



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

**GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN, TRABAJO DE GABINETE Y
CRONOGRAMAS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS
DENTRO DE LA PROPIEDAD HORIZONTAL**

José Carlos Aroche Contreras

Asesorado por el Ing. Wuilliam Ricardo Yon Chavarría

Guatemala, junio de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN, TRABAJO DE GABINETE Y
CRONOGRAMAS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS
DENTRO DE LA PROPIEDAD HORIZONTAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSE CARLOS AROCHE CONTRERAS
ASESORADO POR EL ING. WUILLIAM RICARDO YON CHAVARRÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés De La Cruz Real
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
EXAMINADOR	Ing. Wuilliam Ricardo Yon Chavarría
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel López Juárez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN, TRABAJO DE GABINETE Y CRONOGRAMAS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DENTRO DE LA PROPIEDAD HORIZONTAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 12 de mayo de 2015.

José Carlos Aroche Contreras

Guatemala 25 de julio de 2019

Ing. Juan Carlos Linares Cruz
Coordinador del área de planeamiento
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Juan Carlos Linares Cruz.

Por este medio atentamente le informo que como asesor del estudiante universitario **José Carlos Aroche Contreras** de la carrera de Ingeniería Civil con carnet No. 201020670, procedí a revisar el trabajo de graduación, cuyo título es **"GUIA PARA LA PLANIFICACIÓN, TRABAJO DE GABINETE Y CRONOGRAMAS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DENTRO DE LA PROPIEDAD HORIZONTAL"**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,



Willian Ricardo Yon Chavarría
INGENIERO CIVIL
COL No. 2029

Ing. Willian Ricardo Yon Chavarría
Ingeniero Civil
Colegiado No. **2,029**

Asesor
Área de Ingeniería Civil



Guatemala, 19 de noviembre de 2019
EIC-JP-009-2019/jcl

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Ingeniero Aguilar:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN, TRABAJO DE GABINETE Y CRONOGRAMAS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DENTRO DE LA PROPIEDAD HORIZONTAL**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Carlos Aroche Contreras, quien contó con la asesoría del Ing. William Ricardo Yon Chavarría.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA TODOS



**FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
PLANEAMIENTO
U S A C**
Ing. Civil Juan Carlos Linares Cruz
Jefe Del Departamento de Planeamiento

Cc: Estudiante José Carlos Aroche Contreras
Archivo





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

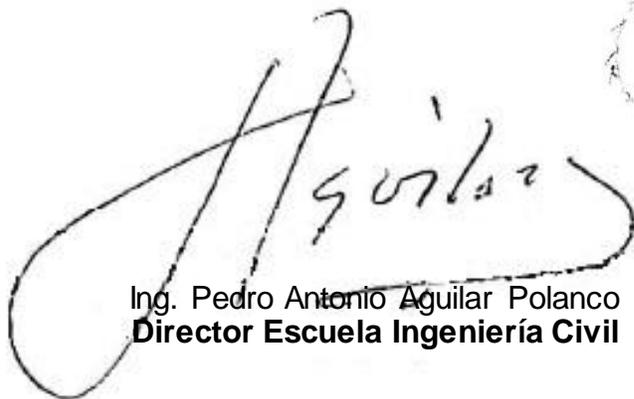
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala, 26 de junio de 2020
DEIC-TG-EIC-003-2020/paap

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ingeniero William Ricardo Yon Chavarría y del revisor del Departamento de Planeamiento Ingeniero Juan Carlos Linares Cruz al trabajo de graduación de la estudiante José Carlos Aroche Contreras **GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN, TRABAJO DE GABINETE Y CRONOGRAMAS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DENTRO DE LA PROPIEDAD HORIZONTAL** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela Ingeniería Civil



Interesado
Asesor
Jefe del Departamento de Planeamiento



Más de 140 años de Trabajo y Mejora Continua

DTG. 138.2020.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **GUÍA PARA LA PLANIFICACIÓN, TRABAJO DE GABINETE Y CRONOGRAMAS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DENTRO DE LA PROPIEDAD HORIZONTAL**, presentado por el estudiante universitario: **José Carlos Aroche Contreras**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
★

Guatemala, junio de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	El todo poderoso que pone el querer y el hacer, por brindarme la sabiduría suficiente para cumplir una meta importante en mi vida.
Mi madre	Damaris Contreras, por haber sido un pilar importante durante todo el recorrido y apoyarme durante todo el proceso, descanse en paz.
Mi padre	Augusto Aroche, por todo el apoyo moral y económico brindado durante todo el proceso.
Mi hermano	Fernando Contreras, por estar presente y brindarme su apoyo en todas las etapas de mi vida.
Mi familia en general	Por el apoyo y cariño recibido a lo largo de mi vida.
Universidad San Carlos de Guatemala	Por ser mi segunda casa y darme los conocimientos necesarios e importantes.
Mi patria	Guatemala

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Sin Él nada puedo hacer, me dio la capacidad y su favor para aprender y superar todos los retos que se presentaron durante todo el proceso de estudio.
Mi madre	Damaris Contreras, por todo su amor, consejo y apoyo durante toda mi vida, siempre creyó en mí, fue mi guía moral y espiritual para forjar un carácter adecuado para enfrentar las dificultades de este mundo. Descanse en paz.
Mi padre	Augusto Aroche, por su apoyo, comprensión, compartir su experiencia y por inspirarme en el trazo de esta meta profesional.
Mi hermano	Fernando Contreras, por impulsarme a seguir adelante y creer en mí durante mi carrera y en especial en este último proceso de graduación.
Mi familia en general	Por el apoyo y cariño recibido a lo largo de mi vida.
Universidad San Carlos de Guatemala	Mi <i>alma máter</i> por darme los medios y los conocimientos educativos necesarios.

Mi patria

Guatemala.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
LISTA DE SIMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. DEFINICIÓN Y RESEÑA HISTORICA DE LA PROPIEDAD HORIZONTAL EN GUATEMALA.....	1
1.1 Definición de propiedad horizontal.....	1
1.2 Reseña histórica de la propiedad horizontal en Guatemala.....	4
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANIFICACIÓN.....	7
2.1 Importancias de la planificación.....	8
2.2 Características de la planificación.....	8
2.3 Ventajas de la planificación	9
2.4 Principios de la planificación.....	9
2.4.1 Autenticidad.....	10
2.4.2 Universalidad.....	10
2.4.3 Unidad y equilibrio.....	11
2.4.3.1 Flexibilidad.....	11
2.4.3.2 Racionalidad.....	11
2.4.3.3 Previsión.....	12
2.4.3.4 Continuidad.....	12
2.4.3.5 Factibilidad.....	12

	2.4.3.6	Objetividad.....	12
	2.4.3.7	Cuantificación.....	12
	2.4.3.8	Precisión.....	13
	2.4.3.9	Inherencia.....	13
2.5		Planificación en la construcción de edificios.....	13
2.6		Planeación de proyectos.....	14
3.		TRABAJO DE GABINETE.....	17
3.1		Estudio de planos.....	18
	3.1.1	Planos arquitectónicos.....	18
		3.1.1.1 Planta amueblada.....	18
		3.1.1.2 Planta acotada.....	19
		3.1.1.3 Planta de acabados.....	21
		3.1.1.4 Secciones y elevaciones.....	22
		3.1.1.4.1 Elevaciones.....	23
		3.1.1.4.2 Secciones.....	24
	3.1.2	Planos estructurales.....	26
		3.1.2.1 Sistema de muros.....	29
		3.1.2.2 Sistema de pórticos dúctiles a flexión.....	29
		3.1.2.3 Sistema de pórticos.....	30
		3.1.2.4 Sistema dual.....	30
		3.1.2.5 Sistema combinado.....	30
		3.1.2.6 Planos de cimentación.....	32
		3.1.2.7 Planos de muros de corte.....	34
		3.1.2.8 Planos de losas.....	35
	3.1.3	Plano de instalaciones.....	36
		3.1.3.1 Planos de instalaciones hidráulicas o agua potable.....	37

	3.1.3.2	Planos de instalaciones de aguas servidas y pluviales.....	39
	3.1.3.3	Planos de instalaciones eléctricas iluminación, fuerza y especiales.....	40
		3.1.3.3.1 Distribución de sistema eléctrico.....	41
3.2		Planos de taller.....	44
	3.2.1	Formaleta o encofrado de muros o columnas.....	45
	3.2.2	Encofrado de losas.....	46
	3.2.3	Elevación de muros con cortes de acero.....	48
	3.2.4	Ubicación de refuerzos de madera en tabla yeso.....	49
	3.2.5	Modulación de piso o azulejo.....	50
3.3		Cuantificación.....	50
	3.3.1	Movimiento de tierras.....	52
	3.3.2	Acero de refuerzo.....	52
	3.3.3	Concreto.....	55
	3.3.4	Formaleta.....	60
	3.3.5	Levantado de muros de mampostería.....	62
	3.3.6	Instalaciones hidrosanitarias.....	64
	3.3.7	Instalaciones eléctricas y especiales.....	71
4.		CRONOGRAMAS DE TRABAJO.....	75
	4.1	Estudio de procesos y secuencia lógica.....	77
		4.1.1 Definición de actividades y secuencias lógicas.....	77
		4.1.1.1 Proceso de subestructura.....	77
		4.1.1.2 Proceso de súper estructura.....	78

4.1.1.3	Proceso de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.....	79
4.1.1.4	Proceso de acabados.....	80
4.1.2	Descripción del alcance de cada etapa.....	82
4.1.2.1	Alcance del proceso de sub estructura.....	82
4.1.2.1.1	Ubicación topográfica de la cimentación, trazo y replanteo.....	82
4.1.2.1.2	Excavación.....	83
4.1.2.1.3	Instalaciones eléctricas o hidrosanitarias bajo piso.....	84
4.1.2.1.4	Armado estructural y fundición de elementos de cimentación.....	84
4.1.2.2	Proceso de súper estructura.....	85
4.1.2.2.1	Armado, encofrado y fundición de elementos estructurales verticales.....	85
4.1.2.2.2	Desencofrado y curado de elementos estructurales verticales.....	87

4.1.2.2.3	Encofrado, armado y fundición de elementos estructurales horizontales y diafragmas rígidos (losa)	88
4.1.2.2.4	Desencofrado y curado de elementos estructurales horizontales y diafragmas rígidos (losa).....	89
4.1.2.2.5	Elaboración de gradas.....	89
4.1.2.2.6	Levantado de muros de mampostería.....	90
4.1.2.2.7	Elementos prefabricados.....	91
4.1.2.3	Proceso de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.....	91
4.1.2.3.1	Fundición de bordillos en gradas en baños.....	92
4.1.2.3.2	Elaboración de circuitos en instalaciones hidráulicas.....	92
4.1.2.3.3	Ubicación de tomas y mangas para tuberías	

		de agua, drenajes sanitarios y cajas para instalaciones eléctricas empotradas en muros y losas.....93
	4.1.2.3.4	Relleno de gradas de baños con granza94
	4.1.2.3.5	Cableado y emplacado.....94
	4.1.2.3.6	Colocación de loza sanitaria.....95
4.1.2.4		Proceso de acabados.....96
	4.1.2.4.1	Resane en muros y techos.....96
	4.1.2.4.2	Base para acabado final.....97
	4.1.2.4.3	Nivelación y elaboración de contra piso98
	4.1.2.4.4	Colocado tabiques de tabla yeso (si se indica en planos)99
	4.1.2.4.5	Colocación de piso100
	4.1.2.4.6	Acabados finales en muros y techos100
	4.1.2.4.7	Colocado de barandas.....101
	4.1.2.4.8	Reparación de acabados.....102

