajas

¹¹ Según experiencias en países desarrollados como Estados Unidos, Alemania y Francia, se ha comprobado que la construcción con prefabricados es una alternativa viable para paliar, a mediano plazo, el déficit de vivienda.

del uso de los prefabricados estructurales para la construcción masiva de viviendas multifamiliares de cuatro niveles, comparando los métodos convencionales de construcción, en el área metropolitana de San Salvador.

1.1.5 Limitaciones.

- La agilidad con que las instituciones y empresas de la construcción de viviendas utilizando prefabricados estructurales, puedan dar la información que tuvieren disponible a usuarios. También, las consultas con los técnicos especialistas y profesionales del área que dominan la temática, en el campo de la construcción de viviendas.
- El desconocimiento técnico y aplicaciones de la construcción con prefabricados estructurales en edificios de cuatro niveles aplicada en el país. Así mismo, la falta de bibliografía específica del uso de prefabricados estructurales en El Salvador, técnicas, procesos constructivos, métodos ágiles no complejos de construcción, coberturas dadas con estos programas tecnológicos de vivienda en altura, etc.

1.1.6 Propuesta del contenido del trabajo de graduación.

Ver anexo No. 1.

1.1.7 Metodología de la investigación.

La metodología de la investigación, de este trabajo de graduación, es documental y de campo. La investigación documental, consistirá en estudiar la aplicación de la tecnología de los prefabricados estructurales para la construcción de viviendas multifamiliares de hasta cuatro niveles en el área metropolitana de San Salvador. Esto, se hará a través de informes técnicos, tesis, empresas constructoras de

viviendas y edificaciones, valoraciones de técnicos, Internet, estadísticas de El Salvador y bibliografía internacional. La investigación de campo, es para analizar el problema, con el objeto de describirlo, y explicar sus causas, con datos de la realidad. Las visitas técnicas a proyectos en ejecución, en San Salvador, se harán para obtener datos de rendimientos, procesos constructivos, costos, tiempo en la entrega de materiales, ventajas y desventajas construyendo de manera convencional tradicional o con prefabricados estructurales. Ahí mismo, se harán entrevistas técnicas, con preguntas previamente elaboradas para obreros e ingenieros encargados de la ejecución de la obra. La ventaja de utilizar esta técnica, es que el entrevistado conversa libremente, proporciona la información de manera directa y espontánea. También, se harán observaciones en campo. En esta técnica, se utilizarán registro en libreta de apuntes, grabadora, cámara fotográfica y de video, para facilitar la memoria de los procesos constructivos, en secuencia de la construcción de los proyectos en cuestión. Después de haber obtenido toda la información documental y de campo, a través de un ejemplo práctico de aplicación, se compararán las tecnologías de construcción con prefabricados estructurales y construcción tradicional convencional in situ, para analizarla en términos económicos¹², establecer ventajas y desventajas de un método respecto al otro y diferencias en general. Por otra parte, se indagará respecto a la tecnología de los prefabricados estructurales, equipo y maquinaria

¹²La relación beneficio-costos, será uno de los criterios para elegir la tecnología a usar, aceptando así la que resulte más económica para la población con menores ingresos salariales que carecen de hogar un lugar digno y accesible a sus posibilidades.

necesaria para su montaje, ensamble en obra y transporte, por ejemplo, elevadores y grúas y sus diferentes técnicas de sujeción tales como anclajes roscados, estrobos de elevación, bulones de elevación, etc., que dependerá del tipo, tamaño, forma y peso del elemento prefabricado. El izado de los diferentes elementos estructurales, como paneles, vigas, pilares, gradas, losas de entrepiso, marcos, etc., estarán sujetos a un diseño propio. También, los programas de computadora servirán para analizar y tabular resultados, diseño del edificio, programación y planificación de actividades y recursos, costos y presupuesto.

1.1.8 Cronograma de actividades y evaluaciones.

Ver anexo No. 2.

1.1.9 Planificación de recursos.

Ver anexo No. 3.

1.2.0 Tecnología de los prefabricados estructurales aplicada a edificios de hasta cuatro niveles.

En la construcción de edificios altos (cuatro plantas o más), contruidos a base de elementos prefabricados estructurales, es necesario conocer su propia tecnología de construcción, traslado de las piezas desde el lugar de fabricación, almacenamiento, acceso a la obra, modo de izaje, etc, hasta llegar a colocación o montaje y ensamble de las piezas en el lugar de ejecución de la obra con sus acabados. Cada uno de estos

pasos se toman en cuenta en el proceso constructivo de un edificio de hasta cuatro niveles.

1.2.0.1 Transporte. Almacenamiento y re-almacenamiento de los prefabricados estructurales.

Por lo general, los elementos prefabricados estructurales, se trasladan convencionalmente, por ejemplo, en camiones plataforma, semirremolques plataforma, etc. Los de gran peso o gran longitud, o de sección transversal especiales, por su tamaño, geometría y delicadeza estructural, se llevan en camión-portapaneles, semirremolques o arrastres telescópicos, etc.¹³ El almacenamiento y re-almacenamiento de los elementos prefabricados son operaciones que incrementan los costos de la obra, y dificultan el proceso constructivo, cuando no se hace previsivamente, lo más lógico posible, cuando se requiere. No siempre se puede realizar el montaje directo, es decir, el elemento desde el medio de transporte al sitio o posición del elemento en la obra, donde quedará definitivamente montado estructurando el edificio.

El suministro de los elementos prefabricados estructurales debe ser continuo y seguro, según el ritmo y planificación del montaje. Por este motivo, los caminos de accesos deben estar situados paralelos al área de almacenamiento de los elementos. Ver figura 1.1.

¹³ Ver capítulo 3 del libro "Vehículos especiales para la construcción" J. Capote, R. Aragón., Ed. Verbum, 1993.

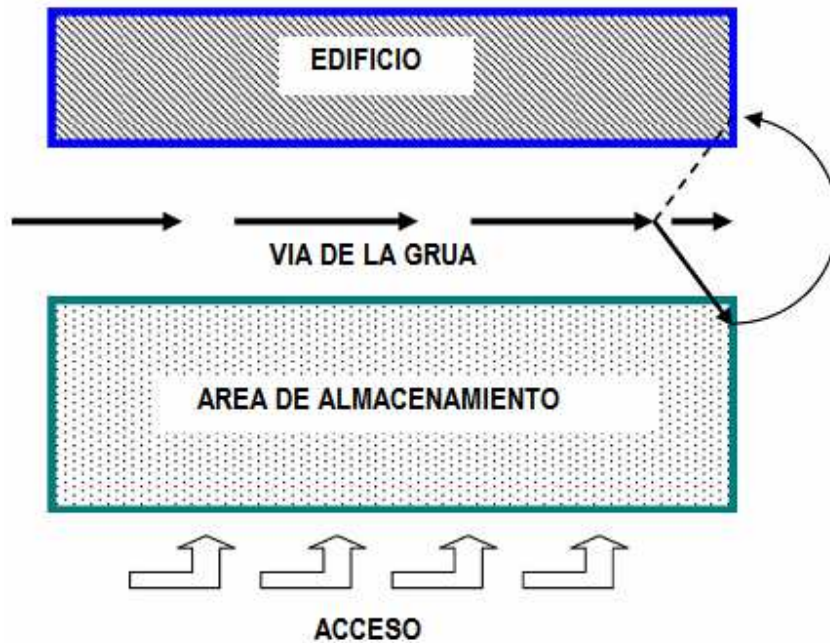


Figura 1.1. Vías de acceso al área de almacenamiento de los elementos prefabricados.

1.2.0.2 Izaje de elementos prefabricados estructurales. Los medios auxiliares más usados en los izajes con grúa para el montaje de elementos prefabricados estructurales, son: ganchos de izaje, pasadores, estribos especiales, cadenas y cables. Para los elementos de gran tamaño y peso, debe elegirse con esmero cuidado el modo de izaje apropiado. Algunos elementos estructurales, atendiendo a su funcionamiento estático, se recalculan estructuralmente, a fin de que puedan resistir los esfuerzos a que van a estar sometidos durante la operación de montaje, calculando las tensiones de los cables de izaje, por el ingeniero estructurista, a lo cual se agregará el ingeniero encargado de los montajes.

1.2.0.3 Para el montaje de elementos prefabricados estructurales se dispondrá de los siguientes datos mínimos:

1. Plano de situación general de la obra.
2. Planos estructurales.
3. Planos plantas, secciones y elevaciones.
4. Relación y especificaciones de los elementos prefabricados estructurales.
5. En caso de producción "in situ" de elementos prefabricados estructurales, se usan planos detallados de cada uno de estos elementos.

1.2.0.4 Información complementaria:

1. Características y particularidades del sitio de obra.
2. Conocer todos los espacios e instalaciones disponibles y susceptibles a usar por ejemplo, instalaciones provisionales.
3. Verificar accesos, pendientes y áreas de maniobras.
4. Investigar posibilidades de recursos locales.
5. Considerar las amplitudes que abarcará en diferentes posiciones posibles, las grúas hasta las áreas de almacenamiento de los elementos y las diferentes fases del montaje.

1.2.0.5 Secuencia lógica del proceso de montaje de elementos prefabricados estructurales.

A. Etapa de montaje.

A1. Cuadro de elementos de prefabricados estructurales.

A1.1. Cantidad y codificación de los elementos prefabricados estructurales.

- A1.2. Peso de los elementos.
- A1.3. Tecnología de producción.
- A1.4. Observaciones.
- A2. Determinación del tipo de grúa y equipos auxiliares.
 - A2.1. Grúas sobre neumáticos.
 - A2.2. Grúas sobre cadenas.
 - A2.3. Grúa Torre.
 - A2.4. Grúas especiales (pórtico, mástiles, etc.).
- A3. Medios de almacenamiento y re-almacenamiento.
 - A3.1. Transporte.
 - A3.2. Accesos.
 - A3.3. Almacenamiento.
 - A3.4. Re-almacenamiento.
 - A3.5. Elaboración a pie de obra (in situ).
- B. Modo de izaje.
 - B1. Corriente.
 - B2. De elementos pesados.
 - B3. Izaje especial.
- C. Esquema de los planos a elaborar.
 - C1. Sucesión de montaje (copas, pedestales, columnas, vigas, losas, etc.).
 - C2. División del edificio en partes.
 - C3. Posiciones y recorridos de grúas.

C4. Cronogramas y ciclogramas de montaje.

C5. Facilidades temporales.

C6. Evaluación de necesidades de energía eléctrica.

En la tabla 1.1 se registran los elementos prefabricados estructurales con algunas características para su manejo en el montaje.

Tabla 1.1 de elementos prefabricados

N°	Dibujo del elemento	Cod.	Peso en ton	Cantidad Total					Área necesaria para Almacenamiento	Producción	Observ.
				I	II	III	IV	V			

Uso de las tablas (UT) 1.1, 1.2, 1.3:

UT1. Grúas torre (GT), son de gran eficacia en el montaje de elementos prefabricados estructurales, en la construcción de edificios de gran altura.

UT2. Una vez conocidas las dimensiones de los elementos (largo, ancho, espesor, peso, etc.) más pesados, se escoge la grúa, en función de los parámetros de radio y alcance de la pluma, carga que puede elevar y posibilidad de giros y alcance a los puntos de almacenamiento.

UT3. Las tablas 1.2 y 1.3 muestran ejemplos de los parámetros de las principales grúas torre (GT) y grúas sobre camión (GSC). Estos se adoptan de los manuales de los fabricantes actualizados. Por ejemplo, alcance de giro: 360 grados, tipos de movimiento: vertical,

horizontal, giratorio, traslación y giratorio, velocidad de subida y bajada: de 50 a 210 m / min.

Tabla 1.2 Especificaciones de las gruas torre

Nº	Tipo de Grúa	Longitud de la pluma (Giro)		Carga		Alcance de la Pluma		Dist. e/ ralles	Dist. e/ eje de vía y la fachada	Observac.
		min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.			
1	X 1331	5.00	40.00	3.00	12.00	13.00	73.00	6.00	5.00	

Tabla 1.3 de gruas sobre camion

Nº	Tipo de Grúa	Longitud de la pluma		Radio de Giro		Carga		Altura Máx.	Pescante	Carga que puede elevar				Long. Pluma	Area Cadenas m ²	Peso ton	Presión s/ suelo Kg/cm ²
		min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.			3m	6m	9m	12m				

- UT4. Seleccionar todas las grúas que reúnan las condiciones requeridas y se selecciona entre ellas, la que mejor se ajuste a las exigencias y posibilidades reales.
- UT5. Precisar los parámetros de operación requeridos: longitud de pluma, altura y capacidad máxima de carga, radios máximos y mínimos de alcance, etc.
- UT6. Deben valorarse especialmente los puntos críticos o condición especial de la obra, tales como líneas aéreas de energía eléctrica, construcciones existentes, árboles u obstáculos verticales, etc.
- UT7. Desde el punto de vista de la rapidez en el montaje, lo más conveniente es que la grúa pudiera trabajar sin el empleo de los apoyos hidráulicos y con una longitud de pluma constante. Pero eso no siempre es posible por la necesaria estabilidad de la grúa y la máxima seguridad en su uso y operación.

UT8. Condiciones para el montaje. No se debe comenzar a realizar un montaje sin cumplir las siguientes condiciones:

UT8a) El hormigón de los cimientos debe haber obtenido la resistencia especificada.

UT8b) Ejecutar y revisar todas las instalaciones subterráneas de la obra.

UT8c) Preparar todas las áreas necesarias para facilidades de montaje: accesos, vías de grúas, áreas de almacenamiento, etc.

UT8d) Garantizar el suministro de los elementos, continuo y completo, para evitar paralizaciones del proceso de montaje por falta de elementos prefabricados estructurales.

UT8e) Cumplir las exigencias del proyecto de organización de obras en cuanto al emplazamiento de las áreas de almacenamiento.

UT8f) Verificar las características y adecuación de los medios auxiliares de montaje (dimensiones, calidad, estado técnico, etc.) y equipos complementarios de forma que garanticen la máxima seguridad del montaje. Se garantizará las buenas condiciones de los dispositivos de ensamble de acuerdo con lo establecido en normas y especificaciones para montajes, tales como pines, ganchos, pernos, estribos, etc.

UT8g) Exigir el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene en la obra, y en especial las referidas a la seguridad de uso y operación de la grúa y los medios auxiliares de montaje. Secuencia de montaje (SM). El orden y secuencia del montaje (OSM) se hace de acuerdo con la tecnología constructiva, plazo de ejecución (t), volumen de la obra (VO), condiciones climatológicas prevalecientes (CI), etc.

Por lo general, el orden y secuencia que se sigue en el montaje de prefabricados estructurales, es el siguiente:

UT8ga) Montaje de los elementos prefabricados estructurales de cimientos.

UT8gb) Montaje de los elementos prefabricados estructurales verticales: columnas, paneles, etc.

UT8gc) Montaje de los elementos prefabricados estructurales de la cubierta: cerchas, losas de cubierta, etc.

UT8gd) Montaje de elementos prefabricados estructurales complementarios: zancas de escaleras, aleros, etc.

UT8ge) Montaje de los elementos prefabricados estructurales de cerramientos: losas-paredes, paneles exteriores, etc.

1.2.1 El montaje: hacerlo siempre, por niveles o pisos. Debe facilitarse visibilidad directa de los operadores sobre el área de almacenamiento (toma) y el área de ubicación (colocación) de los elementos. El “diálogo” de señales debe ser preciso y claro, usando radios o intercomunicadores, y perfecto dominio de códigos establecidos por todos los participantes del proceso de montaje. El almacenamiento de los elementos prefabricados estructurales debe estar rigurosamente estudiado para evitar las dobles manipulaciones y exceso de “correcciones” durante el proceso de montaje. Es recomendable, hacer almacenaje apropiado y seguro, de los elementos estructurales al interior de las edificaciones de una planta, siempre que sea posible, y en el exterior de la edificación, en cualquier caso, evitando interferir las diferentes fases del proceso de montaje. Se adoptarán recomendaciones especiales para el montaje, según sean las características técnicas y posición del elemento prefabricado, estas serán medidas especiales y cuidados a tomar en los

trabajos de montaje, desde el “despegue del elemento”, transporte, almacenaje en obra y colocación en el sitio.

1.2.1.1 Montaje de elementos prefabricados de cimientos.

Los cimientos hechos con elementos prefabricados, los cuidados especiales (CE) para su montaje, son los siguientes:

CE1. Nivelación, horizontalidad y regularidad superficial, del plano de apoyo de cimiento.

CE2. Precisión del replanteo de los ejes horizontales x e y.

CE3. Precisión de la alineación vertical, eje z.

CE4. Comprobación de la no rotación del elemento por diferentes medios.

1.2.1.2 Montaje de los elementos prefabricados estructurales verticales: columnas, paneles, etc.

Los elementos prefabricados estructurales verticales, deben poseer la debida calidad de producción, calidad de planta, así como, tener la máxima exactitud de sus dimensiones y en perfecto estado sus bordes y aristas. La correcta nivelación del plano de apoyo y total correspondencia con la base del elemento vertical, favorecerá a una máxima verticalidad y correcta alineación de los componentes. Siempre cuidar la correcta vinculación entre los elementos para su trabajo estructural. Algunas sugerencias (SG), son:

SG1. Garantizar que las caras superiores de las copas de los cimientos estén debidamente marcados los ejes (X e Y) para hacerlos coincidir con los del elementos verticales a situar sobre él.

SG2. Antes de colocar el elemento vertical (columna) debe limpiarse el área de fondo y verter una pequeña capa de mortero fino y fluido que sirva para garantizar un asentamiento correcto, contacto perfecto entre la columna y el fondo.

SG3. Ajustar por medio de cuñas de madera, alineándolo según los ejes marcados en la parte superior del cimiento y aplomándola verticalmente.

SG4. El elemento vertical, columna, arriostrar al menos en dos sentidos para asegurar el correcto posicionamiento. Se debe rellenar con hormigón el espacio libre entre la parte superior del cimiento y el elemento vertical.

SG5. Cuando el hormigón fragüe, retirar las cuñas de madera y rellenar con hormigón, completamente, el espacio dejado por las cuñas.

1.2.1.3 Montaje de los elementos prefabricados estructurales de la cubierta: vigas, cerchas, losas de cubierta, etc.

Los elementos de cubiertas, si son losas, deberán montarse por niveles en módulos completos, para garantizar una máxima estabilidad y rigidez del edificio durante su montaje, y facilitar los trabajos de acabado y proteger del intemperismo a la edificación durante su construcción. Por lo general, los ganchos de izaje de estos elementos se sitúan en su cara superior, para ser cubiertos o enlazados con otros elementos de la estructura.

Los elementos prefabricados estructurales de la cubierta, que integren la trama estructural del edificio o formen parte de los elementos de cubierta,

propiamente, deben tomar algunos cuidados que faciliten su montaje (CML) y la calidad exigida a estos elementos.

CML1. Antes del montaje de los elementos horizontales o inclinados de la cubiertas se debe verificar la posición (X, Y, Z) y la verticalidad de los elementos verticales (columnas, pilares).

CML2. Garantizar la limpieza de las juntas y zonas de engarce entre los elementos donde se va a hormigonar la junta o soldar los insertos que le vinculan.

CML3. Revisar los ganchos o puntos de izaje, su firmeza y adecuada sección y forma. Determinar si es necesario el uso de elementos auxiliares de izaje.

CML4. Preparar el lugar de colocación: nivelación de los asientos, planchuelas, superficies planas y niveladas, etc.

CML5. Elevar el elemento desde el punto de almacenamiento hasta una posición por encima del lugar definitivo de colocación. Utilizar las normas de señalización para todas las órdenes que deban impartirse al operador de la grúa.

CML6. Fijar el elemento en el lugar prefijado. Cuidar la correcta manipulación y los pequeños desplazamientos mediante palancas y tensores necesarios para lograr la posición definitiva.

CML7. Cuando sea necesario arriostrar provisionalmente el elemento, hacerlo y verificarlo. No soltar el elemento del gancho de izaje hasta tanto sea arriostrado y soldado.

1.2.1.4 Montaje de elementos prefabricados estructurales complementarios: zancas de escaleras, aleros, etc.

Toda edificación construida con elementos prefabricados estructurales tiene elementos principales y elementos complementarios dentro de la trama estructural y componentes del sistema de prefabricado elegido. Un ejemplo de los elementos complementarios son los componentes de las escaleras, tales como zancas, pasos y huellas, barandillas, etc.

Por lo general, estos elementos complementarios por sus formas geométricas o prismáticas, y características estructurales, requieren un estudio previo para su montaje (tiempo, movimiento, seguridad, etc.), y a medida se adquiere experiencia se van optimizando o precisando los movimientos y los tiempos de montaje.

1.2.1.5 Montaje de los elementos prefabricados estructurales de cerramientos: losas-pared, paneles exteriores, etc.

Por lo general, el montaje de los elementos de cerramientos del edificio se hace desde afuera, los que forman parte de la trama estructural, y los que simplemente son decorativos.

Los elementos prefabricados estructurales de cerramientos se tratan de montar con todos los procesos de acabados ejecutados, por ejemplo: pintura,

colocación de elementos decorativos, etc., para evitar el trabajo posterior del montaje. Los edificios construidos con prefabricados estructurales, su montaje en función de su dimensión, características constructivas (tecnología), tipo de edificación, etc., se dividen y subdividen como sigue:

MCL1. Horizontalmente, por niveles o plantas (pisos).

MCL2. Verticalmente, por partes de la edificación en función de las juntas de expansión o de ampliación. Dependiendo de las características de la edificación y la tecnología de prefabricación empleada, se particularizan por etapas constructivas, por ejemplo: cimentaciones, estructura, etc. En el montaje de elementos prefabricados estructurales para edificios de plantas muy bajas, es necesario analizar los cortes o juntas a dejar para facilitar el ensamble en el montaje. Por lo general, antes de pasar de un nivel a otro, o de un módulo a otro, es necesario que todos los elementos que fueron colocados, a la vez, tengan sus juntas selladas definitivamente, bien rellenas, para garantizar sanidad permanente, o estabilidad y rigidez estructural.

1.2.2 Campo de acción de la tecnología de los prefabricados estructurales.

En el país, la tecnología de los prefabricados estructurales en la construcción de edificios todavía está poco difundida su uso. El anexo No.4 tiene algunos ejemplos de aplicación.

1.2.3 Elementos prefabricados estructurales, clasificación.

Los prefabricados estructurales son elementos modulares, fundidos fuera o cercano al sitio donde serán ensamblados entre sí. El proceso de producción y ejecución de estos materiales se reconoce convencionalmente como sigue:

1.2.3.1 Construcción Industrializada. Sistema de construcción cuyo diseño de producción es mecanizado, en el que todos los subsistemas y componentes se han integrado en un proceso global de montaje y ejecución para acelerar su construcción. Esta es construcción prefabricada o prefabricación.

1.2.3.2 Construcción prefabricada (prefabricados). Sistema de construcción cuyo diseño de producción es mecanizado, en el que todos los subsistemas y componentes se han integrado en un proceso global de montaje y ejecución para acelerar su construcción. Conocida también como construcción industrializada, prefabricación.

1.2.3.3 Premoldeados. Sistema cuyo diseño de construcción es mecanizado, consiste en crear los elementos estructurales necesarios para la construcción con el uso de moldes tipos que demarquen las características físicas y mecánicas necesarias previa a la puesta en obra.

1.2.3.4 Fases de construcción. La construcción por prefabricación se realiza en dos fases siguientes:

1. Fabricación. La producción se lleva a cabo en fábricas, o plantas de producción (fijas o móviles) propiamente, o bien a pie de obra, in situ.
2. Montaje, ensamble, sellado y resane. El montaje en obra puede realizarse con grúas o en forma manual, según las características de los elementos prefabricados estructurales, y el grado de complejidad o sencillez de la edificación u obra y según su arquitectura. El vinculo permanente en buenas condiciones entre elementos se garantiza con el sellado, al cual se da a sus acabados con el resane final.

1.2.3.5 Clasificación de elementos prefabricados estructurales.

1.2.3.5.1 Según peso y dimensiones de las piezas prefabricadas. Una clasificación es la siguiente:

1.2.3.5.1.1 Prefabricados estructurales livianos. Son los pequeños elementos prefabricados estructurales o ligeros, de peso menor que 30 kg., destinados a ser colocados de forma manual por uno o dos operarios.

1.2.3.5.1.2 Prefabricados estructurales semipesados, peso menor que 500 kg, para ponerlos en obra, se utilizan medios mecánicos simples a base de poleas, palancas, malacates y barretas.

1.2.3.5.1.3 Prefabricados estructurales pesados, peso mayor que 500 kg, requieren maquinaria pesada para ponerlos en obra, tales como grúas de gran soporte de izado, asta y alcance de la pluma, contrapeso y base.

1.2.3.5.2 Según sea su forma, las piezas prefabricadas se clasifican como sigue:

1.2.3.5.2.1 Bloques (B). Son elementos prefabricados estructurales para construcción de muros. Son auto estables sin necesitar apoyos auxiliares para su colocación. Por ejemplo, bloques de hormigón, bloques de ladrillo hueco, etc. Entre los distintos tipos de bloques de construcción, hay bloques de cementos, adoquines, postes y prefabricados estructurales de hormigón, madera.

1.2.3.5.2.2 Paneles (PN), constituyen placas cuya relación ancho largo, es generalmente rectangular, espesor variable, por ejemplo, 10 cm a 20 cm. Se usan para hacer muros de contención, antepechos, placas de fachadas, placas de yeso, etc. Un panel estructural comprende una pluralidad de elementos rellenos alargados y continuos que forman un núcleo de panel, una pluralidad de estructuras de enrejado quedando interpuestos entre un par de elementos mutuamente contiguos, mutuamente adyacentes, con superficies opuestas en contacto de cara con cara entre si, y una

pluralidad de piezas transversales que se extienden a través de elementos rellenos y a través de un núcleo. Los paneles de hormigón armado son piezas planas destinadas a servir de cerramiento de naves industriales, edificios comerciales, colegios, etc., se incluyen además los paneles divisorios de los interiores de las naves que pueden también realizarse con placas alveolares divisorias. La anchura más frecuente de este tipo de panel es 2.4 m, aunque cuando es necesario se pueden fabricar con menor anchura. La longitud es variable, pudiendo ser desde dos metros (2 m) hasta 14 m, en función del espesor del panel que se elija. Los espesores de los paneles son 12 cm, 16 cm, 20 cm, 24 cm y 30 cm. Los paneles pueden ser aislados o macizos. Los paneles macizos se colocan cuando no tiene importancia el aislamiento térmico, pero es importante una alta resistencia del panel o un buen nivel de aislamiento acústico (a más masa mayor aislamiento acústico).

1.2.3.5.2.3 Elementos lineales. Son piezas esbeltas, de sección transversal reducida en relación a su longitud. Por ejemplo: vigas, columnas, pilotes, largueros, durmientes, vigas de cimentación, tensores, etc.

1.2.3.5.2.3.1 Vigas prefabricadas. Ventajas. (VP)

VP1) Aceleran el proceso constructivo con la consiguiente reducción de los plazos de ejecución y mano de obra.

VP2) Ahorro de encofrado.

VP3) Mayor limpieza en la obra.

VP4) Acabado perfecto de la zona inferior de la viga, listo para pintar.

VP5) Garantía de calidad, basada en el empleo de materias primas adecuadas y en el total control de la ejecución de la pieza.

VP6) Eliminación de inconvenientes derivados de la ferralla¹⁴.

VP7) Encofrado y hormigonado en obra.

VP8) Rapidez de ejecución y reducción de mano de obra.

VP9) Notable reducción de secciones.

El uso de vigas prefabricadas armadas prefabricadas, industrializadas, eliminan tareas tediosas y aumentan el ritmo de las obras de construcción.

1.2.3.5.2.3.2 Columnas prefabricadas (CP). Son elementos prefabricados estructurales de concreto que sirven de soporte y estructuración de las edificaciones

¹⁴ Denominación utilizada para referirse al conjunto de barras de acero ya elaboradas, para armar el hormigón de todas las partes de la construcción.

esqueletalmente. Su forma, diseño e ingeniería, permiten al constructor realizar obras de buena o más buena calidad y obtener mayores rendimientos y mayor rapidez en la construcción. Su uso es por ejemplo el siguiente:

CP1) Naves industriales.

CP2) Edificios reticulares, marcos, etc., a base de elementos prismáticos rectos.

CP3) Conformación de centros industriales y comerciales con edificaciones simplemente estilizadas y complejas bajas y altas.

1.2.3.5.2.3.3 Las columnas preesforzadas (CPR) se fabrican para lo siguiente:

CPR1) Para grandes alturas.

CPR2) Para esfuerzos extraordinarios en naves industriales.

Sus ventajas son las siguientes (VCPR):

VCPR1) Acelera el proceso de obra.

VCPR2) Acabado de concepto integral.

VCPR3) Eficiencia estructural.

VCPR4) Variedad de diseños en conexiones.

VCPR5) Material de alta resistencia.

1.2.3.5.2.3.4 Pilotes prefabricados (PPR). Son elementos de concreto armado prefabricados estructurales, utilizados para soportar las fundaciones en suelos o roca. La hincada de los pilotes se realiza usando el martillo diesel a la profundidad de rechazo o el valor de fricción de diseño y longitud estimada de diseño. Los pilotes prefabricados estructurales, se pueden prefabricar de acuerdo con la necesidad, ya que son hechos en una planta industrial, bajo estrictos controles de calidad.

1.2.3.5.3 Materiales. Las estructuras prefabricadas se pueden fabricar con cualquier material estructural apropiado según requerimientos y problema a resolver. Según el caso necesitado incluso arquitectónicamente.

1.2.3.5.3.1 Hormigón armado. La técnica constructiva del hormigón armado (o mallazo) consiste en la utilización de hormigón reforzado con barras ($\Phi \geq \frac{1}{2}''$) o mallas de acero, constituyendo la armadura de refuerzo. También, es posible el hormigón armado con agregados de fibras plásticas, fibra de vidrio, fibras de acero o combinaciones de barras de acero y fibras, dependiendo de las necesidades técnicas. En la construcción de edificios de todo tipo, caminos, puentes, presas, túneles y obras industriales la

utilización de fibras es muy común especialmente en túneles y obras civiles en general.

1.2.3.5.3.2 Elementos estructurales de hormigón pretensados (EPR) o reforzados. Estos, intencionalmente se someten a esfuerzos de compresión, previo a su puesta en servicio. Esta tensión se aplica mediante cables de acero tensados y anclados al hormigón en su interior. El esfuerzo de pretensado se puede transmitir al hormigón de dos formas:

EPR1) Mediante armaduras pretensadas (generalmente barras o alambres), método utilizado mayoritariamente en elementos prefabricados estructurales.

EPR2) Mediante armaduras postensadas, (generalmente torones, grupos de cables), utilizadas mayoritariamente en piezas hormigonadas in situ.

1.2.3.5.3.3 Elementos de hormigón postensado. Un molde, metálico, de geometría preconcebida en su diseño, se llena de concreto fresco. Una vez endurecido y desentoldado este, se le inducen esfuerzos de compresión mediante una armadura especial montada con cables dentro de vainas adecuadas, se les lleva a tensado para

conformar la armadura postensada, la estructura se ancla mediante piezas especiales, para inducir los esfuerzos mediante un sistema de gatos hidráulicos, Fraysinet, y se rellenan las vainas con un mortero de lechada (grout) que asegura la protección del acero y la adherencia al resto de la estructura. Al igual que en el hormigón pretensado, la ventaja del postensado consiste en comprimir el hormigón antes de su puesta en servicio, de modo que las tracciones que aparecen al deflectar la pieza se traducen en una pérdida de la compresión previa, evitando que el hormigón trabaje a tracción, aliviando sus esfuerzos de compresión.

1.2.4 Conexiones en elementos prefabricados estructurales.

El diseño de los detalles apropiados de conexión (DC), es la operación más importante realizada en las estructuras prefabricadas. La mala concepción y diseño afecta la respuesta debida a las cargas laterales y gravitacionales. Las conexiones comúnmente utilizadas en las estructuras prefabricadas están en los siguientes grupos:

- DC1) El refuerzo que sobresale de los elementos precolados se solda o se traslapa y la junta entre los elementos se cuela con concreto colado in situ.
- DC2) Se colocan elementos de acero, ángulos y placas, por ejemplo, en los miembros precolados, unidos entre sí con soldadura y con un colado posterior en la unión, relleno con lechada los huecos.

DC3) El refuerzo de las vigas pasa a través de ductos de las columnas, los cuales se rellenan con lechada (grout).

DC4) Las columnas tienen huecos en la zona de nudos, para conectar directamente con las trabes (vigas principales).

1.2.4.1 Tipos de conexiones. De acuerdo con el instituto mexicano del cemento y el concreto (IMCYC) así como con el instituto del concreto presforzado (PCI), algunos tipos de conexiones existentes son las siguientes:



Figura 1.2. Conexión para cargas horizontales y verticales.

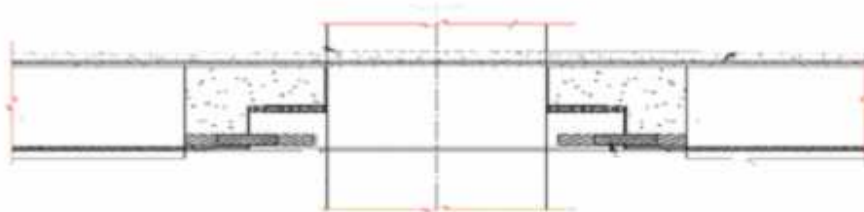
1.2.4.1.1 Conexión con ménsula corta (CMC) (menor que 50 cm). Es la conexión cercana en la cara de la columna. Presenta problemas cuando está en su proceso constructivo ya que se concentra gran cantidad de acero, cuando en la columna es necesaria la ménsula en las cuatro direcciones, dificulta los trabajos de sellado de unión en campo. La unión de éstas en un solo lugar o nudo reduce ductilidad.

- 1.2.4.1.2 Conexión con ménsula larga (CML) (mayor que 50 cm). Esta es una conexión alejada del rostro de la columna que busca llevar la unión a una zona donde el momento sea menor. Presenta los mismos problemas o más complejos que la anterior (ménsula corta). Cuando se tienen ménsulas largas en las cuatro caras de una columna cuadrada, los problemas de transporte y montaje son también mayores debido a que la geometría de las columnas las hace poco manejables, esto las hace especiales y que los precios de fabricación, transporte y montaje de las piezas se incrementen.
- 1.2.4.1.3 Conexión con postensado (CPS). En estas conexiones, las columnas pueden no tener ménsulas, con lo cual las trabes tendrán que ser fijados y soportados temporalmente con apuntalamiento. Se requiere precisión con las posiciones de los anclajes y los ductos para llevar a cabo el postensado sin que se generen en la estructura momentos adicionales. En estas conexiones no existe el problema de ductilidad. Cuando se usan conexiones cerca de la columna, los elementos trabajarán simplemente apoyados, reduciendo el refuerzo para momento flexionante negativo, pero incrementando en ocasiones el positivo en la misma conexión, por la inversión de la aplicación de las fuerzas sísmicas, sobre todo, si éstas son grandes, así como lo especifican las Normas Técnicas Complementarias para Diseño de Estructuras de Concreto del RCDF (Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, México). Conviene verificar su correcta aplicación, ya que en algunas conexiones se puede lograr la monolitización, por lo que tal factor puede no aplicarse (cuando la construcción recibe los embates de los vientos o se somete a

movimientos telúricos, se producen acciones horizontales; y por las interacciones del arriostramiento, se realizan los forjados monolíticos, para que posean la rigidez suficiente en su plano, a fin de contrarrestar estos efectos). En la figura 1.3, se observa una conexión simple, sometida sólo a cargas gravitacionales, este tipo de conexión sólo transmite fuerza cortante y momento. El uso de este tipo de conexiones en edificios sometidos a efectos sísmicos deberá acompañarse con sistemas de rigidez lateral que tomen la totalidad de efectos de cargas (CM+CV+CS).



a) Conexión para acciones de sismo



b) Conexión para acciones de sismo



c) Conexión para cargas verticales

Figura 1.3. Conexiones para acciones de sismo y para cargas verticales.

1.2.5 Vigas, columnas y losas

1.2.5.1 Vigas. Son elementos estructurales fundamentales en cualquier sistema de construcción.

El tipo, calidad y finalidad de la construcción, determinará medidas, materiales de la viga, y sobre todo, su capacidad de sostener y contener pesos y tensiones. Una viga puede soportar flexión, tensión y combinaciones de estas, según, cuál finalidad predomine, así será el concepto de viga para ingeniería y su arquitectura. Ver tipos de vigas en el anexo No.5.

1.2.5.2 Columnas. Una columna es una pieza estructural vertical, alargada, sirve, en general, para sostener verticalmente el peso de la estructura, aunque también puede tener fines decorativos. Generalmente, su sección es rectangular, circular. Particularmente pueden denominarse pilar, o pilastra si está adosada a un muro. La columna clásica está formada por tres elementos: base, pedestal o zapata con o sin ábaco.