	4.1.2.4.9	Pintura primera mano..	102
	4.1.2.4.10	Ventanería... ..	103
	4.1.2.4.11	Colocación de puertas.	103
	4.1.2.4.12	Colocado de zócalo.....	104
	4.1.2.4.13	Pintura segunda mano.....	104
	4.1.2.4.14	Resane exterior.....	105
	4.1.2.4.15	Base de acabado exterior.....	105
	4.1.2.4.16	Acabado final en exteriores	106
	4.1.2.4.17	Pintura exterior.....	107
	4.1.2.4.18	Impermeabilización.....	107
4.1.3		Definición del alcance de cada grupo de trabajo...	108
	4.1.3.1	Cuadrilla de topografía.....	109
	4.1.3.2	Operadores de maquinaria.....	109
	4.1.3.3	Albañiles.....	110
	4.1.3.4	Mano de obra no calificada (ayudantes).....	110
	4.1.3.5	Equipo de colocación de formaletas...	111
	4.1.3.6	Equipo de fundición.....	112
	4.1.3.7	Armadores estructurales.....	113
	4.1.3.8	Plomeros.....	114
	4.1.3.9	Electricistas.....	114
	4.1.3.10	Textureros (cuando sea el caso).....	115
	4.1.3.11	Equipo colocación de tabiques de tabla yeso (cuando sea el caso).....	116
	4.1.3.12	Equipo colocación de piso.....	117
	4.1.3.13	Herreros.....	118

4.1.3.14	Pintores.....	119
4.1.3.15	Equipo de colocación de ventanas (subcontratos).....	120
4.1.3.16	Carpinteros (subcontratos).....	121
4.1.4	Establecer el programa general de acuerdo al total de etapas definidas.....	122
4.1.5	Establecer el programa diario.....	126
4.1.6	Distribución de presupuesto como monto o valor en cada etapa.....	128
4.2	Integración del monto o valor de cada etapa (analizar rendimientos).....	130
4.2.1	Materiales.....	130
4.2.2	Maquinaria.....	131
4.2.3	Mano de obra.....	132
4.2.4	Cálculo de rendimientos de mano de obra por medio de la experiencia.....	133
4.2.5	Cálculo de rendimiento de mano de obra por medio de la información documentada.....	134
4.2.6	Cálculo de rendimiento de mano de obra por medio de mediciones directas en obras similares.....	134
4.2.7	Rendimiento y productividad real.....	135
5.	TRABAJO DE GABINETE + CRONOGRAMAS: USO DE SUMINISTROS Y FLUJOS.....	137
5.1	Suministros.....	143
5.2	Flujos.....	144

6.	DEFINICIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LABORATORIOS EN SECO.....	147
6.1	Encofrado de elementos estructurales verticales (muros y columnas).....	148
6.2	Ubicación de refuerzo longitudinal estructural en elementos verticales.....	150
6.3	Colocación de instalaciones hidrosanitarias.....	153
6.4	Emplantillado de block.....	156
7.	DESARROLLO DE MÉTODOS CONSTRUCTIVOS.....	159
7.1	Construcción tradicional.....	160
7.2	Construcción steel framing.....	163
7.3	Construcción ballom frame.....	168
7.4	Construcción paneles estructurales.....	172
7.5	Construcción con células tridimensionales.....	181
8.	CASO PRACTICO: DESARROLLO DEL TRABAJO DE PLANIFICACIÓN DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES EN PROPIEDAD HORIZONTAL.....	187
8.1	Estudio de planos.....	187
	8.1.1 Planos de arquitectura.....	187
	8.1.2 Planos de estructura.....	189
	8.1.3 Planos de instalaciones hidrosanitarias.....	190
	8.1.4 Planos de instalaciones eléctricas.....	192
8.2	Planos de taller.....	194
8.3	Cuantificación de materiales.....	194
8.4	Análisis de rendimientos.....	194
8.5	Cronograma de actividades, suministros y flujo de caja	196
	8.5.1 Cronograma general nivel típico de apartamento..	196

8.5.2	Cronograma diario etapa de trabajo: armado, encofrado y función de muros de corte.....	196
8.5.3	Flujo de suministros y caja.....	196
8.5.3.1	Cronograma de suministros.....	196
8.5.3.2	Cronograma de flujo de caja	197
8.6	Determinación de laboratorios en seco.....	197
8.7	Determinación de métodos constructivo	198
CONCLUSIONES.....		199
RECOMENDACIONES.....		203
BILBIOGRAFÍA.....		205
APÉNDICES.....		207

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Perfil IPN.....	164
2.	Conexión de muro con fundición de losa.....	165
3.	Arrostramiento de montante con recubrimiento.....	166
4.	Ejemplo de ballom frame en dos plantas.....	171
5.	Panel estructural SIP.....	172
6.	Panel estructural con malla de acero electro soldada.....	175
7.	Panel de losa.....	176
8.	Anclaje sobre viga de concreto.....	177
9.	Anclaje sobre viga de madera o metal.....	178
10.	Unión dilatada a muros o pilares de concreto armado.....	179
11.	Instalación de agua y/o gas en paneles estructurales.....	180
12.	Construcción de células tridimensionales prefabricadas.....	182
13.	Estructura de módulo tridimensional.....	183
14.	Construcción con células tridimensionales prefabricadas.....	184

TABLAS

I.	Modulación de cortes de acero según longitud de varillas.....	49
II.	Porcentaje de desperdicio según diámetro de varillas.....	54
III.	Proporciones volumétricas para elaboración de concreto.....	56
IV.	Dimensiones de bloques de mampostería.....	63

V.	Diámetros de tuberías.....	66
VI.	Rendimientos de pegamento C.P.V.C.....	70
VII.	Rendimientos para diferentes diámetros de tubería.....	70
VIII.	Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra.....	133
IX.	Análisis de rendimientos.....	195

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada cierta distancia
As	Área de acero
As_{max}	Área de acero máximo
As_{min}	Área de acero mínimo
B.A.N	Bajadas de aguas negras
B.A.P	Bajadas de aguas pluviales
Cm	Centímetro
Cm²	Centímetro cuadrado
PVC	Cloruro de polivinilo
CPVC	Cloruro de polivinilo clorado
∅	Diámetro
GAL	Galón
HG	Hierro galvanizado
Kg	Kilogramos
Kg/cm²	Kilogramos por centímetro cuadrado
PSI	Libra por pulgada cuadrada
L	Luz libre de viga
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m/lb	Metros por libra
'	Pies
P.T	Pie tabla

%	Porcentaje
“	Pulgadas
QQ	Quintal
F'c	Resistencia a la compresión del concreto
Fy	Resistencia a la tensión del acero
CU	Tubería de cobre

GLOSARIO

Aditivo	Productos que se agregan al concreto en pequeñas proporciones que producen modificaciones de sus propiedades originales.
Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, niples, coplas, tees, válvulas, entre otros.
Área de refuerzo	Cantidad de acero estructural requerido para soportar esfuerzos por cargas externas.
Agrietamiento	Conjunto de grietas o aberturas largas y estrechas producto de la separación de dos materiales.
Carga muerta	Carga vertical aplicada sobre una estructura que incluye el peso de la misma estructura más la de los elementos permanentes.
Carga viva	Son aquellas producidas por el tipo de uso u ocupación de la edificación.
Cuantificación	Proceso de convertir un objeto a un grupo de valores discretos.

Esfuerzo a compresión	En un prisma mecánico es simplemente la fuerza resultante que actúa sobre una determinada sección transversal.
Esfuerzo a flexión	Es el resultado de la deformación causado por las cargas externas que actúan a lo largo de un eje longitudinal.
Fisura	Rotura que aparece en cualquier material como consecuencia de la existencia de tensiones, externas o internas, superiores a la capacidad resistente del mismo.
Fundición	Proceso de fabricación de piezas, el cual consiste en fluir un material e introducirlo en una cavidad llamada molde donde se solidifica.
Fraguado	Es el proceso químico de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón provocado por el aumento de resistencia.
Formaleta	Molde temporal para el concreto fresco, de madera o metálica que se retira una vez que el concreto logra la resistencia suficiente para sostenerse a sí mismo.
Modulación	Es el manejo de elementos repetitivos de características similares en lo que se refiere a forma, tamaño y función.

- Planos constructivos** Son la representación gráfica del proceso constructivo de un proyecto arquitectónico.
- Propiedad horizontal** Es un régimen que reglamenta la forma en que se divide un bien inmueble y la relación entre los propietarios de los bienes privados y comunes que han sido segregados de un terreno o edificio.
- Lámina de fibrocemento** Es una hoja de fibrocemento utilizada en cerramientos de fachadas y paredes exteriores en construcciones en donde se desee dar realce arquitectónico.
- Tresbolillo** Es una forma de colocación de varillas de acero estructural con un orden que lleva un desfase determinado.

RESUMEN

La construcción de edificios elaborados específicamente para vivienda, bajo el régimen de propiedad horizontal, es una actividad muy común hoy en día desarrollada en Guatemala, debido a ser una construcción relativamente masiva y en serie la planificación y trabajo de gabinete tiende a ser muy importante, ya que los errores o el buen desarrollo de esta fase puede intervenir positivamente o negativamente en los tiempos los recursos y la ejecución que al final repercute en los costos finales de la construcción.

El buen desarrollo de la planificación y trabajo de gabinete consiste en que tanto el profesional responsable conozca su proyecto, lo cual da lugar al estudio profundo de planos en donde se determinará de manera técnica y lógica los posibles errores que puedan tener los mismos; o bien determinar si hace falta información dando lugar a los planos de taller los cuales serán elaborados según la necesidad de especificar de manera gráfica los detalles constructivos que ayuden a los trabajadores en obra a desarrollar dichas actividades. Además, en esta etapa se procede a realizar la cuantificación de materiales, mano de obra y equipo, de manera minuciosa, necesario para cada etapa de construcción.

Las etapas constructivas de todo edificio pueden ser etapa de subestructura, etapa de superestructura, instalaciones hidrosanitarias y eléctricas y etapa de acabados. La determinación de una secuencia lógica de actividades, análisis de rendimientos y la información obtenida durante la etapa de cuantificación, da lugar a elaborar los cronogramas de trabajo, los cuales pueden ser cronograma general y cronograma diario, que determinará el

tiempo estimado de duración del proyecto, lo cual es un factor importante exigido generalmente por las entidades o personas que financien el proyecto.