1.2.5.2.1 Clasificación de las columnas en relación con otros componentes del edificio. Atendiendo a su disposición en relación con otros componentes de un edificio, pueden distinguirse los tipos de columnas siguientes:

1.2.5.2.1.1 Columna aislada o exenta. La que se encuentra separada de un muro o cualquier elemento vertical de la edificación.

1.2.5.2.1.2 Columna adosada. La que está yuxtapuesta a un muro u otro elemento de la edificación.

1.2.5.2.1.3 Columna embebida. La que aparenta estar parcialmente incrustada en el muro u otro cuerpo de la construcción.

1.2.5.2.2 Según el fuste, tomando el todo por la parte, se clasifican como sigue:

1.2.5.2.2.1 Columna lisa: no tiene ni estrías ni adornos.

1.2.5.2.2.2 Columna estriada o acanalada: su forma posee estrías o acanaladuras ornamentales en toda su longitud.

1.2.5.2.2.3 Columna fasciculada: conformada por una serie de delgados fustes, similares, agrupados a modo de haz.

1.2.5.2.2.4 Columna agrupada: varios fustes con una base y capitel comunes (típica del Gótico).

1.2.5.2.2.5 Columna salomónica: fuste torsionado en forma de espiral (típica del arte Barroco).

1.2.5.3 Losas planas. Las hay perimetralmente apoyadas y planas. Las losas apoyadas perimetralmente están apoyadas sobre vigas o muros en sus cuatro lados o sólo dos, y que por tanto trabajan en dos direcciones o una dirección. Las losas planas, son aquellas que se apoyan directamente sobre las columnas, sin existir ninguna trabe entre columna y columna. Este sistema estructural antiguo fue ampliamente utilizado, sobre todo, después del esquema de la famosa Casa Domino de Le Corbusier. Pero, sus principales desventajas, es el enorme punzonamiento o efecto de cortante que se produce en el apoyo entre columna y losa, y la relativa independencia de las columnas, que al no formar un marco rígido se pandean y flexionan a diferentes ritmos cada una. Al momento de construir, se tiene que tomar la decisión de los tipos y materiales que conformarán el techo o entrepiso de una edificación en proceso. Modernamente hay tecnologías para losas que superan varios problemas estructurales convencionales y prefabricados.

1.2.5.3.1 Losa de concreto armado plana rígida. Separa un piso de otro, construidos monolíticamente y que tiene dos funciones, arquitectónica y estructural, ya que debe ser capaz de sostener cargas de servicio y su funcionamiento, como el mobiliario, las personas y el propio peso con sus acabados, además de formar un diafragma rígido para proteger de movimientos sísmicos. Actualmente, las losas convencionales siguen siendo las más comunes construidas en viviendas unifamiliares, multifamiliares y comercios, con luces pequeñas (menor que 4m). Desventaja económica: el uso excesivo de madera, moldes o planchas metálicas, así una vez armados los tendales y las tablas colocadas, no se pueden trabajar, bajo la losa, libremente, durante los 20 a 28 días siguientes.

1.2.6 Materiales y sus calidades

1.2.6.1 Cementos comerciales ASTM C 150 cemento Pórtland, cemento de alto horno (cemento siderúrgico), cemento para obras hidráulicas, cemento aluminoso, cemento blanco, cementos férricos, cemento férricos puzolánicos. Entre la variedad de cemento que hay, sus características se basan en su composición, principalmente silicato tricálcico, (SC_3) o alita y silicato bicálcico, (SC_2) en 75% a 80%, ferrito aluminato tricálcico (FaC_4), aluminato tricálcico (AC_3), que se encuentran formando entre el 25% a 20%. Cada componente tiene su repercusión en el desempeño del cemento respecto a velocidad de hidratación, calor de hidratación, estabilidad de volumen, estabilidad química frente a agentes agresivos.

1.2.6.1.1 Uso de cemento en prefabricados estructurales. Algunas condiciones que el mismo proceso de fabricación y destino del producto impone, son las siguientes:

1. Al tratarse de una fabricación en serie, y con la intención de que el material no repose demasiado tiempo en los moldes, que deben seguir siendo utilizados, la resistencia del cemento los 7 días indicará 420 kg/cm².
 2. En las viguetas prefabricadas pretensadas con cables de acero, se exige una lechada de cemento (grout) para proteger el metal.
 3. El cemento no puede producir grandes efectos de retracción y fisuración en su volumen, al utilizar cemento rico en Silicato tricálcico o alita (SC₃), debido al alto calor de hidratación, rapidez de hidratación; alta resistencia inicial, para no retardar en exceso el desmolde; gran protección de las armaduras. En prefabricados, se usan cementos ricos en Silicato tricálcico o alita (SC₃). Para elementos pretensados hormigonados en tiempos fríos usar cemento portland con escoria o humo de sílice (CEM II) o cemento portland CEM I. El cemento incide en su estabilidad directamente, además de la seguridad y durabilidad del prefabricado consolidado. Debido a su importancia, para controlar la calidad de estos cementos, existen ensayos según la resistencia a compresión ASTM C 109, tiempo de fraguado y expansión por agujas de Le Chatelier ASTM C 191.
- 1.2.6.2 Áridos. Según el elemento a conformar varía el tamaño máximo nominal, en su geometría, pureza, granulometría, resistencia al desgaste, capacidad de reaccionar con otros elementos, etc. Se pueden usar todo tipo de áridos, arenas y gravas naturales machacadas o escorias siderúrgicas, etc, siempre que estén sancionadas por la práctica y su elección deriven de un estudio previo realizado en laboratorio. Generalmente, para la conformación de elementos prefabricados pequeños (1m a 2m) se utilizan áridos o arenas que pasan por un tamiz de 4.00 mm.

- 1.2.6.2.1 Según el tamaño de los granos, en los áridos habrán los diámetros siguientes:
- arenas gruesas, las que pasan por un tamiz de 5 mm y quedan retenidos en el de 2 mm
 - arenas medias, las que pasan por un tamiz de 2 mm y quedan retenidos en el de 0.5 mm
 - arenas finas, las que pasan por un tamiz de 0,5 mm y quedan retenidos en el de 0.3 mm
- 1.2.6.2.2 Según su procedencia, los áridos se clasifican en: arena de mina, sucia y de grano anguloso, arena de río, granos redondeados que cuando están lavados y limpios, son un poco mayores. Arena de playa, habrá que lavarla con agua dulce y arena artificial, procedente de machaqueo, con granos angulosos, rugosos superficialmente y sucios.
- 1.2.6.3 Agua. No debe poseer sustancias que dañen o modifiquen de forma negativa las características de la mezcla, se pueden emplear todas las aguas sancionadas por la práctica. Para los componentes del agua, se controla: sustancias disueltas, sulfatos, SO_3 , y Ión Cloruro ASTM C 33.
- 1.2.6.4 Fibrocemento. Es un material constituido por una mezcla de cemento Portland y fibras, empleado en la fabricación de placas ligeras y rígidas, ampliamente utilizadas en construcción. Las placas de fibrocemento son impermeables y fáciles de cortar y de perforar. Se utilizan principalmente como material de acabado de cubiertas y para el recubrimiento de paramentos exteriores que deban protegerse de la lluvia, tuberías,

bajantes, etc. Es un material que se utiliza en la construcción de almacenes, cobertizos, naves industriales e instalaciones provisionales.

1.2.6.5 Hormigón estructural prefabricado. La técnica constructiva del hormigón estructural prefabricado consiste en la utilización de hormigón reforzado con barras o mallas de acero, armaduras. También, es posible armarlo con fibras, tales como fibras plásticas, fibra de vidrio, fibras de acero o combinaciones de barras de acero con fibras dependiendo de los requerimientos a los que estará sometido. El hormigón estructural prefabricado es de amplio uso en la construcción, se utiliza en edificios de todo tipo, caminos, puentes, presas, túneles y obras industriales.

1.2.6.5.1 Buena mezcla de hormigón. Esta determinará las propiedades del cemento, áridos y agua que deban ser amasados entre ellos para obtener una mezcla fresca, homogénea, que presente las siguientes características: trabajabilidad adecuada en estado fluido, resistencia deseada una vez finalizado el fenómeno de fraguado.

1.2.7 Especificaciones técnicas para construcción y procesos constructivos.

En la producción de prefabricados de concreto, es insuficiente tener las mejores máquinas, los mejores operarios, las mejores instalaciones físicas sin que haya control durante cada paso del proceso de producción, dosificación, gradación, materia prima, etc. En cada ciudad las condiciones climáticas son diferentes, también los agregados, el cemento y el agua. Si un elemento estructural sólo, interesa su resistencia y apariencia, el fabricante realiza frecuentes ensayos basados en los procedimientos descritos por ejemplo en las Normas ASTM, ASTM C 150, ASTM C 109, ASTM C 33, ASTM C 330, ver anexo No. 6.

1.2.8 Costos directos en la fabricación de los prefabricados estructurales (CDF). De cada elemento estructural prefabricado, el 64 % pertenece a los costos indirectos de fabricación (CIF). Del 64%, el 56% pertenece al costo de la materia prima y de ésta el orden de importancia por costo lo tendría el cemento, luego el agregado fino, seguiría el agregado grueso y por último el agua. Por lo tanto, una de las claves para lograr un precio competitivo sin afectar la resistencia es buscar la combinación perfecta o "acertada dosificación" entre estos materiales.

1.2.9 Procesos para construir edificios de hasta cuatro niveles con prefabricados estructurales.

Para valorar cada proceso de fabricación en tiempo, costo y demás recursos, es necesario conocer las posibilidades existentes en el medio, un plan de obra y los requisitos de construcción necesarios en cada caso.

1.2.9.1 Cuatro grandes bloques de la construcción industrializada. Construcción ligera, construcción con hormigón, construcción modular y otras tendencias minoritarias, esto es: construcción ligera: paneles estructurales, estructura ligera.

Hormigón: método tilt – up, encofrado vertical, encofrados especiales, prefabricado.

Construcción modular: acero galvanizado, hormigón, mixta.

Otros materiales: madera, containers.

1.2.10 Criterios de ejecución para construir un edificio de hasta cuatro niveles usando prefabricados estructurales. Para la construcción de un edificio multifamiliar de hasta cuatro niveles a base de elementos prefabricados estructurales se sugiere el siguiente orden constructivo:

1.2.10.1 Cimentaciones, usar materiales duraderos, resistentes a la acción del agua y sus posibles mecanismos de ataque químico. La resistencia a la compresión de las cimentaciones ($q_{última}$), necesariamente debe dar lugar a resistir la suma de las cargas de la estructura, incluyendo los pesos propios, cargas muertas y sobrecargas. Sin embargo, es recomendable construir un piso bajo para alejar a los habitantes de las humedades y variaciones de temperatura del suelo. Las paredes de los edificios también deben tener suficiente resistencia a la compresión para soportar las cargas verticales. Proteger a los habitantes, del viento y de la lluvia y aislar en lo posible de la temperatura exterior.

1.2.10.2 Forjados de los edificios sobre el nivel del suelo, deben soportar las cargas de los niveles superiores. La prefabricación con hormigón se puede usar, en general, para toda clase de elementos estructurales para viviendas. El hormigón en masa colocado in situ o prefabricado, para los elementos principales que tienen propiedades estructurales, es necesario reforzarlos con armaduras de acero. Se pueden usar bloques de hormigón para construir paredes, portantes o de separación, en estos casos usar un mortero de unión para los bloques. En casos excepcionales añadir armadura de refuerzo para muros de grandes dimensiones. El uso de sistemas mixtos con elementos locales y otros industrializados, desarrollados en otros lugares, puede ser mejor solución local. Tener en cuenta que la prefabricación basada en el uso de hormigón, da ventajas edificar vivienda mínima, por rapidez de montaje y normalmente se puede obtener buena calidad.

1.2.10.3 Construcción de viviendas de interés social. Los sistemas usados son sencillos pero no simples. En edificios con planta rectangulares, se utilizan elementos prefabricados de hormigón ya que industrialmente hay regularidad y repetición de elementos en su

estructuración, lo que hace más sencilla su producción y lleva a soluciones más económicas. Hay soluciones técnicas y sistemas que pueden ser desarrollados con una industrialización de elementos de hormigón prefabricado, sin embargo, todos ellos se pueden agrupar en un número reducido del sistema cuyo diseño son similares, un sistema estructural con elementos estructurales verticales y horizontales, conectados de forma que sean capaces de resistir las cargas verticales y horizontales normativas y que sean muy estables¹⁵. Dependiendo del tipo de los elementos sustentantes que constituyan el sistema estructural se puede distinguir sistemas construidos con: elementos lineales, vigas y pilares, elementos superficiales, paredes, paneles, combinación de elementos lineales y superficiales, sistemas espaciales, celdas monolíticas. Algunos ejemplos de sistemas prefabricados de hormigón, utilizados para viviendas de interés social, son los siguientes:

- 1.2.10.3.1 Sistema de paneles integrales prefabricados en obra. (Covintec¹⁶). Es más común las vigas prefabricadas para cimentación, sobre ellas se apoyan por ejemplo, paneles portantes exteriores e interiores, armados con malla de acero. Los exteriores, aligerados con poliestireno expandido en placas desde 2 cm de espesor. Todos los paneles son de 12 centímetros de espesor e incluyen los huecos para ventanas y puertas. También incluyen los huecos para la posterior instalación de agua. Se

¹⁵ Ver Norma Técnica por sismo, ACI, PCI, y RDF.

¹⁶ Para edificios mayores que dos niveles los diseños propios garantizarán estabilidad, seguridad, duración a largo plazo, resistencia al impacto y antisísmico, buen desempeño y responder ante cualquier inclemencia del tiempo.

pueden utilizar forjados de distintos tipos, desde prelosas pretensadas prefabricadas hasta losas alveolares. Las juntas entre paneles y cimentaciones, se rellenan de mortero durante el proceso de montaje. Las juntas entre paneles, se refuerzan con alambres de acero para dar continuidad estructural al conjunto. Las dimensiones de los paneles son de 4 metros de longitud, 3.50 metros de ancho y 12 centímetros de espesor para no superar los 3.000 kg de peso, aplicables a edificios de hasta cuatro niveles para todos los casos.

Las figuras 1.4 y 1.5 esquematizan los paneles dispuestos en la distribución arquitectónica y la forma de conectarlos.

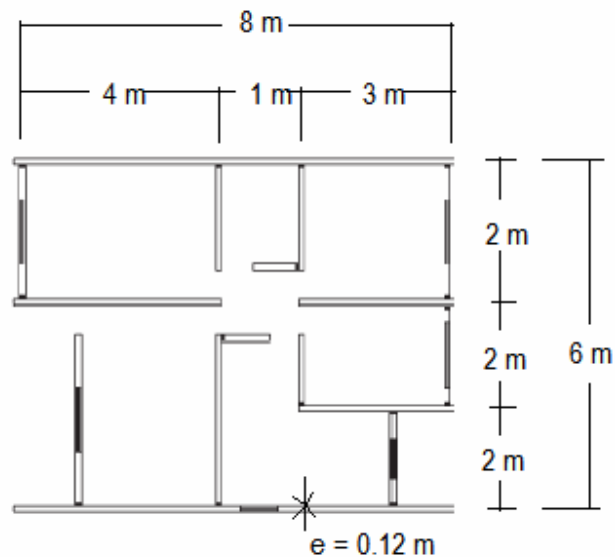


Figura 1.4. Disposición típica de paneles portantes.

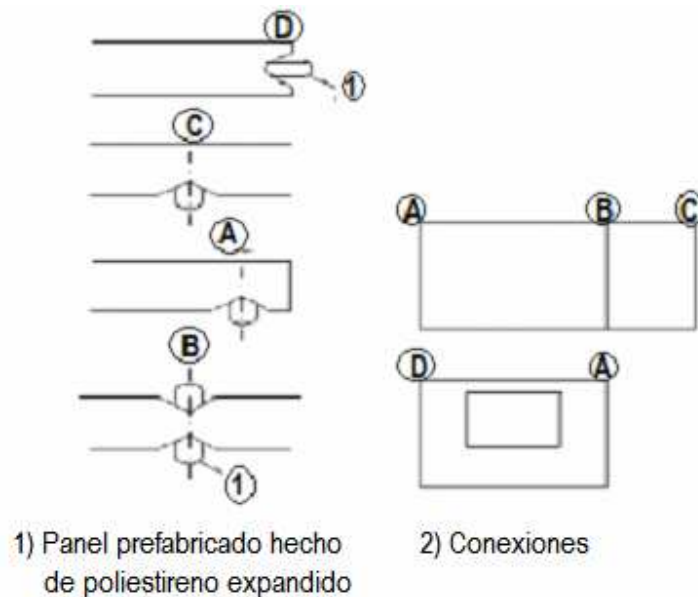


Figura 1.5. Sistema de paneles portantes. Esquemas. A-Detalle de conexión lateral de borde, B-Detalle de conexión por dos caras, C-Detalle de conexión lateral, D-Detalle de conexión frontal, 1-Panel prefabricado, 2-Armadura de conexión.

1.2.10.3.2 Sistema de paneles ligeros. Comprende paneles prefabricados exteriores e interiores, hechos con hormigón y fibras de polipropileno. Los paneles son extremadamente delgados (43 mm) y por ello se ensanchan en los bordes. También, se añaden pilares prefabricados de hormigón, en las esquinas y en las uniones en T. Los pilares, de sección cuadrada de 10 centímetros de lado, se montan en huecos preparados en la cimentación de 30 centímetros de profundidad, que luego se rellenan con grava. Los paneles prefabricados son de 2.70 metros de altura, 1.11 metros de ancho y 3 centímetros de espesor. El ancho del panel se adapta para

dejar los huecos de las puertas. Su espesor es para que puedan ser montados a mano y suficientemente robustos para permitir seguridad de entrada de posibles robos. Una casa unifamiliar se puede montar con seis trabajadores, en tres días. Ver figuras 1.6, 1.7 y 1.8.

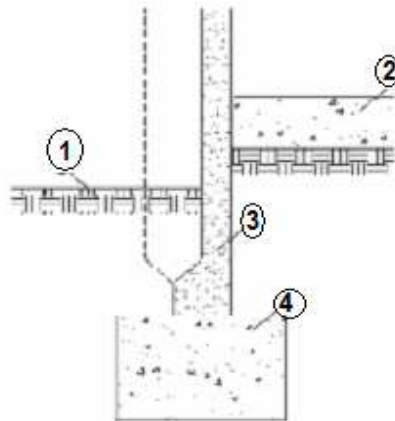


Figura 1.6. Cimentación en paneles ligeros. Detalles. 1-Terreno, 2-Solera de hormigón, 3-Panel prefabrica

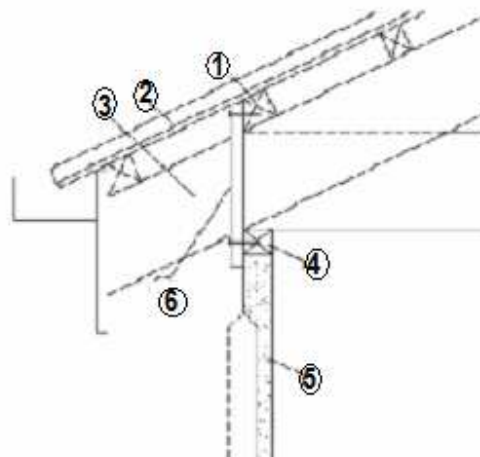


Figura 1.7. Techo en paneles ligeros. Detalles.1-Vigas secundarias de madera, 2-Cubrición,3-Vigas principales de madera, 4-Viga de conexión superior, de madera, 5-Panel prefabricado de hormigón, 6-Placa de cierre de fibrocemento.

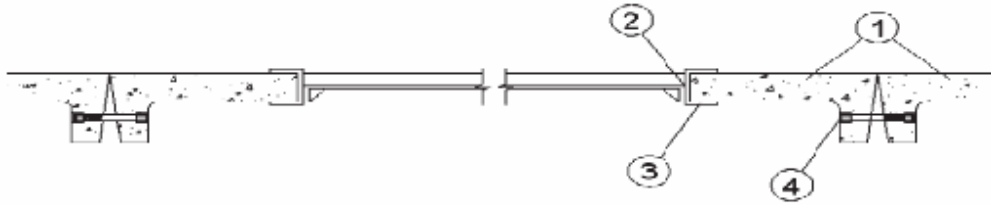


Figura 1.8. Acople con paneles ligeros. Detalles. 1-Panel prefabricado de hormigón, 2-Soldadura puntual, 3-Marco de ventana Estándar, 4-Conectores con tornillos.

1.2.10.3.3 Sistema con elementos lineales prefabricados. Se usan en paredes estructurales, vigas, columnas forjadas en planta industrial. Las paredes hechas con materiales variados, en obra, se ensamblan ahí y luego se unen estructuralmente mediante conexiones, con hormigón y barras de acero. Las dimensiones utilizadas en los elementos son de 32 centímetros de espesor, 45 centímetros de ancho y 4.50 metros de longitud. Para construir viviendas en altura hasta cinco pisos. Las figuras 1.9 y 1.10 esquematizan la unión entre los elementos.

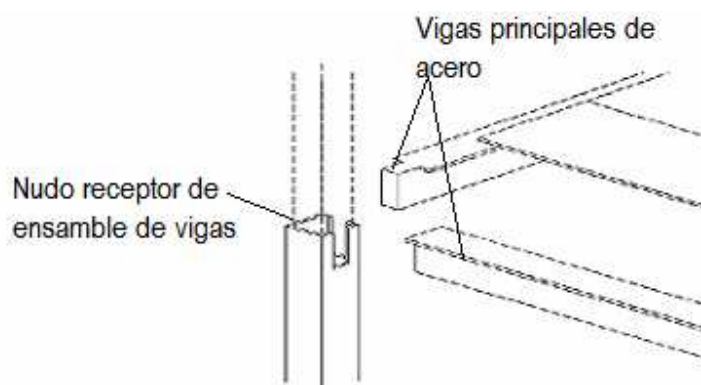


Figura 1.9. Ensamblaje de elementos lineales de acero. Esquema general. Pilar con armaduras salientes, vigas con ala superior para apoyo de losa.

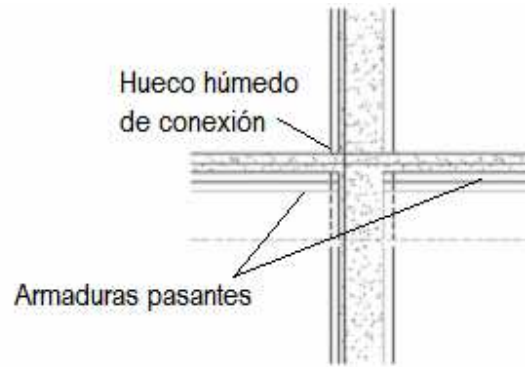


Figura 1.10. Unión de elementos lineales. Detalle del nudo de conexión húmedo¹⁷ con armaduras pasantes a través del hueco del pilar y la capa de compresión encima de las losas de forjado.

1.2.10.3.4 Sistema mixto con paneles prefabricados que después de ensamblado se convierten en paredes. Si se colocan manualmente, se introduce la parte inferior de los paneles en un hueco continuo tipo cáliz de la cimentación fundida en obra. La parte superior del panel se sujeta a una viga de coronación. Esta viga de coronación se puede realizar con hormigón armado, metálica o de madera. La solución con viga de madera es la más utilizada. Los paneles se construyen como módulos y pueden ser fácilmente adaptados para cualquier cambio arquitectónico. De la misma forma, se puede adaptar a distintas necesidades de huecos para puertas y ventanas. Las figuras 1.11, 1.12 y 1.13 indican el sistema y las conexiones previstas.

¹⁷ Conexión hecha con hormigón.

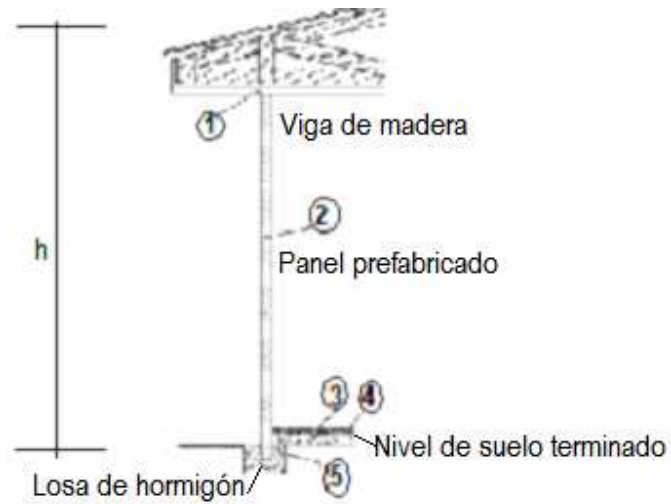


Figura 1.11. Construcción mixta. 1- Viga de madera de coronación, 2-Panel prefabricado de hormigón, 3-Losa de hormigón "in situ", 4-Nivel de suelo terminado, 5-Cimentación in situ.

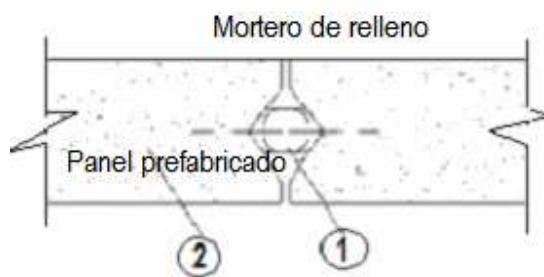


Figura 1.12. Construcción mixta. Detalle de conexión húmeda frontal. 1- Mortero de relleno, 2-Panel prefabricado de hormigón.

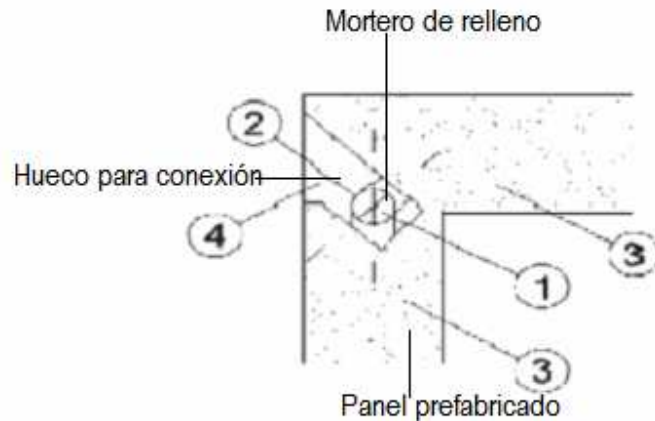


Figura 1.13. Esquina construcción mixta. Detalle de conexión húmeda de esquina. 1- Mortero de relleno, 2-Armaduras salientes de los paneles, 3-Panel prefabricado de hormigón, 4- Hueco para la conexión.

1.2.11 Costos de los prefabricados. Siempre es un monto de los más importantes para la toma de decisiones para planificación de productos y procesos de producción, la dirección y control. Lo constituye todo gasto que llega a ser reembolsable, a diferencia de los gastos propiamente, en la producción no son reembolsables.

1.2.11.1 Constituyentes del costo. Por ejemplo, del tipo operativo, pago de sueldos al personal de producción, compra de materiales, fabricación de los productos, venta de los servicios, préstamo de los servicios, obtención de fondos para financiamiento, administración de la empresa, etc. Se toman en cuenta los desembolsos, amortizaciones e inversión. El costo influye en el resultado de la obra y en la empresa. El desembolso forma parte de los

manejos o movimientos financieros en concepto de ingresos y egresos. Para costos de construcción en edificios de cuatro plantas ver anexo No.7.

1.2.11.1.1 Estructura de los costos. En la industria de la construcción los costos se dividen y subdividen según la tabla 1.4:

Tabla 1.4. Estructuración de costos en la construcción

Costos variables	Costos fijos			
Mano de obra directa	De producción	Costo de venta total	Margen de utilidad	Precio de venta
Insumos directos	De comercialización			
Costos variables directos	De administración Financieros			

1.2.11.2 Costos directos de los edificios de cuatro plantas. Es el total de costos del proyecto de construcción en el caso de edificios nuevos, o mejoras en un proyecto de obra de esos edificios. Por ejemplo, es atribuible al contratista por concepto de mano de obra, materiales y equipo a instalarse en el proyecto, costos relacionados con propiedad u operación de equipo pesado, y subcontratos de obras. Incluye, además, los costos indirectos de construcción por concepto de fianzas, seguros, oficinas y almacenes en el proyecto, utilidades en el proyecto, equipo y servicios de seguridad en el proyecto, instalaciones sanitarias, vehículos de motor asignados al proyecto, herramientas eléctricas, limpieza del proyecto, seguridad y control de tránsito, salarios de personal administrativo y técnico asignado al proyecto, costo indirecto de la compañía constructora, y ganancia y contingencia del contratista. No incluye costos por concepto

de gastos suntuosos o que puedan considerarse como de lujo, o bien, artículos, suministros o servicios cuyos precios cotizados sean mayores que los que normalmente se cotizan comercialmente en el momento de su adquisición o compra. Un producto sustituto, con menor costo e igualmente duradero, puede servir al mismo fin con igual resultado. Así mismo bienes inmuebles que puedan ser retirados de la obra sin menoscabo de esta.

1.2.11.3 Costos indirectos de los edificios de cuatro plantas. Los componentes de los costos indirectos de obra se dividen en dos: costos indirectos fijos y costos indirectos variables.

1.2.11.3.1 Los costos indirectos fijos. Estos son superficie ocupada, repercusión en los impuestos, valor de piezas de refacción, costos de demoras, costos del tiempo ocioso, cambios en el ritmo de producción.

1.2.11.3.2 Los costos indirectos variables son: gerencia, gastos de viaje en investigación, costos de relevos, adiestramiento, capacitación o entrenamiento del personal, tiempo extra requerido para compensar pérdidas o atrasos de producción, volumen de trabajo en curso, cargos a la operación después de depreciación total, maniobras de obras rechazadas o equipos devueltos. El factor de sobre costo se define como: “el factor por el cual deberá multiplicarse el costo directo para obtener el precio de venta”

1.2.11.4 Costos totales. Son todos los costos en los que se incurre en un proceso de producción o actividad. Se calcula la suma de los costos fijos más los costos variables:

$$CT = CF + CV \quad \text{(Ecuación 1.1)}$$

Ante la necesidad de obtener el costo de un proyecto, se hace necesario tener una

metodología para valorar el proyecto, determinar los parámetros más representativos, buscar la mayor eficiencia posible y proseguir con las etapas previas a su ejecución por ejemplo con la curva costo-tiempo. Si la estructura es la tradicional de concreto reforzado colada en el sitio, valorar eficiencia y competitividad respecto al sistema de estructura prefabricada, hasta obra gris.

1.3 Conclusiones.

- 1 El déficit habitacional resulta del crecimiento poblacional, impacto destructivo de fenómenos naturales, bajos ingresos salariales, y carencia de empleos y proyectos habitacionales destinados a vivienda de interés social en altura, desarrollados por las instituciones estatales, para beneficiar a familias que no han podido acceder a la oferta de vivienda con las empresas privadas.

- 2 La construcción masiva de viviendas de interés social en altura, a corto y mediano plazo, para la población con menores ingresos por salario, es posible, al propiciar mejores condiciones que hagan posible y más accesible la adquisición de un lugar digno dónde vivir las familias Salvadoreñas.

1.4 Recomendaciones.

- 1 Actualizar y mejorar las políticas nacionales de vivienda, en viabilidad económica y sus alcances más convenientes para la población salvadoreña de bajos ingresos salariales, para beneficiarlos con vivienda digna, de acuerdo con sus condiciones reales de pago.

- 2 Evaluar el uso de tecnologías modernas de construcción con prefabricados en vivienda de interés social en altura, por ejemplo el método tilt up, sistema metálico, containers y sistema modular, esto en instituciones gubernamentales, no gubernamentales y empresa privada, en beneficio de las familias con ingresos de dos salarios mínimos.

1.5 Bibliografía.

- Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos. Revista N° 161, ingeniería y arquitectura. Marzo de 2009, página 33.
- Capote Abreu, Jorge A. 1985. Tecnología de la Prefabricación en la Construcción. Segunda edición. Andalucía, España.
- Constitución Política de la República de El Salvador. Vigente desde el dieciséis de Diciembre de 1983. Capítulo III, página 26.
- Fondo Social para la Vivienda. Primer Foro para la promoción del financiamiento de Vivienda de Interés Social, página doce. El Salvador treinta de Junio de 2008.
- PNUD "*Informe sobre desarrollo humano. El Salvador 2001*", Sobre la Base de la Encuesta de Hogares y Propósitos Múltiples de la DIGESTYC. 1992 a 2001.
- Primer Simposio de Edificios y Sistemas de Piso Prefabricados estructurales.2006. Querétaro, 1 y 2 de Septiembre, México.
- Strogj, E. Sigalov.1962. Reinforced Concrete, foreign languages publish house, Moscow.
- Walker, H. Carl.1981. SPCI, Manual on Design Connections for Precast Prestressed Concrete. Tercera edición. Mc Millan, United States of America.

CAPITULO II

USO DE LA TECNOLOGIA DE LOS

PREFABRICADOS ESTRUCTURALES EN EL

CASO DE UN EDIFICIO DE CUATRO NIVELES.

CASO DE APLICACION, CALCULANDO

COSTOS DIRECTOS

INTRODUCCION

El capítulo dos expone a través del cálculo, el costeo directo de un edificio tipo existente multifamiliar, de cuatro plantas con cuatro apartamentos por nivel, siendo el mismo módulo para los dieciséis en total por edificio, esto, cuando se utilizan grandes paneles prefabricados estructurales (sistema innovado) y se compara con el sistema convencional o tradicional, usando bloque hueco con acero de refuerzo construido in situ. Así, se costea para un caso de estudio, siguiendo todas y cada una de las actividades del proceso constructivo correspondiente a seguir, el cual aplicadamente se explica. Los cálculos se hacen siguiendo el desglose de actividades con sus volúmenes de obra y asignación de todos sus recursos. Se hace el cálculo del volumen de obra que se tendrá durante el proceso constructivo, precios de materiales cotizados a precio de mercado y precio de mano de obra, aplicando especificaciones técnicas que deben cumplir las edificaciones prefabricadas estructurales y las convencionales hechas in situ, conducente a la modulación de los elementos estructurales. La programación de obra, elaboración de costos unitarios y estimación de los costos directos totales de ambos sistemas constructivos. Para la obra con sus actividades, se usó el programa de Microsoft Office Project 2003 y para la elaboración del presupuesto se usó hoja electrónica en programa Excel 2003 de Microsoft Office. Con toda esta información en la hoja resumen del cálculo de costos directos totales para cada sistema constructivo en particular por partida y subpartidas, se obtienen costos directos totales de cada proyecto. Así mismo, se hace referencia a ventajas de los prefabricados estructurales de grandes paneles de concreto y acero respecto al convencional in situ, en la construcción de vivienda de interés social en altura.

Capítulo II: Uso de la tecnología de los prefabricados estructurales en el caso de un edificio de cuatro niveles. Caso de aplicación, calculando costos directos.

Consideraciones del contexto: En edificios multifamiliares de hasta cuatro niveles, usando dos tecnologías distintas, uno de construcción convencional de concreto reforzado producido in situ y otro aplicando la tecnología de los prefabricados estructurales, hechos en planta industrial, construidos en el área metropolitana de San Salvador. Se compararan a través de un análisis económico, para determinar cuál es el que beneficiará a la población con menores ingresos por salario respecto a coadyuvar a solucionar el déficit de vivienda a través de una vivienda de interés social, se evalúan procesos constructivos, costos de construcción y la calidad, cuestionable, de las obras destinadas a personas con ingresos salariales mínimos. Estas razones motivan a generar soluciones con la utilización de estructuras prefabricadas en edificación de vivienda de interés social por sus ventajas constructivas, duración y costo final.

2.0 Aplicación de la tecnología de los prefabricados estructurales. Caso de estudio.

2.0.1 Condiciones existentes.

Terreno. Un predio con área 413,151 m², ubicado entre el kilómetro 4 y 5 del Boulevard del Ejército Nacional, cerca de la fábrica RESORTESA, donde actualmente se encuentran alojadas comunidades que han construido sus viviendas con cualquier tipo de materiales tales como: cartón, bambú, madera, plástico etc., para solucionar su problema de techo de resguardo y permanecer ahí, donde actualmente ya se hizo un nuevo asentamiento poblacional que pertinentemente requiere de un proyecto de edificios de vivienda alta, de cuatro

niveles, en respuesta a una solución habitacional viable. Ver figuras 2.1, 2.2 y 2.3.



Figura 2.1. Bulevar del Ejercito Nacional.



Figura 2.2. Terreno a urbanizar.

2.0.1.0 Descripción del proyecto.

El número de viviendas por piso será de cuatro, haciendo un total de dieciséis viviendas por edificio, con una área de construcción de 48 metros cuadrados cada vivienda para un máximo de 5 personas, es decir 9.6 metros cuadrados por habitante, por unidad habitacional siendo la forma del edificio rectangular. Ver figura 2.3.



Figura 2.3. Imagen satelital de terreno propuesto.

2.0.1.1 Descripción del edificio sistema prefabricado.

El sistema estructural a utilizar en el caso del edificio es a base de prefabricados estructurales, de grandes paneles hechos de hormigón armado; este es un sistema industrializado de prefabricación en concreto. Está basado en la fundición de paneles o placas y muros con acabado liso natural fabricados en una planta industrial fuera del proyecto. Posteriormente serán trasladados y colocados al sitio de destino final. Se utilizará una grúa y unidos a través de conectores, las divisiones interiores se hacen de tabla roca, las losas de entepiso serán prefabricadas en su totalidad, el techo será de lámina y las escaleras de acceso serán metálicas, el sistema estructural a emplear para el edificio de construcción convencional in situ se hará de marcos de concreto reforzado. Las paredes perimetrales de cada apartamento, paredes interiores y

baños son de bloque hueco tipo Saltex, las losas de entrepiso unidireccionales Copresa, el techo será losa densa impermeabilizada y las escaleras de acceso a cada nivel del edificio consiste en una torre de concreto estructural independiente de la torre del edificio.

2.0.2 Tipo de edificación y criterios de elección para su construcción con prefabricados estructurales.

Para seleccionar el tipo de edificio a construir de acuerdo con el material predominante y tipo de estructura se podrá hacer eligiendo entre las siguientes clases de la A a la I:

- Clase A. Construcciones con estructura soportante de acero. Entrepisos de perfiles de acero o losas de hormigón armado.
- Clase B. Edificaciones con estructura soportante de hormigón armado o con estructura mixta de acero con hormigón armado. Entrepiso de losas de hormigón armado.
- Clase C. Construcciones con muros soportantes de albañilería de ladrillo confinado entre pilares y cadenas de hormigón. Entrepisos de losas de hormigón armado o entramados de madera.
- Clase D. Construcciones con muros soportantes de albañilería de bloques o de piedra, confinados entre pilares y cadenas de hormigón armado. Entrepisos de losas de hormigón armado.
- Clase E. Construcciones con estructura soportante de madera, Paneles de madera, de fibrocemento, de yeso cartón o similares, incluidas las tabiquerías de madera. Entrepisos de madera.

Clase F. Construcciones de adobe, tierra cemento u otros materiales livianos aglomerados con cemento. Entrepisos de madera.

Clase G. Construcciones prefabricadas modulares ó con estructura metálica. Grandes paneles prefabricados de hormigón, yeso cartón o similares.

Clase H. Construcciones prefabricadas de madera. Paneles de madera, yeso cartón, fibrocemento o similares.

Clase I. Construcciones de placas o paneles de polietileno. Paneles de hormigón liviano, fibrocemento o paneles de poliestireno entre malla de acero para recibir mortero proyectado.

Los criterios de selección en el caso del edificio de construcción convencional in situ se aplican según el modelo que se construyó por primera vez en 1950 por el Instituto de Vivienda Urbana IVU, como una alternativa económica y estructural viable, que consistía en marcos de concreto reforzado y relleno de bloque de concreto, la forma más común de construir viviendas multifamiliares, clase D, en ese entonces.

2.0.2.1 Condiciones particulares para la construcción del edificio de cuatro niveles para vivienda de interés social (CEPR4).

Ver esquema general de un edificio para vivienda en altura y sus especificaciones en anexo 8 de este capítulo.

Torre del edificio. (Para ambos casos)

CEPR41. La terracería mayor, se hace antes de iniciar la construcción del edificio.

CEPR42. Excavación. Se adopta el criterio que indique el estudio de suelos respectivo, por ejemplo, para el edificio de construcción in situ, se requiere únicamente la

sustitución de una capa de 30 cm, bajo la superficie de las fundaciones y cuya sustitución se hará por una capa de suelo-cemento, en el caso del edificio a base de elementos prefabricados tendrá una losa de fundación de 30 cm de espesor donde irán anclados los paneles de concreto.

CEPR43. Un edificio construido in situ no supone el empleo de equipo sofisticado, ni la importación de recursos materiales y tecnológicos, todas las vigas y columnas de concreto serán vistas, las paredes perimetrales del apartamento y baños, serán con bloque de concreto, visto y sisado.

CEPR44. Todas las puertas serán de lámina de hierro, troqueladas, las ventanas de marco de aluminio natural y celosía de vidrio estándar, el piso será de ladrillo rojo estándar de 25 x 25 cm y todos los aparatos sanitarios serán tipo económico.

CEPR45. Un edificio construido in situ, todos los materiales a emplear desde el segundo hasta el cuarto nivel, serán acarreados a través de un capirucho, montado en una torre con un sistema de poleas y accionado por un motor eléctrico o de gasolina, la losa del techo será sellada, impermeabilizada y se instalará baldosa de barro en la cubierta.

CEPR46. Todas las aceras de acceso serán selladas e impermeabilizadas y todo el edificio será pintado con pintura de agua.

CEPR47. Todo el concreto estructural se contratará como un sub-producto y será colado con el auxilio del equipo de bombeo y vibración mecánica.

CEPR48. Las obras de fontanería, electricidad, fabricación e instalación de puertas, ventanas y pisos; serán sujeto de subcontratos.

CEPR49. Todas las paredes interiores de cada apartamento que se construyan con tabla roca, serán subcontratados como sub-productos terminados (fabricación e instalación).

Torre de la escalera (TE):

TE1. Toda la estructura de la torre, incluyendo los peldaños serán de concreto visto.

TE2. Los pasamanos y barandas de protección, serán de tubo de hierro negro con aplicación de dos manos de pintura anticorrosiva color negro.

TE3. La losa de techo será losa densa repellada e impermeabilizada en cubierta.

TE4. El volumen de obra del edificio en combinación con las tablas de rendimiento de mano de obra, se asignan los tiempos de ejecución de las actividades. Los elementos de apoyo serán el juego de planos constructivos del edificio.

El cálculo de volúmenes de materiales se realiza en base a volúmenes de obra establecidos en tablas de rendimiento de materiales. En función de los volúmenes de obra calculados para cada actividad se estiman los siguientes rubros: cálculo de tiempo y asignación de mano de obra, en este rubro pueden destacarse tres etapas principales:

Etapas A: Calificación de la mano de obra involucrada en la ejecución de cada actividad.

Etapas B: Cálculo del tiempo total unitario de cada especialidad de mano de obra, requerida para ejecutar la actividad en cuestión.

Etapas C: Asignación de mano de obra total y tiempo de ejecución en días para cada actividad.

TE5. El tiempo total de ejecución de cada proyecto está definido por la ruta crítica, el cual debe enmarcarse dentro de un tiempo real de ejecución del edificio. En el caso del edificio de construcción in situ, se ha previsto que el tiempo total de ejecución sea de 242 días calendario, u ocho meses con dos días equivalentes. En el caso del edificio a base de elementos prefabricados estructurales se ha previsto 138 días calendario de duración. Para la programación para ambos casos el programa Microsoft Office Project 2003 es un auxilio dando el diagrama de Gantt. El presupuesto se hace a través de un macro, desarrollado en Microsoft Office Excel 2003 para tal fin. Los programas de consumo de materiales, personal, financiero, etc.; se toma en función de la rapidez con que se quiere producir, es decir, surge directamente del programa de ejecución de la obra. El suministro de recursos estará basado en los programas de consumo de recursos, en función de la política que la empresa contratista practique en la contratación de proyectos, interna y externamente, esto, referente a los anticipos y cuotas de cancelación de avances de la obra otorgados al proyecto; asimismo, el programa de suministros está influenciado por la capacidad propia de la empresa, el acceso crediticio y el comportamiento del mercado. El monto de la producción total en ambos casos será la suma de los costos directos más los costos indirectos.

2.0.3 Pasos del proceso a seguir usando prefabricados estructurales.

Orden a seguir en el proceso constructivo con prefabricados estructurales:

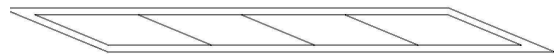
- Limpieza del terreno
- Trazo y nivelación
- Excavación
- Cimentación

- Drenajes
- Muros o paredes de carga
- Montaje de los elementos estructurales prefabricados
- Sellado de Juntas

Ver esquema de la figura 2.4

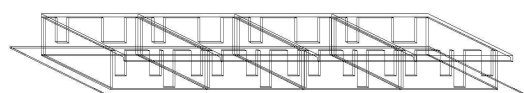
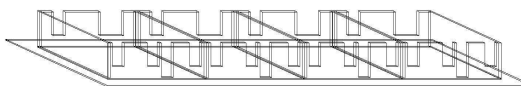
1. Trabajos de estudio de suelos, levantamientos topográficos, diseños, trabajos de terracería.

2. Colocación de plancha de concreto.



3. Instalación paredes de carga y fachadas moduladas y paredes traseras moduladas.

4. Colocación de losas de entrepiso prefabricadas.



5. Instalación paredes de carga y fachadas moduladas y paredes traseras moduladas.

6. Colocación de losas de entrepiso prefabricadas.

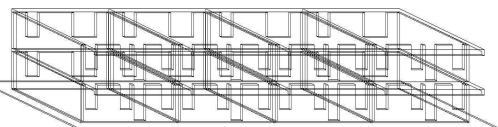
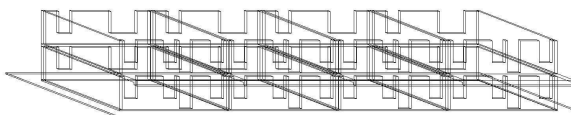


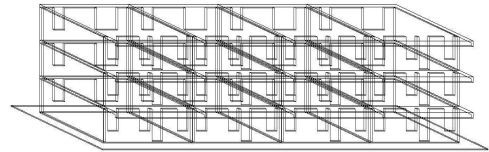
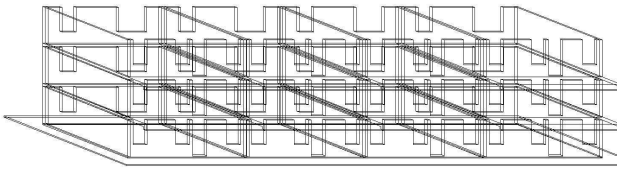
Figura 2.4. Pasos del proceso constructivo con prefabricados estructurales.

pasa...

... viene

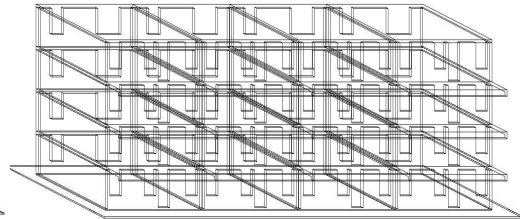
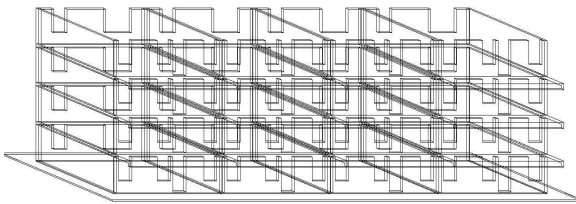
7. Instalación paredes de carga y fachadas moduladas.

8. Colocación de losas de entrepiso prefabricada.



9. Instalación paredes de carga y fachadas moduladas.

10. Colocación de losa prefabricada de coronamiento.



11. Colocación de muros frontales de protección y laterales.

11. Instalación de techo, puertas y ventanas

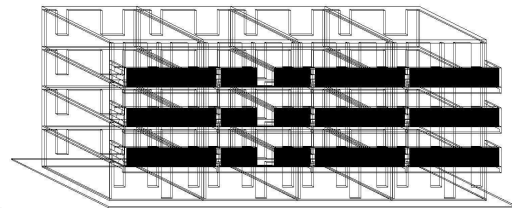
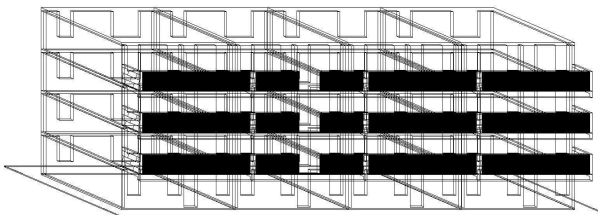


Figura 2.4. Pasos del proceso constructivo con prefabricados estructurales.

2.0.3.1 Modulación de elementos constructivos usando prefabricados estructurales.

En la construcción de un edificio de cuatro plantas a base de elementos prefabricados, se utilizan los siguientes elementos estructurales que se ensamblarán. Ver figuras de la 2.5 a la 2.13.

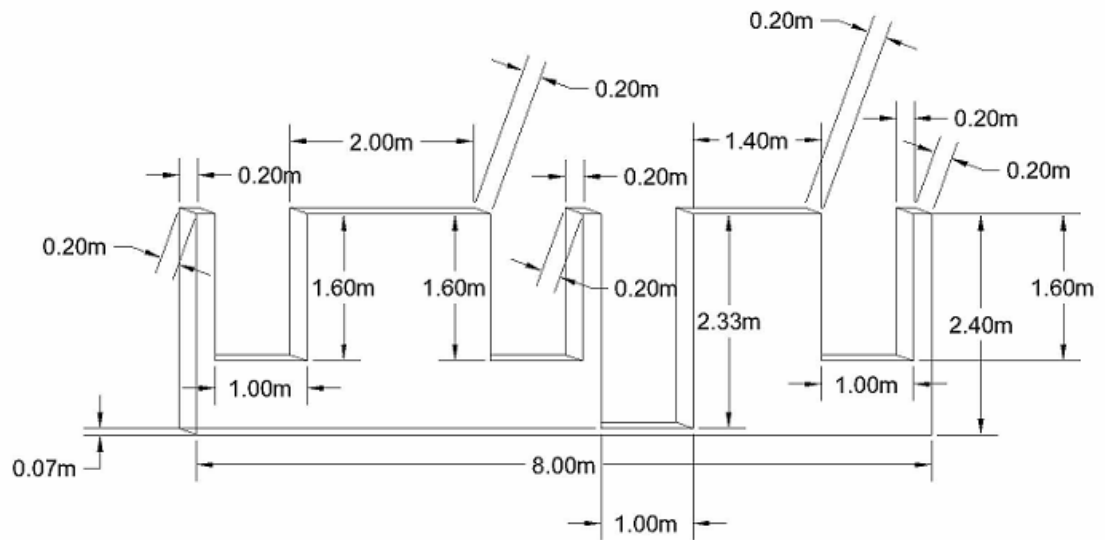


Figura 2.5. Fachada prefabricada

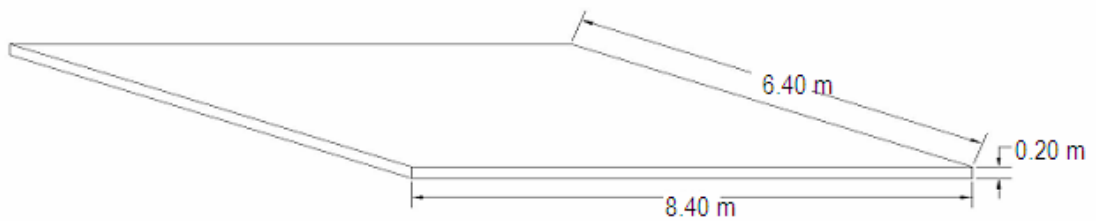


Figura 2.6. Losa de coronamiento

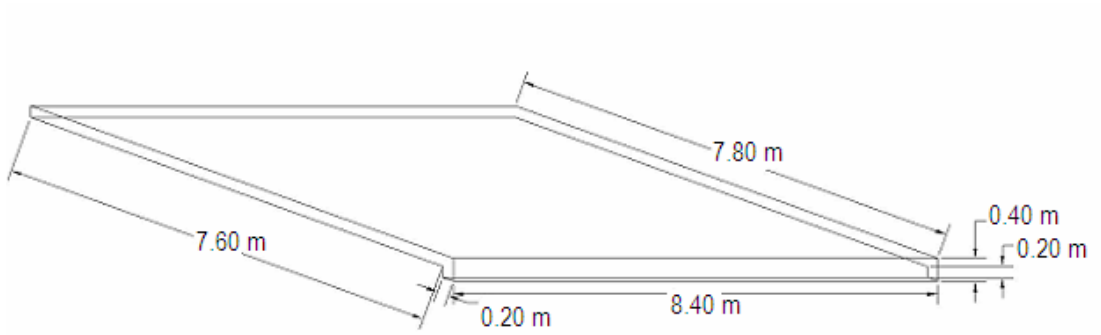


Figura 2.7. Losa de entepiso prefabricada

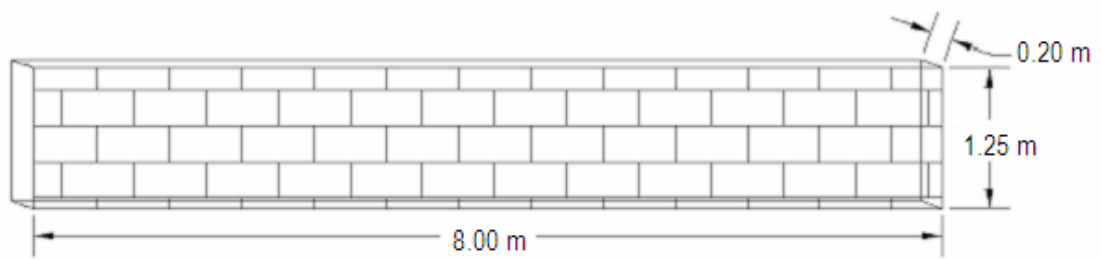


Figura 2.8. Muro frontal de protección prefabricado

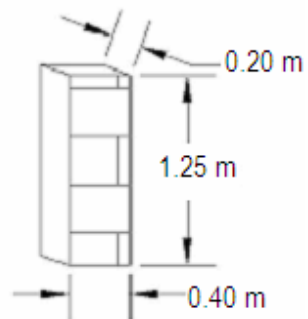


Figura 2.9. Muro frontal de anclaje de protección prefabricado

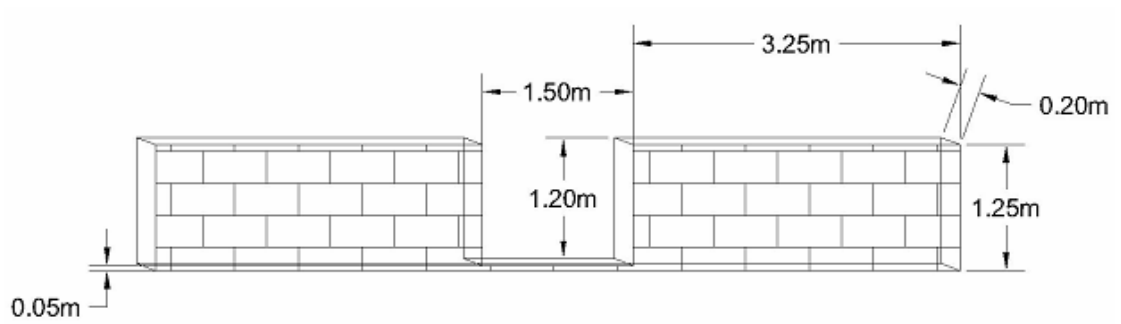


Figura 2.10. Muro frontal de protección prefabricado con acceso a los graderíos

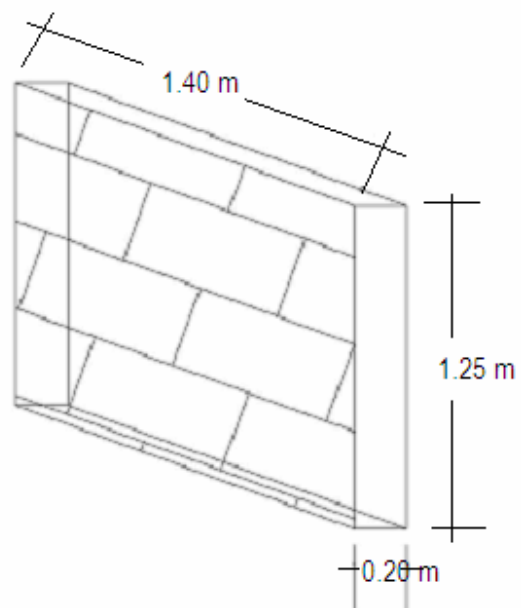


Figura 2.11. Muro lateral de protección prefabricado

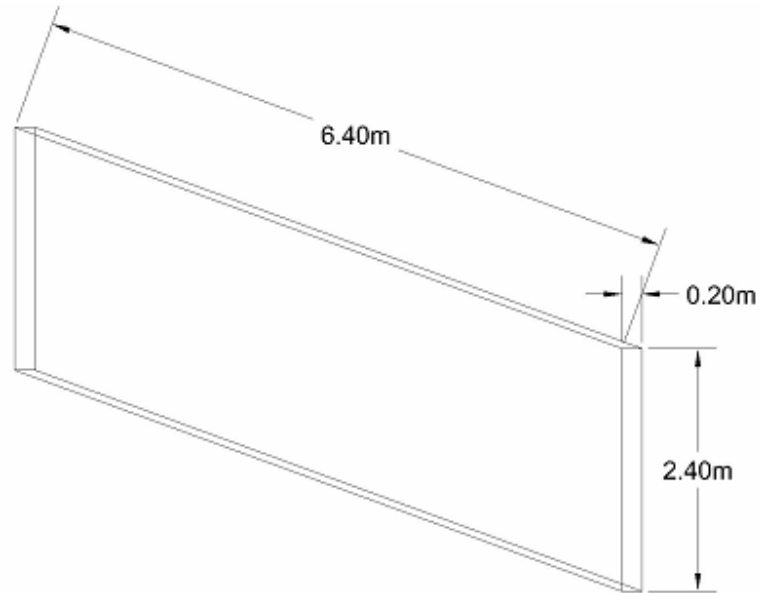


Figura 2.12. Pared de carga prefabricada

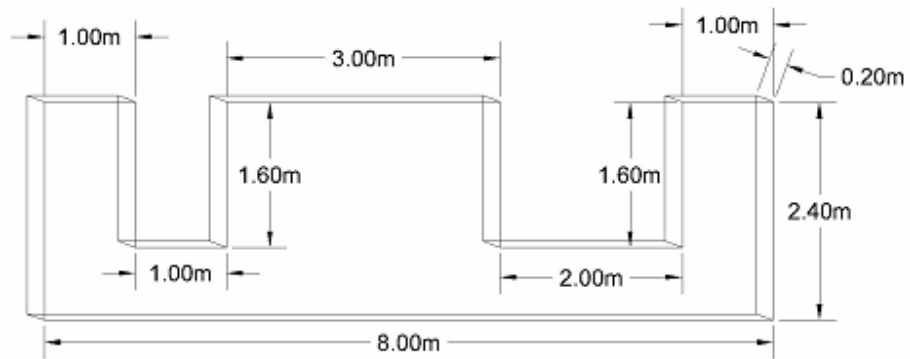


Figura 2.13. Pared trasera prefabricada

2.0.3.2 Programación de ejecución de obra, consumo de materiales, empleo de mano de obra y financiero para ambos casos.

Basado en los esquemas y detalles en el anexo 8 para un edificio habitacional de cuatro niveles se presenta la programación en Gantt en el anexo 9 y el cálculo del presupuesto en el anexo 10, comparando dos sistemas de construcción con prefabricados estructurales y de construcción convencional in situ, las fichas de costo o precios unitarios para ambos casos se encuentran en el 11 anexo de este capítulo.

2.1 Tecnología de construcción convencional

Los tipos de vivienda, en el país consideran el material predominante en la estructura, para los elementos portantes hechos, moldeados in situ, y bloque hueco con nervaduras de acero. En el Metro plan 2000¹⁸, se usa la nomenclatura: Hr-40, Hr-20, Hr-10 y Hr-05; indicando las características de los tipos de vivienda, esto es:

Hr-40: Ubicación ideal en zonas con una densidad de 400hab./Ha.,

Características mínimas o similares

De una o dos habitaciones,

Normalmente con un solo nivel, acabados ordinarios.

Hr-20: Ubicación ideal en zonas con una densidad de 200hab./Ha.,

Destinadas a la población de ingresos medio-bajo

De dos a cuatro habitaciones

Normalmente con un solo nivel

Hr-10: Ubicación ideal en zonas con una densidad de 100hab./Ha.,

¹⁸ Plan de Desarrollo del Area Metropolitana de San Salvador.

Destinadas a la población de ingresos medios y medio-alto

De tres a cuatro habitaciones

Normalmente con dos niveles

Hr-05: Ubicación ideal en zonas con una densidad de 50hab./Ha.,

Destinadas a la población de ingresos altos

De cuatro o más habitaciones

Normalmente con dos niveles y acabados lujosos

2.1.1. Construcción de vivienda de una planta aplicando tecnología de construcción convencional.

En la construcción in situ, de viviendas de una planta, a través de paredes de concreto armado, se han obtenido ventajas sobre otros sistemas de construcción convencional, a continuación se detalla su procedimiento.

2.1.1.1. Metodología. Trazo de inicio. Lo realiza una cuadrilla de topografía, que está formada por un topógrafo, un primer cadenero, un segundo cadenero y un ayudante, ellos con la ayuda de un teodolito y un nivel trazan todo un polígono de casas, punteando los esquineros de las mismas y luego colocan los tubos galvanizados $\text{Ø}1\frac{1}{2}$ " a la altura de 0.20 m del nivel de la terraza, sobre los cuales se premarcan los ejes de las viviendas, estos se hacen coincidir con los puntos topográficos y por último se fijan los tubos a estacas de madera previamente clavadas al suelo. Ver figura 2.14.



Figura 2.14. Obras preliminares

2.1.1.2 Excavación. Para la fundación de las viviendas, el suelo debe tener un grado de compactación de 90 % de la prueba proctor modificada, según la norma AASHTO T180, para una presión de contacto de 1kg/cm^2 . El rendimiento para la excavación es de $3.0\text{ m}^3/\text{hombre día}$. Las piezas electrosoldadas se preparan en el banco de los armadores, amarrándose a ellas los pines que sujetarán la electromalla, luego se ensamblan, se amarran entre sí y se colocan en las excavaciones sobre los separadores de concreto. La resistencia a la compresión del concreto $f'c$ a los 28 días es 180 kg/cm^2 fabricado en obra, control del revenimiento, altura de 4", revoltura usando una mezcladora con capacidad para dos bolsas de cemento. Ver figura 2.15.



Figura 2.15. Excavación

- 2.1.1.3 El colado de las soleras de fundación lo realizan diez hombres para producir 4 casas al día, en este rendimiento está incluida la excavación, desalojo, preparación del concreto, colado, rayado de soleras y colocación de tuberías de aguas lluvias y negras. Cemento. Los tipos de cementos utilizados son: cemento Pórtland que cumple con las normas ASTM C-595, tipo I "P" y el supercemento que cumple con las normas ASTM C-1157 tipo GU; ambos tienen su mayor resistencia a los 28 días superior a las 4000 PSI o más. El almacenamiento del cemento se realiza según establece el reglamento de la ACI 304.3R-96, en estibas de 14 bolsas para menos de 2 meses y hasta 7 bolsas para un período mayor.
- 2.1.1.4 Paredes de Concreto. Se utiliza acero grado 70, $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$, con mallas electro soldadas, calibre 4.5/4.5, espaciadas cada 30 cm. Los empalmes se realizan respetando 30 cm como mínimo. Las mallas se preparan en el banco de los armadores, ensamblándose y luego se amarran a los pines de la solera de fundación.
- 2.1.1.5 Fibra de polipropileno. Se utiliza para evitar fisuras en las paredes provocadas por la contracción del concreto y ayuda a incrementar la resistencia a la compresión a los 28

días ($f'c$) y disminuye el tiempo de fraguado del concreto, lo cual es muy importante en el desmoldado de las paredes de las viviendas. El molde, diseñado y fabricado en la obra para dos viviendas juntas y así dar mayor velocidad a la construcción de las viviendas. Está compuesto por módulos de (0.50 x 2.40) m, esquineros interiores de (0.16 x 0.21 x 2.40) m y exteriores de (0.24 x 0.29 x 2.40) m, las piezas de ajuste y los mojinetes se fabrican según el diseño y las pendientes de los techos de las viviendas. Las piezas se sujetan por medio de corbatas, las cuales le dan el espesor a la pared y la resistencia al empuje del concreto. La alineación de las formaletas se realiza por medio de alineadores metálicos y el plomeado del molde se lleva a cabo con puntales metálicos.

La textura de las paredes es lisa, las imperfecciones, se corrigen raspándolas, resanándolas y por último dar acabado estriado en toda la superficie para obtener acabado uniforme y presentable. Ver figuras 2.16 y 2.17.



Figura 2.16. Colocación de molde metálico

Figura 2.17. Vista general de encofrado metálico

2.1.1.6 Colado de paredes, realizar por medio de una bomba impulsora, para concreto, vaciando directamente a las formaletas y el concreto debe ser lanzado inmediatamente después del mezclado, no se permite lanzar concreto que haya alcanzado el tiempo de inicio de

pega. El vibrado del concreto realizarlo con vibrador de espiga $\varnothing\frac{3}{4}$ " y además compactarlo con un tubo galvanizado $\varnothing\frac{1}{2}$ ". Garantizar que no queden colmenas en las paredes, ya que por el espesor reducido de las mismas (8 cm), por los ductos y cajas eléctricas, estas pueden aparecer si no se realiza el compactado adecuado. El personal que realiza esta actividad es el mismo utilizado en el moldeado y desencontrado y se paga por metro cuadrado de pared colada.

2.1.1.7 Techos (Estructura y cubierta), hecha con polines C3", espaciados cada 0.70 m máximo y cubierta techada con lámina canalada, la cual, es un producto de cemento laminar reforzado con fibras mineralizadas, libre de asbesto. El sistema de fabricación Plycem es el más común comercialmente recomendable.

2.2 Tecnología de construcción con prefabricados estructurales.

Los sistemas constructivos para edificios basados en elementos de concreto prefabricado estructural, sus ventajas principales sobre la construcción tradicional de concreto reforzado colado en el sitio, es la rapidez constructiva y el ahorro en encofrado. Los elementos prefabricados colados en plantas industriales con alto control de calidad se fabrican para alto desempeño. Las estructuras prefabricadas con moldes en acero, permiten mejores acabados. En plantas de producción es combinable el concreto preesforzado o pretensado, debido a un mejor control de deformaciones, mayor rigidez de los elementos.

2.2.1 Construcción de vivienda de una planta aplicando la tecnología de prefabricados estructurales.

La vivienda unifamiliar de una planta construida con paneles de hormigón es la alternativa más desarrollada. Por ejemplo una área construida de 48m² se necesita un terreno de 8m x 11m, que conste de sala, comedor, cocina, baño y dos dormitorios. Construida con un sistema prefabricado requiere cimentación de hormigón y la estructura, columnas y vigas, paredes con paneles de hormigón prefabricados, techo de estructura metálica con planchas de fibrocemento.

Para la construcción de este tipo de vivienda se necesita personal calificado que pueda realizar el armado y la unión del sistema de elementos prefabricado; se recomienda construir la vivienda en zonas que no estén propensas a inundaciones. El costo directo de esta vivienda prefabricada es de USD \$ 3.960.00, tiempo de fabricación 3 semanas.

2.2.2. Comparación de costos aplicando la tecnología de los prefabricados estructurales y tecnologías convencionales.

Los costos de construcción de las viviendas con prefabricados estructurales, para un edificio de cuatro plantas o multifamiliar, llegan a ser menores que los de sistemas constructivos tradicionales por las siguientes razones:

1. Logística mínima en las actividades de obra.
2. Mayores rendimientos de obra.
3. Menor costo en mano de obra.
4. Flexibilidad arquitectónica –menos re-trabajos.
5. Excelente acabado en obra gris.

6. Entrenamiento y supervisión a la mano de obra.
7. Adaptación de la formaleta a nuevos proyectos.
8. Proceso constructivo limpio –mínimo de desperdicios.
9. Menor tiempo de construcción –menos gastos generales.

El ahorro se debe a lo siguiente:

1. Reducción de actividades en la estructura en obra gris.
2. Terminación en obra gris lista para estucar y pintar.
3. Reducción en los tiempos de construcción.

En un sistema industrializado, la mayor parte de los costos directos totales, lo absorben, el concreto, el acero de refuerzo y la mano de obra, el de la formaleta es menor. El porcentaje de ahorro de un sistema industrializado con muros portantes o grandes paneles prefabricados estructurales y placas de concreto fundidos monolíticamente, respecto a un sistema convencional varía¹⁹ de 16% a 28%.

2.3 Conclusiones.

1. El sistema prefabricado estructural de grandes paneles de concreto y acero (autoportantes y suficientemente rígidos), sistema innovado, constructivamente, es mejor para edificios multifamiliares para vivienda en altura como se practicó en los años 1950's con el sistema tradicional.
2. El sistema de construcción con prefabricados estructurales de grandes paneles resultó con menor costo directo total, (19%), respecto al sistema de construcción tradicional,

¹⁹ Resultados obtenidos en el presupuesto de ambos edificios.

menor tiempo de ejecución (104 días) y ahorro total \$ 36,536.07, lo cual vuelve más eficientes los recursos con esta tecnología constructiva.

3. El ahorro, 19% en costos directos y 43% en tiempo de ejecución, generado por la utilización de tecnologías industrializadas de construcción con prefabricados, respecto al sistema convencional, ventajosamente se ha obtenido por la variación de costos totales, de 16% a 28%.

2.4 Recomendaciones.

1. Es indispensable utilizar mano de obra bien capacitada y entrenada para todas las operaciones principales de construcción, así mismo supervisión permanente en los proyectos y buena aplicación de especificaciones técnicas, de materiales y procesos constructivos, para garantizar, en ambos casos, la buena calidad de los procesos de fabricación, construcción y la del edificio terminado.

2.5 Bibliografía.

- Nilson, H. Arthur.1999. Diseño de Estructuras de Concreto. Tercera edición. MacGrawHill Interamericana S.A. México.
- Suárez Salazar.2008. Costos y tiempos en edificaciones. Primera edición. Editorial LIMUSA. El Salvador.
- Alegría, Ramón y otros.1992. Guía para la programación de la construcción de edificios. Trabajo de graduación en Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador. San Salvador.

CAPITULO III

RESULTADOS Y ANALISIS E

INTERPRETACION DE RESULTADOS

INTRODUCCION

Con los costos directos totales de un edificio de cuatro niveles aplicando el sistema prefabricado estructural de grandes paneles de concreto y acero, innovado, respecto del sistema convencional de concreto reforzado hecho in situ, tradicional o convencional, para la construcción de vivienda multifamiliar de interés social en altura, se aplicó la técnica de relaciones de costos directos totales y el respectivo análisis económico. De estos valores, costos directos, beneficio-costo, recuperación económica y TIR, resumidos en tablas y figuras, se hace la comparación relativa entre sí, tomando de base el sistema tradicional, correspondientemente con cinco grandes partes de cada sistema, paredes, losas, columnas, vigas y actividades complementarias previstas. El tiempo de ejecución y las cuotas mensuales estimadas a pagar por la familia beneficiada con una vivienda, según el período de pago considerado a largo plazo, para ambos edificios de 16 viviendas, también son importantes, en esta comparación, conducente a elegir entre los dos sistemas más viable social, técnica y económicamente, para el beneficiario con una vivienda multifamiliar y para las empresas o instituciones encargadas de construir y financiar viviendas de interés social.

Capítulo III: Resultados y análisis e interpretación de resultados.

3.0 Relaciones de costos directos entre sistema de prefabricados estructurales y sistema tradicional construido in situ.

Los sistemas estructurales prefabricados en edificios multifamiliares de hasta cuatro niveles, para construir en el área metropolitana de San Salvador, son una alternativa hacia la solución del problema del déficit habitacional, y el de las familias con ingresos menores que dos salarios mensuales mínimos ($2 \times \$ 207.00 = \$ 414.00$) que no han tenido oportunidades de adquirir una vivienda digna, o que fueron afectados por fenómenos naturales como terremotos, inundaciones, etc., así mismo, para la disponibilidad de áreas reducidas para el alojamiento poblacional en viviendas dignas para los salvadoreños.

3.0.1 Metodología a utilizar para el análisis de resultados de los costos directos de ambos sistemas.

Con los costos directos calculados, en el capítulo II, para la construcción de un edificio multifamiliar de cuatro niveles, con cuatro apartamentos por nivel, utilizando el sistema de construcción prefabricados estructurales de grandes paneles y el sistema de construcción tradicional in situ, se relacionan²⁰ entre sí, cualitativamente de acuerdo con la tabla 3.1 y los costos directos de las distintas partidas que se generan en ambos sistemas (ver detalles en anexo 8 del capítulo 2), dividiendo el costo directo del rubro en análisis del sistema utilizando

²⁰ Spiguel, Murray R. 1970. Serie Shaum. Estadística. Problemas resueltos. Primera Edición.

Cap.17. Página 313 a 320. Editorial Mc Graw Hill. México.

prefabricados estructurales respecto al costo directo del sistema de construcción convencional in situ. Esta técnica se aplica para analizar los resultados que llevan a decidir cuál sistema construc-

Tabla 3.1. Relación comparativa de dos tecnologías y dos sistemas estructurales.