La elaboración de flujos de suministros y de dinero según los avances del proyecto va enlazado con los tiempos descritos en el cronograma general de obra y tiene la finalidad de prever todo lo necesario antes de iniciar el trabajo; a esto se refiere todo lo relacionado a materiales de construcción, mano de obra y equipos, a manera de optimizar al máximo su rendimiento, además, mejorar el control de avance de la obra y determina una idea clara del flujo de caja que produce el proyecto.

Como parte final de la planificación es necesario la elaboración de laboratorios en seco, los cuales son actividades que permiten el primer contacto real con el proyecto; la finalidad es detectar de manera real los posibles errores y problemas que se presenten al momento de realizar las actividades de encofrado, colocación de refuerzos, tuberías para instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, darle solución antes de iniciar con la construcción formalmente.

También, es importante conocer el tipo de metodología de construcción a la que pertenece el edificio, ya que de esto dependerán las técnicas, los materiales y los procedimientos utilizados que se planificarán durante el trabajo de gabinete. La manera de saber esto es a través del estudio de planos específicamente los que representan la estructura principal; es decir, no es la misma metodología de construcción de un edificio con la estructura principal de concreto armado o bien uno utilizando marcos de metal.

OBJETIVOS

General

Elaborar una guía para la planificación, el trabajo de gabinete y los cronogramas utilizados en la construcción de edificios dentro de la propiedad horizontal.

Específicos

1. Entender de manera teórica los conceptos de planificación y el procedimiento adecuado de un trabajo de gabinete que optimicen las actividades en el proyecto de un edificio habitacional bajo régimen de propiedad horizontal.
2. Entender de manera práctica todas las etapas de trabajo desglosadas en actividades, con una secuencia lógica, que conforman los procesos de construcción en un edificio.
3. Dar a conocer el procedimiento básico que permita la determinación de información, traducida en cantidades de materiales, mano de obra, equipos y rendimientos, utilizada para la construcción de los diferentes cronogramas de trabajo.
4. Analizar los rendimientos de materiales, maquinaria y mano de obra que permitan crear un cronograma de trabajo con tiempos reales.

5. Dar a conocer como herramientas de planificación, control y avance los diferentes tipos de cronogramas de trabajo utilizados en la construcción de edificios.
6. Incluir como parte de la planificación la elaboración de laboratorios en seco.

INTRODUCCIÓN

El ser humano cuenta con diferentes necesidades las cuales busca satisfacer para lograr vivir de una manera digna y confortable dentro de la sociedad. La vivienda ha sido siempre una necesidad primaria, debido a que necesita estandarizarse y adaptarse a un entorno fijo y confortable.

La licenciada Ana Leticia Guevara Hernández, en su trabajo de graduación, *La escritura de constitución de régimen de propiedad horizontal como instrumento que responda a la realidad de Guatemala*, define que la propiedad horizontal es un régimen legal que da lugar a una de las propuestas de la ingeniería civil para la sociedad guatemalteca, desarrollada por la iniciativa privada. Este tipo de proyecto se denomina como típico o en serie, ya que la modulación de los apartamentos en su arquitectura busca estandarizarse en cada nivel del edificio, el cual genera una exigencia muy alta de planificación para su ejecución, ya que cada error no detectado puede repetirse en todos los niveles. La planificación es el proceso básico que sirve para seleccionar metas y determinar objetivos, así como la mejor manera de alcanzarlos.

La importancia e interés del desarrollo del tema a abordar nace de la necesidad y complejidad que posee llevar un orden secuenciado y lógico en la construcción de edificios en la propiedad horizontal, con la finalidad de mejorar la calidad del proyecto, evitar fallas constructivas, prevención de situaciones futuras contrarrestando la incertidumbre la cual puede ser consecuencia de la falta de experiencia en este tipo de proyectos; además, el cumplimiento y control de fechas de entrega basándose en tiempos reales, factor de mucho interés por las personas, entidades o sociedades que aportan el capital y

financiamiento del proyecto; en este trabajo de graduación se plantean herramientas que ayudarán a mejorar el control efectivo exigido en la construcción de edificios.

1. DEFINICIÓN Y RESEÑA HISTÓRICA DE LA PROPIEDAD HORIZONTAL EN GUATEMALA

1.1. Definición de propiedad horizontal

“La propiedad horizontal es una institución jurídica que hace alusión al conjunto de normas que regulan la división y organización de diversos inmuebles, como resultado de la segregación de un edificio o de un terreno común. Es un régimen que reglamenta la forma en que se divide un bien inmueble y la relación entre los propietarios de los bienes privados y los bienes comunes que han sido segregados de un terreno o edificio, permite la organización de los copropietarios y el mantenimiento de los bienes comunes; se ejerce sobre viviendas, oficinas, locales comerciales, bodegas, estacionamientos, recintos industriales, sitios y otros en que se divida un condominio.”¹

Se llama generalmente propiedad horizontal a la que consiste en pisos o apartamentos de un edificio pertenecientes a diversos dueños. Un elemento característico de la propiedad horizontal es que cada piso o departamento tenga su salida o acceso independiente a lugar público: calle, plaza, etc. Igualmente, es propio de esta figura jurídica, que las partes comunes del edificio, son inseparables de la titularidad de los diversos apartamentos, de modo que no se puede disponer sin hacerlo también respecto de las partes comunes.

¹ Wikipedia: la enciclopedia libre. *Propiedad horizontal*.
https://es.wikipedia.org/wiki/Propiedad_horizontal.

“El término propiedad horizontal sugiere la posibilidad de que existan inmuebles superpuestos pertenecientes a diversos propietarios, contrariamente a la antigua concepción romana, que consideraba al dueño del suelo, dueño de todo lo que esté sobre él sin límites de altura, y dueño del subsuelo, sin límites de profundidad. Sin embargo, el concepto de propiedad horizontal, no supone necesariamente la superposición de pisos, aunque esto sea lo más común; también existe propiedad horizontal si los distintos departamentos forman un solo edificio, aunque sea de una sola planta o nivel, pero siempre que los diversos propietarios individuales sean comuneros de partes comunes, tales como el suelo, el techo, las instalaciones, cuartos de portería, puerta general de la casa, entre otros.”²

La propiedad horizontal es una figura jurídica del derecho civil, regida por el *Código civil* de la república de Guatemala en el capítulo IV, registro de la propiedad horizontal, artículos 1 195 al 1 205. Una de las discusiones que se ha planteado al respecto es que se considera la existencia de la imprecisión en el empleo del término horizontal. Dicha confusión se genera al señalar, contrariamente a lo que pudiera parecer al sentido común, pues esta debería referirse a un mismo plano y, por el contrario, vertical debería utilizarse para la propiedad que se extiende hacia arriba.

Al respecto según las investigaciones de la arquitecta Liza Lorena López Taracena, en su trabajo de graduación titulado: *El régimen de propiedad horizontal en Guatemala aspectos generales a consideraren el planteamiento y diseño de edificios multifamiliares en el área metropolitana*, señala que se ha

² Monografías.com. *Propiedad horizontal*. <https://m.monografias.com/trabajos91/propiedad-horizontal/propiedad-horizontal.shtml>.

denominado horizontal porque es una propiedad asentada en un mismo terreno con varios pisos o planos horizontales.

Siempre se refiere a un edificio de varios niveles. El edificio está construido en forma vertical, pero su división no podrá ser de otra forma que horizontal, o sea en pisos o niveles, apartamentos y habitaciones. El derecho de propiedad está limitado por planos horizontales.

La explicación del término horizontal y no vertical se fundamenta en que la posesión de los inmuebles divididos por pisos; la horizontalidad de la propiedad no está empleada por la extensión hacia arriba de los mismos, sino que se concibe, en cuanto a la división y limitación del derecho de propiedad en los edificios de varias plantas o niveles, señaladas por planos horizontales.

Según la licenciada Ana Leticia Guevara Hernández en su trabajo de graduación titulado: *La escritura de constitución de régimen de propiedad horizontal, como instrumento que responda a la realidad de Guatemala*, de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad San Carlos De Guatemala, señala que existe un derecho de propiedad absoluto y exclusivo sobre las mismas, y un derecho de copropiedad forzada respecto a los bienes de dominio común. El derecho de propiedad horizontal incluye un porcentaje de propiedad sobre los elementos comunes de todos los propietarios de piso en el edificio; tales elementos se consideran necesarios para el adecuado uso y disfrute del piso, y la cuota que exista sobre ellos es completamente inherente a la propiedad del piso, siendo inseparable de esta.

Según lo indicado por el Código Civil de la república de Guatemala en el capítulo IV, registro de la propiedad horizontal, artículos 1 195 al 1 205. La propiedad horizontal es una mezcla de propiedad individual y copropiedad, es una entidad sin ánimo de lucro y puede surgir de varias maneras: a) porque el dueño de un edificio venda o transfiera de cualquier manera la propiedad de uno o más apartamentos reservándose o no la propiedad de otro y otros pisos; b) por participación material de un condominio, de modo que cada copropietario llega a serlo exclusivamente de un departamento, conservándose la comunidad sobre las partes de utilidad para todos; c) por construcción de un edificio por varias personas, destinándolo a propiedad horizontal.

1.2. Reseña histórica de la propiedad horizontal en Guatemala

En Guatemala la problemática de vivienda ha sido uno de los principales retos a resolverse, según la licenciada Ana Leticia Guevara Hernández en su trabajo de graduación titulado: *La estructura de constitución de régimen de propiedad horizontal, como instrumento que responda a la realidad de Guatemala*, de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad San Carlos De Guatemala, señala que de acuerdo al censo realizado en 1964 la capital contaba con una población de 1 375 000 de habitantes que representaba el 32,9 % de la población de la república; habitando un territorio de 6 664 km² que equivale al 6,1 % del territorio nacional. Según el censo realizado en Guatemala del 2002, la población total de la república era de 11 237 196 habitantes.

En 1989 se consideró solucionar en parte el problema del déficit habitacional con la construcción del nuevo complejo habitacional denominado Nimajuyú, ubicado en la zona 21 de la ciudad de Guatemala, que fue según

información proporcionada por la licenciada Claudia Figueroa Perdomo, registradora auxiliar del Registro de la Propiedad, uno de los primeros complejos habitacionales en ser sometido al régimen de la propiedad horizontal por el Banco Nacional de la Vivienda. Este complejo habitacional estaba conformado por cuatro edificios, veintidós módulos que proporcionaría vivienda a ciento sesenta familias.

El arquitecto Rafael Escobar Donis, presidente del Banco Nacional de la Vivienda, según artículo de Prensa Libre publicado el 8 de marzo de 1990, señala todos los logros obtenidos durante su administración, en cuanto a producción de viviendas desde 1985 de conformidad un consolidado de 64 000 viviendas en cinco años en colonias como: Venezuela, Bello Horizonte, Nimajuyú, Juan Pablo, Justo Rufino Barrios, Multifamiliares de la zona tres, Multifamiliares Pamplona, El Tesoro, entre otros. Convirtiéndose en una institución cuyo papel no es el de una constructora sino una verdadera promotora de proyectos habitacionales.