Sistema	Costos y tecnologías	
	Prefabricados Estructurales. Innovado	Construido in situ, convencional
Tecnología	Industrializada	Manual y artesanal
Diseño de elementos	Según especificaciones técnicas propias. Más modulado	Según especificaciones técnicas propias. Menos modulados, más particularizado
Colocación	Uso de maquinaria pesada para la colocación y ensamble de las piezas prefabricadas y acabados de unión, en un corto periodo de tiempo	Manual y artesanal, fundido in situ sin acabados
Calidad	Con especificaciones e inspectoría y control del sistema y detalles. Facilidad de acceso para el control	Inspectoría y control de laboratorio de campo con especificaciones. Acceso dificultoso para su control
Tiempo invertido	Menores (cerca de 50% de reducción)	Mayores
Limpieza de obra	Más controlada y libre de desechos y menos desalojo. Cumplimiento obligatorio del plan de seguridad	Menos limpio y con desechos de materiales de todo tipo, desalojos mayores y más dificultoso. Más riesgos en obra.
Seguridad	Según especificado en el diseño preliminar. Más control	Sin especificaciones y circunstancial. Menos cumplimiento de control
Acabados	Traen sus propios acabados de fábrica	A todas las piezas estructurales se les tienen que dar sus respectivos acabados
Mantenimiento	Normales y planificados	Normales y planificados
Encofrados	No requiere en obra. En procesos de fabricación son metálicos bien funcionales	Se requiere en obra todos los elementos estructurales. De madera y/o metálicos
Costo directo total	Menor	Mayor
Mano de obra	Especializada y calificada	Calificada y no calificada
Materiales	Comerciales estrictamente apegados a normas y control de laboratorio	Comerciales apegado a normas y control de laboratorio
Procesos de fabricación	Elaboración y control industrial garantizando características físicas y mecánicas y acabados con diseños propios para su control	Elaboración integrando procesos particulares a cada elemento, características físicas y mecánicas requieren mas control de los diseños propios

tivo elegir, el más económicamente factible y viable y que más favorece a las familias que no han sido beneficiadas en opción a vivienda propia, así como para coadyuvar a resolver el déficit de viviendas en San Salvador y en el país con soluciones de vivienda digna para mejor calidad de vida de los Salvadoreños así como para desarrollo humano, que constitucionalmente está delineado en la carta magna. Estos índices referidos (relaciones) respecto a la unidad, técnicamente permiten inducir el criterio de valoración para decidir técnicamente sobre la conjetura, en este caso, de tecnología y costo a la solución de vivienda social en el ámbito local, San Salvador, dirigido a beneficiar un sector mayoritario de la población económicamente y laboralmente activa. De acuerdo con lo descrito, se llegará a contestar preguntas inicialmente hechas como cuál de los sistemas es más económicamente factible, cuál de ellos es elegible técnica, económica y más beneficiosamente posible, a la fecha de finalizada la obra para ofrecer a las familias con ingresos de dos salarios mínimos.

3.0.1.1 Resultados del costeo directo para los sistemas prefabricados estructurales y convencional construido in situ.

Los costos directos calculados en ambos sistemas costeados, se hicieron en base a precios de mercado, correspondientes al año 2010, los cuales se resumen en las tablas 3.2 y 3.3, ver páginas 124 a 125. Los costos directos consolidados de estos se resumen en las tablas 3.4 y 3.5, ver página 127. Los costos directos totales y tiempo de ejecución de proyectos, se resumen en la tabla 3.4, ver página 127.

Las relaciones de costos directos en ambos sistemas constructivos para los rubros más importantes, tomando de base los datos en las tablas 3.5 a 3.6, son los siguientes:

De la tabla 3.5:

- Paredes estructurales:

$$\$36,423.12/\$22,908.00 = 1.59$$

Las paredes estructurales utilizando el sistema de prefabricados estructurales son 59% más costosas que utilizando el sistema de construcción convencional in situ. Esto, debido a que los grandes paneles estructurales, su rigidez especificada responde a las exigencias de fuerzas de funcionamiento con esta tecnología, la cual singularmente no requiere de otros elementos lineales nervados largos y cortos como vigas, trabes, tensores, columnas, etc., en contraste los grandes paneles los incluye de manera fundida en un solo elemento planar.

- Losas estructurales:

$$\$52,302.69/\$33,778.57 = 1.55$$

Las losas utilizadas en el sistema de prefabricados estructurales incluye la losa de fundación del edificio y los entrepisos. Esto, las hace 55% más costosas que utilizando el sistema de construcción convencional in situ, debido a que en el sistema tradicional, las fundaciones son zapatas corridas para la transmisión local de cargas al suelo de soporte y así mantener el edificio funcionando estable.

- Columnas estructurales:

$$\$0.00/\$12,944.84 = 0.00$$

En el sistema de prefabricados estructurales las columnas no se fabrican como tales, ya que los grandes paneles estructurales, constituyen paredes de carga bien ligados entre sí, formando y funcionando en unidad de conjunto, de acuerdo con lo especificado con esta tecnología.

- Vigas estructurales:

$$\$0.00/\$30,647.10 = 0$$

En el sistema de prefabricados estructurales las vigas están contenidas en función de los grandes paneles prefabricados cargantes, acorde con el diseño conceptual propio del edificio, estructural y arquitectónicamente.

- Relacionando ambos sistemas constructivos, sus costos directos, en la tabla 3.5, se obtienen los siguientes resultados:

$$\$88,725.81/\$100,278.51 = 0.885$$

El costo directo total de la obra esquelética estructural principal del edificio a base de elementos estructurales prefabricados, representa 88.5% del costo directo total de la obra esquelética del edificio construido bajo el sistema de construcción tradicional in situ. Por lo cual, el sistema de prefabricados estructurales es 11.5% (\$11,552.70) más económico en sus costos directos con esta tecnología, para construir un edificio de cuatro niveles en el área metropolitana de San Salvador.

De la tabla 3.6:

- Obras preliminares, se tiene la relación siguiente:

$$\$2,666.35/\$2,959.01 = 0.901$$

El costo directo de las obras preliminares del edificio a base de elementos prefabricados estructurales representa 90.1% del costo directo del edificio construido bajo el sistema de construcción tradicional in situ, indicando cercanía a la unidad, ya que se realizan, prácticamente, las mismas actividades en ambos sistemas, sólo que la proporción y preparación del área de

trabajo para las cimentaciones con prefabricados estructurales, sus especificaciones son distintas respecto a las de zapatas corridas para el edificio en el sistema de construcción tradicional in situ.

- Escalones de acceso al edificio:

$$\$31,031.22/\$38,835.00 = 0.80$$

Los escalones de acceso al edificio a base de elementos prefabricados estructurales representa 80% del costo directo del edificio construido con el sistema de construcción tradicional in situ. Esto, debido a que son escalones de acceso hechos de prefabricados metálicos, lo cual reduce su costo directo (\$7,803.78) respecto al de concreto reforzado utilizando el sistema de construcción tradicional in situ, consistente en una torre de concreto reforzado.

- Obras complementarias y acabados previstos:

$$\$32,873.85/\$49,408.56 = 0.665$$

El costo directo de las obras complementarias y acabados para el edificio a base de elementos prefabricados estructurales representa 66.5% del costo directo del edificio construido con el sistema de construcción tradicional in situ. Esto, es debido a que los elementos prefabricados estructurales componentes del edificio, integran sus acabados en los mismos moldes del proceso de fabricación, a diferencia de los componentes del edificio construido in situ, al cual, todos los acabados se hacen a cada elemento, muy detalladamente.

- Relacionando los costos directos totales de las actividades complementarias previstas en la tabla 3.6, se obtiene el siguiente resultado:

$$\$66,571.42/\$91,202.57 = 0.73$$

donde:

TEpr: Días calendario necesarios para la ejecución del edificio a base de elementos prefabricados estructurales.

TEis: Días calendario necesarios para la ejecución del edificio construido bajo el sistema tradicional de construcción in situ.

Sustituyendo los valores correspondientes a esta relación, su valor es:

$$138/242 = 0.57$$

El edificio a base de elementos prefabricados estructurales representa 57% del tiempo que demorará ejecutar el edificio con el sistema de construcción tradicional in situ, indicando ahorro (43%) en tiempo, cercano a la mitad del sistema tradicional hecho in situ.

- La relación de costos directos totales por apartamento:
al relacionar los costos directos totales unitarios (por apartamento) de cada sistema, da lo siguiente:

$$\$9,706.07/\$11,989.58 = 0.81$$

El costo directo total por apartamento con el sistema de elementos prefabricados estructurales representa 81% del costo directo total de un apartamento construido con el sistema de construcción tradicional in situ, reduciendo así en 19% los costos directos unitarios, en coherencia con el sistema costeadado.

Tabla 3.2. Costos directos totales de cada partida para el edificio con sistema de prefabricados estructurales.

Actividad Realizada	Costo Directo						
	Cantidad de Obra	Unidad	Material	M. O.	Eq. Y Herr.	Subcontrato	Total C.Directo
Compactación con material selecto (tierra blanca)	43.08	m3	\$568.66	\$ 148.63	\$ 106.84	\$ -	\$ 824.13
Losa de Fundación (h=0.30m) de 6.40mX33.60mX0.30m. No. 4 @20cm A.S. G40 f'c = 210Kg/cm2	64.51	m3	\$10,951.22	\$2,410.09	\$ 96.77	\$ -	\$ 13,458.08
Pasillo primer nivel de concreto f'c=210Kg/cm2	3.3	m3	\$ 251.43	\$ 13.89	\$ 0.33	\$ -	\$ 265.65
Paredes de Carga Prefabricadas (6.40mX2.40mX0.20m) f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	98.3	m3	\$11,365.45	\$1,187.46	\$ 269.34	\$ 4,796.06	\$ 17,618.31
Paredes fachadas (Panel Ventana). Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	38.62	m3	\$ 4,465.24	\$ 466.53	\$ 105.82	\$ 1,884.27	\$ 6,921.86
Paredes traseras (Panel Ventana) Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	46.08	m3	\$ 5,327.77	\$ 556.65	\$ 126.26	\$ 2,248.24	\$ 8,258.92
Divisiones de Tablaroca	192	m2	\$ 2,620.80	\$1,159.68	\$ 19.20	\$ -	\$ 3,799.68
Muros de Protección Frontal Prefabricados. Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	12	m3	\$ 1,387.44	\$ 144.96	\$ 32.88	\$ 585.48	\$ 2,150.76
Muros de Protección Frontal Prefabricados con acceso a escaloneros. Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	4.92	m3	\$ 568.85	\$ 59.43	\$ 13.48	\$ 240.05	\$ 881.81
Muros de Protección Frontal Prefabricados de Anclaje. Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	1.2	m3	\$ 138.74	\$ 14.50	\$ 3.29	\$ 58.55	\$ 215.08
Muros de Protección Lateral Prefabricados. Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	2.1	m3	\$ 242.80	\$ 25.37	\$ 5.75	\$ 102.46	\$ 376.38
Losa de Entrepiso Prefabricada (h=0.20m) con martillo de 20cm f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	161.6	m3	\$20,397.35	\$1,950.99	\$ 444.51	\$ 7,888.03	\$ 30,680.88
Losa de Coronamiento Prefabricada (h=0.20m) f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	43.01	m3	\$ 5,427.43	\$ 519.13	\$ 118.28	\$ 2,098.89	\$ 8,163.73
Puertas para fachada (1.00mX2.10m)	16	U	\$ 2,660.64	\$ 134.40	\$ 40.00	\$ -	\$ 2,835.04
Puertas para interiores (1.00mX2.10m)	64	U	\$ 3,313.28	\$ 537.60	\$160.00	\$ -	\$ 4,010.88
Ventana 1.00m X 1.60m Incluye marcos y ventanales para su instalación	102.4	m2	\$ 5,120.00	\$ 235.52	\$ 10.24	\$ -	\$ 5,365.76

pasa...

...viene

Ventana 2.00m X 1.60m Incluye marcos y ventanales para su instalación	51.2	m2	\$ 2,560.00	\$ 117.76	\$ 5.12	\$ -	\$ 2,682.88
Piso de Ladrillo de Cemento (0.25mx0.25m) color rojo (Subcontrato)	1	SG	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,200.00	\$ 5,200.00
Techo al 12% (Incluye estructura de montaje mas duralita)	100	m2	\$ 3,768.00	\$ 173.00	\$ 8.00	\$ -	\$ 3,949.00
Pintura para exteriores	1497	m2	\$ 1,497.60	\$1,722.24	\$ 149.76	\$ -	\$ 3,369.60
Pintura para interiores	620.1	m2	\$ 620.16	\$ 713.18	\$ 62.02	\$ -	\$ 1,395.36
Escaloneros o gradas de acceso, incluye elaboración y suministro de todos los elementos estructurales (22m2 de banda)	1	SG	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 31,031.22	\$ 31,031.22
Descapote(e=0.20m) y desalojo	500	m2	\$ -	\$ 345.00	\$ 50.00	\$ -	\$ 395.00
Excavación a mano h=0.5 m (material blando)	107.5 2	m3	\$ -	\$ 494.59	\$ 37.63	\$ -	\$ 532.22
Trazo y Nivelación	500	m2	\$ 290.00	\$ 180.00	\$ 50.00	\$ -	\$ 520.00
Obras de Chapeo y Limpieza	500	m2	\$ -	\$ 345.00	\$ 50.00	\$ -	\$ 395.00
SUMATORIA							\$ 155,297.23

Tabla 3.3. Costos directos totales de cada partida para el edificio de construcción convencional in situ.

Actividad Realizada	Costo Directo						Total C.Directo
	Cantidad de Obra	Unidad	Material	M. O.	Eq. Y Herram.	Subcontrato	
Chapeo y limpieza	357	m2	\$ -	\$ 249.90	\$ 35.70	\$ -	\$ 285.60
Descapote, e=0.20 y desalojo	357	m2	\$ -	\$ 249.90	\$ 35.70	\$ -	\$ 285.60
Trazo y nivelación	357	m2	\$ 207.06	\$ 107.10	\$ 3.57	\$ -	\$ 317.73
Excavación a mano h= 1.80 mt (material blando)	188.3 5	m3	\$ -	\$ 877.71	\$ 65.92	\$ -	\$ 943.63
Compactación con material selecto (tierra blanca)	58.73	m3	\$ 775.24	\$ 205.56	\$ 145.65	\$ -	\$ 1,126.45
Zapata corrida (1.20x0.35)m #5@15 a.s f'c=210 kg/cm2	46.7	m3	\$ 7,927.79	\$1,755.45	\$ 70.05	\$ -	\$ 9,753.29
Solera de fundación sf-1 (0.30x0.20)m, 4#3 y est. #2@15 cm f'c=210kg/cm2	9.1	m3	\$ 1,610.70	\$ 341.98	\$ 13.56	\$ -	\$ 1,966.24
Tensor f'c=210kg/cm2 (0.30x0.30)m, 4#3 y est. #2@15 cm	3.5	m3	\$ 544.64	\$ 125.90	\$ 5.29	\$ -	\$ 675.83
Columna c-1 f'c=280 kg/cm2 (0.40x0.30)m 6#8 y est.#4 @ 10cm	12.5	m3	\$ 3,952.88	\$ 310.88	\$ 18.88	\$ -	\$ 4,282.64
Columna c-2 f'c=280 kg/cm2 (0.40x0.30)m 6#6 y est.#3 @ 12cm	10.3	m3	\$ 2,577.27	\$ 322.18	\$ 16.58	\$ -	\$ 2,916.03
Columna c-3 f'c=280 kg/cm2 (0.40x0.30)m 6#5 y est.#3 @ 5cm	10.3	m3	\$ 3,433.51	\$ 115.77	\$ 1.03	\$ -	\$ 3,550.31

pasa...

...viene

Columna c-4 f'c=280 kg/cm2 (0.40x0.30)m 6#4 y est.#2 @ 10cm	10.3	m3	\$ 1,924.45	\$ 256.06	\$ 15.35	\$ -	\$ 2,195.86
Viga v-1 (0.20x0.50)m 2#8,2#5,2#7 est. #4 @ 12cms, f'c=280kg/cm2	55.5	m3	\$ 16,171.04	\$1,996.89	\$ 83.81	\$ -	\$ 18,251.74
Losa-techo (h=0.20) f'c=280kg/cm2	32.4	m3	\$ 6,399.32	\$1,779.73	\$ 76.46	\$ 1,920.02	\$ 10,175.53
Losa Copresa vt1-20, rec 5cm f'c=210 kg/cm2 y est. #2@25	672	m2	\$ -	\$ -	\$1,008.00	\$ 19,152.00	\$ 20,160.00
Paredes de bloque (0.20x0.20x0.40)m, 3/8"@ 20 cm, 1/4"@ 40 cm, incluye muro de protección frontal y lateral (1.20x25)m	1380	m2	\$ -	\$ -	\$ 138.00	\$ 22,770.00	\$ 22,908.00
Piso de ladrillo de cemento (0.25x0.25)cm color rojo	768	m2	\$ -	\$ -	\$ 76.80	\$ 5,199.36	\$ 5,276.16
Puertas interiores y exteriores (1.00x2.10)m, incluye instalación y transporte	16	unidad	\$ -	\$ -	\$ 1.76	\$ 5,599.84	\$ 5,601.60
Ventanas tipo económica incluye instalación y transporte	153.6	m2	\$ -	\$ -	\$ 15.36	\$ 13,056.00	\$ 13,071.36
Gradas de acceso de concreto f'c=210kg/cm2, htorre=10.40mt, incluye barandal de protección y mano de obra	1	SG	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 38,835.00	\$ 38,835.00
Instalación de artefactos sanitarios tipo económico incluye mano de obra	16	SG	\$ -	\$ -	\$ 1.76	\$ 2,100.00	\$ 2,101.76
Canalización eléctrica	4	Por nivel	\$ -	\$ -	\$ 0.72	\$ 7,199.68	\$ 7,200.40
Pintura exterior e interior	1785	m2	\$ -	\$ -	\$ 178.58	\$ 2,678.70	\$ 2,857.28
Construcción de castillos	4	Por nivel	\$ 3,342.48	\$ 99.52	\$ 1.04	\$ -	\$ 3,443.04
Picado de paredes y aceras, repello de paredes y aceras e impermeabilización de aceras y losa-techo	2128	m2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 13,300.00	\$ 13,300.00
SUMATORIA							\$ 191,833.30

Tabla 3.4. Comparación de costos directos totales de un edificio construido con prefabricados estructurales y tradicional de concreto reforzado respectivamente.

Sistema	Costo total directo de construcción (\$)	Diferencia de costos prefabricado - tradicional	Costo por apartamento (\$)	Diferencia costo apartamentos prefabricados - tradicional	Días de ejecución (días calendario)	Diferencia en días de ejecución prefabricados - tradicional
Edificio de 4 plantas construido con prefabricados estructurales de concreto y acero	155,297.23	- \$36,536.07	9,706.07	- \$2,283.51	138.00	- 104.00
Edificio de 4 plantas construido con sistema de construcción convencional in situ	191,833.30		11,989.58		242.00	

(-) : Ahorros ventajosos

Tabla 3.5. Costos directos de los elementos estructurales por cada sistema estructural principal.

Elementos	Costo directo sistema prefabricados	Costo directo sistema convencional in situ	Diferencia de costos directos \$ (Prefabricado-Convencional in situ)
Paredes	\$36,423.12	\$22,908.00	+\$13,515.12
Losas	\$52,302.69	\$33,778.57	+\$18,524.12
Columnas	\$0.00	\$12,944.84	-\$12,944.84
Vigas, soleras de fundación	\$0.00	\$30,647.10	-\$30,647.10
Totales	\$88,725.81	\$100,278.51	-\$11,552.70

(-) : Ahorros ventajosos

Tabla 3.6. Comparación de costos directos de actividades complementarias previstas.

Actividad	Costo directo sistema prefabricados	Costo directo sistema convencional in situ	Diferencia de costos \$ (Prefabricado-Convencional in situ)
Obras preliminares	\$2,666.35	\$2,959.01	-\$292.66
Escalones de acceso a edificio	\$31,031.22	\$38,835.00	-\$7,803.78
Obras complementarias y acabados	\$32,873.85	\$49,408.56	-\$16,534.71
Totales	\$66,571.42	\$91,202.57	-\$24,631.15

(-) : Ahorros ventajosos

3.0.2 Relación beneficio-costo (B/C) de un edificio de hasta cuatro niveles en el área metropolitana de San Salvador, construyendo con prefabricados estructurales y con el sistema de construcción convencional in situ.

En un proyecto, es muy importante incluir en su evaluación, únicamente los beneficios que se deriven de las alternativas de solución del proyecto, teniendo en cuenta que la descripción de los beneficios está siempre relacionada con el impacto o los fines que tiene la utilización de los bienes o servicios producidos, dentro de la población objetivo; para el caso, los asalariados incrementen la disponibilidad de vivienda, mejoren su calidad de vida y los servicios básicos (vivienda digna, salud, saneamiento: agua potable y alcantarillado, electricidad, saneamiento del ambiente, recreación etc.). Los criterios a aplicar para evaluar los beneficios que tendrían los asalariados beneficiados con las viviendas multifamiliares en edificios de cuatro niveles son los siguientes:

1. Diferencia, en costos directos del proyecto, respecto a otra alternativa.
 2. Beneficios a la salud.
 3. Beneficio obtenido por ahorro en costo de arrendamiento.
 4. Beneficios por servicios básicos.
1. Diferencia, en costos directos del proyecto, respecto a otra alternativa.

Edificio construido con grandes paneles prefabricados hechos de concreto y acero:

$$\text{Diferencia} = (\$ 191,833.30 - \$ 155,297.23) / 12 \text{ meses (distribuido anualmente)} = + \$ 3,044.67$$

Edificio construido in situ con el sistema convencional tradicional hecho de concreto y acero, concreto reforzado.

$$\text{Diferencia} = (\$ 155,297.23 - \$ 191,833.30) / 12 \text{ meses (distribuido anualmente)} = - \$ 3,044.67$$

Debido a que este resultado es nulo no se considera un beneficio y se adopta valor cero, en este caso.

2. Beneficios a la salud.

El manejo adecuado y disposición final de residuos sólidos en la población, evita contagio de enfermedades infecto contagiosas en la población más vulnerable.

Asumiendo 5 personas por unidad habitacional (cada apartamento), da en total = 5 ha. x 16 (apartamentos por edificio) = 80 personas por edificio, en ambos casos. Entonces,

Ahorro en enfermedades = númerodepac. (Año) x valorcons. (\$/Año) (Ecuación 3.3)

donde:

númerodepac.(Año): Número de pacientes al año que no necesitan ir a consulta médica.

valorcons.(\$/Año): Valor de la consulta y tratamiento médico.

Se investigó²¹ en los centros de salud que el valor promedio de la consulta médica con los medicamentos es de \$ 25.00, por lo tanto el beneficio social obtenido es:

reducciónconsultasmédicas = 80 personas por edificio x \$ 25.00 = \$ 2,000.00 anual.

3. Beneficio obtenido por ahorro en costo de arrendamiento.

Otro beneficio que obtendrían los habitantes sería el ahorro en costos de arrendamiento; además, existe un costo evitado para el gobierno, cuando el estado otorga subsidios para refugiar a quienes no tienen vivienda. Esto es:

Costevitado = numvivienda (Año) x valorpromarrend (\$/Año) (Ecuación 3.4)

donde:

²¹ Fuente: Unidad de Salud de Mejicanos, " Dr. Hugo Castro Moran".

numvivienda(Año): Número de viviendas construidas con la ejecución del proyecto.

valorpromarrend(\$/Año): Costo promedio anual de arrendamiento²² de las viviendas.

El arrendamiento tiene un costo promedio anual de = $12 \times \$ 100.00 / \text{mes} = \$ 1,200.00$ año.

El beneficio social obtenido por reducción de costos en arrendamiento será el siguiente:

Costevitado = $16 \times 1.200.00 = \$ 19,200.00$ anual.

4. Servicios básicos.

Este rubro incluye el servicio de agua potable, alcantarillado sanitario y electrificación, beneficios con los que no contaba la población antes de la ejecución del proyecto.

Serbásicos = numviviendas (Año) x valorpromconsumo (\$/Año) (Ecuación 3.5)

donde:

numvivienda(Año): Número de viviendas construidas con la ejecución del proyecto.

valorpromconsumo(\$/Año): Consumo promedio en servicios básicos al año por vivienda.

Se investigó, que el costo promedio anual por familia en el consumo de electricidad²³ es de \$ 159.00 y en el caso del agua potable²⁴ y alcantarillado es de \$ 36.48.

El beneficio social obtenido por los servicios básicos es el siguiente:

Serbásicos = $16 \times (\$ 36.48 + \$ 159.00) = \$ 3,127.68$ anual.

Habiendo obtenido los costos de los beneficios anuales de los cuatro rubros considerados, la relación beneficio costo se analiza con los tres criterios siguientes, con respecto a la unidad, así: $B/C > 1$, los ingresos son mayores que los egresos, el proyecto es aconsejable.

²² Fuente: sansalvador.evisos.com.sv

²³ Fuente: SIGET. Superintendencia general de energía y telecomunicaciones.

²⁴ Tarifas según diario oficial, páginas 51-59, con fecha 24 de febrero de 2010.

$B/C=1$, los ingresos son iguales que los egresos, el proyecto es indiferente. (Ecuación 3.6)

$B/C < 1$, los ingresos son menores que los egresos, el proyecto no es aconsejable.

Beneficio neto anual edificio prefabricado = Diferencia respecto a otra alternativa + Beneficios a la salud + Beneficio obtenido por costo en arrendamiento + Servicios básicos. (Ecuación 3.7)

Encontrando estos valores respectivamente, da lo siguiente:

Beneficio neto anual edificio prefabricado = \$ 3,044.67 + \$ 2,000.00 + \$ 19,200.00 + \$ 3,127.68

Beneficio neto anual edificio prefabricado = \$ 27,372.35

Beneficio / Costo edificio prefabricado = \$ 27,372.35 / \$ 12,941.44 (costo anual de edificio) = 2.11 > 1.

Este resultado es mayor que 1, significa que los ingresos netos son mayores que los egresos netos. O sea, que los beneficios (ingresos) son mayores que “los sacrificios” (costos) y, en consecuencia, cumple, al generar el proyecto, beneficio social tangiblemente valorado.

Beneficio neto anual edificio in situ = 0 + \$ 2000.00 + \$ 19,200.00 + \$ 3,127.68

Beneficio neto anual edificio in situ = \$ 24,327.68

Beneficio / Costo edificio in situ = \$ 24,327.68 / \$ 15,986.11 (costo anual de edificio) = 1.52 > 1.

De igual forma, este resultado significa que los ingresos netos son mayores que los egresos netos. O sea, que los beneficios (ingresos) son mayores que “los sacrificios” (costos) y, en consecuencia, el proyecto generará beneficio social tangiblemente valorado. Así, ambos proyectos son viables económicamente; ya que $2.11 > 1$ y $1.52 > 1$, respectivamente.

Estableciendo la relación entre ambos resultados obtenidos del cálculo anterior, se establece una relación de proporción entre ellos, para determinar cuál de estos es el que genera mayor beneficio social, obteniendo:

$RCBpr / RCBis$ (Ecuación 3.8)

donde:

RCBpr : Relación costo beneficio edificio prefabricado

RCBis : Relación costo beneficio edificio in situ

$$2.11 / 1.52 = 1.39$$

El beneficio social generado por el proyecto del edificio a base de elementos prefabricados estructurales es 39% mayor que el proyecto del edificio de construcción in situ. En coherencia con los costos del sistema costado con estas tecnologías.

3.0.3 Flujo de efectivo desde la inversión inicial

Se determina el valor cronológico de esta inversión inicial cuando el asalariado va a adquirir el apartamento. Se recalcula el precio y la cuota por apartamento. En este caso, para cada edificio costado, para el largo plazo, periodo de tiempo de 20 años, con la tasa mínima aceptable de retorno (TMAR) de 6%, la cual es el límite inferior para la viabilidad de la inversión, utilizada en proyectos de inversión social en instituciones como Fonavipo, Fondo Social para la Vivienda y ONG's, para garantizar la forma de financiamiento de la inversión en cada proyecto habitacional propuesto.

Para el caso del edificio de construcción con el sistema de prefabricados estructurales se tendrá lo siguiente:

Inversión inicial (P): \$ 155,297.23; TMAR = 6%; para t = 20 años. Aplicando la formula

$$F = P (1 + i)^t \quad \text{(Ecuación 3.9)}$$

$$F = 155,297.23 (1+0.06)^{20} = \$ 498,059.26$$

Para calcular el valor cronológico (F) de la inversión (P) a un plazo de 20 años (t) con una (TMAR) de 6 % (i), gráficamente; es:

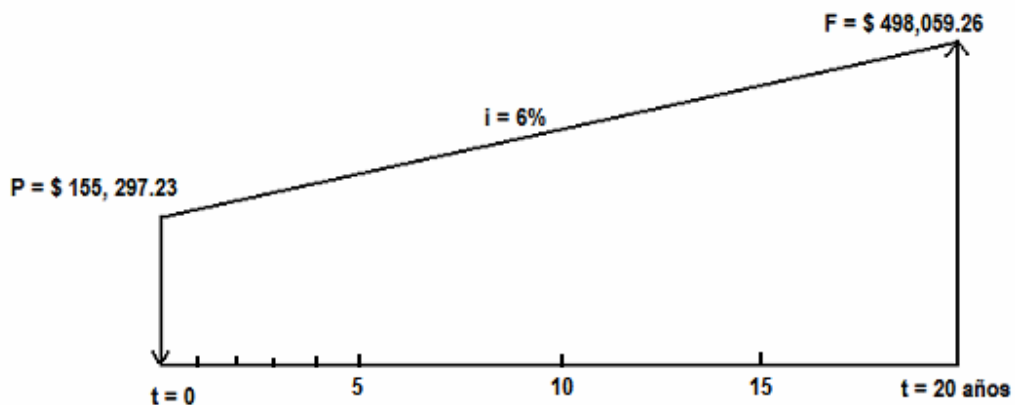


Figura 3.1. Flujo de efectivo para edificio con sistema de construcción con prefabricados estructurales.

Redistribuyendo, $F = \$ 498,059.26$ en 240 cuotas (doce cuotas al año por 20 años), y considerando que el edificio tiene 16 apartamentos, con tasa de interés compuesta anualmente del 6%, cada familia pagaría mensualmente por cada apartamento, la cuota mensual siguiente:

$$\text{cuota mensual} = \$ 498,059.26 / 16 \text{ aptos.} \times 240 \text{ meses} = \$ 120.70 \text{ mensuales por cada apartamento para una familia.}$$

Si el beneficiario da 3% de prima, siendo el costo directo por cada apartamento construido con el sistema de prefabricado estructural de $\$ 31,128.70$, la forma posible de pago para el periodo considerado de 20 años será la siguiente:

Prima 3%, es decir $0.03 \times 31,128.70 = \$ 933.86$. Si no cuenta con el monto, esta podrá ser repartida en 60 cuotas adicionales (5 años) las cuales son sumadas al costo mensual, así:

Si no dió prima, entonces, $933.86 / 60 = \$ 15.56$. La nueva cuota es $\$ 15.56 + \$ 129.70 = \$ 145.26$ por cinco años, después, se quedaría pagando $\$ 129.70$ mensual los años restantes.

Para el caso del edificio de construcción convencional in situ:

Inversión inicial (P): $\$ 191,833.30$ con $i = 6\%$; para $t = 20$ años. Ocupando la formula

$$F = P (1 + i)^t \quad (\text{Ecuación 3.10})$$

$$F = 191,833.30 (1 + 0.06)^{20} = 615,235.38$$

Para calcular el valor cronológico (F) de la inversión (P) a un plazo de 20 años (t) con una (TMAR) de 6 % (i), gráficamente;

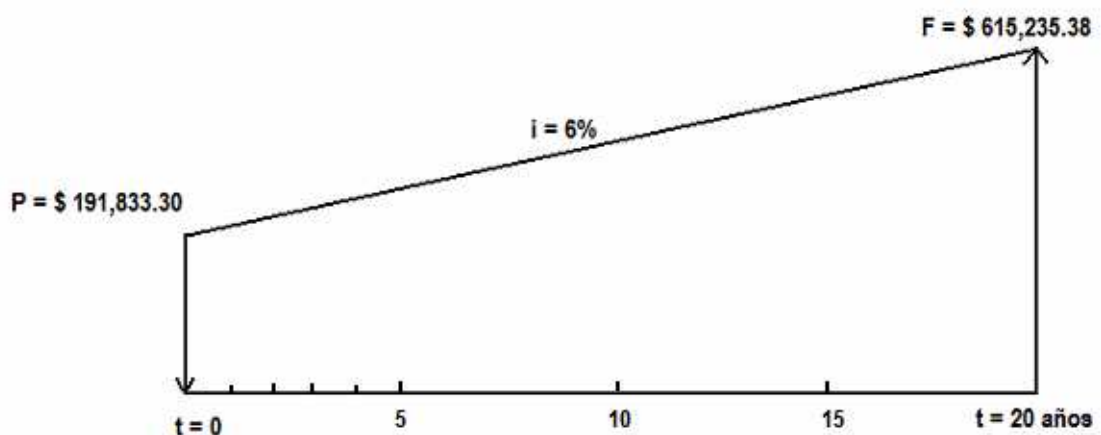


Figura 3.2. Flujo de efectivo para edificio de construcción convencional in situ.

Redistribuyendo, $F = \$ 615,235.38$ en 240 cuotas (doce cuotas al año en 20 años), y considerando que el edificio tiene 16 apartamentos, la cuota = $\$ 615,235.38 / 16 \times 240 = \$ 160.22$ con esta tasa de interés compuesta anualmente del 6%, cada familia pagaría mensualmente \$160.22 por cada apartamento. Si el beneficiario entregara 3% de prima, siendo el costo por cada apartamento de \$ 38,452.21. La forma posible de pago para el periodo considerado de 20 años es:

Prima 3%, es decir $0.03 \times 38,452.21 = \$ 1,153.57$. Si no cuenta con el monto, esta podrá ser repartida en 60 cuotas (5 años) las cuales son sumadas al costo mensual, así:

Si no dió prima, entonces, $\$ 1,153.57 / 60 = \$ 19.23$. La nueva cuota mensual es $\$ 19.23 + \$ 160.22 = \$ 179.45$ por cinco años, después, se quedaría pagando \$ 160.22 mensual los años restantes.

En el caso que el asalariado no dé prima pero se alargue el periodo de pago a 25 años, la cuota mensual sería:

$$\text{Cuota}_{\text{prefabricado}} = (\$ 498,059.26 / 25 \text{ años} \times 12 \text{ meses} \times 16 \text{ aptos.}) = \$ 103.76$$

$$\text{Cuota}_{\text{in situ}} = (\$ 615,235.38 / 25 \text{ años} \times 12 \text{ meses} \times 16 \text{ aptos.}) = \$ 128.17$$

En la tabla 3.6 se muestran y resumen los resultados obtenidos en este último cálculo realizado.

Así mismo la figura 3.3 muestra las cuotas mensuales que pagaría el beneficiario al acortar y alargar el plazo de pago del inmueble en ambos casos.

3.0.4 Tasa de interna de retorno (TIR)²⁵ para un edificio de cuatro plantas hecho con prefabricados estructurales y otro convencional in situ.

Se compararán con las tasas mínimas aceptables de retorno (TMAR), que en cada caso es 6%.

Para el edificio de construcción con prefabricados estructurales, es la siguiente:

Costo inicial: \$ 155,297.23

Valor de salvamento = $(\$155,297.23 \times 0.75) = \$116,472.92$ (Se adopta depreciación en línea recta del 1.25 % anual, para el edificio multifamiliar respecto de la inversión inicial, depreciándose 25% en 20 años)²⁶

Ingresos anuales: $\$ 498,059.26 / 20 \text{ años} = \$ 24,902.96$

Con el fin de analizar los ingresos y desembolsos en tiempo presente y encontrar una aproximación de la TIR para el periodo de análisis considerado, se realiza la suma algebraica de

²⁵ Fuente: Riggs.2002. "Ingeniería Económica." Cuarta Edición. Ed. Alfaomega. Páginas 189-191.

²⁶ Sinisterra, Gonzalo y otros.1997. Contabilidad: sistema de información para las organizaciones.

Bogotá: Mc Graw Hill. Pág. 258-264.

la inversión inicial, el valor de salvamento y el ingreso obtenido al cabo de 20 años, ya que estos son los flujos de efectivo más representativos por proyecto.

$$VP(\text{valor presente}) = - \$ 155,297.23 + \$ 116,472.92 + (\$ 24,902.96)(20 \text{ años})$$

VP= \$ 459,215.69 (para distribuir este valor en anualidades para 20 años se divide entre 20),
obteniendo el valor de VP= \$ 22,960.78 anual

$$(A/P, i^{27}, 20) = A/P = \$ 22,960.78 / \$ 155,297.23 = 0.1478 * 100\% = 14.78 \% > \text{TMAR} (6\%)$$

Entonces, $TIR_{\text{edificio prefabricado}} = 14.78 \%$ La alternativa con sistema prefabricado de grandes paneles de concreto es factible desde este enfoque.

Al incrementar el periodo de depreciación del edificio a 50 años manteniendo los demás valores constantes obtenemos un valor de TIR de:

$$VP(\text{valor presente}) = - \$ 155,297.23 + \$ 155,297.23 (100\% - (1.25 \times 50 \text{ años}))^{28} + (\$ 24,902.96)(50 \text{ años})$$

$$VP = \$ 1,148,087.23$$

$$VP = \$ 22,961.74 \text{ anual}$$

$$(A/P, i^{29}, 50) = A/P = \$ 22,961.74 / \$ 155,297.23 = 0.1478 * 100\% = 14.78 \% > \text{TMAR} (6\%)$$

Al considerar un periodo mayor de depreciación del edificio se reduce su valor de salvamento en 62.5%, o sea 37.5%, de la inversión inicial, reduciendo así este ingreso, sin embargo, el proyecto

²⁷ $i = TIR$, pero i es un valor incierto de tasa de interés para la recuperación de la inversión cuyo valor se busca con la TIR.

²⁸ Recuperación de la inversión inicial en un periodo de 50 años.

²⁹ $i = TIR$, valor de tasa de interés buscada, que al ser mayor que la TMAR garantiza la factibilidad del proyecto.

sigue siendo factible ya que la TIR continua siendo 14.78% y mayor que la TMAR, debido a que los ingresos mensuales se mantienen constantes en el tiempo.

Para el edificio de construcción convencional in situ:

Costo inicial: \$ 191,833.30

Valor de salvamento = $(\$191,833.30 \times 0.75) = \$143,800.00$ (Se adopta depreciación en línea recta del 1.25 % anual, para edificio multifamiliar, respecto de la inversión inicial, depreciándose 25% en 20 años)

Ingresos anuales: $\$ 615,235.38 / 20 \text{ años} = \$ 30,762.00$

VP(valor presente)= $-\$ 191,833.30 + \$ 143,800.00 + \$ 30,762.00 (20)$

VP= $\$ 567,206.70$ (para distribuir este valor en anualidades para 20 años se divide entre 20), obteniendo el valor de VP= $\$ 28,360.34$

$(A/P, i^8, 20) = A/P = \$ 28,360.34 / \$ 191,833.30 = 0.1478 * 100\% = 14.78 \% > \text{TMAR} (6\%)$

Entonces, $TIR_{\text{edificio de construcción in situ}} = 14.78 \%$ La alternativa con sistema de construcción in situ también es factible desde este enfoque.

Al incrementar el periodo de depreciación del edificio a 50 años manteniendo los demás valores constantes obtenemos un valor de TIR de:

VP(valor presente)= $-\$ 191,833.30 + \$ 191,833.30 (100\% - (1.25 \times 50 \text{ años})) + (\$ 30,762.00)(50 \text{ años})$

VP= $\$ 1,418,204.19$

VP= $\$ 28,364.08$

$$(A/P, i^{30}, 50) = A/P = \$ 28,364.08 / \$ 191,833.30 = 0.1478 * 100\% = 14.78 \% > \text{TMAR} (6\%)$$

Al considerar un periodo mayor de depreciación del edificio se reduce su valor de salvamento en 62.5%, o sea 37.5%, de la inversión inicial, reduciendo así este ingreso, sin embargo, el proyecto sigue siendo factible ya que la TIR continua siendo 14.78% y mayor que la TMAR, debido a que los ingresos mensuales se mantienen constantes en el tiempo.

La TIR⁸ obtenida (14.78%), en los análisis, es mayor a la TMAR establecida de 6%, indicando que la tasa de interés real obtenida a partir de los beneficios y desembolsos anuales para ambos proyectos al final de un período de 20 y 50 años respectivamente, es mayor que la mínima prefijada. O sea, que ambos proyectos son aceptables bajo este análisis en cualquier periodo de tiempo considerado. Así, para la elección del proyecto más viable para el asalariado se procede a analizar la tabla 3.7 comparativa siguiente:

³⁰ i = TIR, valor de tasa de interés buscada, que al ser mayor que la TMAR garantiza la factibilidad del proyecto.

Tabla 3.7. Recuperación de inversión con $i = 6\%$, para $t = 20$ años de pago y cuotas mensuales.

Para un edificio de 4 niveles, 16 apartamentos y 80 personas.

ALTERNATIVA	COSTO DIRECTO O INVERSION INICIAL	COSTO DIRECTO DEL EDIFICIO DESPUES DE 20 AÑOS	COSTO DIRECTO PARA UN APARTAMENTO DESPUES DE 20 AÑOS	TIR %	MENSUALIDAD POR 5 AÑOS	MENSUALIDAD EN LOS 15 AÑOS RESTANTES	MENSUALIDAD POR 20 AÑOS DANDO PRIMA	MENSUALIDAD SIN DAR PRIMA POR 25 AÑOS
EDIFICIO PREFABRICADOS ESTRUCTURALES TECNOLOGIA INNOVADA	\$155,297.23	\$498,059.26	\$31,128.70	14.78	\$145.26	\$129.70	\$129.70	\$103.76*
EDIFICIO DE CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL IN SITU TRADICIONAL	\$191,833.30	\$615,235.38	\$38,452.21	14.78	\$179.45	\$160.22	\$160.22	\$128.17*

* Salario mínimo (sm): US \$ 207.00. Cuota menor que un salario mínimo o 49.90% y 78.83%, respectivamente:

$\$49.90 < \78.83 .

La evaluación de la factibilidad económica, de las dos alternativas a través de la TIR da, 14.78 %, que a la vez es mayor que la TMAR (6%), inicial, indicando que ambas alternativas son aceptables tanto para el que construye como para el que se beneficia con un apartamento multifamiliar. Sin embargo, la alternativa de construcción con prefabricados estructurales presenta mayor ahorro a largo plazo (\$117,176.12) para el asalariado, respecto a la alternativa de construcción convencional in situ, ya que para un plazo de 20 y 25 años las cuotas mensuales por apartamento son menores en 19% respectivamente. Al incrementar el tiempo de pago a 25 años y eliminar la prima de 3%, en ambos casos, se reduce la cuota mensual a \$103.76 para el apartamento prefabricado y \$128.17 para el apartamento de construcción in situ. Esta cuota es la que el asalariado pagaría por su apartamento aumentando su poder adquisitivo, familiarmente,

haciendo que el sistema prefabricado aventaje al sistema de construcción convencional in situ, al contar con cuotas mensuales más bajas en ambos periodos considerados.

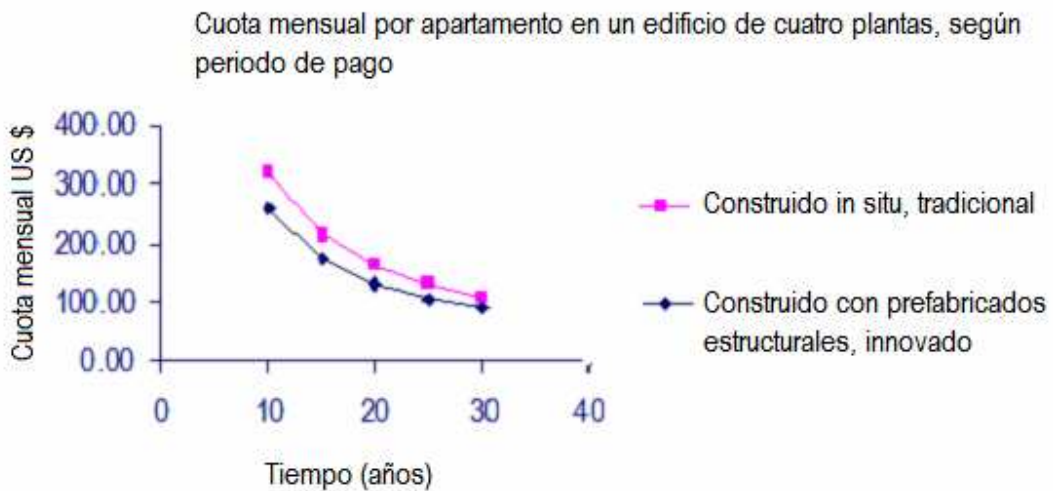


Figura 3.3. Cuota mensual aplicable al beneficiario al disminuir o incrementar el plazo de pago del inmueble considerado en ambos casos.

De la figura 3.3, al incrementar el plazo de pago del apartamento, en ambos casos, la cuota mensual que pagaría el beneficiado tiende a disminuir y se incrementa al disminuir el periodo de pago. En el caso del edificio prefabricado estructural las cuotas mensuales son 19% menores que las mensualidades del edificio de construcción tradicional in situ en cualquier periodo de análisis, esta ventaja, hace más accesible a los trabajadores asalariados a una vivienda digna para su familia, y a mejor calidad de vida.

De acuerdo con los materiales y procesos de fabricación de un edificio de cuatro niveles, para vivienda de interés social, aplicando la tecnología prefabricados estructurales (innovada) y el tradicional construido in situ, hechos de cemento y aceros estructurales, las relaciones de costos

directos que hacen posible una comparación relativa, tomando de base el sistema tradicional construido in situ, las ventajas en costos directos o ahorros que se obtienen y favorecen a las familias beneficiadas, se indica en las tablas 3.7 y la tabla 3.8, indicando las proyecciones económicas que garantizan la recuperación segura de la inversión en tales proyectos vivendistas que es una alternativa viable para contribuir a resolver el problema de déficit de vivienda para las personas asalariadas con dos salarios mínimos.

Tabla 3.8. Ventajas y ahorros de un edificio hecho con prefabricados estructurales, con tecnología industrial, respecto al sistema convencional construcción in situ.

Proyecto de vivienda social Unidad Familiar	Tecnología moderna de prefabricados estructurales para proyecto de vivienda multifamiliar				
	Proceso de fabricación	Materiales básicos principales	% Representativo	% Ahorrado	Costo directo ahorrado
Edificio* multifamiliar (de 4 niveles, 16 aptos., 80 personas)	Industrial, montaje y ensamblaje	Prefabricados de concreto y acero	81	19	\$36,536.07
Un Apartamento Unifamiliar	Industrial, montaje y ensamblaje	Prefabricados de concreto y acero	81	19	\$2,283.51
Torre de Acceso del Edificio Multifamiliar (de 4 niveles, 16 aptos., 80 personas)	Industrial, montaje y ensamblaje	Metálico estructural	80	20	\$7,803.78
Tiempo de Ejecución de un Edificio			57	43	104 días
Actividades Complementarias Previstas	Industrial, montaje y ensamblaje	Prefabricados de concreto y acero	73	27	\$24,631.15
* Costo directo total \$ 155,297.23					

Tabla 3.9. Relaciones y factores económicos de un edificio hecho con prefabricados estructurales, con tecnología industrial, respecto al sistema convencional construcción in situ.

Concepto	Sistema con Prefabricados Estructurales	
	Factor económico	%
Beneficios/Costos	2.11	39
Actualización Económica	\$498,059.26	81
Valor de salvamento	\$116,472.92	

Como se muestra en la tabla 3.8, el ahorro en costo directo y tiempo de ejecución de un edificio hecho con prefabricados estructurales a base de grandes paneles de hormigón respecto al sistema de construcción convencional in situ, para proyecto de vivienda de interés social, es de 19% (\$36,536.07) para un plazo de ejecución de 138 días, 43% menor que la otra alternativa, considerando que este ahorro de recursos es debido a la tecnología propia de este sistema de construcción innovador. Además, un ahorro de 20 % en la construcción de la torre de acceso independiente de la estructura del edificio, ahorro de 27% en las actividades complementarias previstas, siendo estas prefabricadas de concreto y acero en su totalidad. De la tabla 3.9 se obtiene que aunque ambos sistemas de construcción presentan factibilidad económica a través de la relación beneficio costo por presentar relaciones mayores que la unidad (2.11 y 1.52 respectivamente), la alternativa de grandes paneles prefabricados industrialmente es 39% más factible técnica y económicamente que el sistema convencional. Por los criterios citados, la TIR de 14.78% > 6% inicial, garantiza la recuperación económica de la inversión inicial y la viabilidad técnica y económica del sistema de grandes paneles de concreto, como alternativa a solucionar a

corto plazo el déficit cualitativo y cuantitativo de vivienda en el AMSS a través de una vivienda de interés social.

3.1 Conclusiones.

1. Las relaciones entre los costos directos de los edificios de cuatro niveles o multifamiliares, costeados³¹, utilizando dos tecnologías diferentes en los sistemas prefabricados estructurales de grandes paneles y concreto reforzado tradicional hecho in situ, indican, que el primero es más ventajoso, en costos directos, tiempos de ejecución e inversión favorables, generando ahorros con fines de vivienda en altura, de cuatro niveles, con interés social. En ambos casos, los beneficios/costos son mayores que la unidad, (2.11 y 1.52), la tasa interna de retorno, 14.78 %, mayor que la mínima de 6% y recuperación económica a largo plazo favorable a costo directo inicial, llegando a que: es elegible para coadyuvar a resolver el déficit de vivienda en el AMSS y del país, el sistema de grandes paneles prefabricados estructurales, para un edificio de cuatro niveles con 16 viviendas para 80 personas a beneficiar, porque es el más viable económica, tecnológica y socialmente, así como para una política vivierendista en el área metropolitana de San Salvador o del país, a corto, mediano o largo plazo, para coadyuvar a resolver el déficit nacional de vivienda. Con lo cual, se pudiera revalidar la construcción masiva de viviendas multifamiliares con 48 m² cada apartamento. Esto, en similitud con los 8,894 apartamentos construidos de concreto reforzado tradicional, indicados en la tabla del apéndice A.1, según los centros urbanos en el área metropolitana de San Salvador.

³¹ Ver tablas del capítulo y figura 3.3.

3.2 Bibliografía.

- Backer, Morton y Jacobson, Lyle.1995. Contabilidad de costos, un enfoque administrativo y de gerencia, segunda edición, McGraw Hill, México.
- Riggs.2002. "Ingeniería Económica." Cuarta Edición. Ed. Alfaomega. Páginas 189-191.
- Sinisterra, Gonzalo y otros. 1997. Contabilidad: sistema de información para las organizaciones. Bogotá: Mc Graw Hill. 1997. Pág. 258-264.
- Spiguel, Murray R. 1970. Serie Shaum. Estadística. Problemas resueltos. Primera Edición. Cap.17. Páginas 313 a 320. Editorial Mc Graw Hill. México.
- Nuevo Manual del Constructor. 2010. Gpo. Industrias MITA S.A. de C.V.

CAPITULO IV

CONSIDERACIONES, CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

INTRODUCCION

Los antecedentes históricos, estudio del contexto de la vivienda de interés social, costeo directo total y análisis e interpretación de resultados provenientes de la comparación del sistema prefabricado estructural de grandes paneles de concreto, innovado, y sistema convencional de concreto reforzado hecho in situ, convencional o tradicional, aplicada a la construcción de un edificio multifamiliar tipo existente de cuatro plantas, cuatro apartamentos por nivel, 48 m² por apartamento en el área metropolitana de San Salvador se hacen representar como pauta de soporte para hacer algunas consideraciones más relevantes de la tecnología de los prefabricados estructurales y concluir sobre este estudio, documental y de aplicación de costos directos realizado, dando las correspondientes recomendaciones y líneas de investigación futuras, que se consideren convenientes para el desarrollo del país, para que sirvan de referencia técnica, económica y social al considerar un sistema constructivo innovado, como el de los grandes paneles estructurales aplicados a la construcción de proyectos de vivienda de interés social en altura .

4.1 CONSIDERACIONES

1. La tecnología de los prefabricados o prefabricados estructurales hechos de concreto y acero estructural de refuerzo aplicada a la construcción de edificios multifamiliares, de cuatro niveles, para vivienda en altura con interés social, a pesar del moderno desarrollo de la industria de la construcción vivandista, todavía esta relegada, se utiliza muy poco, hay limitada difusión técnica y tecnológica y las evaluaciones a esta son limitadas o muy superficiales como otra muy buena alternativa para la construcción y para enfrentar el cómo disminuir el déficit y crecimiento habitacional metropolitano y del país, así mismo, eficiencia e impactos positivos integrales, ventajas y desventajas, etc., todo esto, propiamente de esa tecnología, y la comparación mas integral con la tecnología convencional o tradicional más común construyendo con elementos de concreto reforzado o bloque hueco tradicional (tipo Saltex) reforzado con hierro, y concreto estructural.
2. Los edificios multifamiliares en referencia de estudio de tecnología constructiva de vivienda en altura y análisis de costos directos, cumplen lo siguiente: 4 niveles de 4 viviendas cada uno, área de 48 m² por apartamento, para albergar una familia de 5 personas, 9.6 m² por persona, 16 apartamentos, 80 personas por edificio, dotados con instalaciones de los servicios básicos necesarios agua potable, aguas lluvias y aguas negras, luz eléctrica, el propuesto para el área metropolitana de San Salvador, a construir con el sistema de grandes paneles prefabricados estructurales, cumpliendo con los respectivos estándares de buena calidad se comparó con el sistema de construcción convencional in situ de concreto y acero estructural de refuerzo, por considerarlo un

sistema de construcción viable para coadyuvar a solventar la problemática del déficit habitacional³² del país, cuyos costos favorecen el presupuesto de las familias de bajos ingresos (2 salarios mínimos de \$207.00 c/u) entorno a que sea lo más factible y conveniente económico, social y técnicamente³³.

3. El sistema constructivo innovado, grandes paneles prefabricados estructurales, es más ventajoso, conveniente y factible social, técnica y económicamente para los proyectos de vivienda de interés social en altura, para los asalariados y las instituciones viviendistas, es el que resultó con más bajo costo directo total, menores cuotas mensuales, mayor beneficio/costo, mayor tasa interna de retorno, menor tiempo de ejecución y cumple buena calidad de los edificios unifamiliares.
4. Los costos directos obtenidos de viviendas de interés social en altura, son competitivos en el caso de proyectos con cuatro niveles con dos tecnologías de construcción, sistemas prefabricados estructurales de grandes paneles de concreto y acero y el sistema tradicional de concreto reforzado hecho in situ, con las mismas condiciones de diseño estructural y arquitectónico, en una área disponible, cimentaciones, forjados, paredes, vigas, columnas, losas y conexiones, requieren también eficiencia en tiempo y pasos de los procesos de fabricación por unidad y proyecto.

³² El déficit habitacional resulta de dividir el total de hogares existentes y el número de viviendas permanentes.

³³ Factible técnicamente en base a los procesos de construcción, maquinaria, equipo y herramientas utilizadas, transporte, seguridad, disponibilidad de materiales, mano de obra y maquinaria calculados en este documento.

5. Es indispensable que haya mano de obra calificada para los procesos de fabricación de edificios con elementos prefabricados estructurales que formarán parte, para el caso, del edificio multifamiliar para vivienda de interés social en familias que tengan ingresos de dos salarios mínimos \$414.00.
6. Los costos directos totales de mano de obra, materiales, equipos y herramientas, y valores de subcontratación, cuando los presupuestos incluyen estos costos directos, son precios válidos para Junio 2010.

4.2 CONCLUSIONES

Los resultados del estudio de los costos directos con tecnología de prefabricados estructurales aplicados a la construcción de edificios multifamiliares de cuatro niveles en el área metropolitana de San Salvador, con respecto al déficit habitacional actual del país y la disponibilidad de pago con el salario que ganan los trabajadores formales o el grupo familiar, se obtuvieron en base a la composición de los costos directos totales que generaron los precios unitarios correspondientes a cada partida y actividad, del proyecto. Las relaciones de costos directos obtenidas con las diferentes partidas presupuestarias para la construcción del edificio, utilizando ambos sistemas, y el análisis económico utilizando los criterios beneficio/costo y tasa interna de retorno, llevó a las siguientes conclusiones:

1. El déficit habitacional actual del país, la ventajosa tecnología moderna e innovada de los grandes paneles prefabricados estructurales, los altos costos de construcción y la garantización de la buena calidad y seguridad de las obras destinadas a las familias de dos salarios mínimos, son razones por las que se hace necesario generar soluciones innovadoras, como el sistema de grandes paneles prefabricados estructurales, con lo

cual, se abren nuevas posibilidades y mejores ventajas constructivas y económicas para diferentes tipos de obras civiles, edificios multifamiliares, de cuatro niveles, respecto al sistema de construcción convencional in situ, que más se aplica actual y comúnmente.

2. Adoptando prefabricados estructurales en el proceso de fabricación de un edificio de cuatro niveles con grandes paneles de prefabricados estructurales, tecnología innovada, respecto al sistema de construcción convencional in situ, o tradicional, el tiempo total de construcción se reduce en 43%, (de 242 días a 138 días), lo cual, da mayores ventajas técnicas y sociales. Los costos directos totales son menores en 19% (\$36,536.07) de ahorro o ventaja de inversión, relación beneficio/costo con prefabricados estructurales mayor que el convencional de referencia ($2.11 > 1.52$) y cuotas mensuales preliminarmente estimadas a través de una simulación de costos directos indica que estas son 19 % menores para 20 ó 25 años plazo de pago por la familia beneficiada, y con prefabricados siempre son comparativamente menores en este caso.
3. Los resultados obtenidos en el análisis económico a través de las relaciones de costos directos totales, beneficio/costo, tiempo de ejecución, posibles cuotas mensuales a largo plazo para el periodo de recuperación de la inversión inicial y tasa interna de retorno, indicaron que las familias con ingreso de dos salarios mínimos (\$414.00) tienen oportunidad ventajosa de adquirir vivienda digna y solventar a la vez los gastos familiares, cuando se construye con el sistema de grandes paneles prefabricados estructurales un edificio de cuatro niveles, entonces se tiene viabilidad técnica, económica y social, para coadyuvar a reducir el déficit habitacional actual metropolitano y del país.

4.3 RECOMENDACIONES

1. A las instituciones gubernamentales, Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, FONAVIPO, FSV, FUNDASAL, ONG's y empresa privada en general, constructores o beneficiadores de vivienda, adoptar la construcción de edificios multifamiliares de cuatro niveles hechos con prefabricados estructurales para proyectos de viviendas de interés social orientado a los trabajadores asalariados que obtengan ingreso de dos salarios mínimos. Esto coadyuvaría a disminuir el déficit habitacional actual del país.
2. A FONAVIPO, FIS, FUNDASAL, Universidades, empresas constructoras de edificios multifamiliares, estudiar los rendimientos de obra para fabricación industrial de elementos, montajes, transporte, conexiones y mano de obra en los procesos de fabricación de edificios a base de elementos prefabricados estructurales durante su ejecución.
3. Al sistema de educación superior, institutos tecnológicos, universidades e instituciones de cualquier gestión técnica y tecnológica (consejo nacional de ciencia y tecnología), usuarios, financista (banca nacional e internacional) o que apoya toda opción tecnológica tendiente al desarrollo del país, desarrollo humano, desarrollo tecnológico y técnico con tecnologías en particular y apropiada, principalmente hacia la solución de problemas apremiantes y exiguos para el bienestar de la población, difundir, adoptar, apoyar los prefabricados hacia la construcción de edificios con prefabricados estructurales para vivienda de interés social, a través de proyectos, por ejemplo, del viceministerio de vivienda, Ministerio de Obras Públicas, ONG's, proyectos políticos del país a través de la Presidencia de la República y la Cooperación Nacional e Internacional.

BIBLIOGRAFIA.

- Backer, Morton y Jacobson, Lyle.1995. Contabilidad de costos, un enfoque administrativo y de gerencia, segunda edición, McGraw Hill, México.
- Capote Abreu, Jorge A. 1985. Tecnología de la Prefabricación en la Construcción. Segunda edición. Andalucía, España.
- Constitución Política de la República de El Salvador. Vigente desde el dieciséis de Diciembre de 1983. Capítulo III, página 26.
- Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima (FUNDASAL).1976. La vivienda popular urbana en El Salvador. Vol.1. 306 págs. Mimiografiada. San Salvador. Pág. 146 y 147.
- Fondo Social para la Vivienda. Primer Foro para la promoción del financiamiento de Vivienda de Interés Social, página doce. El Salvador treinta de Junio de 2008.
- Nilson, H. Arthur.1999. Diseño de Estructuras de Concreto. Tercera edición. Mc Graw Hill Interamericana S.A. México.
- PNUD "*Informe sobre desarrollo humano. El Salvador 2001*", Sobre la Base de la Encuesta de Hogares y Propósitos Múltiples de la DIGESTYC. 1992 a 2001.
- Primer Simposio de Edificios y Sistemas de Piso Prefabricados estructurales.2006. Querétaro, 1 y 2 de Septiembre, México.
- Riggs.2002. "Ingeniería Económica." Cuarta Edición. Ed. Alfaomega. Páginas 189-191.
- Sinisterra, Gonzalo y otros. 1997. Contabilidad: sistema de información para las organizaciones. Bogotá: Mc Graw Hill. Pág. 258-264.

- Spiguel, Murray R. 1970. Serie Shaum. Estadística. Problemas resueltos. Primera Edición. Cap.17. Páginas 313 a 320. Editorial Mc Graw Hill. México.
- Strogil, E. Sigalov.1962. Reinforced Concrete, foreign languages publish house, Moscow.
- Suárez Salazar.2008. Costos y tiempos en edificaciones. Primera edición. Editorial LIMUSA. El Salvador.
- Walker, H. Carl.1981. SPCI. Manual on Design Connections for Precast Prestressed Concrete. Tercera edición. Mc Millan, United States of America
- Alegría, Ramón y otros.1992. Guía para la programación de la construcción de edificios. Trabajo de graduación en Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador. San Salvador.
- Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos. Revista N° 161, ingeniería y arquitectura. Marzo de 2009, página 33.
- Nuevo Manual del Constructor. 2010. Gpo. Industrias MITA S.A. de C.V.

APENDICE

Lo que se explica en este apéndice, son aspectos que están incluidos en la totalidad de costos directos estudiados y los calculados, por lo que estos detalles, más puntuales, pudieran estar no muy explícitos en el texto general, o aclaran inquietudes que resulten de apreciación que incluyen otros o más criterios en la reflexión propia de cada interesado, para mejor uso de este estudio y propuesta técnica.

El Censo de población y vivienda 2007, en El salvador es de 5,744,113 habitantes, ó 277 habitantes por kilómetro cuadrado. Se estima, que el número de viviendas aumentó de 1.10 millones en 1992, a 1.67 millones en 2007, ó que en 15 años se han construido 568 mil nuevas viviendas, llevando a determinar que 20,000 km² del territorio nacional, son insuficientes para proporcionar una vivienda horizontal baja por cada familia, ya que la mayoría de los proyectos viviendistas ofrecen soluciones habitacionales horizontales. Esto, ha elevado el costo de la tierra y el de la vivienda. Así, es necesario, retomar la construcción de complejos habitacionales verticales o multifamiliares para familias de bajos ingresos salariales y que todavía no han tenido opción de adquirir una vivienda unifamiliar, llevando así al déficit habitacional permanente.

Los proyectos más representativos con los que se dio solución a la demanda de vivienda en el AMSS desde 1950 son los de la tabla A.1.

Tabla A.1. Centro urbanos, vivienda multifamiliar en los años 1950's

Localización física del inmueble	Número de apartamentos*
Centro urbano Libertad	140
Centro urbano Mejicanos	80
Centro urbano San Carlos	160
Centro urbano Santa Anita (Málaga)	84
Centro urbano Monserrat	320
Centro urbano Candelaria	128
Centro urbano Atlacatl	772
Centro urbano Guatemala	160
Centro urbano 5 de Noviembre	128
Centro urbano José Simeón Cañas (Zacamil)*	4,696*
Centro urbano Amatepec	664
Centro urbano IVU	1,040
Centro urbano Lourdes	522
Total	8,894

Tomado de Monge, I. S. 2008. La vivienda popular en altura como solución habitacional, en los municipios de Soyapango, Ilopango y San Marcos. Trabajo de Graduación en Arquitectura. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Tecnológica de El Salvador. San Salvador.

* Costo unitario 7,000.00 colones (\$2,800.00), cuota mensual de pago 35.00 colones a 60.00 colones (\$14.00 a \$24.00), densidad 422 ha/Ha. equivalente a 94 unidades/Ha., área habitable 63.7 m² más jardines. Sistema constructivo mixto, bloque hueco de concreto, hierro, concreto. Ingreso familiar 200.00 colones a 1,000.00 colones (\$80.00 a \$400.00) familia por mes. Todo esto hace 60 años. (Vivienda popular urbana, FUNDASAL, 1976. Pág. 146 y 147). Estos valores se muestran consolidados comparativamente en la siguiente tabla A.2 :

Tabla A.2 Comparación de costos de comercialización, salario mínimo, cuota/mes de 1950 y costos directos actuales

Valores	1950 Comercializado	2010 Costos directos
Edificio	\$ 44,800.00	\$ 155,297.23
Apartamento	\$ 2,800.00	\$ 9,706.08
Cuota / mes	\$ 14.00 a \$ 24.00	\$ 103.76
Salario mínimo	\$ 22.86	\$ 207.00

El diseño arquitectónico único de cada edificio y en consecuencia de cada apartamento, o complejo de estos, asegura la repetición y regularidad en la fabricación industrial de los elementos prefabricados estructurales, esto reduce costos directos de fabricación en general.

Los beneficios con respecto a reactivación económica del país, consumo de mano de obra, materiales nacionales, resultan de los costos directos ya que estos están relacionados con los costos indirectos, los cuales varían acorde a la administración de cada empresa constructora, y no se pueden estandarizar porque estos son propios a conveniencia y competitividad empresarial para la fabricación del edificio multifamiliar con prefabricados estructurales.

El uso de grúa pluma para el izaje y colocación de piezas prefabricadas se consideró por subcontrato, el cual incluye la puesta en obra, combustible, mantenimiento rutinario del equipo, operario y reemplazo de la misma si se requiere. El rendimiento de obra del equipo depende de la empresa subcontratada cuyas actividades se basarán en este rendimiento. El costo de las piezas prefabricadas incluyen el costo por transporte de los módulos desde la fábrica hasta la obra.

El beneficio social analizado en este estudio económico, no incluye el estudio de generación de empleos y desempleo por consecuentes tecnológicos, ni beneficios sociales con estos proyectos, ya que la mayoría de las actividades a ejecutar en edificios usando sistema prefabricado estructural, colocación, izaje, montaje y ensamble de elementos estructurales prefabricados, instalación de divisiones de tabla roca, ventanas, puertas, pintura de paredes, se requiere subcontratar empresas y mano de obra calificada y tecnicada, reduciendo así oportunidades,

constituyendo esto, parte de los antibeneficios por uso de tecnologías modernas. El personal auxiliar es para chapeo, limpieza, excavación, compactación, trazo y nivelación, vigilancia etc., al maestro de obra se designa la responsabilidad de proporcionar las directrices técnicas correspondientes a esas actividades.

Las posibles cuotas mensuales escalonadas a cancelar por cada familia que adquiera vivienda, podría generar expectativas más ventajosas, por ejemplo, quinquenalmente, para que durante los primeros cinco años de pago de la vivienda, en estas hayan acomodos de gastos familiares, a fin de que cada ajuste quinquenal, el usuario pague el mismo valor de dinero, aunque tal cantidad varíe debido a la fluctuación económica nacional.

Tabla A.3. Ventajas y desventajas comparativas de dos tecnologías de construcción de un edificio de cuatro niveles.

Sistema	Ventajas y desventajas	
	Prefabricados Estructurales. Innovado	Construido in situ, convencional
Tecnología	Industrializada	Manual y artesanal
Rendimientos	Mayores	Menores
Mano de obra	Menor costo y menor cantidad	Mayor costo y mayor cantidad
Encofrados	No necesita	Necesita en cada proyecto
Tiempo de ejecución	Menor	Mayor
Maquinaria	Especializada y pesada	No especializada
Materiales	Menor cantidad	Mayor cantidad
Herramientas	Menor	Mayor
Acabados	No necesita	Necesita
Generación de empleo	Menor	Mayor

En la concepción esquelética del edificio multifamiliar de cuatro niveles, la estructura metálica innovada podría resultar más económica, comparada con los grandes paneles de concreto, pero el beneficio social por generación de empleo se reduciría sustantivamente en mano de obra tecnificada y no tecnificada. Sin embargo este tipo de construcción a gran escala valdría analizarla como alternativa viable por la magnitud de costos y disposición o voluntad del estado de garantizar vivienda de buena calidad para los que más lo necesitan de entre los salvadoreños de todos y cada uno de los estratos poblacionales de la pirámide poblacional nacional.

El valor total propiamente, de un edificio o un apartamento construido con grandes paneles prefabricados estructurales, que incluye todos los costos directos e indirectos, y demás que habilitan la asignación del valor de comercialización para un beneficiario con opción de adquisición de un apartamento en altura, cuatro o más niveles, es motivo de otro estudio que lleve a comparaciones más sustentantes respecto a las ventajas que este sistema implica, sus beneficios. Por ejemplo, en los años 1950's el costo de un apartamento (ver tabla A.1) fue \$2,800.00, cuota mensual de pago \$14.00 a \$24.00, 63.70 m², para ingreso por familia de \$80.00 a \$400.00 por mes, lo cual sería una base de comparación cuantitativa o económica de los proyectos de esta naturaleza para la actualidad considerada.

ANEXOS

Anexos del capítulo I.

Anexo No.1 Propuesta del contenido del trabajo de graduación.

CAPITULO I. ESTUDIO TECNICO DEL CONTEXTO DE LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL Y SUS COSTOS.

Introducción

1.1.0 Anteproyecto

1.1.0.1 Antecedentes

1.1.1 Planteamiento del problema

1.1.2 Alcances

1.1.3 Objetivos

1.1.3.1 Objetivo general

1.1.3.2 Objetivos específicos

1.1.4 Justificación

1.1.5 Limitaciones

1.1.6 Propuesta del contenido del trabajo de graduación

1.1.7 Metodología de la investigación

1.1.8 Cronograma de actividades

1.1.9 Planificación de recursos

1.2.0 Tecnología de los prefabricados estructurales aplicada a edificios de hasta
cuatro niveles

1.2.0.1 Transporte. Almacenamiento y re-almacenamiento de los prefabricados
estructurales

1.2.0.2 Izaje de elementos prefabricados estructurales

1.2.0.3 Para el montaje de elementos prefabricados estructurales se dispondrá de los siguientes datos mínimos

1.2.0.4 Información complementaria

1.2.0.5 Secuencia lógica del proceso de montaje de elementos prefabricados estructurales

1.2.1 El montaje

1.2.1.1 Montaje de elementos prefabricados de cimientos

1.2.1.2 Montaje de elementos prefabricados estructurales verticales

1.2.1.3 Montaje de los elementos prefabricados estructurales de la cubierta:
vigas, cerchas, losas de cubierta, etc.

1.2.1.4 Montaje de los elementos prefabricados estructurales complementarios:
zancas de escaleras, aleros, etc.

1.2.1.5 Montaje de los elementos prefabricados estructurales de cerramientos:
losas-pared, paneles exteriores, etc.

1.2.2 Campo de acción de la tecnología de los prefabricados estructurales

1.2.3 Elementos prefabricados estructurales, clasificación

1.2.3.1 Construcción industrializada

1.2.3.2 Construcción prefabricada (prefabricados)

1.2.3.3 Premoldeados

1.2.3.4 Fases de construcción

1.2.3.5 Clasificación de elementos prefabricados estructurales

1.2.3.5.1 Según peso y dimensiones

1.2.3.5.1.1 Prefabricados estructurales livianos

1.2.3.5.1.2 Prefabricados estructurales semipesados

1.2.3.5.1.3 Prefabricados estructurales pesados

1.2.3.5.2 Según sea su forma

1.2.3.5.2.1 Bloques

1.2.3.5.2.2 Paneles

1.2.3.5.2.3 Elementos lineales

1.2.3.5.2.3.1 Vigas prefabricadas. Ventajas

1.2.3.5.2.3.2 Columnas prefabricadas

1.2.3.5.2.3.3 Columnas preesforzadas

1.2.3.5.2.3.4 Pilotes prefabricados

1.2.3.5.3 Materiales

1.2.3.5.3.1 Hormigón armado

1.2.3.5.3.2 Elementos estructurales de hormigón
pretensados (EPR) o reforzados

1.2.3.5.3.3 Elementos de hormigón postensado

1.2.4 Conexiones en elementos prefabricados estructurales

1.2.4.1 Tipos de conexiones

1.2.4.1.1 Conexión con ménsula corta

1.2.4.1.2 Conexión con ménsula larga

1.2.4.1.3 Conexión con postensado

1.2.5 Vigas, columnas y losas

1.2.5.1 Vigas

1.2.5.2 Columnas

1.2.5.2.1 Clasificación de las columnas en relación con otros
componentes del edificio

1.2.5.2.1.1 Columna aislada o exenta

1.2.5.2.1.2 Columna adosada

1.2.5.2.1.3 Columna embebida

1.2.5.2.2 Según el fuste

1.2.5.2.2.1 Columna lisa

1.2.5.2.2.2 Columna estriada o acanalada

1.2.5.2.2.3 Columna fasciculada

1.2.5.2.2.4 Columna agrupada

1.2.5.2.2.5 Columna Salomónica

1.2.5.3 Losas planas

1.2.5.3.1 Losa de concreto armado plana rígida

1.2.6 Materiales y sus calidades

1.2.6.1 Cementos comerciales

1.2.6.1.1 El uso de cemento en prefabricados

1.2.6.2 Áridos

1.2.6.2.1 Según el tamaño de los granos

- 1.2.6.2.2 Según su procedencia
- 1.2.6.3 Agua
- 1.2.6.4 Fibrocemento
- 1.2.6.5 Hormigón estructural prefabricado
 - 1.2.6.5.1 Buena mezcla de hormigón
- 1.2.7 Especificaciones técnicas para construcción y procesos constructivos
- 1.2.8 Costos directos en la fabricación de los prefabricados estructurales (CDF)
- 1.2.9 Procesos para construir edificios de hasta cuatro niveles con prefabricados estructurales
 - 1.2.9.1 Cuatro grandes bloques de la construcción industrializada
- 1.2.10 Criterios de ejecución para construir un edificio de hasta cuatro niveles usando prefabricados estructurales
 - 1.2.10.1 Cimentaciones
 - 1.2.10.2 Forjados de los edificios sobre el nivel del suelo
 - 1.2.10.3 Construcción de viviendas de interés social
 - 1.2.10.3.1 Sistema de paneles integrales prefabricados en obra. (Covintec)
 - 1.2.10.3.2 Sistema de paneles ligeros
 - 1.2.10.3.3 Sistema con elementos lineales prefabricados
 - 1.2.10.3.4 Sistema mixto con paneles prefabricados
- 1.2.11 Costos de los prefabricados
 - 1.2.11.1 Constituyentes del costo
 - 1.2.11.1.1 Estructura de los costos

1.2.11.2 Costos directos de los edificios de cuatro plantas

1.2.11.3 Costos indirectos de los edificios de cuatro plantas

1.2.11.3.1 Los costos indirectos fijos

1.2.11.3.2 Los costos indirectos variables

1.2.11.4 Costos totales

1.3 Conclusiones

1.4 Recomendaciones

1.5 Bibliografía

CAPITULO II. USO DE LA TECNOLOGÍA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES EN EL CASO DE UN EDIFICIO DE CUATRO NIVELES. CASO DE APLICACION, CALCULANDO COSTOS DIRECTOS.