Todos los hechos sociales relativos a la vivienda reflejan el grave problema del déficit habitacional en la ciudad de Guatemala y de esta forma, le dan fundamento a la implementación del régimen de propiedad horizontal en Guatemala.

Según la licenciada Ana Leticia Guevara Hernández en su trabajo de graduación titulado: *La escritura de constitución de régimen de propiedad horizontal, como instrumento que responda a la realidad de Guatemala*, de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad San Carlos De Guatemala, señala que en Guatemala, el primer edificio sometido e inscrito en el Registro de la Propiedad, bajo el régimen de propiedad horizontal, consistente en un terreno con un edificio de ocho pisos denominado: Horizontal

I, ubicado en la cuarta avenida sur número 8-88 de la zona uno, novena calle esquina, propiedad de Inmobiliaria y Valores, S.A; con escritura pública autorizada en la ciudad de Guatemala por el notario Julio Caballeros Galindo con fecha veintiocho de enero de 1960. En la última parte de la década de 1990 se encontraban registrados aproximadamente 260 edificios de propiedad horizontal. En la actualidad diversas empresas se dedican a construir edificio bajo el régimen de propiedad horizontal, la cual le ha proporcionado un mayor auge en el país.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANIFICACIÓN

A continuación, se muestran algunos conceptos que hacen referencia a la definición de planificación por varios autores:

- James Stoner en su libro *Administración* indica: es el proceso de establecer metas y elegir medios para alcanzarlas.
- Dorca Ortiz en su libro titulado *Guía básica de planificación, organización y coordinación de eventos* indica: es el proceso que se sigue para determinar en forma exacta lo que la organización hará para alcanzar sus objetivos.
- Leonard Goodstein en su libro titulado *Planeación estratégica aplicada* indica: es el proceso de establecer objetivos y escoger el medio más apropiado para el logro de los mismos antes de emprender la acción.
- Robert Murdick en su libro titulado *Sistemas de información administrativa* indica: consiste en decidir con anticipación lo que hay que hacer, quien tiene que hacerlo, y como deberá hacerse. Se erige como puente entre el punto en que nos encontramos y aquel donde queremos ir.

Prácticamente, en todas las anteriores definiciones es posible hallar algunos elementos comunes importantes como el establecimiento de objetivos o metas y la elección de los medios más convenientes para alcanzarlos (planes y programas). Además, implica un proceso de toma de decisiones, un proceso

de previsión (anticipación), visualización (representación del futuro deseado) y de predeterminación (tomar acciones para lograr el concepto de adivinar el futuro).

Los conceptos de planificación desarrollados a continuación tienen referencia a la compilación bibliográfica para el curso de teoría administrativa II de la facultad de ciencias económicas de la Universidad San Carlos de Guatemala, el cual es documento de apoyo a la docencia.

2.1. Importancias de la planificación

- Prevé situaciones futuras contrarrestando la incertidumbre
- Fija su atención en los objetivos y los jerarquiza
- Ayuda a reducir costos y mejora la productividad
- Sirve de base para el control
- Optimiza recursos y aprovecha tiempos
- Coadyuva a la solución de problemas mediatos e inmediatos

2.2. Características de la planificación

- Se erige como puente entre el punto en donde se encuentre y aquel a donde se quiere llegar.
- Implica actividades futuras, proporciona un orden adecuado para lograr los objetivos.
- Constituye un fundamento para la administración, son necesarios para determinar la estructura organizacional.

- Ayuda a conocer la situación actual.
- A través de la planificación se redirige más eficazmente al personal, al determinar el tipo de dirección y liderazgo necesario.
- Proporciona normas de control para asegurar el éxito de los planes.

2.3. Ventajas de la planificación

- Permite obtener, destinar y aprovechar los recursos para alcanzar los objetivos.
- Facilita adelantar actividades compatibles con los objetivos y procedimientos adoptados.
- Permite hacer el seguimiento y medir los progresos hacia esos objetivos a modo que se puedan tomar las medidas correctivas.
- Permite unificar esfuerzos en función de objetivos trazados.
- Reduce el trabajo improductivo.
- Disminuye la incertidumbre al ejecutar el trabajo.

2.4. Principios de la planificación

La planificación utiliza su base teórica, extendiéndose a la acción, aplicando la razón y el entendimiento en la toma de decisiones y en la emisión de juicios. Se fundamenta en los siguientes principios.

2.4.1. Autenticidad

Todo plan debe ser autorizado para la selección adecuada de recursos, valoración de resultados. Se debe cumplir lo siguiente:

- Parte de un estudio objetivo de la realidad (diagnóstico).
- Apreciación exacta de los medios que se necesitan y con los que se cuentan.
- Consideración de problemas con los que deberá de afrontarse.
- Análisis de los medios que habrá de adoptarse para alcanzar los objetivos.

2.4.2. Universalidad

Se deben abarcar todos los factores de la administración y prever sus posibles consecuencias de ser necesario:

- Determinar prioridades
- Tiempo de ejecución
- Recursos indispensables
- Situación a experimentar, imprevistos para determinar la acción

2.4.3. Unidad y equilibrio

Comprende la integración de todas las partes necesarias de un plan, para formalizar su coordinación y eficacia; la aplicación de este principio encuentra los siguientes obstáculos:

- Tendencia a la dispersión administrativa (desorden anarquía).
- Falta de coordinación dentro de las unidades de una organización.
- Desconocimiento y desinterés de los objetivos empresariales o institucionales, ambiente interno y externo.

2.4.3.1. Flexibilidad

Capacidad de proseguir los obstáculos pese a cambios ambientales y las circunstancias e incertidumbres en el tiempo. Es conveniente un margen de holgura.

2.4.3.2. Racionalidad

Para toda acción deben seleccionarse alternativas en forma inteligente determinado ventajas y limitaciones a través de conocimientos científicos y del conocimiento sistemático para mayor aprovechamiento de los recursos.

2.4.3.3. Previsión

Análisis y diagnóstico de la situación actual, así como la proyección de tendencias observadas, en límite de tiempo, clase de actividades y recursos disponibles, posibilidades de control de objetivos perseguidos. Ejemplo: estadísticas.

2.4.3.4. Continuidad

Programación secuencial de actividades para obtener el máximo aprovechamiento de los recursos, para que la organización subsista.

2.4.3.5. Factibilidad

Lo que se planifica debe ser posible realizarlo.

2.4.3.6. Objetividad

La planificación debe descansar en hechos reales más que en opiniones subjetivas, por ejemplo: estadística, censos, encuestas, entre otros.

2.4.3.7. Cuantificación

La planificación será más técnica en cuanto más pueda ser cuantificada. Ejemplo: tiempos, normas, estándares, volúmenes, entre otros.

2.4.3.8. Precisión

La planificación debe ser sobre bases exactas y concretas.

2.4.3.9. Inherencia

La planificación está ligada e inseparable de la administración, siendo necesaria su utilización para fijar propósitos y objetivos y el uso eficiente de los recursos tanto en el sector público como en el sector privado.

2.5. Planificación en la construcción de edificios

La planificación y programación de obras de construcción consiste en ordenar la realización de todas las actividades que son parte del proceso de construcción optimizando tiempos y recursos.

El comportamiento de una edificación involucra seguridad y funcionalidad. Toda construcción, desde la más grande como un puente o carretera hasta la más simple como una casa o edificio requiere de planificación.

“El comportamiento de una edificación involucra seguridad y funcionalidad. Toda construcción, desde la más grande como un puente o carretera hasta la más simple como una casa o edificio, requiere de planificación. En el caso de los edificios, estas obras de alta complejidad deben tener un proceso que la ingeniería reconoce y plantea”.³

³ Clubensayos. *Comportamiento y planificación de edificios por su funcionalidad.* <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Comportamiento-Y-Planificaci%C3%B3n-De-Edificaciones-Por-Su/2431960.html> .

Es necesario un estudio de suelos, los diseños de estructura, del sistema sanitario, sistema eléctrico y del sistema de gas, que son fundamentales para el funcionamiento eficaz del edificio. En el caso del diseño estructural es importante porque si ocurre una falla, el edificio puede llegar a colapsar en forma parcial o total.

Según su clase existen cuatro tipos diferentes de planes:

- Planes relacionados con métodos denominados procedimientos; estos son generalmente operacionales y presentan gráficos denominados flujogramas.
- Planes relacionados con dinero, denominado presupuesto.
- Planes relacionados con el tiempo, denominados programas o programaciones.
- Planes relacionados con comportamiento, denominado normas o reglamentos; es decir, especifica cómo deben comportarse las personas en determinadas situaciones.

2.6. Planeación del proyecto

Entre los principales beneficios que se deben obtener de una buena planificación y programación son:

- Reducir la incertidumbre en el control del tiempo.
- Conocer los volúmenes de necesidades para poder dimensionar las instalaciones en su capacidad óptima.

- Programar los movimientos de la instalación de faena y retiro de ellas.
- Optimizar la programación de área de la obra.
- Elaborar un programa de adquisiciones de materia y arriendo de equipos.
- Definir los períodos de contratos y despidos.
- Establecer metodologías de control
- Otros.

Los niveles de planeación dependen de la naturaleza del problema por tratar y de sus posibles soluciones.⁴

⁴ Clubensayos. *Comportamiento y planificación de edificios por su funcionalidad.*
<https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Comportamiento-Y-Planificaci%C3%B3n-De-Edificaciones-Por-Su/2431960.html>.

3. TRABAJO DE GABINETE

Para tener un desarrollo de proyecto efectivo es importante realizar la etapa de gabinete, que consiste en la interpretación, el análisis y el procesamiento de la información plasmada en los planos constructivos mediante su estudio, los mismos, y así determinar la necesidad de elaborar planos de taller que contribuyan en el proceso de ejecución.

Los planos son una herramienta fundamental e indispensable para realizar cualquier tipo de construcciones u obras civiles. Representan de forma gráfica, detallada y a escala, un objeto real. En la ejecución de un proyecto, ayudan a estandarizar medidas, al cálculo de materiales y superficies, especificaciones técnicas y detalles constructivos de diseño, entre otros.

Una buena planificación de proyecto inicia con un buen desarrollo de trabajo de gabinete el cual debe ser realizado después que la edificación ha sido diseñada arquitectónicamente, estructural e instalaciones por un profesional o especialista competente. Toda la información debe estar plasmada en un juego de planos finales aprobados por profesionales, personas e instituciones que deban intervenir.