Introducción

2.0 Aplicación de la tecnología de los prefabricados estructurales. Caso de estudio

2.0.1 Condiciones existentes

2.0.1.0 Descripción del proyecto

2.0.1.1 Descripción del edificio del sistema prefabricado

2.0.2 Tipo de edificación y criterios de elección para su construcción con prefabricados estructurales

2.0.2.1 Condiciones particulares para la construcción del edificio de cuatro niveles para vivienda de interés social (CEPR4)

2.0.3 Pasos del proceso a seguir usando prefabricados estructurales

2.0.3.1 Modulación de elementos constructivos usando
prefabricados estructurales

2.0.3.2 Programación de ejecución de obra, consumo de materiales,
empleo de mano de obra y financiero para ambos casos

2.1 Tecnología de construcción convencional

2.1.1 Construcción de vivienda de una planta aplicando tecnología de
construcción convencional

2.1.1.1 Metodología

2.1.1.2 Excavación

2.1.1.3 Colado

2.1.1.4 Paredes de concreto

2.1.1.5 Fibra de polipropileno

2.1.1.6 Colado de paredes

2.1.1.7 Techos

2.2 Tecnología de construcción con prefabricados estructurales

2.2.1 Construcción de vivienda de una planta aplicando tecnología de
prefabricados estructurales

2.2.2 Comparación de costos aplicando la tecnología de los prefabricados
estructurales y tecnologías convencionales

2.3 Conclusiones

2.4 Recomendaciones

2.5 Bibliografía

CAPITULO III. RESULTADOS Y ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.

Introducción

3.0 Relaciones de costos directos entre sistema de prefabricados

estructurales y sistema tradicional construido in situ

3.0.1 Metodología a utilizar para el análisis de resultados de los costos

directos de ambos sistemas

3.0.2.1 Resultados del costeo directo para los sistemas prefabricados

estructurales y convencional construido in situ

3.0.3 Relación beneficio-costo (B/C) de un edificio de hasta cuatro

niveles en el área metropolitana de San Salvador, construyendo con

prefabricados estructurales y con el sistema de construcción

convencional in situ

3.0.3 Flujo de efectivo desde la inversión inicial

3.0.4 Tasa de interna de retorno (TIR) para un edificio de cuatro plantas

hecho con prefabricados estructurales y otro convencional in situ

3.1 Conclusiones

3.2 Bibliografía

CAPITULO IV. CONSIDERACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Introducción

4.1 Consideraciones

4.2 Conclusiones

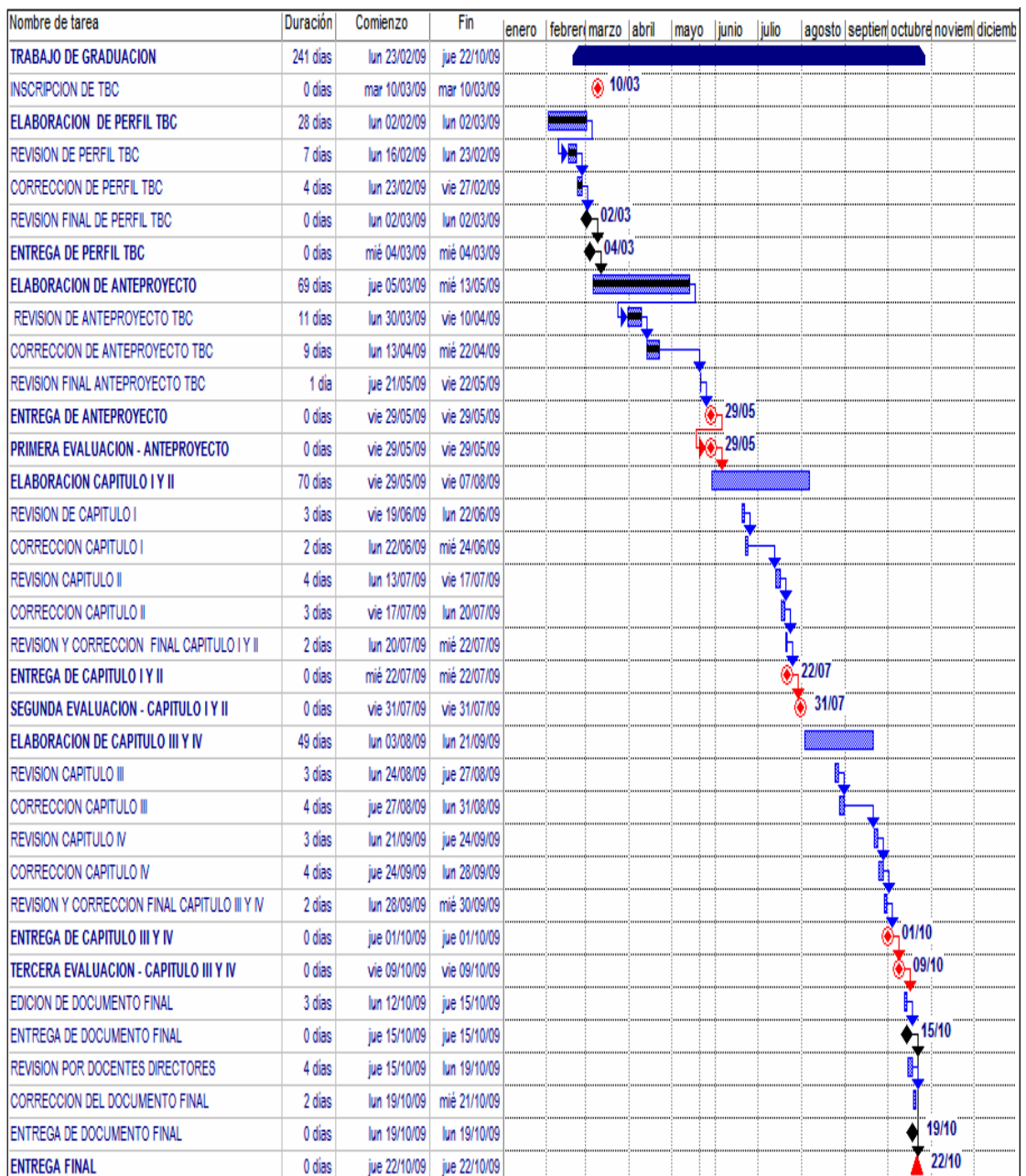
4.3 Recomendaciones

BIBLIOGRAFIA.

APENDICE.

ANEXOS.

Anexo No.2 Cronograma de actividades y evaluaciones.



Anexo No.3 Planificación de recursos.

PLANIFICACION DE RECURSOS

Esta planificación de recursos está basada en un periodo de 8 meses, incluye los insumos y materiales que han sido utilizados desde el perfil del presente trabajo de graduación hasta la entrega del documento final.

INSUMOS	CANTIDAD	SUBTOTALES U.S. DOLARES	TOTAL U.S. DOLARES
MATERIALES DE OFICINA			
Papel Bond tamaño carta	10 Resmas	40.00	195.25
Cartucho de tinta b/n	20 u.	50.00	
Cartucho de tinta a color	10 u.	30.00	
Folders tamaño carta	50 u.	6.00	
Discos compactos	50 u.	25.00	
Bolígrafos	10 u.	1.50	
Lápices	10 u.	1.50	
Borradores	5 u.	2.50	
Regla	5 u.	3.75	
Memoria USB	2 u.	30.00	
Corrector	2 u.	5.00	
EMPASTADOS Y FOTOCOPIAS			
Fotocopias	500 u.	10.00	109.00
Empastados duros	5 u.	75.00	
Empastados simples	4 u.	24.00	
EVALUACIONES PARCIALES			
Primera evaluación	1	50.00	300.00
Segunda evaluación	1	50.00	
Evaluación final	1	200.00	
MISCELANEOS			
Transporte	Por 8 meses	60.00	640.00
Internet	Por 8 meses	280.00	
		Total	1,244.25
5 % de imprevistos	1	62.21	
		TOTAL	1,306.46

Anexo No.4 Campo de acción de la tecnología de los prefabricados estructurales.

- Edificios prefabricados metálicos transportables.
- Edificios modulares, de metal.
- Edificios metálicos prefabricados de montaje y desmontaje rápido.
- Viviendas prefabricadas de metal.
- Chalets prefabricados de metal.
- Cuarteles prefabricados de metal.
- Talleres móviles equipados, tipo container o montados en camiones, de metal.
- Edificios prefabricados metálicos para obras.
- Cuartos de baño portátiles metálicos.
- Hangares de metal prefabricados.
- Almacenes metálicos.
- Alojamientos móviles metálicos tipo container.
- Edificios prefabricados metálicos para hoteles.
- Estructuras prefabricadas metálicas de gran envergadura.
- Estructuras metálicas prefabricadas para centros deportivos.
- Oficinas móviles metálicas tipo container.
- Oficinas y recintos prefabricados de metal modulares para instalación en interiores.
- Silos de metal.
- Garajes de metal.
- Puertas de garajes metálicas prefabricadas.

- Cobertizos y rejillas de metal para bicicletas.
- Silos de aparcamiento.
- Estructuras de metal tubular revestidas de plástico o textiles.
- Edificios agrícolas de metal.
- Invernaderos de estructura metálica.
- Fachadas en vidrio con marcos metálicos.
- Tejadillos y techos acristalados con esqueleto metálico.
- Refugios prefabricados de acero para defensa civil.
- Naves de almacenado, de metal.
- Cobertizos de metal.
- Cobertizos de metal para protección de vehículos en muelles de carga.
- Cabinas prefabricadas de metal para peajes.
- Cenadores de metal.
- Enrejados y porches para jardines, de metal revestido de plástico.
- Tejadillos de metal.
- Pórticos de metal.
- Cúpulas de metal.
- Quioscos de metal.
- Cabinas telefónicas de metal.
- Cabinas electorales de metal.
- Garitas antibalas, de metal.
- Atalayas metálicas.

- Cabinas sanitarias de metal.
- Piscinas de aluminio climatizables al aire libre.
- Cubierta para piscinas con bastidor metálico y elementos de apertura y cierre (cubiertas telescópicas).
- Torres de depósito de agua, metálicas.
- Torres de control metálicas para aeropuertos.
- Graderíos y tribunas de metal.
- Piscinas prefabricadas de metal o con armadura metálica.
- Estructuras metálicas de soporte para cubiertas de piscinas.
- Pisos de piscinas, ajustables verticalmente.
- Edificios metálicos para almacenar materiales peligrosos.
- Cajas prefabricadas de metal para ventiladores y calefactores.
- Pabellones y stands metálicos para exposiciones y ferias.
- Viviendas, bungalows y chalets prefabricados de hormigón.
- Garajes individuales de hormigón armado, prefabricados.
- Almacenes y talleres de elementos modulares prefabricados de hormigón.
- Edificios agrícolas prefabricados de hormigón.
- Silos de hormigón.
- Cobertizos urbanos de hormigón .
- Subestaciones de transformadores prefabricadas de hormigón.
- Cabinas telefónicas y garitas de policía prefabricadas de hormigón.
- Lavaderos prefabricados de hormigón.

- Bloques y tabiques de hormigón para la construcción.
- Bloques de hormigón con rendijas para canales de humo y de aire.
- Bloques de hormigón para fachadas.
- Bloques de hormigón vidriado.
- Bloques de hormigón con aislamiento de espuma de resina ureica del formaldehído.
- Ladrillos de hormigón.
- Ladrillos de hormigón y de barita para la industria nuclear.
- Revestimientos exteriores de hormigón.
- Revestimientos murales revestidos de polímero reforzado con fibras de vidrio (PRFV).
- Paredes prefabricadas de hormigón.
- Paredes prefabricadas de hormigón, insonorizadas.
- Elementos de pared de separación móviles de hormigón reforzado.
- Vigas, dinteles y viguetas de hormigón.
- Techos huecos prefabricados de hormigón.
- Balcones, balaustradas, balaústres y recintos de hormigón.
- Cerchas y correas de cubiertas, de hormigón.
- Elementos prefabricados de hormigón para techados.
- Bloques de aleros de tejado y de canalones de desagüe, de hormigón.
- Suelos prefabricados de hormigón.
- Pavimentación prefabricada de hormigón.
- Peldaños, escaleras y descansillos prefabricados de hormigón.
- Baldosas de hormigón para paredes y pisos.

- Claraboyas de piso y de techo, de hormigón.
- Jambas y componentes de hormigón para ventanas.
- Barras de hormigón armado para ventanas.
- Dinteles y componentes de hormigón para puertas.
- Repisas de chimenea prefabricadas de hormigón.
- Parrillas y hornos prefabricados en cemento para jardines.
- Fustes de chimenea prefabricados de hormigón.
- Sombreretes y caperuzas de chimenea, de hormigón.
- Albardillas (muros) de hormigón.
- Canales y conductos refractarios de hormigón para humos.
- Paneles de hormigón para tabiques.
- Paneles de hormigón para cabinas antisonoras.
- Paneles de paramento de hormigón.
- Elementos de hormigón para edificios prefabricados.
- Elementos prefabricados de hormigón para refugios antiaéreos.
- Elementos ornamentales de hormigón para la construcción.
- Bloques de hormigón para incineradores.
- Conductos descargadores de hormigón para basuras.
- Bloques de hormigón para empotrar cajas fuertes.
- Cimientos prefabricados de hormigón.
- Bases de hormigón para invernaderos y cajas de paredes de cristal.
- Planchas onduladas de hormigón para la construcción.

Anexo No.5 Tipos de vigas.

Viga en voladizo: Viga en la que uno de sus extremos se encuentra empotrado mientras que el otro se encuentra libre o en voladizo.

Viga apoyada con doble voladizo: Viga apoyada cuyos extremos se encuentran en voladizo.

Viga apoyada en voladizo: Viga apoyada con un extremo en voladizo, que permite reducir el momento positivo en el centro del tramo, mientras que en el extremo se desarrolla un momento negativo.

Almojaya: Viga en voladizo que se proyecta en una estructura, que permite sostener el vuelo de un suelo o de una cubierta.

Cantiléver: Cualquier viga, travesaño u otro miembro estructural que se proyecta más allá de su miembro sustentante. También llamado voladizo.

Voladizo: Cualquier viga, travesaño u otro miembro estructural que se proyecta más allá de su miembro sustentante. También llamado cantiléver.

Viga compuesta de madera laminada verticalmente, fabricada mediante la unión de diversos miembros menores, mediante clavos o pernos, formando una viga de mayores dimensiones; o

viga de acero compuesta por diferentes planchas rematadas o soldadas entre sí. También llamada viga ensamblada, viga de alma llena. T, H, I.

Viga de alma llena, de madera, laminada verticalmente, fabricada mediante la unión de diversos miembros menores mediante clavos o pernos, formando una viga de mayores dimensiones; o viga de acero compuesta por diferentes planchas rematadas o soldadas entre sí. También llamada viga compuesta, viga ensamblada.

Viga ensamblada, de madera, laminada verticalmente, fabricada mediante la unión de diversos miembros menores mediante clavos o pernos, formando una viga de mayores dimensiones; o viga de acero compuesta por diferentes planchas rematadas o soldadas entre sí. También llamada viga compuesta, viga de alma llena.

Viga de gran canto, de hormigón armado, de borde o canto igual o mayor que la mitad de su luz, y de espesor relativamente pequeño. También llamada viga-pared, viga-tabique.

Viga-pared, de hormigón armado, de borde o canto igual o mayor que la mitad de su luz, y de espesor relativamente pequeño. También llamada viga de gran canto, viga-tabique.

Viga-tabique, de hormigón armado, de borde o canto igual o mayor que la mitad de su luz, y de espesor relativamente pequeño. También llamada viga de gran canto, viga-pared.

Viga apoyada en el cabecero, es de longitud relativamente corta, empleada para sostener la proyección de una viga inclinada.

Viga de alma doble, es de madera o de acero, poseen una sección hueca. También son llamadas viga tubular.

Viga tubular, es de madera o de acero, que poseen una sección hueca. También son llamadas viga de alma doble.

Viga de caja, es de sección rectangular, hueca. También es llamada viga de cajón cerrado.

Viga de cajón cerrado o viga de caja, tiene sección rectangular hueca.

Viga de caballete: empleada para sostener los extremos superiores de las varillas de hierro en una armadura de cubierta. También llamada viga de cumbrera.

Viga de cumbrera o de caballete: empleada para sostener los extremos superiores de las varillas en una armadura de cubierta. También llamada viga de caballete.

Viga secundaria: Cualquier viga que transmite su carga a una viga principal.

Viga en T: Viga de hormigón armado que se caracteriza por constar de una losa cuya porción central sobresale por debajo de ella, tal que permite resistir los esfuerzos de flexión y cortadura.

Viga simple o simplemente apoyada: la que está soportada por apoyos simples en los extremos.

Jácena: 1. Viga horizontal, que permite sostener vigas secundarias o viguetas; también llamada viga maestra. 2. Viga maestra de acero, hormigón armado o madera que recibe las cargas concentradas en puntos aislados a lo largo de su longitud.

Viga de doble T: consiste en una tabla de madera laminada que sirve de alma a la que se le han fijado dos alas, también de madera, a lo largo de los cantos superior e inferior. También llamada viga I.

Anexo No.6 Controles normalizados y especificados que se hacen en el proceso de fabricación de prefabricados.

Especificación para cemento Portland (ASTM C 150).

Especificación para cementos hidráulicos mezclados (ASTM C 595).

Método de ensayo para resistencia a la compresión (ASTM C 109).

Ensayo para tiempo de fraguado de cemento hidráulico por la aguja de Vicat (ASTM C 191).

Especificación para agregados de concreto (ASTM C 33).

Especificación para agregados livianos para concreto estructural (ASTM C 330).

Anexo No.7 Costos.

1. Clasificación según la función que cumplen.

a. Costo de Producción. Son los que permiten obtener determinados bienes a partir de otros, mediante el empleo de un proceso de transformación. Por ejemplo:

- Costo de la materia prima y materiales que intervienen en el proceso productivo
- Sueldos y cargas sociales del personal de producción.
- Depreciaciones del equipo productivo.
- Costo de los servicios públicos que intervienen en el proceso productivo.
- Costo de envases y embalajes.
- Costos de almacenamiento, depósito y expedición.

- b. Costo de Comercialización. Es el costo que posibilita el proceso de venta de los bienes o servicios a los clientes. Por ejemplo
- Sueldos y cargas sociales del personal del área comercial.
 - Comisiones sobre ventas.
 - Fletes, hasta el lugar de destino de la mercadería.
 - Seguros por el transporte de mercadería.
 - Promoción y Publicidad.
 - Servicios técnicos y garantías de post-ventas.
- c. Costo de Administración. Son aquellos costos necesarios para la gestión del negocio. Por ejemplo:
- Sueldos y cargas sociales del personal del área administrativa y general de la empresa
 - Honorarios pagados por servicios profesionales.
 - Servicios Públicos correspondientes al área administrativa.
 - Alquiler de oficina.
 - Papelería e insumos propios de la administración
- d. Costo de financiación. Es el correspondiente a la obtención de fondos aplicados al negocio. Por ejemplo:
- Intereses pagados por préstamos.
 - Comisiones y otros gastos bancarios.
 - Impuestos derivados de las transacciones financieras.

2. Clasificación según su grado de variabilidad. Esta clasificación, es importante para la realización de estudios de planificación y control de operaciones. Está vinculada con las variaciones o no de los costos, según los niveles de actividad.

a. Costos Fijos. Permanecen constantes. Se pueden identificar y llamar como costos de "mantener la empresa abierta", de manera tal que se realice o no la producción, se venda o no la mercadería o servicio. Estos costos son propios del funcionamiento de la empresa y son pagados por ella, por ejemplo:

1. Alquileres
2. Amortizaciones o depreciaciones
3. Seguros
4. Impuestos fijos
5. Servicios Públicos (luz, teléfono, gas, etc.)
6. Sueldo y cargas sociales de encargados, supervisores, gerentes, etc.

b. Costos Variables. Son costos que varían en forma proporcional. Son los costos por "producir" o "vender". Por ejemplo:

- Mano de obra directa (a destajo, por producción o por tanto).
- Materias primas directas.
- Materiales e Insumos directos.
- Impuestos específicos.
- Envases, embalajes y etiquetas.
- Comisiones sobre ventas.

3. Clasificación según su asignación.

- a. Costos Directos. Son costos que consume directamente una unidad de producción. Por lo general son similares a los costos variables.
- b. Costos Indirectos. Son los que no se pueden asignar directamente a un producto o servicio, sino que se distribuyen entre las diversas unidades productivas, mediante algún criterio de reparto. En la mayoría de los casos los costos indirectos pudieran ser costos fijos.

4. Clasificación según su vulnerabilidad o sensibilidad.

- a. Costo Variable Unitario. Es el valor en precio que se asigna directamente a cada unidad de producto. Comprende la unidad de cada materia prima o materiales utilizados para fabricar una unidad de producto terminado, así como la unidad de mano de obra directa, la unidad de envases y embalajes, la unidad de comisión por ventas, etc.
- b. Costo Variable Total. Es el valor que resulta de multiplicar el costo variable unitario por la cantidad de productos fabricados o servicios vendidos en un período determinado; sea éste mensual, anual o cualquier otra periodicidad. Para el análisis de los costos variables, se parte de los valores unitarios para llegar a los valores totales. En los costos fijos el proceso es inverso, se parte de los costos fijos totales para llegar a los costos fijos unitarios.

- c. Costo Fijo Total. Es la suma de todos los costos fijos de la empresa .
- d. Costo Fijo Unitario. Es el costo fijo total dividido por la cantidad de productos fabricados o servicios brindados.
- e. Costo Total. Es la suma del costo variable más el costo fijo. Se puede expresar en valores unitarios o en valores totales.
- f. Venta. Es el valor de los productos o servicios que se venden a los clientes, a precio "justo", para satisfacer sus necesidades o deseos o cumplir proyectos o metas personales o familiares. La empresa espera, a través del precio, cubrir los costos para obtener ganancias. Tomando en cuenta los objetivos de la empresa y la expectativa del cliente. El precio de venta es igual al costo total del producto más la ganancia.

Anexo No.8 Esquema general de un edificio para vivienda en altura.

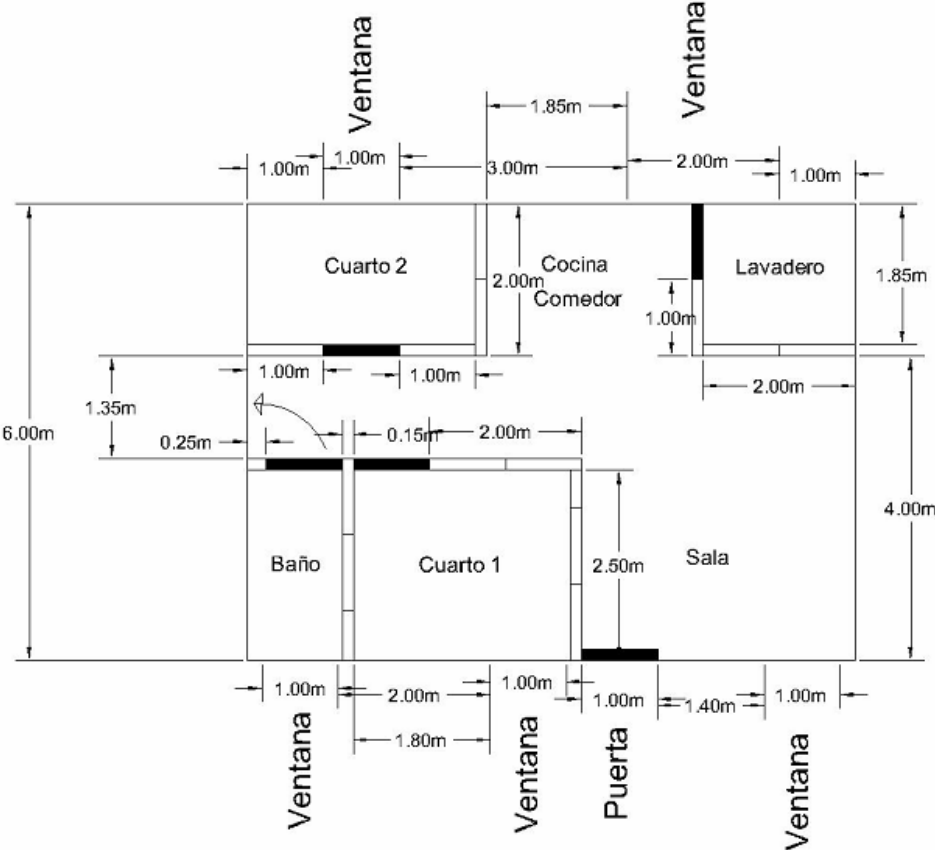


Figura 1 Anexo 8. Vista en planta de distribución del apartamento

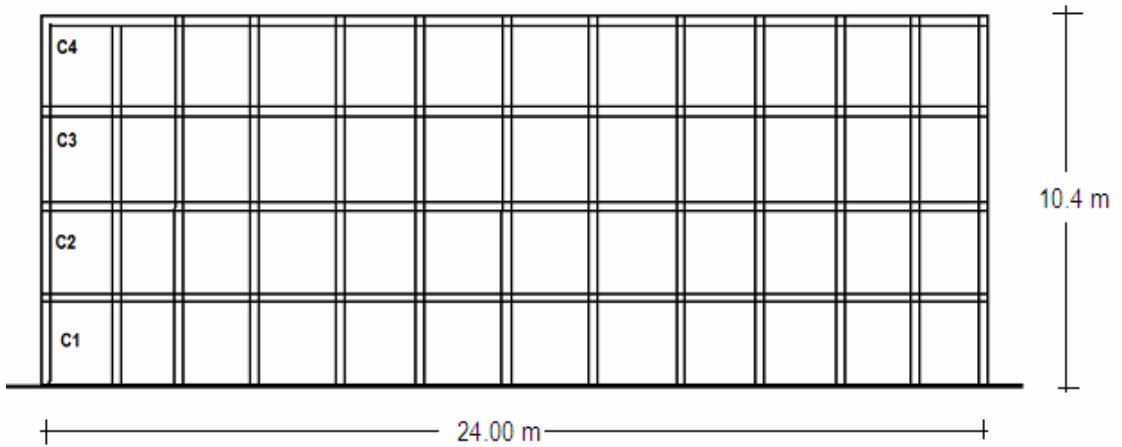


Figura 2 Anexo 8. Elevación estructural frontal de edificio

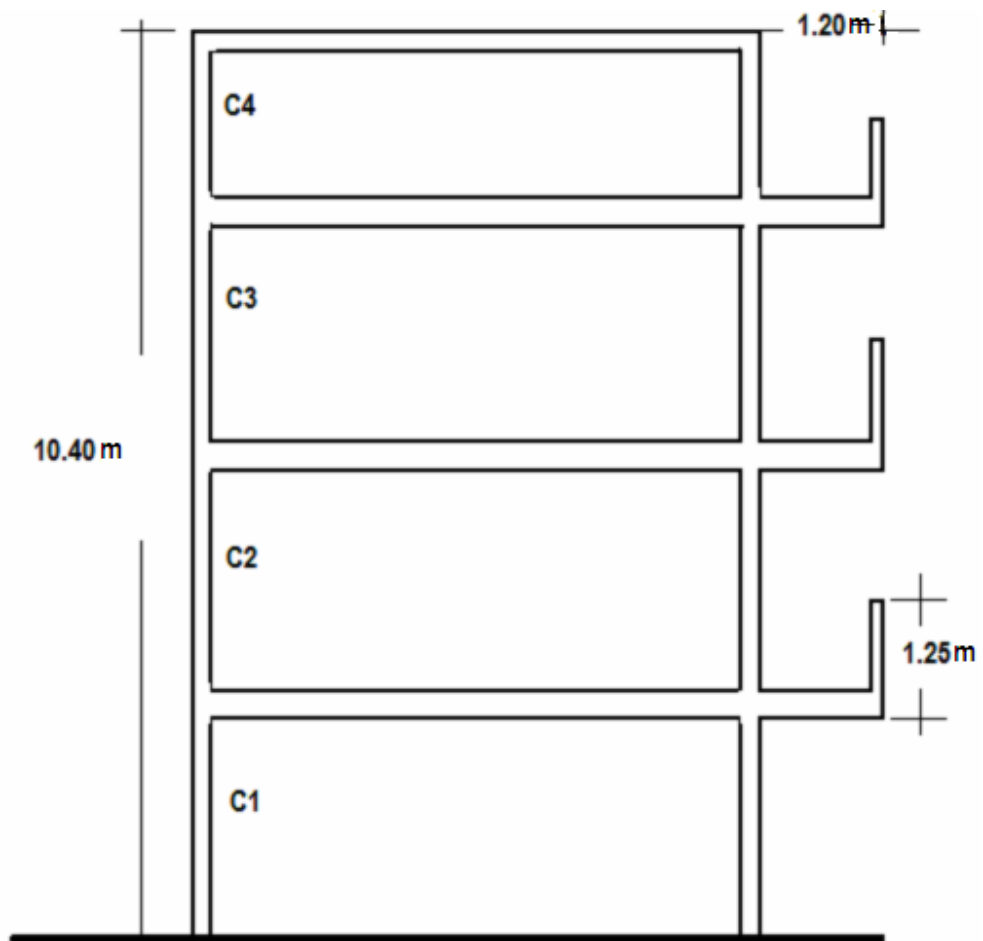


Figura 3 Anexo 8. Elevación estructural lateral de edificio

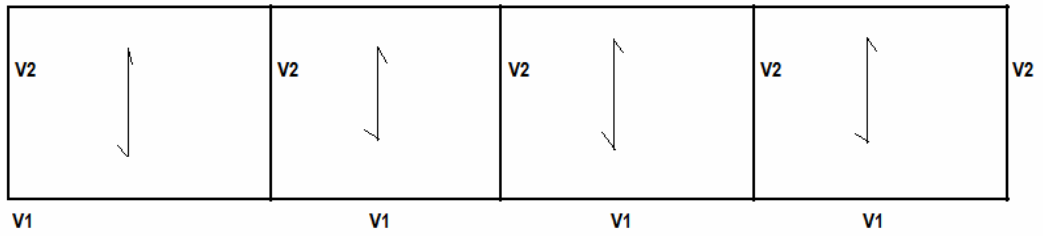


Figura 4 Anexo 8. Planta tipo de entrepiso

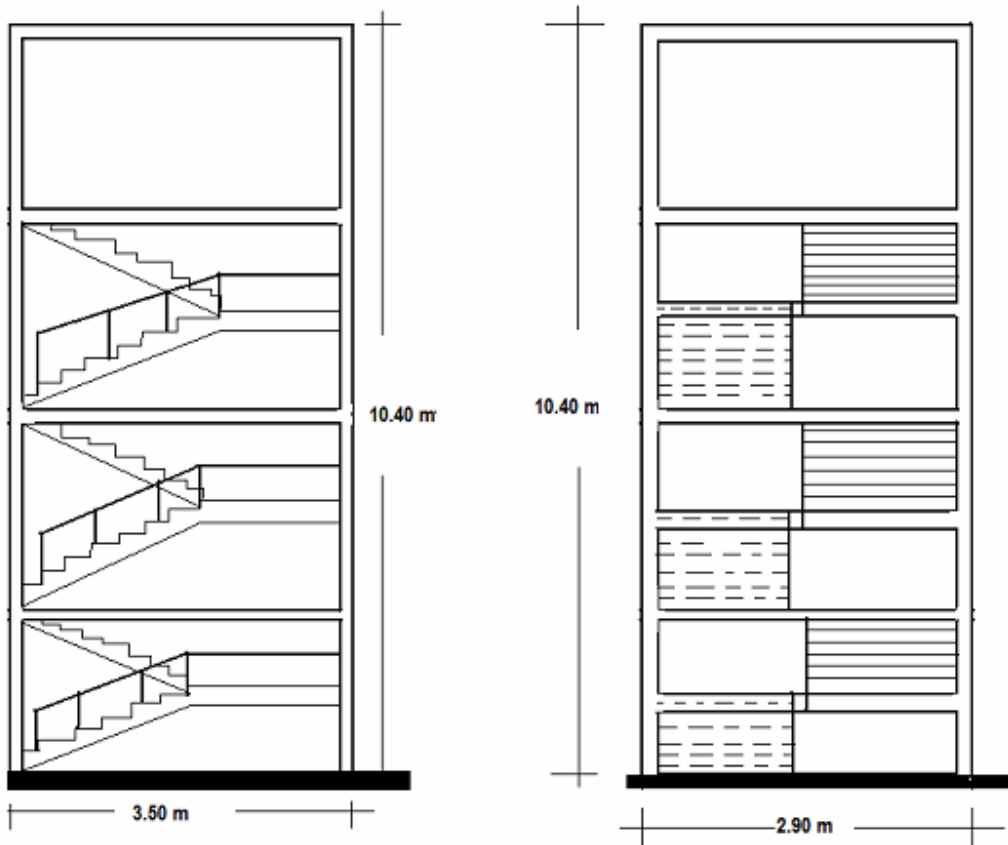


Figura 5 Anexo 8. Secciones lateral y frontal de las escaleras de construcción in situ.

Anexo No.9 Programación de obra para edificio prefabricado estructural y edificio de construcción tradicional hecho in situ.