La finalidad del trabajo de gabinete a través del estudio de planos, la elaboración de planos de taller, la cuantificación de materiales y equipo, el estudio de secuencias de trabajo, entre otros, es elaborar un mapa de inicio a fin del proceso de ejecución y entrega, prever situaciones futuras para contrarrestar la incertidumbre, ayudar a reducir costos y mejorar la

productividad, fijar su atención en los objetivos y jerarquizarlos, sirve de base para el control, optimiza recursos y aprovecha tiempos.

3.1. Estudio de planos

Los planos constructivos pueden clasificarse según el área al que pertenece; sin embargo, queda a criterio del diseñador; para efectos de este trabajo de graduación se clasificarán de la siguiente manera:

- Planos arquitectónicos
- Planos estructurales
- Planos de instalaciones

3.1.1. Planos de arquitectónicos

Los planos arquitectónicos son documentos gráficos en que se plasma el diseño de lo que será un proyecto, es decir la representación de cómo se distribuirán los espacios en una construcción y en el cual se observan las características que éste tendrá, la siguiente información es recopilada del trabajo de graduación del arquitecto Julio Roberto Campos Vela en su trabajo de graduación titulado: *Manual de aplicación del dibujo en la ingeniería*, de la facultad de arquitectura de la Universidad San Carlos De Guatemala.

3.1.1.1. Planta amueblada

Es una representación gráfica que demuestra el diseño de cada uno de los ambientes en un edificio; además, en este plano se indica el nombre de cada ambiente y las dimensiones de los ejes parciales y totales. En algunas

ocasiones se acostumbra indicar los niveles de piso terminado, el cual a veces se encuentra en la planta acotada, el recorrido de las secciones y los signos indicativos de las elevaciones, con la finalidad de darle mayor utilidad a este plano en la obra, ya que regularmente no es utilizado profundamente en la misma.

Esta planta se elabora, principalmente, con el objetivo de que el propietario del proyecto posea una visión y comprensión adecuada de la obra a ser materializada. Sin embargo, se deben resaltar algunos puntos importantes de revisión para evitar problemas futuros.

- En la planta amueblada se deben indicar los ejes de muros con literales y números que deben prevalecer en todo el juego de planos.
- Deben chequearse que los muebles estén a escala para corroborar que los ambientes están bien distribuidos.
- En función de la ubicación de muebles fijos y móviles se colocarán las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.

3.1.1.2. Planta acotada

Contiene la vista en planta de la vivienda que muestra su interior que dan información a través del sistema de medición, de las dimensiones de los diferentes ambientes que conforman el proyecto; también, grosores de muros, anchos de puertas y ventanas, entre otros.

El tipo de acotamiento a utilizar en un proyecto es el acotado en cadena. Este tipo de acotamiento contiene 5 niveles de medición. Los cuales son:

- Cotas totales a rostros exteriores: muestra las medidas de los rostros totales de los muros. Estas cotas también indican el tamaño de la edificación.
- Cotas totales a ejes: es la cota que indica la sumatoria total de todos los ejes.
- Cotas subtotales a ejes: indican la medida que hay entre eje y eje.
- Cotas subtotales a rostros: indican, generalmente, las dimensiones de cada ambiente; también, el grosor de los muros.
- Cotas parciales: son las que indican las medidas de vanos de puertas y ventanas.

Todas las cotas anteriores deberán ir afuera de la planta de la edificación.

Se deberá acotar en el interior, cuando estos niveles no sean suficientes para dar toda la información necesaria. Si alguna de los lados, la cota se repite, se puede omitir.

Información mínima y recomendaciones de revisión en la planta acotada:

- Cotas fuera de la planta, solo si es necesario se acotará en el interior.
- No debe ir indicado ninguna textura de piso u otro material.
- Se deben indicar los diferentes niveles de piso terminado que posee el proyecto, esta información puede estar en la planta amueblada.

- Deben estar indicadas las elevaciones y secciones de la edificación (si no se hizo en la planta amueblada).
- La información no debe traslaparse.
- El acotado siempre debe seguir los niveles de acotación.
- Es recomendable colocar la precisión de las cotas con tres decimales, ya que puede haber problemas con los centímetros aproximados y provocar incongruencias en obra.
- La escala de cotas debe ser legible.
- No deben ir muebles fijos ni movibles.
- Las dimensiones de puertas y ventanas deben ser congruentes con los módulos de fábrica.

3.1.1.3. Planta de acabados

Es el plano que contiene información del acabado final que se le dará al proyecto; tipo de puertas, ventanas, tipo de piso, acabados en muros y techos, entre otros.

Es el único que no es requerido en el trámite de licencia de construcción de una vivienda, pero es importante, para la planificación y elaboración de un presupuesto total de materiales y mano de obra en proyectos como edificios privados o públicos, centros comerciales, escuelas y otros.

Información mínima y recomendaciones de revisión en la planta de acabados:

- Este plano indicará todo lo referido a acabados en paredes de concreto, tabla yeso, mampostería, texturas en cielos falsos. Los detalles agregados como zócalos, marcos deben indicarse en este plano.
- Sumamente importante verificar que exista un cuadro de nomenclatura completo y que la indicación en planta esté bien definida para evitar incertidumbres.
- El plano debe poseer una planilla de tipo de puertas, ventanas, closets, si hubiera, y la información que sea necesario.
- En el plano deben ir los detalles de puertas y ventanas como medidas, se debe verificar que la información proporcionada en planta sea congruente con los detalles.
- Solo deben ir indicados muebles fijos.

3.1.1.4. Secciones y elevaciones

Los planos de secciones y elevaciones son proyecciones verticales sobre planos paralelos a las fachadas o frentes con la finalidad de representar una vista en elevación.

3.1.1.4.1. Elevaciones

De la misma manera en que se proyectan los cortes, se proyectarán las elevaciones comenzando desde el nivel 0.00.

Las elevaciones muestran cómo quedará la obra finalizada; indica acabados finales, tipo de ventanas, puertas y demás.

La información mínima que deberá contener las elevaciones es el siguiente:

- Indicar en cada elevación, el tipo de elevación: frontal, lateral, elevación norte, elevación principal.
- Indicar la escala a la que fue dibujada.
- Colocar ejes en los muros importantes, y en los muros que se repiten en ambas plantas.
- No se coloca ningún tipo de cota horizontal
- Debe contener textura de materiales en muros de mampostería, concreto, columnas, entre otros.
- Debe incluir cotas verticales que indican alturas de sillares, dinteles, jardineras, puertas, alturas de piso a cielo, muros, entre otros.

- Indicar niveles exteriores y nombre de ambientes que se visualizan en la elevación.
- Tipos de puertas y ventanas. Estas deberán coincidir sus dimensiones con la planta de acabados, acotada y la planilla de puertas y ventanas.
- La estructura y el material de la cubierta, así como, su porcentaje de inclinación y cielo falso si lo hubiere.
- Si se dibuja un detalle constructivo, este se indicará en la elevación, así como también, en que hoja está dibujado dicho detalle.
- Indicar los niveles de piso terminado y grosores de losa con líneas de perfil oculto.

3.1.1.4.2. Secciones

La información mínima que debe llevar cada sección:

- Debe indicar que sección es, ya sea por: sección A-A', B-B', y si es transversal o longitudinal.
- Debe indicar la escala a la que fue trazada.
- Indicar los ejes de los diferentes muros que fueron afectados al momento del corte.
- No se coloca ningún tipo de cota horizontal.

- Debe contener textura de materiales en muros de mampostería, concreto, columnas, entre otros.
- Cotas de todo tipo de alturas, jardineras, sillares, dinteles, muros, alturas de piso a cielo y demás.
- Indicar los niveles en cada ambiente; también, el nombre de cada uno.
- Si se manifiestan en los cortes, elevaciones de puertas, indicar que tipo de puerta es, así como también tipos de ventanas.
- La estructura de la cubierta y su porcentaje de inclinación.
- Indicar algún tipo de detalle importante, y en qué número de hoja se encuentra dibujado.
- Se debe indicar mobiliario fijo (inodoros, lavamanos, pilas, entre otros.) donde estos se manifiesten y tener en cuenta el espesor de relleno que lleva una losa sanitaria, el cual se utiliza para introducir la tubería de drenaje, considerando la pendiente.
- Deben existir cortes que aclaren los detalles de medidas de las gradas y alturas permisibles si debajo de las mismas habrá alguna bodega, baño u otro ambiente.

Pueden existir dos planos de cortes y elevaciones. La primera, llevará toda la información necesaria para la construcción en obra y para trámites de la licencia de construcción. La segunda, estarán ambientadas, con muebles,

figuras humanas, vegetación todo esto para poder presentar y explicar al cliente el proyecto.

3.1.2. Planos estructurales

Los conceptos relacionados a los planos estructurales utilizados en el desarrollo de este capítulo son extraídos del libro *Diseño de estructuras de concreto* de Arthur Nilson George Winter.

Las estructuras son elementos construidos cuya misión fundamental es soportar y transmitir al suelo un conjunto de cargas las cuales pueden clasificarse como las siguientes:

- Carga muerta
- Carga viva o de servicio
- Cargas ambientales

Las cargas muertas son aquellas que se mantiene constantes en magnitud y fijas en posición durante la vida de la estructura. Generalmente, la mayor parte de la carga muerta es el peso propio de la estructura. Estas pueden calcularse con buena aproximación a partir de la configuración de las dimensiones de cada elemento que conforma la edificación y la densidad del material.

Para edificios, los rellenos y los acabados de entrepiso, y cielo falso se toman usualmente como cargas muertas; también, los ductos, aparatos y accesorios de iluminación.

Las cargas vivas consisten principalmente en cargas de ocupación en edificios. Estas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar de ubicación. Su magnitud y distribución son inciertas en un momento dado, y sus máximas intensidades a lo largo de la vida de la estructura no se conocen con precisión.

Las cargas ambientales consisten principalmente en cargas de presión y succión de viento, cargas sísmicas, presión de suelo, cargas de posibles empozamientos de aguas de lluvias y fuerzas causadas por cambios de temperatura. Al igual que las cargas vivas, las cargas ambientales son inciertas tanto en magnitud como en distribución.

Para una estructura dada, las fuerzas sísmicas pueden determinarse mediante análisis dinámicos elásticos o inelásticos, teniendo en cuenta las aceleraciones esperadas del terreno, la masa, la rigidez y el amortiguamiento de la construcción.

Sin embargo, el diseño está basado usualmente en fuerzas estáticas equivalentes, calculadas a partir de normas tales como Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, (ASCE), Uniform Building Code (UBC).

El corte basal se determina considerando factores como la localización del sitio de construcción, el tipo de estructura y su ocupación, la carga muerta total y las condiciones particulares del suelo. La fuerza lateral total que se obtiene se distribuye a los entrepisos en toda la altura de la estructura de manera que su distribución se aproxime a aquella obtenida en un análisis dinámico.

Luego de realizarse un análisis estructural considerando las cargas mencionadas anteriormente, se determinarán momentos de volteo, esfuerzos

de flexión, momentos de flexo compresión, esfuerzos de corte, fuerzas de tensión y compresión, de las cuales todo elemento estructural debe ser diseñado para resistirlo.

Los elementos estructurales se diseñan para cumplir con estas tres solicitudes:

- Estabilidad
- Resistencia
- Deformación limitada

La estabilidad de una estructura es la que garantiza que cumpla con todas las condiciones de la estática, al ser solicitada por las acciones exteriores que pueden actuar sobre ella. La resistencia es la que obliga a que no se superen las tensiones admisibles del material y a que no se produzca rotura en ninguna sección.

La deformación limitada implica el que se mantenga dentro de los límites de deformación que van a producir las cargas al actuar sobre la estructura.

La configuración estructural tiene que ver con la geometría en planta y en altura de la edificación, con la distribución de las masas, con el tamaño relativo de los elementos estructurales que la conforman y con sus uniones.

Edificios asimétricos han sufrido mucho más daño por sismos que edificaciones simétricas; por ello, los códigos penalizan la utilización de configuraciones irregulares, en planta y elevación, y recomiendan el empleo de una configuración regular. Entre más sencilla sea la configuración más real es el modelo matemático de la estructura.

En toda edificación se distingue tres sistemas estructurales: uno que soporta las cargas verticales o de gravedad, otro que soporta las cargas horizontales de viento y sismo, y la fundación que distribuye las cargas en el suelo. Comúnmente y para reducir los costos de construcción, el sistema vertical y horizontal es el mismo, el cual se le denomina como superestructura del edificio. Los sistemas más comunes y aceptados por los códigos, tales como Tentative Provisions for the Development of Seismic Regulations for Buildings ATC-3-06, Applied Technology Council publicado en junio de 1978, son los siguientes:

3.1.2.1. Sistema de muros

En este sistema los muros soportan tanto las cargas verticales como las horizontales. Los muros que soportan cargas verticales se denominan muros cargueros; mientras que los que soportan las cargas horizontales son muros estructurales reforzados.

En el sistema de muros no existen columnas ni vigas, y si se presentan son pocas y transmiten cargas muy pequeñas.

3.1.2.2. Sistema de pórticos dúctiles a flexión

Consiste en un pórtico tridimensional de alta ductilidad que soporta las cargas por la flexión de las vigas y columnas, tanto para cargas verticales como horizontales. Este pórtico puede ductilidad intermedia o alta. Los pórticos con ductilidad alta requieren un detallado muy especial del refuerzo, tanto en los elementos como en las uniones. Este sistema es común en acero y en hormigón.

3.1.2.3. Sistema de pórticos

En este sistema los pórticos soportan las cargas verticales y las horizontales son soportadas por pórticos arriostrados con diagonal. Es un sistema popular en estructuras de acero.

3.1.2.4. Sistema dual

Consiste en un pórtico tridimensional acoplado con muros estructurales, ambos de alta ductilidad y resistencia. Los pórticos deben soportar al menos el 25 % de las cargas horizontales. El pórtico acoplado con los muros estructurales debe soportar la totalidad de las cargas laterales.

3.1.2.5. Sistema combinado

Consiste en un pórtico tridimensional acoplado con muros estructurales, ambos de alta ductilidad y resistencia en los cuales los pórticos no alcanzan a soportar el 25 % de la carga horizontal.

La experiencia ha indicado que el comportamiento de edificaciones de concreto reforzado con sistemas duales, y de configuración regular, es uno de los más adecuados para zonas de alta sismicidad. El sistema dual ofrece: dos niveles de defensa contra sismos, los muros estructurales y los pórticos especiales, gran estabilidad y ductilidad, alta resistencia que excede las especificaciones mínimas de los códigos de construcción.

Si el sistema estructural es regular y los elementos y nudos se diseñan de acuerdo con las especificaciones, el sistema es bastante noble, es decir, poco susceptible al deterioro prematuro por terremotos de gran capacidad

destruictiva. Por otra parte, ubicar estratégicamente los muros permite gran versatilidad en el manejo de espacios, pues da lugar a soluciones flexibles que conducen a proyectos muy comerciales, ya que los diseños pueden adecuarse fácilmente a los requerimientos de los clientes.

Los pórticos dúctiles bien diseñados han respondido adecuadamente ante terremotos severos; su inconveniente estriba en que su alta ductilidad conduce a grandes deformaciones que han ocasionado muchos daños en los elementos no estructurales, lo cual hace costosas las reparaciones. Los códigos de construcción tratan de obviar este inconveniente al limitar las derivas de los pisos y aislar los elementos no estructurales, regularmente rígidos de la estructura flexible. Al igual que el sistema dual, este sistema es muy flexible, permite el manejo de espacios amplios y ofrece múltiples soluciones desde el punto de vista comercial.

El sistema de muros es un sistema muy rígido, que además de un excelente comportamiento ante cargas horizontales permite procesos constructivos muy acelerados que le dan ventajas económicas si se le compara con el porticado y el dual. Su desventaja está en la arquitectura rígida, en el manejo de espacios reducidos y en las limitaciones constructivas de parqueaderos en los primeros niveles, pues los muros deben iniciarse desde la cimentación. Este sistema no permite realizar diseños de acuerdo con las necesidades de los clientes, por lo que se obtienen proyectos menos comerciales desde ese punto de vista.

Este sistema es una solución ideal para proyectos de vivienda de interés social o de unidades residenciales en las cuales los parqueaderos se construyen en estructuras a porticadas independientes.

3.1.2.6. Planos de cimentación

La subestructura o cimentación es aquella parte de la estructura que se coloca generalmente por debajo de la superficie del terreno y que transmite las cargas al suelo o roca subyacentes. Todos los suelos se comprimen al someterlos a cargas y causan asentamientos en la estructura soportada. Los dos requisitos esenciales de las cimentaciones son: que el asentamiento total de la estructura esté limitada a una cantidad tolerablemente pequeña y que, en lo posible, el asentamiento diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine.

Para limitar los asentamientos de la manera indicada, es necesario transmitir la carga de la estructura hasta un estrato del suelo que tenga la resistencia suficiente, y distribuir la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato para minimizar las presiones de contacto. Si no se encuentran suelos adecuados justo debajo de la estructura, es necesario recurrir a cimentaciones profundas como pilotes o pilas para transmitir la carga hasta estratos más profundos y de mayor firmeza.

La elección de la cimentación a utilizar en cada edificación, lo determinará un estudio de suelos, y la resistencia del concreto y armado de los elementos estructurales serán proporcionadas por un profesional especializado en el área.

Los planos de cimentación son fundamentales; en estos se muestran que tipo de subestructura sostiene a la edificación, por medio de una planta indicarán la ubicación de los distintos cimientos con nomenclatura asignada; además, se detallan los diferentes armados de acero, dimensiones y especificaciones de materiales lo cual deben ser estudiados y analizados antes de ser construidos.

A través de la visita de campo en diferentes proyectos relacionados a la construcción de propiedad horizontal y tomando como base la planificación profesional elaborada en los mismos, se determina que es importante revisar en los planos de cimentación:

- Congruencia de nomenclatura y medidas de ejes de la planta de cimentación con la planta de arquitectura e instalaciones.
- Debe existir una tabla de identificación y nomenclatura de los diferentes tipos de cimientos corridos, pilotes, vigas conectoras, zapatas y si existe alguna simbología que los identifique.
- Cada elemento estructural tendrá diferente nomenclatura por el tipo de armado, espesor, profundidad, entre otros.
- El ancho de los cimientos corridos debe estar acotados y el espesor debe estar indicado en un detalle.
- El plano debe contener los detalles de todos los elementos estructurales como cimientos corridos, pilotes, vigas conectoras, zapatas, además, una sección del pozo del elevador si existiera.
- Cada detalle o sección debe indicar el tipo de calibre de acero de refuerzo, longitudinal, transversal, así como la cantidad de varillas a utilizar y su distribución, debe indicar espesores y materiales extra que sean necesarios, además las profundidades de los pilotes.
- Debe estar especificado la resistencia a compresión del concreto ($f'c$) y la fluencia del acero a tensión (f_y)

3.1.2.7. Planos de muros de corte

A través de la visita de campo en diferentes proyectos relacionados a la construcción de propiedad horizontal y tomando como base la planificación profesional elaborada en los mismos, se determina que es importante revisar en los planos de muros de corte:

- Revisar que todos los elementos estructurales estén identificados con su nomenclatura respectiva en planta.
- Revisar la congruencia de la ubicación de acero según la distribución de momentos negativos y positivos en los elementos estructurales.
- Para elementos como columnas, vigas, muros o placas revisar los parámetros de acero mínimo y máximo permitidos según ACI.
- Revisar que exista información de calibre, longitud y distribución del acero longitudinal, transversal y por temperatura; además, chequear que se especifique la longitud mínima de empalmes y anclajes para lograr adherencia en el concreto.
- Revisar ubicación de empalmes en zonas de elementos estructurales permitidos por ACI.
- Revisar los espaciamientos de zunchos, estribos y eslabones que posean los elementos estructurales para confinamiento.
- El plano deberá incluir las especificaciones del concreto y acero, así como la resistencia a la compresión a los 28 días ($f'c$) y la resistencia a la

tensión del acero (f_y); se debe considerar que estas resistencias pueden variar a las de la cimentación y losas, según el análisis estructural.

- Revisar modulación del acero con varillas de 6 m, 9 m y 12 m.

3.1.2.8. Planos de losas

En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles que separan un nivel de edificación con otro o bien puede servir de cubierta de techo. Además, sirven como diafragmas estructurales que distribuyen las cargas actuantes a los elementos de apoyo que pueden ser vigas, soleras, muros o columnas.

A través de la visita de campo en diferentes proyectos relacionados a la construcción de propiedad horizontal y tomando como base la planificación profesional elaborada en los mismos, se determina que es importante revisar en los planos de losas.

- Revisar que todos los elementos estructurales de losas estén identificados con su nomenclatura respectiva en planta.
- Deberá existir una tabla de nomenclatura donde se identifique cada elemento estructural de la losa.
- En vigas, nervios y losas deberá revisar la correcta ubicación del acero que resiste momentos negativos y positivos.
- Los bastones deberán tener una longitud de $L/4$ en momentos negativos y $L/2$ en momentos positivos; además, revisar que los

bastones sean módulos de las varillas de 6 m, 9 m y 12 m para evitar desperdicio.

- Revisar el calibre y distribución del refuerzo transversal, longitudinal y por temperatura en vigas, soleras nervios y rigidizantes.
- El plano deberá incluir las especificaciones del concreto y acero, así como la resistencia a la compresión a los 28 días ($f'c$) y la resistencia a la tensión del acero (f_y), se debe considerar que estas resistencias pueden variar a las de la cimentación y muros, según el análisis estructural.
- Revisar tanto el acero longitudinal como el transversal; además, chequear que exista información respecto a la longitud mínima de empalmes y anclajes para lograr adherencia en el concreto según normas ACI.
- Todos los elementos estructurales de losas: nervios, soleras, vigas, rigidizantes, voladizos, deben poseer secciones que especifiquen espesores, detalle de armado de acero transversal y longitudinal, chequear que la sección sea congruente con el detalle donde se indica el corte.