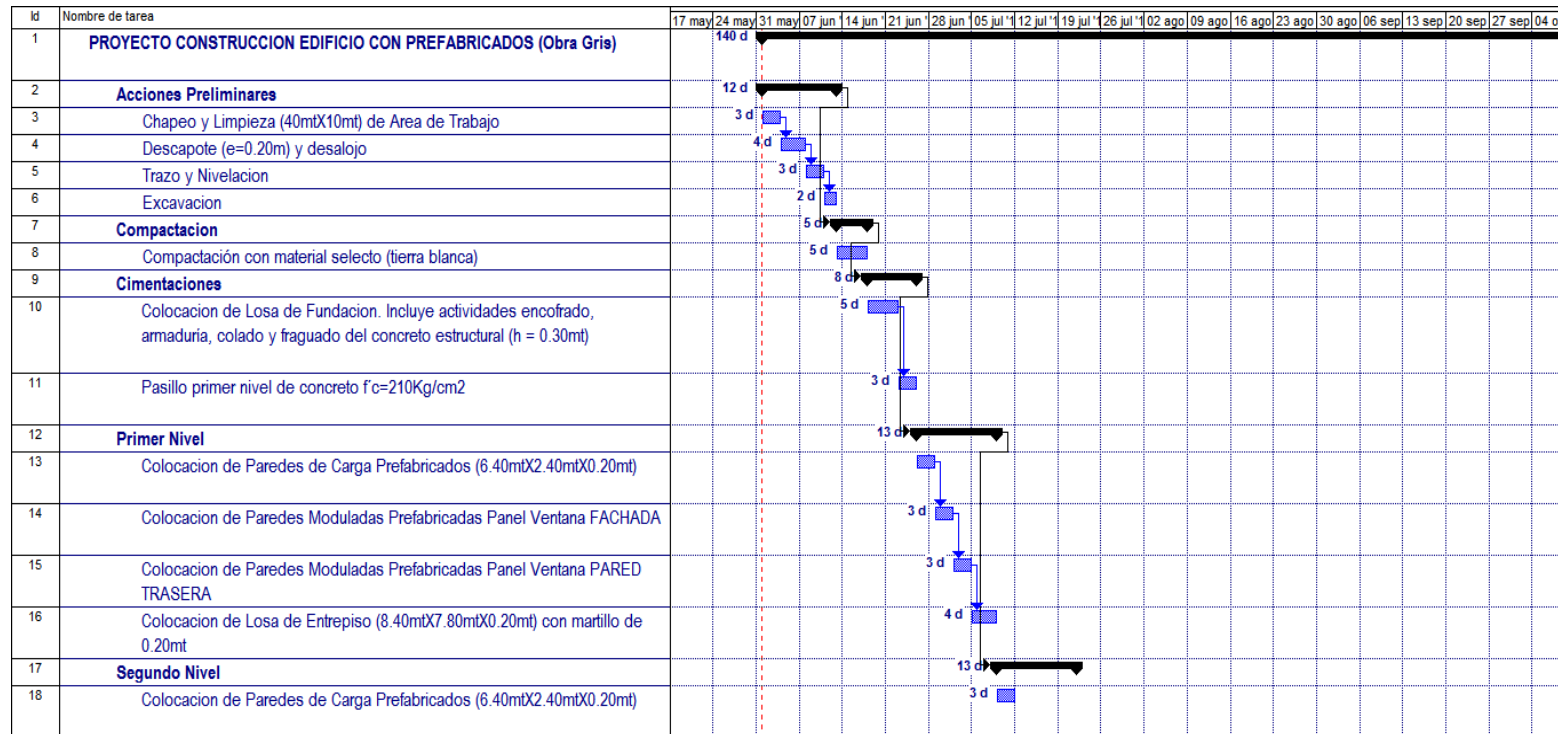


Figura 1 Anexo 9. Programación de obra para sistema prefabricado estructural.

... pasa

... viene

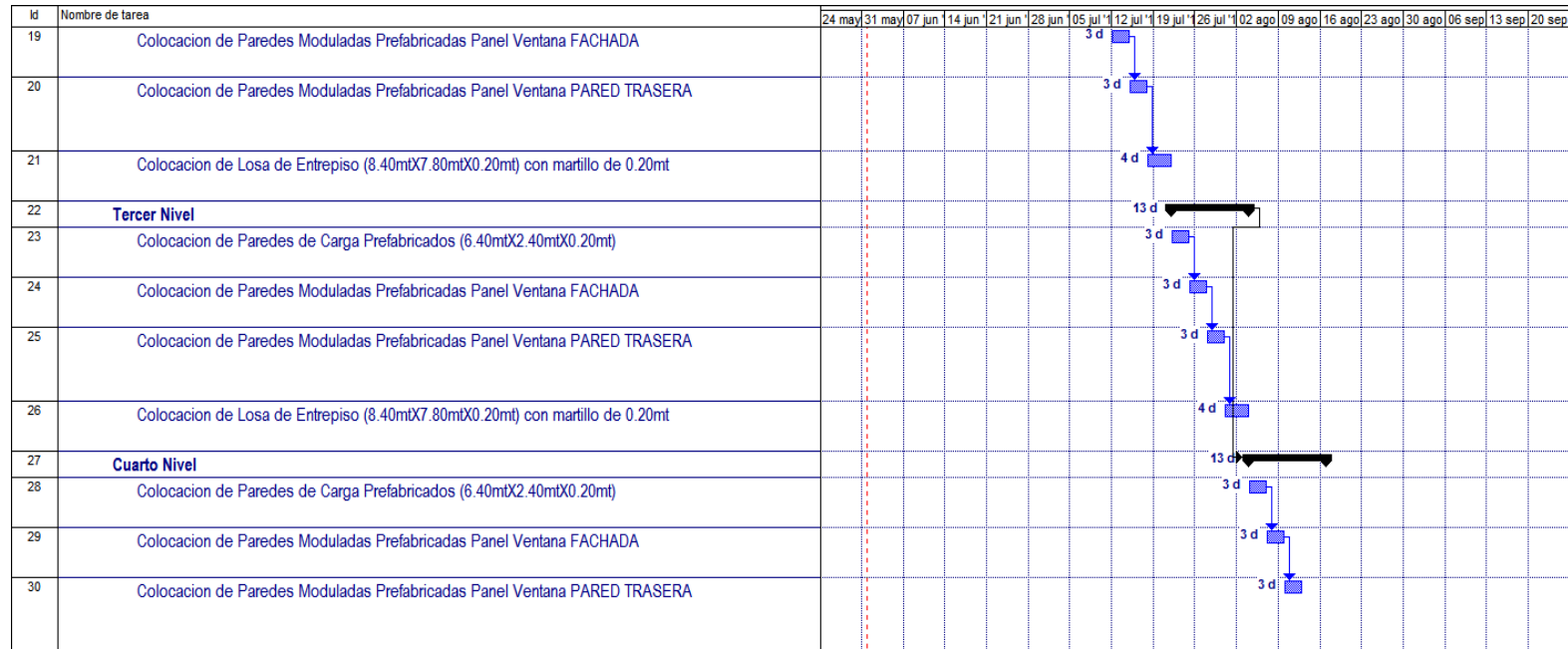


Figura 2 Anexo 9. Programación de obra para sistema prefabricado estructural.

...pasa

...viene

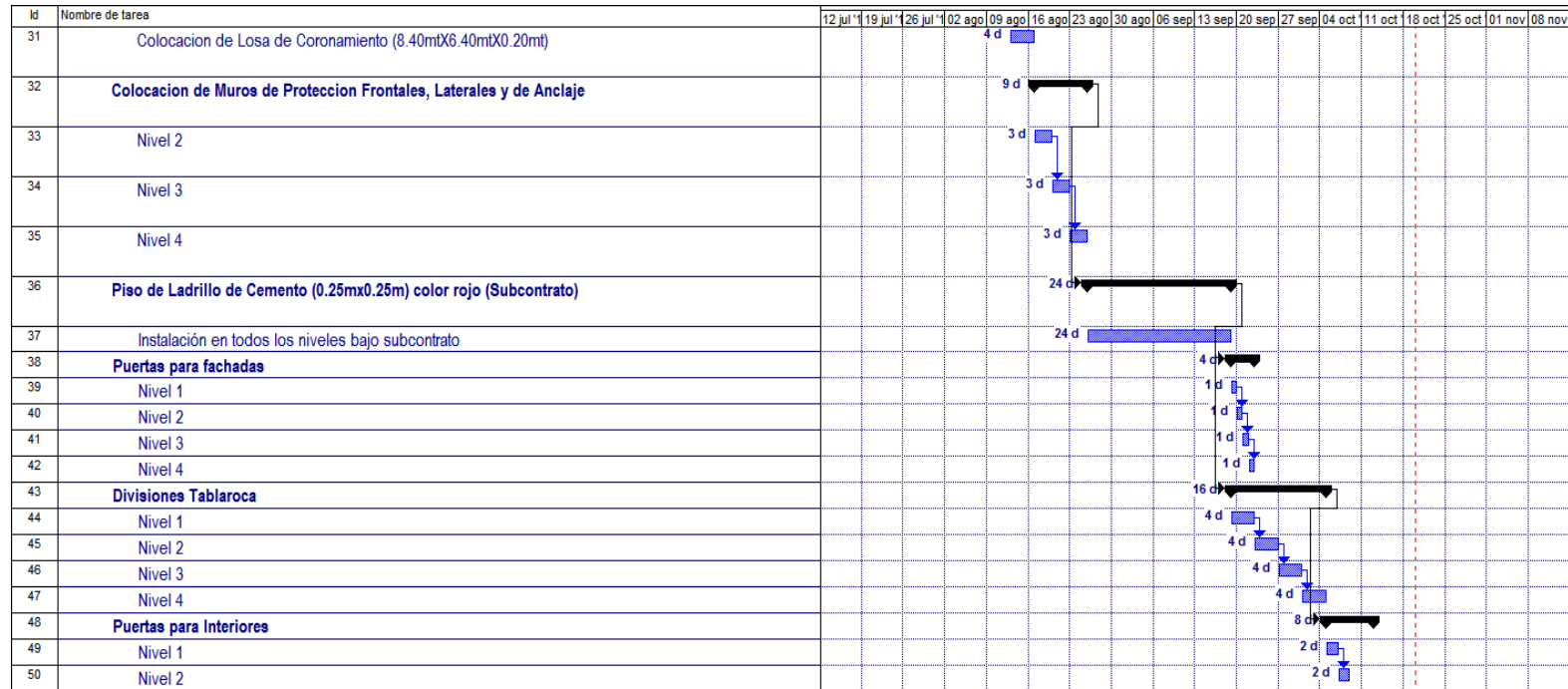


Figura 3 Anexo 9. Programación de obra para sistema prefabricado estructural.

...pasa

...viene

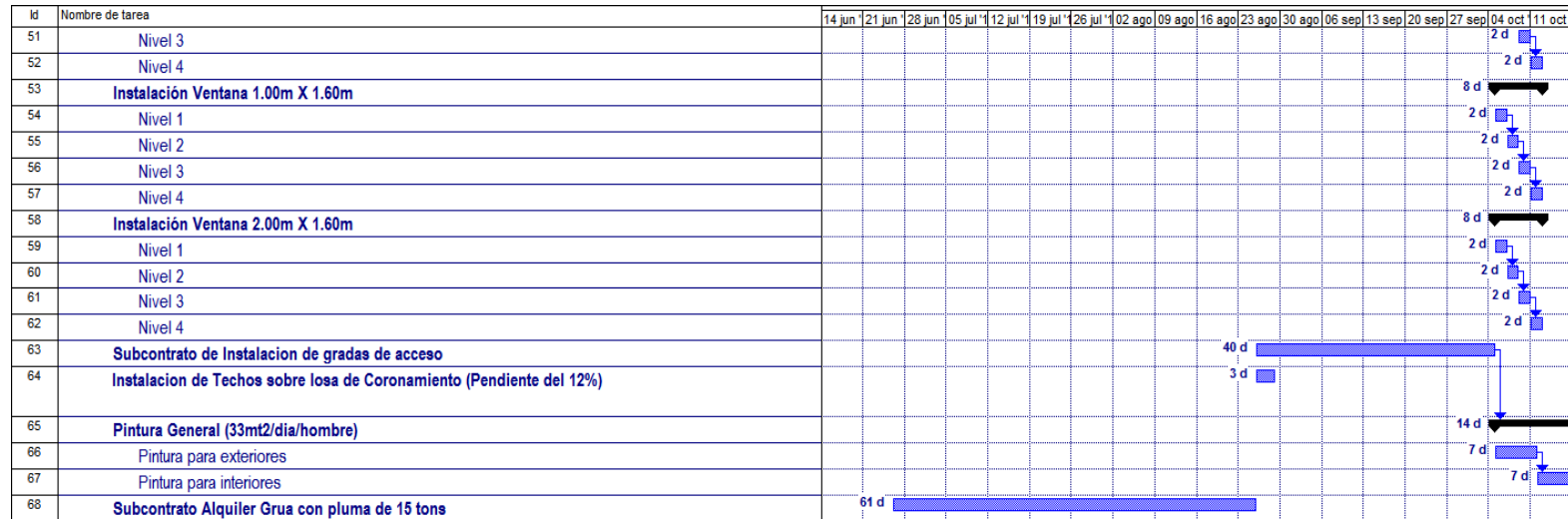


Figura 4 Anexo 9. Programación de obra para sistema prefabricado estructural.

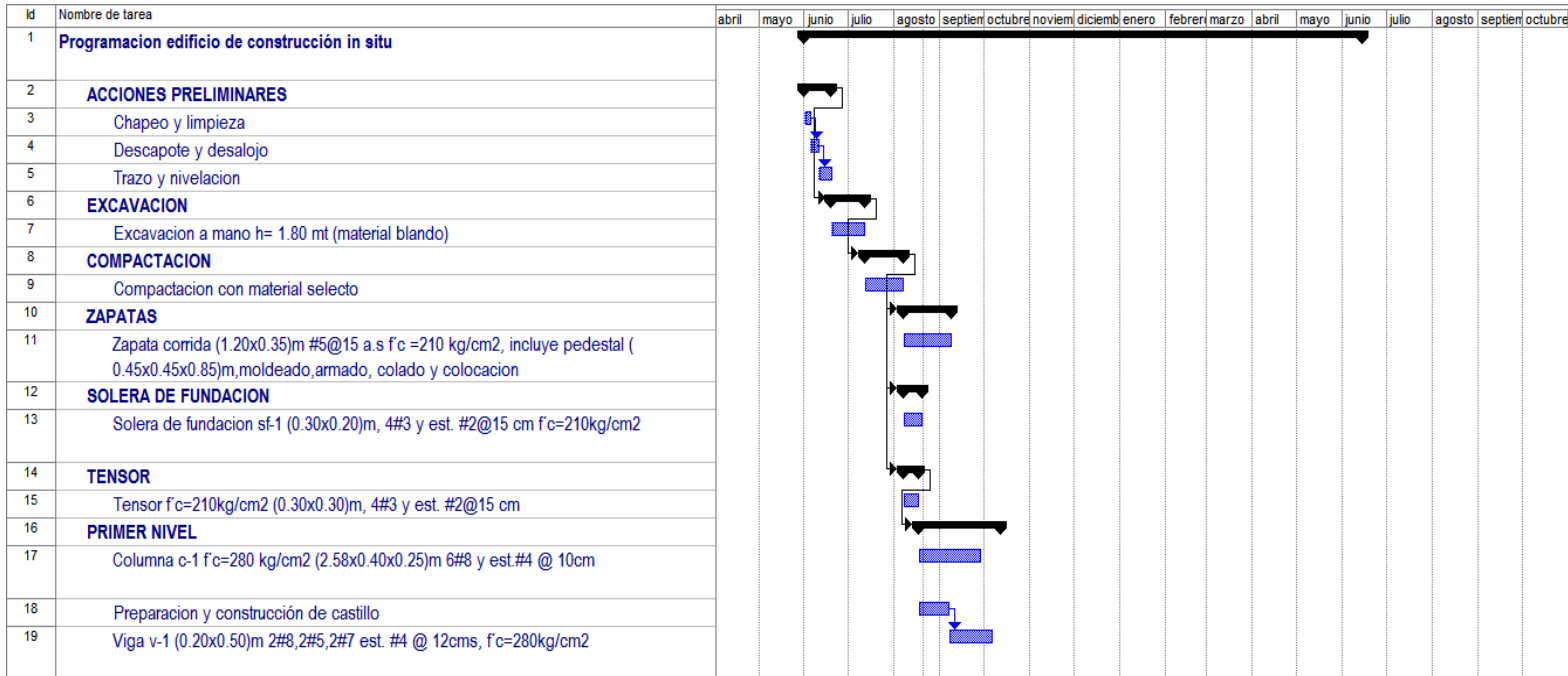


Figura 5 Anexo 9. Programación de obra para sistema convencional in situ.

...pasa

...viene

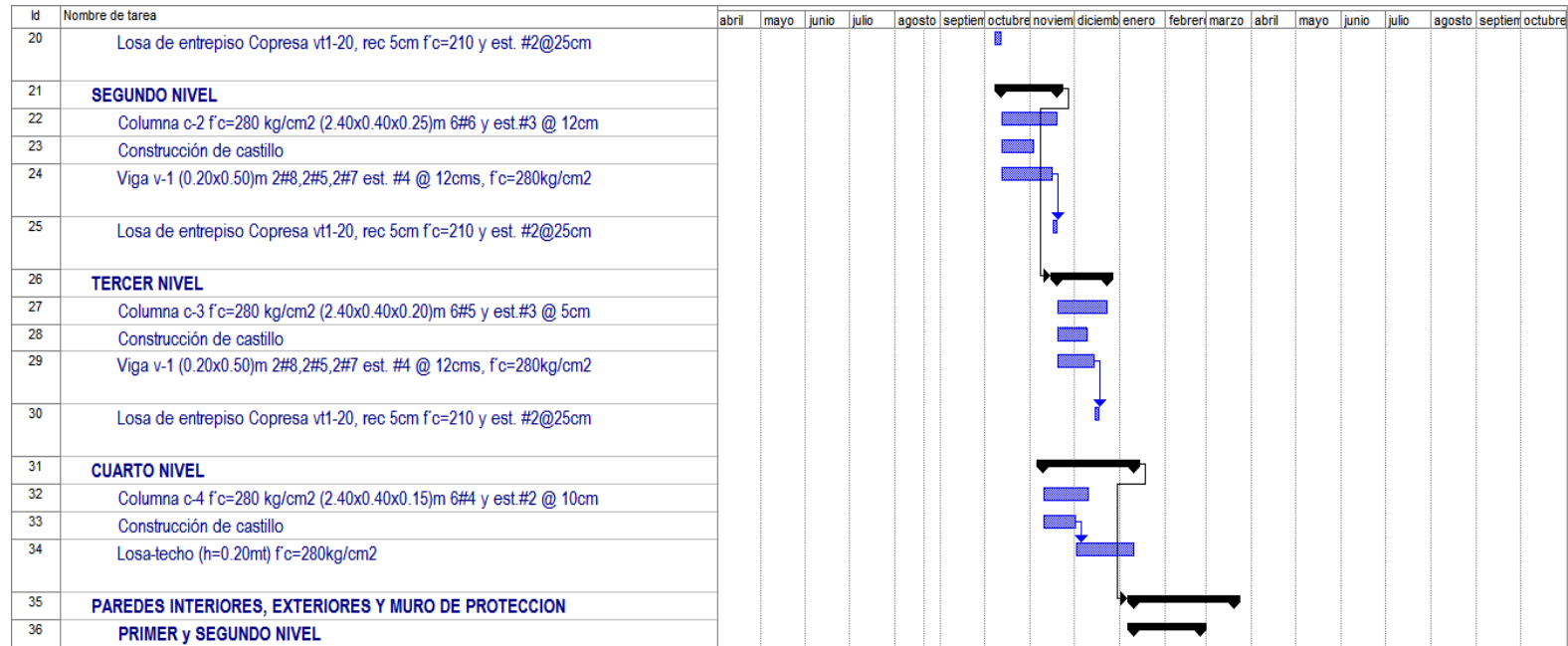


Figura 6 Anexo 9. Programación de obra para sistema convencional in situ.

...pasa

...viene



Figura 6 Anexo 9. Programación de obra para sistema convencional in situ.

Anexo No. 10 Presupuesto para edificio prefabricado estructural y edificio de construcción tradicional o convencional.

Actividad Realizada	Costo Directo						
	Cantidad de Obra	Unidad	Material	M. O.	Eq. Y Herr.	Subcontrato	Total C.Directo
Compactación con material selecto (tierra blanca)	43.08	m3	\$568.66	\$ 148.63	\$ 106.84	\$ -	\$ 824.13
Losa de Fundación (h=0.30m) de 6.40mX33.60mX0.30m. No. 4 @20cm A.S. G40 f'c = 210Kg/cm2	64.51	m3	\$10,951.22	\$2,410.09	\$ 96.77	\$ -	\$ 13,458.08
Pasillo primer nivel de concreto f'c=210Kg/cm2	3.3	m3	\$ 251.43	\$ 13.89	\$ 0.33	\$ -	\$ 265.65
Paredes de Carga Prefabricadas (6.40mX2.40mX0.20m) f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	98.3	m3	\$11,365.45	\$1,187.46	\$ 269.34	\$ 4,796.06	\$ 17,618.31
Paredes fachadas (Panel Ventana). Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	38.62	m3	\$ 4,465.24	\$ 466.53	\$ 105.82	\$ 1,884.27	\$ 6,921.86
Paredes traseras (Panel Ventana) Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	46.08	m3	\$ 5,327.77	\$ 556.65	\$ 126.26	\$ 2,248.24	\$ 8,258.92
Divisiones de Tablaroca	192	m2	\$ 2,620.80	\$1,159.68	\$ 19.20	\$ -	\$ 3,799.68
Muros de Protección Frontal Prefabricados. Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	12	m3	\$ 1,387.44	\$ 144.96	\$ 32.88	\$ 585.48	\$ 2,150.76
Muros de Protección Frontal Prefabricados con acceso a escaloneros. Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	4.92	m3	\$ 568.85	\$ 59.43	\$ 13.48	\$ 240.05	\$ 881.81
Muros de Protección Frontal Prefabricados de Anclaje. Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	1.2	m3	\$ 138.74	\$ 14.50	\$ 3.29	\$ 58.55	\$ 215.08
Muros de Protección Lateral Prefabricados. Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	2.1	m3	\$ 242.80	\$ 25.37	\$ 5.75	\$ 102.46	\$ 376.38
Losa de Entrepiso Prefabricada (h=0.20m) con martillo de 20cm f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	161.6	m3	\$20,397.35	\$1,950.99	\$ 444.51	\$ 7,888.03	\$ 30,680.88
Losa de Coronamiento Prefabricada (h=0.20m) f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	43.01	m3	\$ 5,427.43	\$ 519.13	\$ 118.28	\$ 2,098.89	\$ 8,163.73
Puertas para fachada (1.00mX2.10m)	16	U	\$ 2,660.64	\$ 134.40	\$ 40.00	\$ -	\$ 2,835.04
Puertas para interiores (1.00mX2.10m)	64	U	\$ 3,313.28	\$ 537.60	\$160.00	\$ -	\$ 4,010.88

pasa...

...viene

Ventana 1.00m X 1.60m Incluye marcos y ventanales para su instalación	102.4	m2	\$ 5,120.00	\$ 235.52	\$ 10.24	\$ -	\$ 5,365.76
Ventana 2.00m X 1.60m Incluye marcos y ventanales para su instalación	51.2	m2	\$ 2,560.00	\$ 117.76	\$ 5.12	\$ -	\$ 2,682.88
Piso de Ladrillo de Cemento (0.25mx0.25m) color rojo (Subcontrato)	1	SG	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,200.00	\$ 5,200.00
Techo al 12% (Incluye estructura de montaje mas duralita)	100	m2	\$ 3,768.00	\$ 173.00	\$ 8.00	\$ -	\$ 3,949.00
Pintura para exteriores	1497	m2	\$ 1,497.60	\$ 1,722.24	\$ 149.76	\$ -	\$ 3,369.60
Pintura para interiores	620.1	m2	\$ 620.16	\$ 713.18	\$ 62.02	\$ -	\$ 1,395.36
Escaloneros o gradas de acceso, incluye elaboración y suministro de todos los elementos estructurales (22m2 de banda)	1	SG	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 31,031.22	\$ 31,031.22
Descapote(e=0.20m) y desalojo	500	m2	\$ -	\$ 345.00	\$ 50.00	\$ -	\$ 395.00
Excavación a mano h=0.5 m (material blando)	107.5 2	m3	\$ -	\$ 494.59	\$ 37.63	\$ -	\$ 532.22
Trazo y Nivelación	500	m2	\$ 290.00	\$ 180.00	\$ 50.00	\$ -	\$ 520.00
Obras de Chapeo y Limpieza	500	m2	\$ -	\$ 345.00	\$ 50.00	\$ -	\$ 395.00
COSTO DIRECTO TOTAL EDIFICIO PREFABRICADO ESTRUCTURAL							\$ 155,297.23

Figura 1 Anexo 10. Costo directo total edificio prefabricado estructural.

Actividad Realizada	Costo Directo						
	Cantidad de Obra	Unidad	Material	M. O.	Eq. Y Herram.	Subcontrato	Total C.Directo
Chapeo y limpieza	357	m2	\$ -	\$ 249.90	\$ 35.70	\$ -	\$ 285.60
Descapote, e=0.20 y desalojo	357	m2	\$ -	\$ 249.90	\$ 35.70	\$ -	\$ 285.60
Trazo y nivelación	357	m2	\$ 207.06	\$ 107.10	\$ 3.57	\$ -	\$ 317.73
Excavación a mano h= 1.80 mt (material blando)	188.35	m3	\$ -	\$ 877.71	\$ 65.92	\$ -	\$ 943.63
Compactación con material selecto (tierra blanca)	58.73	m3	\$ 775.24	\$ 205.56	\$ 145.65	\$ -	\$ 1,126.45
Zapata corrida (1.20x0.35)m #5@15 a.s f'c=210 kg/cm2	46.7	m3	\$ 7,927.79	\$1,755.45	\$ 70.05	\$ -	\$ 9,753.29
Solera de fundación sf-1 (0.30x0.20)m, 4#3 y est. #2@15 cm f'c=210kg/cm2	9.1	m3	\$ 1,610.70	\$ 341.98	\$ 13.56	\$ -	\$ 1,966.24
Tensor f'c=210kg/cm2 (0.30x0.30)m, 4#3 y est. #2@15 cm	3.5	m3	\$ 544.64	\$ 125.90	\$ 5.29	\$ -	\$ 675.83
Columna c-1 f'c=280 kg/cm2 (0.40x0.30)m 6#8 y est.#4 @ 10cm	12.5	m3	\$ 3,952.88	\$ 310.88	\$ 18.88	\$ -	\$ 4,282.64
Columna c-2 f'c=280 kg/cm2 (0.40x0.30)m 6#6 y est.#3 @ 12cm	10.3	m3	\$ 2,577.27	\$ 322.18	\$ 16.58	\$ -	\$ 2,916.03
Columna c-3 f'c=280 kg/cm2 (0.40x0.30)m 6#5 y est.#3 @ 5cm	10.3	m3	\$ 3,433.51	\$ 115.77	\$ 1.03	\$ -	\$ 3,550.31
Columna c-4 f'c=280 kg/cm2 (0.40x0.30)m 6#4 y est.#2 @ 10cm	10.3	m3	\$ 1,924.45	\$ 256.06	\$ 15.35	\$ -	\$ 2,195.86
Viga v-1 (0.20x0.50)m 2#8,2#5,2#7 est. #4 @ 12cms, f'c=280kg/cm2	55.5	m3	\$ 16,171.04	\$1,996.89	\$ 83.81	\$ -	\$ 18,251.74
Losa-techo (h=0.20) f'c=280kg/cm2	32.4	m3	\$ 6,399.32	\$1,779.73	\$ 76.46	\$ 1,920.02	\$ 10,175.53
Losa Copresa vt1-20, rec 5cm f'c=210 kg/cm2 y est. #2@25	672	m2	\$ -	\$ -	\$1,008.00	\$ 19,152.00	\$ 20,160.00
Paredes de bloque (0.20x0.20x0.40)m, 3/8"@ 20 cm, 1/4"@ 40 cm, incluye muro de protección frontal y lateral (1.20x25)m	1380	m2	\$ -	\$ -	\$ 138.00	\$ 22,770.00	\$ 22,908.00
Piso de ladrillo de cemento (0.25x0.25)cm color rojo	768	m2	\$ -	\$ -	\$ 76.80	\$ 5,199.36	\$ 5,276.16
Puertas interiores y exteriores (1.00x2.10)m, incluye instalación y transporte	16	unidad	\$ -	\$ -	\$ 1.76	\$ 5,599.84	\$ 5,601.60
Ventanas tipo económica incluye instalación y transporte	153.6	m2	\$ -	\$ -	\$ 15.36	\$ 13,056.00	\$ 13,071.36
Gradas de acceso de concreto f'c=210kg/cm2, htorre=10.40mt, incluye barandal de protección y mano de obra	1	SG	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 38,835.00	\$ 38,835.00
Instalación de artefactos sanitarios tipo económico incluye mano de obra	16	SG	\$ -	\$ -	\$ 1.76	\$ 2,100.00	\$ 2,101.76

pasa...

...viene

	4	Por nivel	\$ -	\$ -	\$ 0.72	\$ 7,199.68	\$ 7,200.40
Canalización eléctrica							
Pintura exterior e interior	1785	m2	\$ -	\$ -	\$ 178.58	\$ 2,678.70	\$ 2,857.28
Construcción de castillos	4	Por nivel	\$ 3,342.48	\$ 99.52	\$ 1.04	\$ -	\$ 3,443.04
Picado de paredes y aceras, repello de paredes y aceras e impermeabilización de aceras y losa-techo	2128	m2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 13,300.00	\$ 13,300.00
COSTO DIRECTO TOTAL EDIFICIO CONSTRUCCIÓN IN SITU							\$ 191,833.30

Figura 2 Anexo 10. Costo directo total sistema convencional in situ.

Anexo No. 11 Precios unitarios de edificio prefabricado estructural y edificio de construcción tradicional in situ.

hoja de calculo					
PRECIO UNITARIO					
f					
PROYECTO:					
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR				CLASE	FECHA:
SAN SALVADOR					CALCULO:
CODIGO DE LA PARTIDA:					UNIDAD:
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:					

A- MATERIALES					
cob	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					

B-MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					

D-SUBCONTRATOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
SUB - TOTAL:					

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	
COSTO INDIRECTO	
IVA	
PRECIO UNITARIO	

Figura 1 Anexo 11. Formato hoja de calculo de precios unitarios por partida.

<i>hoja de calculo</i>					
PRECIO UNITARIO					
3					
PROYECTO:					
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR				CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR				A	CALCULO: JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:	3	A	ATPEM	3-A-ATPEM	UNIDAD: m3
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Pasillo primer nivel de concreto f'c=210Kg/cm2				

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1225	Concreto f'c=140Kg/cm2	C/U	\$71.00	1.00	\$71.00
772	Tabla de 5 Varas (pino)	VRS	\$1.16	2.00	\$2.32
1	Alambre de Amarre (LBS)	LBS	\$1.15	2.00	\$2.30
1435	Agua	GAL	\$0.05	10.00	\$0.50
205	Clavo de 2" c/ cabeza	LBS	\$0.30	0.10	\$0.03
SUB - TOTAL:					\$76.15

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.79	\$38.74	0.01	\$0.39
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.20	\$3.80
SUB - TOTAL:						\$4.19

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:						\$0.10

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	80.44
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$	23.96
IVA	13.00%	\$	10.46
PRECIO UNITARIO		\$	114.86

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

hoja de calculo							
PRECIO UNITARIO							
6							
PROYECTO:							
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR						CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR						A	CALCULO: JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:		6	A	ATPEM	6-A-ATPEM	UNIDAD:	m3
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		Paredes traseras (Panel Ventana) Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm					

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1531	Paredes traseras (Panel Ventana) Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	m3	\$115.62	1.00	\$115.62
SUB - TOTAL:					\$115.62

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.79	\$38.74	0.1	\$3.87
2	OBREDO	\$12.25	1.79	\$21.93	0.20	\$4.39
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.2	\$3.80
SUB - TOTAL:						\$12.06

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
79	Máquina de soldar 250 amp 220-380v	sodemic pulsar	30	0.80	3.00	\$2.40
69	Puntales metalicos	s/m	0.17	1.00	0.25	\$0.25
SUB - TOTAL:						\$2.79

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
51	Alquiler pluma de 15 toneladas. Incluye transporte y manejo del equipo (\$200/dia)	SG	0.004	\$ 12,200.00	\$48.80
SUB - TOTAL:					\$48.80

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$ 179.23
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$ 53.39
IVA	13.00%	\$ 23.30
PRECIO UNITARIO		\$ 255.92

Juan Duarte
Cálculo

hoja de calculo							
PRECIO UNITARIO							
7							
PROYECTO:							
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR					CLASE	FECHA:	19-4-2010
SAN SALVADOR					A	CALCULO:	JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:		7	A	ATPEM	7-A-ATPEM	UNIDAD:	m2
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		Divisiones de Tablaroca					

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1547	Divisiones de Tablaroca	m2	\$12.00	1.00	\$12.00
1	Alambre de Amarre (LBS)	LBS	\$1.15	1.00	\$1.15
199	Clavo de 2 1/2 " con cabeza (LBS)	LBS	\$0.50	1.00	\$0.50
SUB - TOTAL:					\$13.65

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.79	\$38.74	0.05	\$1.94
2	OBrero	\$12.25	1.79	\$21.93	0.10	\$2.19
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.1	\$1.90
SUB - TOTAL:						\$6.03

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:						\$0.10

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$	19.78
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$ 5.89
IVA	13.00%	\$ 2.57
PRECIO UNITARIO	\$	28.24

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

hoja de calculo		PRECIO UNITARIO						
8								
PROYECTO:								
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR						CLASE	FECHA:	19-4-2010
SAN SALVADOR						A	CALCULO:	JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:		8	A	ATPEM	8-A-ATPEM	UNIDAD:		m3
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		Muros de Protección Frontal Prefabricados. Estructuras modulares según diseño para acople a megaestructura f c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm						

A. MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1532	Muros de Protección Frontal Prefabricados. Estructuras modulares según diseño para acople a megaestructura f c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	m3	\$115.62	1.00	\$115.62
SUB-TOTAL:					\$115.62

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.79	\$38.74	0.1	\$3.87
2	OBRERO	\$12.25	1.79	\$21.93	0.20	\$4.39
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.2	\$3.80
SUB-TOTAL:						\$12.06

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
79	Máquina de soldar 250 amp 220-380v	sodernic putlar	30	0.80	3.00	\$2.40
69	Puntales metálicos	g/m	0.17	1.00	0.25	\$0.25
SUB-TOTAL:						\$2.75

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
51	Alquiler pluma de 15 toneladas. Incluye transporte y manejo del equipo (\$200/día)	SG	0.004	\$12,200.00	\$48.80
SUB-TOTAL:					\$48.80

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	179.23
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$	53.39
IVA	13.00%	\$	23.30
PRECIO UNITARIO		\$	255.92

Juan Duarte
Cálculo

<i>hoja de calculo</i>						
PRECIO UNITARIO						
9						
PROYECTO:						
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR						
				CLASE	FECHA:	19-4-2010
SAN SALVADOR				A	CALCULO:	JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:	9	A	ATPEM	9-A-ATPEM	UNIDAD:	m3
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Muros de Proteccion Frontal Prefabricados con acceso a escaloneros. Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm					

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1533	Muros de Proteccion Frontal Prefabricados con acceso a escaloneros. Estructuras moduladas según diseño para acople a megaestructura f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	m3	\$115.62	1.00	\$115.62
SUB - TOTAL:					\$115.62

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.79	\$38.74	0.1	\$3.87
2	OBrero	\$12.25	1.79	\$21.93	0.20	\$4.39
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.2	\$3.80
SUB - TOTAL:						\$12.06

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
79	Máquina de soldar 250 amp 220-380v	sodemic pulsar	30	0.80	3.00	\$2.40
89	Puntales metalicos	s/m	0.17	1.00	0.25	\$0.25
SUB - TOTAL:						\$2.75

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
51	Alquiler pluma de 15 toneladas. Incluye transporte y manejo del equipo (\$200/dia)	SG	0.004	\$ 12,200.00	\$48.80
SUB - TOTAL:					\$48.80

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$ 179.23
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$ 53.39
IVA	13.00%	\$ 23.30
PRECIO UNITARIO		\$ 255.92

Juan Duarte
Cálculo

<i>hoja de calculo</i>							
PRECIO UNITARIO							
13							
PROYECTO:							
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR						CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR						A	CALCULO: JAD
CODIGO DE LA PARTIDA		13	A	ATPEM	13-A-ATPEM		UNIDAD: m3
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		Losa de Coronamiento Prefabricada (h=0.20m) f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm					

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1537	Losa de Coronamiento Prefabricada (h=0.20m) f'c=210 kg/cm2 No. 4 A.S. @20cm	m3	\$126.18	1.00	\$126.18
SUB - TOTAL:					\$126.18

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.79	\$38.74	0.1	\$3.87
2	OBRERO	\$12.25	1.79	\$21.93	0.20	\$4.39
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.2	\$3.80
SUB - TOTAL:						\$12.06

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
79	Máquina de soldar 250 amp 220-380v	sodemic pulsar	30	0.80	3.00	\$2.40
69	Puntales metalicos	s/m	0.17	1.00	0.25	\$0.25
SUB - TOTAL:						\$2.75

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
51	Alquiler pluma de 15 toneladas, Incluye transporte y manejo del equipo (\$200/dia)	SG	0.004	\$ 12,200.00	\$48.80
SUB - TOTAL:					\$48.80

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	189.79
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$	56.54
IVA	13.00%	\$	24.67
PRECIO UNITARIO		\$	271.00

Juan Duarte
Cálculo

<i>hoja de calculo</i>	
PRECIO UNITARIO	
14	
PROYECTO:	
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR	
SAN SALVADOR	
CLASE	
FECHA: 19-4-2010	
A	
CALCULO: JAD	
CODIGO DE LA PARTIDA:	14 A ATPEM 14-A-ATPEM
UNIDAD:	U
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Puertas para fachada (1.00mX2.10m)

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1543	Puerta de Hierro con medidas estandar (1.00mX2.10m)	U	\$150.00	1.00	\$150.00
824	Chapa # 588 Stanley (Cerradura)	C/U	\$15.43	1.00	\$15.43
825	Bisagras Corrientes de 2" (Par)	C/U	\$0.86	1.00	\$0.86
SUB - TOTAL:					\$166.29