3.1.3. Planos de instalaciones

Como su nombre lo indica, son planos que contienen información acerca de la distribución y colocación de las diferentes instalaciones que contiene una vivienda o edificio; asimismo, los materiales a usar, indicación de diámetros de tubería, pendientes, entre otros, la siguiente información es recopilada del trabajo de graduación del arquitecto Julio Roberto Campos Vela en su trabajo

de graduación titulado: *Manual de aplicación del dibujo en la ingeniería*, de la facultad de arquitectura de la Universidad San Carlos De Guatemala..

Dentro de los planos de instalaciones se tiene:

3.1.3.1. Planos de instalaciones hidráulicas o agua potable

Este plano muestra la información de cómo se distribuirá la tubería en el proyecto; también, el tipo de material, diámetros y altura de tomas de agua para cada artefacto.

En este plano se deberá trazar toda la instalación, tanto en planta como en isométrico, para apreciar el recorrido del agua, dibujado desde la acometida y el circuito cerrado, hasta los depósitos y tomas de los artefactos sanitarios.

Entre la red de agua municipal y el circuito de agua de la edificación, existe una caja de concreto en la cual se encuentran varias válvulas y el contador de agua. Cada uno cumple con una función específica.

- Llave de paso: esta llave sirve para cerrar el paso de agua a la vivienda. Esta es la llave que se cierra por falta de pago del servicio a la municipalidad.
- Contador de agua: mide la cantidad de agua que se ha utilizado. Según esta cantidad que se indicada en el contador, así será el pago a realizar.
- Llave de compuerta: cuando se necesite realizar alguna reparación de la tubería, se utiliza esta válvula para cerrar el paso de agua a la casa.

- Cheque: esta válvula permite el paso del agua a la vivienda en un solo sentido, evitando que el agua regrese.

A través de la visita de campo en diferentes proyectos relacionados a la construcción de propiedad horizontal y tomando como base la planificación profesional elaborada en los mismos; se determina que es importante revisar en los planos de agua potable:

- La ubicación del tanque cisterna y la bomba hidroneumática, para la construcción de edificios, este sistema es muy importante que exista, ya que esto garantiza la presión adecuada en todos los niveles del edificio; además, revisar que el circuito de agua fría sea cerrado.
- Revisar que el circuito de agua fría y caliente posea un diseño óptimo y lógico, además, que la nomenclatura para diferenciarlas sea visible.
- Revisar que exista un material aislante en las intersecciones de la tubería de agua fría y caliente.
- Identificar las subidas de agua hacia los niveles superiores en los ductos de instalaciones y la posición del calentador si existiera.
- Revisar la identificación de los diámetros y que sean congruentes, material de la tubería, si es PVC (cloruro de polivinilo), CPVC (para agua caliente), HG (hierro galvanizado) o CU (tubería de cobre), así como también, el significado de cada simbología.
- Se deberá revisar el detalle de las alturas de tomas de agua de cada uno de los diferentes artefactos y tomar en cuenta estas alturas al momento de dibujar el isométrico de la instalación hidráulica o los planos de taller en las vistas.

- Revisar que sean legibles todos los textos y anotaciones en planta.

3.1.3.2. Planos de instalaciones de aguas servidas y pluviales

Muestra información de cómo se deberá colocar la red que conducirá las aguas servidas de cada artefacto hacia la candela municipal, indicando diámetros de la tubería, materiales a utilizar, pendientes y accesorios. Dentro de este mismo plano se localizar la red que conduce las aguas de lluvia que caen en la cubierta, o bien dichas redes pueden estar en planos diferentes.

Los accesorios más utilizados en las instalaciones de drenajes son: la tee, el codo a 90°, el codo a 45°, sifón, reductor bushing, la ye y la ye doble.

La tubería de aguas negras deberá diferenciarse de la tubería de aguas pluviales asegurando el tubo.

En un sistema de aguas servidas se utilizan cajas, estas pueden ser de ladrillo tuyo de concreto, prefabricadas o pvc, y se utilizan para unir varias tuberías o para realizar una determinada función. Estas cajas solo podrán construirse en el primer nivel, para el segundo nivel y demás niveles se utilizan accesorios.

A través de la visita de campo en diferentes proyectos relacionados a la construcción de propiedad horizontal y tomando como base la planificación profesional elaborada en los mismos, se determina que es importante revisar en los planos de drenajes y aguas pluviales:

- Se deberá revisar y localizar las diferentes bajadas de agua pluvial y aguas negras en todas las plantas de la edificación.
- Verificar la ubicación y funcionalidad los diferentes sifones en el sistema de aguas negras.
- Verificar que exista información en planta como los tipos de cajas, diámetros y tipo de material de la tubería, el sentido del flujo y las pendientes de cada tubería.
- Verificar el uso de mangas, sus dimensiones si los muros son de concreto y si es necesita atravesarlos según lo requiera el diseño de distribución de la red.
- Verificar que el cuadro de simbología esté completo.
- En la planta de techos, verificar la dirección y pendientes de los pañuelos encargados de desalojar toda el agua pluvial a las diferentes bajadas.
- Revisar que todos los textos y anotaciones en planta sean legibles.
- Revisar que la escala del dibujo sea lo más legible posible para evitar errores en la posición de tuberías.

3.1.3.3. Planos de instalaciones eléctricas iluminación, fuerza y especiales

Al igual que se usan conductos o tuberías para conducir el agua a un determinado lugar, en los planos de instalación eléctrica también se utilizar

ductos o tuberías para distribuir el alambrado que conduce la electricidad a diferentes puntos, en este caso, a unidades de iluminación y tomacorrientes.

En el plano de iluminación se encuentran indicados todas las luminarias, lámparas y *switch* que abastecerán de luz a los ambientes.

El plano de fuerza muestra el diagrama de la distribución que abastecerá de energía eléctrica a todos los ambientes por medio de tomacorrientes.

En el plano de especiales se indicará la distribución del cableado para TV, teléfono entre otros.

3.1.3.3.1. Distribución del sistema eléctrico

Para interpretar correctamente un plano de electricidad, se necesita comprender cómo se distribuye todo el sistema eléctrico, así como también, la simbología que se utiliza para poder representar cada uno de los accesorios.

A continuación, se hace una breve descripción de las partes de un sistema eléctrico:

Los conductores o líneas son los diferentes tipos de alambres que llevarán la energía a los diferentes accesorios eléctricos.

- Conductor positivo o línea vía: es el alambre que conduce la carga positiva de un circuito determinado.

- Conductor neutro o línea neutra: es el alambre que conduce la carga negativa de un circuito determinado.
- Línea retorno: es el alambre que se utiliza para conectar o unir el foco con el interruptor.
- Línea puente: son dos alambres que unen dos interruptores en un sistema *three way*.
- Circuito eléctrico: está conformado de 10-12 unidades de focos o tomacorrientes. Cada circuito se identifica con una letra mayúscula al igual que cada foco o tomacorriente.
- Entubado: el circuito eléctrico se une por medio de tubería que conduce los diferentes alambres o líneas.
- Alambrado: luego de trazado el circuito y unido por el entubado, se identifica qué líneas irán dentro del tubo, utilizando la simbología que corresponde a cada uno.

El sistema eléctrico y su distribución se componen de la siguiente manera:

- En cada vivienda se coloca la acometida, la cual recibe las líneas que entran de los cables exteriores de la Empresa Eléctrica de Guatemala al contador de la vivienda.
- Del contador eléctrico se dirigen las tres líneas de electricidad (neutra, y dos líneas activas 120), al tablero general y luego, al tablero de distribución de circuitos.

Éste último controlará el encendido y apagado de los diferentes circuitos.

- En los planos irá trazado la distribución de los diferentes circuitos: A, B, C, entre otros.
- Todos los circuitos irán unidos por la tubería que conduce el alambrado hacia cada una de las diferentes unidades. El entubado irá con línea punteada o sólida, indicado si el tubo irá instalado en losa, pared o debajo del piso.
- Cada circuito tendrá de 6 a 8 unidades (focos, lámparas, reflectores, tomacorrientes, entre otros), deberá prever posibles ampliaciones. El número de unidades depende del calibre del alambre, también, de un cálculo eléctrico, ya que no todas las unidades de iluminación, consumirán la misma energía; es decir, existirán focos o lámparas de 50, 100 watts, entre otros, y cada calibre de alambre tiene una cierta capacidad de conducir una determinada cantidad de corriente.

A través de la visita de campo en diferentes proyectos relacionados a la construcción de propiedad horizontal y tomando como base la planificación profesional elaborada en los mismos; se determina que es importante revisar en los planos de instalación de iluminación, fuerza y especiales:

- Verificar la eficiente ubicación de las luminarias, es decir que optimicen la iluminación de los ambientes y además si la losa fuera con vigueta y bovedilla es preferible colocar la luminaria en la bovedilla. En el caso de los tomacorrientes en el plano de fuerza o cajas del cable TV y teléfono en el caso del plano de especiales, deberán ser congruente con la planta amueblada a distancias aceptables de los muebles.

- Verificar que todos los circuitos de luminarias y tomacorrientes estén conectados, ordenados según su circuito.
- Los circuitos de iluminación, fuerza y especiales deben ser diferentes.
- El diámetro de la tubería de electricidad dependerá de la cantidad de alambres que pasen dentro de esta.
- El plano debe incluir una tabla que detalle el número de unidades de cada circuito, así como los voltejes
- Identificar y corroborar que la capacidad del tablero de distribución satisfaga al número de circuitos propuestos.

Además, es sumamente importante traslapar los planos de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias con los planos estructurales, para que no exista ningún inconveniente o bien puedan prevenirse cualquier problema antes de empezar a construir. Este chequeo se podrá verificar en los ensayos en seco, los cuales se abordarán en los capítulos posteriores.

3.2. Planos de taller

A través de diferentes visitas de campo en diferentes proyectos relacionados a la construcción de propiedad horizontal y tomando como base la planificación profesional elaborada en los mismos; se determina como concepto teórico los planos de taller como planos auxiliares que ayudan al desarrollo constructivo; elaborados exclusivamente para el manejo interno de la obra, los cuales no necesariamente son exigidos en las instituciones o municipalidades. Estos planos pueden ser solicitados cuando se considere necesario, cuya

finalidad es esclarecer algún detalle que no se pueda apreciar o no esté incluido en los planos constructivos.

Estos planos pueden ser solicitados durante la etapa de planificación o ejecución y queda a criterio de cada constructor que tipo de planos de taller será necesario realizar para el desarrollo de la obra.

Los planos más comunes pueden ser:

3.2.1. Formaleta o encofrado de muros o columnas

Este plano muestra un sistema de moldes temporales que se utilizan para dar forma al concreto puesto en sitio antes de fraguar, estos pueden ser elaborados de madera o de metal.