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.79	\$38.74	0.005	\$0.19
2	OBREIRO	\$12.25	1.79	\$21.93	0.20	\$4.39
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.2	\$3.80
SUB - TOTAL:						\$8.38

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
79	Máquina de soldar 250 amp 220-380v	sodernic pulsar	30	0.80	3.00	\$2.40
SUB - TOTAL:						\$2.50

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	177.17
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$	52.78
IVA	13.00%	\$	23.03
PRECIO UNITARIO		\$	252.98

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

<i>hoja de calculo</i>						
PRECIO UNITARIO						
15						
PROYECTO:						
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR					CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR					A	CALCULO: JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:	15	A	ATPEM	15-A-ATPEM	UNIDAD:	U
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Puertas para interiores (1.00mX2.10m)					

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1544	Puerta de madera para interiores (1.00mx2.10m)	U	\$50.00	1.00	\$50.00
837	Pasadores Negros de 3" x 4	CIU	\$0.91	1.00	\$0.91
825	Bisagras Comientes de 2" (Par)	CIU	\$0.86	1.00	\$0.86
SUB - TOTAL:					\$51.77

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.79	\$38.74	0.005	\$0.19
2	OBREIRO	\$12.25	1.79	\$21.93	0.20	\$4.39
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.2	\$3.80
SUB - TOTAL:						\$8.38

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
				0.60	3.00	\$2.40
SUB - TOTAL:						\$2.50

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	62.65
COSTO INDIRECTO	28.79%	\$	18.66
IVA	13.00%	\$	8.14
PRECIO UNITARIO		\$	89.45

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

hoja de calculo							
PRECIO UNITARIO							
16							
PROYECTO:							
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR						CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR						A	CALCULO: JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:	16	A	ATPEM	16-A-ATPEM		UNIDAD:	m2
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Ventana 1.00m X 1.60m Incluye marcos y ventanales para su instalacion						

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1545	Ventana 1.00m X 1.60m Incluye marcos y ventanales para su instalacion	m2	\$50.00	1.00	\$50.00
SUB - TOTAL:					\$50.00

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.79	\$38.74	0.01	\$0.39
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.10	\$1.90
SUB - TOTAL:						\$2.29

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:						\$0.10

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$	52.39
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$ 15.61
IVA	13.00%	\$ 6.81
PRECIO UNITARIO	\$	74.81

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

hoja de calculo							
PRECIO UNITARIO							
18							
PROYECTO:							
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR						CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR						A	CALCULO: JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:	18	A	ATPEM	18-A-ATPEM		UNIDAD:	\$G
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Piso de Ladrillo de Cemento (0.25mx0.25m) color rojo (Subcontrato)						

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
					\$0.00
SUB - TOTAL:					\$0.00

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
52 Piso de Ladrillo de Cemento (0.25mx0.25m) color rojo (\$6.77/M2)	SG	1.000	\$ 5,200.00	\$5,200.00
SUB - TOTAL:				\$5,200.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$	5,200.00
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$ 1,549.08
IVA	13.00%	\$ 676.00
PRECIO UNITARIO	\$	7,425.08

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de materiales, mano de obra y herramientas para esta partida

hoja de calculo						
PRECIO UNITARIO						
19						
PROYECTO:						
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR					CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR					A	CALCULO: JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:	19	A	ATPEM	19-A-ATPEM	UNIDAD:	m ²
EESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Techo al 12% (Incluye estructura de montaje mas duralita)					

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1541	Techo al 12% (Incluye estructura de montaje mas duralita)	m2	\$35.39	1.00	\$35.39
SUB - TOTAL:					\$35.39

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.79	\$38.74	0.05	\$1.94
2	OBRAERO	\$12.25	1.79	\$21.93	0.05	\$1.10
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.05	\$0.95
SUB - TOTAL:						\$3.99

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:						\$0.10

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	39.48
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$	11.76
IVA	13.00%	\$	5.13
PRECIO UNITARIO		\$	56.37

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

<i>hoja de calculo</i>								
PRECIO UNITARIO								
20								
PROYECTO:								
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR						CLASE	FECHA:	19-4-2010
SAN SALVADOR						A	CALCULO:	JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:	20	A	ATPEM	20-A-ATPEM		UNIDAD:	m2	
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Pintura para exteriores							

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1542	Pintura	m2	\$1.00	1.00	\$1.00
SUB - TOTAL:					\$1.00

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.06	\$1.14
SUB - TOTAL:						\$1.14

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:						\$0.10

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$	2.24
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$ 0.67
IVA	13.00%	\$ 0.29
PRECIO UNITARIO	\$	3.20

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

<i>hoja de calculo</i>							
PRECIO UNITARIO							
21							
PROYECTO:							
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR						CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR						A	CALCULO: JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:		21	A	ATPEM	21-A-ATPEM	UNIDAD:	m2
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		Pintura para interiores					

A- MATERIALES							
COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL		
1542	Pintura	m2	\$1.00	1.00	\$1.00		
					SUB - TOTAL:		\$1.00

B-MANO DE OBRA							
	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL	
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.06	\$1.14	
					SUB - TOTAL:		\$1.14

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS							
	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL	
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10	
					SUB - TOTAL:		\$0.10

D-SUBCONTRATOS							
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL		
					SUB - TOTAL:		\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	2.24
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$	0.67
IVA	13.00%	\$	0.29
PRECIO UNITARIO		\$	3.20

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida

<i>hoja de calculo</i>						
PRECIO UNITARIO						
22						
PROYECTO:						
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR				CLASE	FECHA:	19-4-2010
SAN SALVADOR				A	CALCULO:	JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:	22	A	ATPEM	22-A-ATPEM	UNIDAD:	SG
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Escaloneros o gradas de acceso, incluye elaboracion y suministro de todos los elementos estructurales (22m2 de banda)					

A- MATERIALES					
COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
					\$0.00
SUB - TOTAL:					\$0.00

D-SUBCONTRATOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
50 Escaloneros o gradas de acceso (Subcontrato)	SG	1.000	\$ 31,031.22	\$31,031.22	
SUB - TOTAL:					\$31,031.22

COSTO DIRECTO = A + B + C + D			\$ 31,031.22
COSTO INDIRECTO	29.79%		\$ 9,244.20
IVA	13.00%		\$ 4,034.06
PRECIO UNITARIO			\$ 44,309.48

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de materiales, mano de obra y herramientas para esta partida

<i>hoja de calculo</i>						
PRECIO UNITARIO						
23						
PROYECTO:						
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR					CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR					A	CALCULO: JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:		23	A	ATPEM	23-A-ATPEM	UNIDAD: m2
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		Descapote(e=0.20m) y desalojo				

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.036	\$0.68
SUB - TOTAL:						\$0.68

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:						\$0.10

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	0.78
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$	0.23
IVA	13.00%	\$	0.10
PRECIO UNITARIO		\$	1.11

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de materiales y subcontratos para esta partida.

<i>hoja de calculo</i>								
PRECIO UNITARIO								
24								
PROYECTO:								
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR		CLASE		FECHA:		19-4-2010		
SAN SALVADOR		A		CALCULO:		JAD		
CODIGO DE LA PARTIDA:		24	A	ATPEM	24-A-ATPEM	UNIDAD:		m3
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		Excavación a mano h=0.5 mt (material blando)						

A- MATERIALES					
COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA						
	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.79	\$38.74	0.01	\$0.39
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.22	\$4.18
SUB - TOTAL:						\$4.57

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.35	1.00	\$0.35
SUB - TOTAL:						\$0.35

D-SUBCONTRATOS					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	4.92
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$	1.47
IVA	13.00%	\$	0.64
PRECIO UNITARIO		\$	7.03

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de materiales y subcontratos para esta partida.

hoja de calculo							
PRECIO UNITARIO							
25							
PROYECTO:							
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR					CLASE	FECHA:	19-4-2010
SAN SALVADOR					A	CALCULO:	JAD
CODIGO DE LA PARTIDA:		25	A	ATEM	25-A-ATEM	UNIDAD:	m2
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		Trazo y Nivelacion					

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
768	Costanera de 4 Varas (Pino)	VRS	\$1.00	0.16	\$0.16
770	Regla Pacha de Pino	VRS	\$0.54	0.10	\$0.05
270	Hilo Nylon	LBS	\$1.37	0.25	\$0.34
1548	Lapiz bicolor	c/u	\$0.10	0.06	\$0.01
205	Clavo de 2" c/ cabeza	LBS	\$0.30	0.06	\$0.02
SUB - TOTAL:					\$0.58

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.79	\$38.74	0.002	\$0.08
2	OBRERO	\$12.25	1.79	\$21.93	0.01	\$0.22
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.0031	\$0.06
SUB - TOTAL:						\$0.36

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:						\$0.10

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
			1.000		
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	1.04
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$	0.31
IVA	13.00%	\$	0.14
PRECIO UNITARIO		\$	1.49

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

hoja de calculo							
PRECIO UNITARIO							
26							
PROYECTO:							
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR				CLASE	FECHA:	19-4-2010	
SAN SALVADOR				A	CALCULO:	JAD	
CODIGO DE LA PARTIDA:	26	A	ATPEM	26-A-ATPEM	UNIDAD:	m2	
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Obras de Chapeo y Limpieza						

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
3	AUXILIAR	\$9.96	1.91	\$19.02	0.036	\$0.68
SUB - TOTAL:						\$0.68

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:						\$0.10

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	0.78
COSTO INDIRECTO	29.79%	\$	0.23
IVA	13.00%	\$	0.10
PRECIO UNITARIO		\$	1.11

Juan Duarte
Cálculo

No se considera la utilización de materiales y subcontratos para esta partida.

Precios unitarios sistema convencional in situ

hoja de calculo								
PRECIO UNITARIO								
1								
PROYECTO:		APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR				CLASE	FECHA:	19-4-2010
SAN SALVADOR						A	CALCULO:	CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA:		1	A	CEIN	1-A-CEIN	UNIDAD:		m2
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		Chapeo y limpieza						

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
3	AUXILIAR	\$9.96	1.95	\$19.42	0.036	\$0.70
SUB - TOTAL:						\$0.70

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:						\$0.10

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	0.80
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	0.28
IVA	13.00%	\$	0.10
PRECIO UNITARIO		\$	1.18

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de ningún material ni subcontratos para esta partida.

hoja de calculo							
PRECIO UNITARIO							
2							
PROYECTO:						CLASE	FECHA: 19-4-2010
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR						A	CALCULO: CAAL
SAN SALVADOR							UNIDAD: m2
CÓDIGO DE LA PARTIDA:		2	A	CEIN	2-A-CEIN		
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		Descapote, e=0.20 y desalojo					

A- MATERIALES						
COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL	
SUB - TOTAL:						\$0.00

B-MANO DE OBRA						
	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
3	AUXILIAR	\$9.96	1.95	\$19.42	0.036	\$0.70
SUB - TOTAL:						\$0.70

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:						\$0.10

D-SUBCONTRATOS						
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
SUB - TOTAL:						\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	0.80
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	0.28
IVA	13.00%	\$	0.10
PRECIO UNITARIO		\$	1.18

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de ningún material ni subcontratos para esta partida.

<i>hoja de calculo</i>					
PRECIO UNITARIO					
3					
PROYECTO:					
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR				CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR				A	CALCULO: CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA:		3	A	CEIN	3-A-CEIN
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		Trazo y nivelacion			
				UNIDAD:	m2

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
768	Costanera de 4 Varas (Pino)	VRS	\$1.00	0.16	\$0.16
770	Regla Pacha de Pino	VRS	\$0.54	0.10	\$0.05
270	Hilo Nylon	LBS	\$1.37	0.25	\$0.34
1529	Lapiz bicolor	CU	\$0.10	0.06	\$0.01
205	Clavo de 2" c/ cabeza	LBS	\$0.30	0.06	\$0.02
SUB - TOTAL:					\$0.58

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.80	\$38.95	0.002	\$0.08
2	OBRAERO	\$12.25	1.80	\$22.05	0.0071	\$0.16
3	AUXILIAR	\$9.96	1.95	\$19.42	0.0031	\$0.06
SUB - TOTAL:						\$0.30

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.01	1.00	\$0.01
SUB - TOTAL:						\$0.01

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	0.89
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	0.31
IVA	13.00%	\$	0.12
PRECIO UNITARIO		\$	1.32

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

<i>hoja de calculo</i>	
PRECIO UNITARIO	
4	
PROYECTO:	
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR	
SAN SALVADOR	
CLASE	FECHA: 19-4-2010
A	CALCULO: CAAL
CÓDIGO DE LA PARTIDA:	UNIDAD: m3
4	A
CEIN	4-A-CEIN
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Excavacion a mano h= 1.80 mt (material blando)

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
3	AUXILIAR	\$9.96	1.95	\$19.42	0.22	\$4.27
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.80	\$38.95	0.01	\$0.39
SUB - TOTAL:						\$4.66

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.35	1.00	\$0.35
SUB - TOTAL:						\$0.38

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	5.01
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	1.75
IVA	13.00%	\$	0.65
PRECIO UNITARIO		\$	7.41

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de ningún material ni subcontratos para esta partida.

hoja de calculo					
PRECIO UNITARIO					
5					
PROYECTO:				CLASE	FECHA:
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR				A	19-4-2010
SAN SALVADOR				CALCULO:	CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA:	5	A	CEIN	5-A-CEIN	UNIDAD:
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Compactacion con material selecto (tierra blanca)				

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1220	Tierra Blanca(Metros Cubicos)	MTS	\$12.00	1.00	\$12.00
1435	Agua	GAL	\$0.05	24.00	\$1.20
SUB - TOTAL:					\$13.20

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
3	AUXILIAR	\$9.96	1.95	\$19.42	0.14	\$2.72
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.80	\$38.95	0.02	\$0.78
SUB - TOTAL:						\$3.50

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.56	1.00	\$0.56
1	Compactadora	MIKASA	1.5	0.06	32.00	\$1.92
SUB - TOTAL:						\$2.48

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	19.18
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	6.70
IVA	13.00%	\$	2.49
PRECIO UNITARIO		\$	28.37

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

<i>hoja de calculo</i>								
PRECIO UNITARIO								
7								
PROYECTO:						CLASE	FECHA:	19-4-2010
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR						A	CALCULO:	CAAL
SAN SALVADOR							UNIDAD:	m3
CODIGO DE LA PARTIDA:	7	A	CEIN	7-A-CEIN				
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Solera de fundacion sf-1 (0.30x0.20)m, 4#3 y est. #2@15 cm f c=210kg/cm2							

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1222	Concreto, F' c=210 Kgs	M3	\$106.50	1.00	\$106.50
1435	Agua	GAL	\$0.05	10.00	\$0.50
1	Alambre de Amarre (LBS)	LBS	\$1.15	9.60	\$11.04
772	Tabla de 5 Varas (pino)	VRS	\$1.77	2.43	\$4.30
768	Costanera de 4 Varas (Pino)	VRS	\$1.00	1.70	\$1.70
399	Vanillas de 3/8" x 6 mts.Gdo. 40	C/U	\$2.77	11.12	\$30.80
401	Vanillas de 1/4" x 6 mts.Liso G. 40	C/U	\$1.00	22.17	\$22.17
SUB - TOTAL:					\$177.01

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.80	\$38.95	0.4	\$15.58
2	OBRERO	\$12.25	1.80	\$22.05	0.24	\$5.29
3	AUXILIAR	\$9.96	1.95	\$19.42	0.21	\$4.08
5	ARMADORES	\$12.25	1.80	\$22.05	0.573	\$12.63
SUB - TOTAL:						\$37.58

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	1.50	1.00	\$1.50
SUB - TOTAL:						\$1.50

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	216.09
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	75.44
IVA	13.00%	\$	28.09
PRECIO UNITARIO		\$	319.62

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

hoja de calculo					
PRECIO UNITARIO					
8					
PROYECTO:					
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR			CLASE	FECHA:	19-4-2010
SAN SALVADOR			A	CALCULO:	CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA:	8	A	CEIN	8-A-CEIN	UNIDAD: m3
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Tensor f c=210kg/cm2 (0.30x0.30)m, 4#3 y est. #2@15 cm				

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1222	Concreto, F'c=210 Kgs	M3	\$106.50	1.00	\$106.50
1435	Agua	GAL	\$0.05	10.00	\$0.50
1	Alambre de Amarre (LBS)	LBS	\$1.15	6.40	\$7.36
772	Tabla de 5 Varas (pino)	VRS	\$1.77	2.40	\$4.25
768	Costanera de 4 Varas (Pino)	VRS	\$1.00	1.70	\$1.70
399	Varillas de 3/8" x 6 mts.Gdo. 40	CU	\$2.77	7.40	\$20.50
401	Varillas de 1/4" x 6 mts.Liso G. 40	CU	\$1.00	14.80	\$14.80
SUB - TOTAL:					\$155.61

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.80	\$38.95	0.4	\$15.58
2	OBRERO	\$12.25	1.80	\$22.05	0.24	\$5.29
3	AUXILIAR	\$9.96	1.95	\$19.42	0.21	\$4.08
5	ARMADORES	\$12.25	1.80	\$22.05	0.5	\$11.03
SUB - TOTAL:						\$35.98

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	1.50	1.00	\$1.50
SUB - TOTAL:						\$1.50

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	193.09
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	67.41
IVA	13.00%	\$	25.10
PRECIO UNITARIO		\$	285.60

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

hoja de calculo	
PRECIO UNITARIO	
9	
PROYECTO:	
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR	
CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR	
A	CALCULO: CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA: 9	A CEIN 9-A-CEIN
UNIDAD:	m3
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Columna c-1 f c=280 kg/cm2 (0.40x0.30)m 6#3 y est.#4 @ 10cm

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1223	Concreto f c=280 kgs/cms2	M3	\$116.50	1.00	\$116.50
1435	Água	GAL	\$0.05	10.00	\$0.50
1	Alambre de Amarre (LBS)	LBS	\$1.15	31.00	\$35.65
205	Clavo de 2" c/ cabeza	LBS	\$0.30	15.00	\$4.50
772	Tabla de 5 Varas (pino)	VRS	\$1.77	2.50	\$4.43
768	Costanera de 4 Varas (Pino)	VRS	\$1.00	1.50	\$1.50
407	Varillas de 1" x 12 mts. Gdo. 60	C/U	\$21.18	4.20	\$88.96
411	Varillas de 1/2" x 6 mts. Gdo. 40	C/U	\$3.00	21.40	\$64.20
SUB - TOTAL:					\$316.24

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.80	\$38.95	0.40	\$15.58
3	AUXILIAR	\$9.96	1.95	\$19.42	0.24	\$4.68
5	ARMADORES	\$12.25	1.80	\$22.05	0.573	\$12.63
SUB - TOTAL:						\$32.87

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	1.50	1.00	\$1.50
SUB - TOTAL:						\$1.50

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	360.61
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	122.40
IVA	13.00%	\$	45.58
PRECIO UNITARIO		\$	518.59

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

hoja de calculo					
PRECIO UNITARIO					
10					
PROYECTO:					
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR				CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR				A	CALCULO: CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA:	10	A	CEIN	10-A-CEIN	UNIDAD: m3
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Columna c-2 f'c=280 kg/cm2 (0.40x0.30)m 6#6 y est.#3 @ 12cm				

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1223	Concreto f'c=280 kgs/cms2	M3	\$116.50	1.00	\$116.50
1435	Agua	GAL	\$0.05	10.00	\$0.50
1	Alambre de Amarre (LBS)	LBS	\$1.15	24.70	\$28.41
205	Clavo de 2" c/ cabeza	LBS	\$0.30	15.00	\$4.50
772	Tabla de 5 Varas (pino)	VRS	\$1.77	2.50	\$4.43
788	Costanera de 4 Varas (Pino)	VRS	\$1.00	1.50	\$1.50
412	Vanillas de 3/4" x 6 mts. Gdo. 40	CIU	\$5.53	8.30	\$45.90
399	Vanillas de 3/8" x 6 mts. Gdo. 40	CIU	\$2.77	17.50	\$48.48
SUB - TOTAL:					\$250.22

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.80	\$38.95	0.40	\$15.58
3	AUXILIAR	\$9.96	1.95	\$19.42	0.24	\$4.66
5	ARMADORES	\$12.25	1.80	\$22.05	0.573	\$12.63
SUB - TOTAL:						\$32.87

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	1.60	1.00	\$1.60
SUB - TOTAL:						\$1.60

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
SUB - TOTAL:						\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	284.69
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	99.39
IVA	13.00%	\$	37.01
PRECIO UNITARIO		\$	421.09

Carlos Acevedo
Calculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

hoja de calculo	
PRECIO UNITARIO	
11	
PROYECTO:	
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR	
SAN SALVADOR	
CODIGO DE LA PARTIDA:	11 A CEIN 11-A-CEIN
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Columna c-3 f c=280 kg/cm2 (0.40x0.30)m 6#5 y est.#3 @ 5cm
CLASE:	A
FECHA:	19-4-2010
CALCULO:	CAAL
UNIDAD:	m3

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1223	Concreto f c=280 kgs/cms2	M3	\$116.50	1.00	\$116.50
1435	Agua	GAL	\$0.05	10.00	\$0.50
1	Alambre de Amarre (LBS)	LBS	\$1.15	28.80	\$33.12
205	Clavo de 2" c/ cabeza	LBS	\$0.30	15.00	\$4.50
772	Tabla de 5 Varas (pino)	VRS	\$1.77	2.50	\$4.43
768	Costanera de 4 Varas (Pino)	VRS	\$1.00	1.50	\$1.50
400	Varillas de 5/8" x 6 mts Gdo. 40	C/U	\$7.20	8.30	\$59.76
399	Varillas de 3/8" x 6 mts Gdo. 40	C/U	\$2.77	40.80	\$113.02
SUB - TOTAL:					\$333.33

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.80	\$38.95	0.10	\$3.90
3	AUXILIAR	\$9.96	1.95	\$19.42	0.15	\$2.91
5	ARMADORES	\$12.25	1.80	\$22.05	0.573	\$12.63
SUB - TOTAL:						\$19.44

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:						\$0.10

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$ 352.87
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$ 123.19
IVA	13.00%	\$ 45.87
PRECIO UNITARIO		\$ 521.93

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

hoja de calculo					
PRECIO UNITARIO					
12					
PROYECTO:					
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR				CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR				A	CALCULO: CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA:	12	A	CEIN	12-A-CEIN	UNIDAD: m3
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Columna c-4 f c=280 kg/cm2 (0.40x0.30)m 6#4 y est.#2 @ 10cm				

A- MATERIALES					
COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1223	Concreto f c=280 kgs/cms2	M3	\$116.50	1.00	\$116.50
1435	Agua	GAL	\$0.05	10.00	\$0.50
1	Alambre de Amarre (LBS)	LBS	\$1.15	11.40	\$13.11
205	Clavo de 2" c/ cabeza	LBS	\$0.30	15.00	\$4.50
772	Tabla de 5 Varas (pino)	VRS	\$1.77	2.50	\$4.43
768	Costanera de 4 Varas (Pino)	VRS	\$1.00	1.50	\$1.50
411	Varillas de 1/2" x 6 mts. Gdo. 40	CIU	\$3.00	8.30	\$24.90
401	Varillas de 1/4" x 6 mts. Liso G. 40	CIU	\$1.00	21.40	\$21.40
SUB - TOTAL:					\$186.84

B-MANO DE OBRA						
	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.80	\$38.95	0.40	\$15.58
3	AUXILIAR	\$9.96	1.95	\$19.42	0.24	\$4.66
5	ARMADORES	\$12.25	1.80	\$22.05	0.573	\$12.63
SUB - TOTAL:						\$32.87

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	1.50	1.00	\$1.50
SUB - TOTAL:						\$1.50

D-SUBCONTRATOS					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	221.21
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	77.22
IVA	13.00%	\$	28.76
PRECIO UNITARIO		\$	327.19

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

hoja de calculo					
PRECIO UNITARIO					
13					
PROYECTO:					
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR				CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR				A	CALCULO: CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA:	13	A	CEIN	13-A-CEIN	UNIDAD: m3
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Viga v-1 (0.20x0.50)m 2#8,2#5,2#7 est. #4 @ 12cms, f'c=280kg/cm2				

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1223	Concreto f'c=280 kgs/cms2	M3	\$116.50	1.00	\$116.50
1435	Agua	GAL	\$0.05	10.00	\$0.50
1	Alambre de Amarre (LBS)	LBS	\$1.15	29.20	\$33.58
205	Clavo de 2" c/ cabeza	LBS	\$0.30	15.00	\$4.50
772	Tabla de 5 Varas (pino)	VRS	\$1.77	2.50	\$4.43
768	Costanera de 4 Varas (Pino)	VRS	\$1.00	1.50	\$1.50
409	Varillas de 1" x 6 mts. Gdo. 60	C/U	\$11.96	2.80	\$33.49
410	Varillas de 7/8" x 6 mts Gdo. 60	C/U	\$8.65	2.80	\$24.22
400	Varillas de 5/8" x 6 mts Gdo. 40	C/U	\$7.20	2.80	\$20.16
411	Varillas de 1/2" x 6 mts. Gdo. 40	C/U	\$3.00	17.50	\$52.50
SUB - TOTAL:					\$291.38

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.80	\$38.95	0.4	\$15.58
2	OBRAERO	\$12.25	1.80	\$22.05	0.24	\$5.29
3	AUXILIAR	\$9.96	1.95	\$19.42	0.21	\$4.08
5	ARMADORES	\$12.25	1.80	\$22.05	0.5	\$11.03
SUB - TOTAL:						\$36.98

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	1.50	1.00	\$1.50
SUB - TOTAL:						\$1.50

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$	328.86
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$ 114.81
IVA	13.00%	\$ 42.75
PRECIO UNITARIO	\$	486.42

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

<i>hoja de calculo</i>										
PRECIO UNITARIO										
14										
PROYECTO: APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR										
								CLASE	FECHA:	19-4-2010
SAN SALVADOR								A	CALCULO:	CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA:	14	A	CEIN	14-A-CEIN			UNIDAD:	m3		
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Losa-techo (h=0.20) f c=280kg/cm2									

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
1223	Concreto f c=280 kgs/cms2	M3	\$116.50	1.00	\$116.50
1435	Agua	GAL	\$0.05	10.00	\$0.50
205	Clavo de 2" c/ cabeza	LBS	\$0.30	15.00	\$4.50
772	Tabla de 5 Varas (pino)	VRS	\$1.77	5.00	\$8.85
788	Costanera de 4 Varas (Pino)	VRS	\$1.00	3.00	\$3.00
SUB - TOTAL:					\$133.35

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.80	\$38.95	0.4	\$15.58
2	OBREIRO	\$12.25	1.80	\$22.05	0.24	\$5.29
3	AUXILIAR	\$9.96	1.95	\$19.42	0.21	\$4.08
5	ARMADORES	\$12.25	1.80	\$22.05	0.55	\$12.13
SUB - TOTAL:						\$37.08

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	1.60	1.00	\$1.60
SUB - TOTAL:						\$1.60

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
50	Losetas para losa-techo h=20cm (incluye instalacion y hierro por temperatura)	M2	1.00	\$ 40.00	\$40.00
SUB - TOTAL:					\$40.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	212.03
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	74.02
IVA	13.00%	\$	27.56
PRECIO UNITARIO		\$	313.61

Carlos Acevedo
Cálculo

hoja de calculo PRECIO UNITARIO					
15					
PROYECTO:					
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR			CLASE	FECHA:	19-4-2010
SAN SALVADOR			A	CALCULO:	CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA:	15	A	CEIN	15-A-CEIN	UNIDAD:
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		Losa Copresa vt1-20, rec 5cm f'c=210 kg/cm2 y est. #2@25			

A- MATERIALES					
COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA						
COD	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:						\$0.00

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
COD	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	1.50	1.00	\$1.50
				0.50		
SUB - TOTAL:						\$1.50

D-SUBCONTRATOS						
COD	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
51	LOSA COPRESA VT1-20, REC 5CM F'C=210+REF #2@25	M2	1.00	\$ 28.50	\$28.50	
SUB - TOTAL:						\$28.50

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$ 30.00
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$ 10.47
IVA	13.00%	\$ 3.90
PRECIO UNITARIO		\$ 44.37

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de material ni mano de obra para esta partida.

<i>hoja de calculo</i>					
PRECIO UNITARIO					
16					
PROYECTO:					
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR				CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR				A	CALCULO: CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA	16	A	CEIN	16-A-CEIN	UNIDAD: m2
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA: Paredes de bloque (0.20x0.20x0.40)m,3/8"@ 20 cm, 1/4"@ 40 cm, incluye muro de proteccion frontal y lateral (1.20x25)m					

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66 Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:					\$0.10

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
52 PARED BLOQUE 20X20X40,3/8"@ 20, 1/4"@ 40 CM	M2	1.00	\$ 16.50	\$16.50
SUB - TOTAL:				\$16.50

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	16.60
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	5.80
IVA	13.00%	\$	2.16
PRECIO UNITARIO		\$	24.56

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de material ni mano de obra para esta partida.

hoja de calculo							
PRECIO UNITARIO							
17							
PROYECTO:						CLASE	FECHA:
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR						A	19-4-2010
SAN SALVADOR						CALCULO:	CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA:	17	A	CEIN	17-A-CEIN	UNIDAD:	m2	
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Piso de ladrillo de cemento (0.25x0.25)cm color rojo						

A- MATERIALES					
COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00
SUB - TOTAL:					\$0.10

D-SUBCONTRATOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
53	PISO DE LADRILLO DE CEMENTO 25X25 CMS.(COLOR ROJO)	M2	1.00	\$	6.77
SUB - TOTAL:					\$6.77

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$	6.87
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$ 2.40
IVA	13.00%	\$ 0.89
PRECIO UNITARIO	\$	10.16

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de material ni mano de obra para esta partida.

<i>hoja de calculo</i> PRECIO UNITARIO									
18									
PROYECTO:							CLASE	FECHA:	19-4-2010
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR							A	CALCULO:	CAAL
SAN SALVADOR								UNIDAD:	unidad
CODIGO DE LA PARTIDA:	18	A	CEIN	18-A-CEIN					
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Puertas interiores y exteriores (1.00x2.10)m, incluye instalacion y transporte								

A- MATERIALES						
COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL	
SUB - TOTAL:						\$0.00

B-MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL	
SUB - TOTAL:						\$0.00

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL	
66 Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10	
SUB - TOTAL:						\$0.10

D-SUBCONTRATOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL		
46 Puerta tipo troquelada exterior h=1.20	UNIDAD	1.00	\$ 150.00	\$150.00		
47 Puerta sencilla interior h=1.20	UNIDAD	4.00	\$ 50.00	\$200.00		
SUB - TOTAL:						\$350.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	350.10
COSTO INDIRECTO		34.91%	\$ 122.22
IVA		13.00%	\$ 46.51
PRECIO UNITARIO		\$	517.83

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de material ni mano de obra para esta partida.

hoja de calculo					
PRECIO UNITARIO					
19					
PROYECTO:		CLASE		FECHA:	
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR		A		19-4-2010	
SAN SALVADOR		CALCULO:		CAAL	
CODIGO DE LA PARTIDA:		19	A	CEIN	19-A-CEIN
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		Ventanas tipo económica incluye instalacion y transporte			
		UNIDAD:		m2	

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66 Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:					\$0.10

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
54 VENTANA CELOSIA VIDRIO ,MARCO ALUMINIO SENCILLO	M2	1.00	\$ 85.00	\$85.00
SUB - TOTAL:				\$85.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	85.10
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	29.71
IVA	13.00%	\$	11.06
PRECIO UNITARIO		\$	125.87

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de material ni mano de obra para esta partida.

hoja de calculo									
PRECIO UNITARIO									
20									
PROYECTO: APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR						CLASE	FECHA:	19-4-2010	
SAN SALVADOR						A	CALCULO:	CAAL	
CODIGO DE LA PARTIDA:	20	A	CEIN	20-A-CEIN		UNIDAD:	SG		
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Gradas de acceso de concreto f'c=210kg/cm2, Htorre=10.40mt, incluye barandal de proteccion y mano de obra								

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
55 Gradas de concreto visto f'c=210kg/cm2 h=10.40	SG	1.00	\$ 38,835.00	\$38,835.00
SUB - TOTAL:				\$38,835.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	38,835.00
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	13,557.30
IVA	13.00%	\$	5,048.55
PRECIO UNITARIO		\$	57,440.85

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de material, mano de obra ni herramientas para esta partida.

<i>hoja de calculo</i>					
PRECIO UNITARIO					
21					
PROYECTO:					
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR				CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR				A	CALCULO: CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA:	21	A	CEIN	21-A-CEIN	UNIDAD: SG
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Instalacion de artefactos sanitarios tipo económico incluye mano de obra				

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA

DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66 Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00	\$0.10
SUB - TOTAL:					\$0.10

D-SUBCONTRATOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
56 INSTALACION DE INODORO, DUCHA LAVAMANOS Y PILA TIPO ECONOMICOS	SG	1.00	\$ 131.26	\$131.26
SUB - TOTAL:				\$131.26

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$ 131.36
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$ 45.86
IVA	13.00%	\$ 17.08
PRECIO UNITARIO		\$ 194.30

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de material ni mano de obra para esta partida.

<i>hoja de calculo</i>			
PRECIO UNITARIO			
23			
PROYECTO:			
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR		CLASE	FECHA: 19-4-2010
SAN SALVADOR		A	CALCULO: CAAL
CODIGO DE LA PARTIDA:	23	A	CEIN 23-A-CEIN UNIDAD: m2
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Pintura exterior e interior		

A- MATERIALES					
COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

B-MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.10	1.00
SUB - TOTAL:					\$0.10

D-SUBCONTRATOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
58	PINTURA DE AGUA INTERIOR Y EXTERIOR	M2	1.00	\$ 1.50	\$1.50
SUB - TOTAL:					\$1.50

COSTO DIRECTO = A + B + C + D		\$	1.60
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$	0.56
IVA	13.00%	\$	0.21
PRECIO UNITARIO		\$	2.37

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de material ni mano de obra para esta partida.

hoja de calculo			
PRECIO UNITARIO			
24			
PROYECTO:			
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR			
		CLASE	FECHA
SAN SALVADOR		A	19-4-2010
CODIGO DE LA PARTIDA:		24	A
		CEIN	24-A-CEIN
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:		UNIDAD:	Por nivel
			CAAL
			Construcción de castillos

A- MATERIALES

COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL
205	Clavo de 2" c/ cabeza	LBS	\$0.30	30.00	\$9.00
772	Tabla de 5 Varas (pino)	VRS	\$1.77	467.00	\$826.59
SUB - TOTAL:					\$835.59

B-MANO DE OBRA

	DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL
1	MAESTRO DE OBRA	\$21.64	1.80	\$38.95	0.4	\$15.58
2	OBRERO	\$12.25	1.80	\$22.05	1.00	\$22.05
3	AUXILIAR	\$9.22	1.95	\$17.98	0.25	\$4.50
SUB - TOTAL:						\$42.13

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL
66	Herramientas Menores	S.G.	1	0.25	1.00	\$0.25
SUB - TOTAL:						\$0.25

D-SUBCONTRATOS

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL
SUB - TOTAL:					\$0.00

COSTO DIRECTO = A + B + C + D	\$	877.97
COSTO INDIRECTO	34.91%	\$ 306.50
IVA	13.00%	\$ 114.14
PRECIO UNITARIO	\$	1,298.61

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de subcontratos para esta partida.

hoja de calculo							
PRECIO UNITARIO							
25							
PROYECTO:							
APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA DE LOS PREFABRICADOS ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES DE HASTA CUATRO NIVELES EN EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR				CLASE	FECHA:	19-4-2010	
SAN SALVADOR				A	CALCULO:	CAAL	
CODIGO DE LA PARTIDA:	25	A	CEIN	25-A-CEIN	UNIDAD:	m2	
ESPECIFICACION DE LA PARTIDA:	Picado de paredes y aceras, repello de paredes y aceras e impermeabilizacion de aceras y losa-techo						

A- MATERIALES						
COD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUB TOTAL	
SUB - TOTAL:						\$0.00

B-MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	JORNAL	PRESTACION	JORN-TOTAL	RENDIMIENTO	SUB TOTAL	
SUB - TOTAL:						\$0.00

C-EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
DESCRIPCION	TIPO	CAPACIDAD	RENDIMIENTO	COSTO/HORA-USO	SUB TOTAL	
SUB - TOTAL:						

D-SUBCONTRATOS						
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUB TOTAL	
59	REPELLO DE SUPERFICIES HORIZONTALES.0.02 M 1:4	M2	1.00	\$ 4.50		\$4.50
60	PICADO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M2	1.00	\$ 1.75		\$1.75
SUB - TOTAL:						\$6.25

COSTO DIRECTO = A + B + C + D			\$	6.25
COSTO INDIRECTO		34.91%	\$	2.18
IVA		13.00%	\$	0.81
PRECIO UNITARIO			\$	9.24

Carlos Acevedo
Cálculo

No se considera la utilización de material, mano de obra ni herramientas para esta partida.