Los encofrados no deben ser considerados como simples moldes ya que en realidad son estructuras que están sometidas a diversos tipos de cargas y acciones que generalmente alcanzan significativas magnitudes, una de estas es la presión que genera el concreto al momento de compactarlo con el vibrador especialmente en elementos verticales como los muros y columnas.

La calidad de los encofrados también está relacionada con la precisión de las medidas, con los alineamientos y el aplomado, así como con el acabado de las superficies de concreto; este proceso debe manejarse con bastante cuidado ya que a través de un buen encofrado se podrá reducir costos y facilitar el proceso constructivo evitando resanes exagerados en los muros.

Debe considerarse el cuidado del manejo y almacenado de esta formaleta ya que generalmente este tipo de encofrado es reutilizado en otros proyectos.

Importante revisar en el plano de formaleta y encofrado de muros o columnas:

- Debe verificarse que cada pieza de formaleta ubicada en planta posea nomenclatura; además, deben existir los detalles en donde se indiquen sus dimensiones y las cantidades de cada una.
- Debe verificarse que exista un detalle de distribución, especificaciones y ubicación de puntales, tendales, tensores, alineadores portalineadores y todo elemento que colaboren al buen funcionamiento del encofrado.
- Detalle con dimensiones, especificaciones y distribución en planta de los diferentes tipos de esquineros; también, el material de cada uno.
- Debe especificar el tipo de material de la formaleta.

3.2.2. Encofrado de losa

Debido a que la función principal del encofrado es darles la forma requerida a los elementos estructurales tales como las losas, este plano dependerá de qué sistema de losa se especifica en los planos. Por ejemplo, cuando se trabaja con losas macizas en dos direcciones, se debe encofrar con madero o metal toda la superficie plana que dará lugar al vaciado del concreto premezclado; pero si el caso fuera para una losa en una dirección utilizando

nervios y bovedilla, será necesario solo encofrar el nervio ya que la bovedilla nos servirá como encofrado para el resto de la losa.

Sin embargo, hay elementos del encofrado que son utilizados no importando el tipo de losa que se construirá y que deben ser verificados desde la etapa de planificación, estos son: puntales, trípodes, tendales; una correcta ubicación y posición de estos elementos les dará un apoyo adecuado a la tarima que cargará con el concreto durante el proceso de vaciado y fraguado hasta alcanzar su resistencia de diseño.

Importante revisar en el plano de formaleta y encofrado de losas según experiencia propia:

- Ubicación y distribución de puntales recomendando colocarlos a cada metro, es preferible que en el plano esté acotado la distancia entre cada puntal.
- Cada puntal debe estar apoyado sobre un trípode el cual le dará una mayor estabilidad.
- Ubicación y distribución de vigas tipo H-20, se debe indicar su longitud, y el traslape no debe ser menor a 50 cm.
- Se debe indicar en el plano la longitud de la tabla que se utiliza o bien las dimensiones de las planchas de madera.
- Debe existir una tabla donde indique la simbología de cada elemento de la formaleta.

- Ubicación de artefactos hidrosanitarios y eléctricos.

Este plano tiene como finalidad indicar la posición exacta de los artefactos hidrosanitarios como también eléctricos, en especial cuando se construye un edificio con muros de concreto en donde las cajas de interruptores, tomacorrientes, cajas de lavadoras, tubos de drenajes y tomas de agua para sanitarios, lavamanos, lavaplatos y duchas quedan fundidas; su ubicación precisa se convierte en un proceso importante para lograr la distribución arquitectónica como se indicó en la planta amoblada.

3.2.3. Elevación de muros con cortes de acero

Este plano tiene como finalidad apoyar de una manera gráfica y esquemática el armado del refuerzo longitudinal en los elementos estructurales verticales de la edificación, los cuales pueden ser muros de concreto o bien columnas, ya que el armado puede llegar a complicarse debido a la altura de los edificios, además con este plano se pretende disminuir el desperdicio y controlar los cortes adecuados en las varillas de acero, tomando en cuenta que la longitud comercial de las mismas son las siguientes: 19 pies (6 m), 28 pies (9 m) y 39 pies (12 m); otra consideración que debe tomarse en cuenta es el fácil acceso al proyecto, ya que para transportar las varillas generalmente el proveedor utiliza camiones con plataformas cuando estas miden 28 o 39 pies.

Importante revisar en el plano de elevación de muros con cortes de acero:

- Debe revisarse que los cortes de acero especificado en los planos sean módulos de la longitud comercial de las varillas.

- Los empalmes, ganchos y anclajes del acero deben cumplir con lo especificado en ACI; además, se debe revisar que la ubicación de empalmes esté al centro del muro y en ningún caso en la losa de entrepiso.
- En la longitud de varilla que muestra el plano se debe considerar la longitud de anclajes en cimientos y en las losas.
- Se recomienda no tener varillas muy altas sin fundir para evitar que estas se doble y puedan ser sometidas algún esfuerzo debido a su esbeltez.

Tabla I. **Modulación de cortes de acero según longitud de varillas**

Longitud de varilla	Módulos de corte
6 m	1 m, 1.50 m, 2 m, 3 m
9 m	1 m, 1.50 m, 2.25 m, 3 m, 4.50 m
12 m	1 m, 1.50 m, 2 m, 2.40 m 3 m, 4 m, 6 m

Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Ubicación de refuerzos de madera en tabla yeso

Se debe considerar colocar piezas de madera debajo de las planchas de tabla yeso con el objetivo de reforzar y crear un soporte en los tornillos que sostienen las puertas de madera, ventanas, amoblado de cocina, entre otros, si estos coincidieran en un tabique de tabla yeso.

Es necesario colocar detalles que indiquen medidas simples que faciliten la ubicación y visualización a los carpinteros.

3.2.5. Modulación de piso o azulejo

Este plano puede realizarse, cuando en el diseño arquitectónico se incluye alguna figura definida en la modulación del piso o en el azulejo y esta no se vea obstruida por la colocación de reposaderas u otros elementos que estén en el piso, tomacorrientes, interruptores y otros elementos que estén en pared, el plano proporcionará de manera gráfica una guía para colocarlo; puede ser utilizado en la colocación de dístelos en los baños o cocina, ayuda a optimizar la estética de los cortes de piso o azulejo y disminuir el desperdicio de material.

3.3. Cuantificación

Cuantificar se refiere a la acción de enunciar las cantidades desglosada de los elementos o materiales necesarios para elaborar lo que está representado en los planos constructivos diseñados durante la etapa de planificación.

En este proceso se establecen las cantidades de trabajo, materiales, mano de obra y equipo necesario para ejecutar una obra.

Parte del trabajo de gabinete, y antes de iniciar una construcción, es importante saber de una manera precisa y detallada las cantidades de materiales necesarios durante la etapa de ejecución.

Para que este proceso sea lo más verídico es necesario haber concluido el estudio de planos y tener completamente definido el diseño de la edificación.

La cuantificación permite establecer un valor de costo directo aproximado de la inversión, una mala estimación de las cantidades de trabajo, materiales, mano de obra o equipo, puede echar a perder un proyecto en el aspecto

económico; aunque la parte de diseño, cálculo y dibujo hayan sido elaborados de manera correcta. Por lo tanto, este proceso debe ser minucioso, detallado y con criterio.

Según el Ing. Gustavo Adolfo Estrada Hurtarte en su trabajo de graduación *Manual de cuantificación de materiales para urbanización y edificaciones*, las formas de cuantificación dependen de los requerimientos y de los resultados que se desee. La información puede proporcionarse de manera siguiente:

- Para renglones generales de trabajo. De esta manera se representa las cantidades totales de trabajo para cada uno de los renglones o actividades que intervienen en la obra.
- Es una forma sencilla de obtener la información y proporciona una idea de la magnitud y tipo de proyecto al cual pertenecen los datos. Estas cantidades multiplicadas por los precios unitarios proporcionan el costo total del proyecto.
- Precios unitarios. Para proporcionar la información de esta manera, es necesario hacer un desglose de las cantidades de materiales para cada renglón o actividad; luego, aplicar a cada unidad de trabajo una serie de factores, entre los que se puede mencionar: precios actualizados de los materiales, precios actualizados de mano de obra, gastos de maquinaria, prestaciones, indirectos, con el fin de obtener el costo total de cada unidad, de lo cual puede depender su ejecución total o parcial.

En ambos casos, se trata de obtener las cantidades lo más exacto posible a la realidad.

3.3.1. Movimiento de tierras

Durante el proceso de planificación, en el estudio de las curvas de nivel del terreno natural, se determinan los diferentes niveles de plataformas planas donde se cimentará la edificación, de una manera estratégica y práctica con el objetivo de que el movimiento de tierras genere el menor costo posible.

“Se puede definir movimiento de tierras a la cantidad medida en metros cúbicos de superficie terrestre trasladada de un lugar a otro con la finalidad de crear una nueva forma y condición física deseada a una cota de plataforma definida.”⁵

3.3.2. Acero de refuerzo

Según el Arq. Nery William García De León, en su libro *Método práctico para la elaboración de presupuestos de construcción*, el acero de refuerzo es utilizado en todo elemento estructural de concreto reforzado para soportar los esfuerzos a los que son sometidos, los cuales pueden encontrarse en la subestructura y súper estructura de una edificación.

El tipo de acero a ser utilizado dependerá del límite de fluencia estimada en el diseño por el ingeniero estructural, los cuales deben estar indicado en las especificaciones del plano y revisado en el estudio de planos.

Las diferentes clases de acero para concreto reforzado se puede mencionar el legítimo corrugado, comercial y milimétrico, los cuales no son

⁵ ESTRADA HURTARTE, Gustavo Adolfo. *Manual de cuantificación de materiales para urbanización y edificaciones*. p. 70.

aceptados por el código ACI, estos tienen variaciones en su diámetro, grado de dureza y resistencia.

A través de la visita de campo en diferentes proyectos relacionados a la construcción de propiedad horizontal y tomando como base la planificación profesional elaborada en los mismos, se determina que durante la cuantificación de acero deben tomarse las siguientes consideraciones:

- Todo elemento debe tener un recubrimiento como mínimo proporcional al tipo de exposición ambiental de concreto convencional el cual debe ser considerado en la cuantificación, esto es válido tanto en el acero longitudinal como el transversal.
- Debe considerarse la longitud de dobleces, ganchos, traslapes y anclajes de las varillas según el diámetro de cada varilla, los cuales están regidos por ACI.
- Dentro de los planos es conveniente que se encuentre la modulación del acero de los elementos, considerando los aspectos del punto anterior, de lo contrario puede cuantificarse utilizando un porcentaje de desperdicio proporcionada en la siguiente tabla, el cual es multiplicado por la cantidad de metros lineales de acero dado en los planos.

El porcentaje de desperdicio indicado en la tabla II es un factor a considerar por los traslapes y anclajes que existan en la armadura esta es variable ya que dependerá del calibre de la varilla según lo indicado en ACI 318-14 ver apéndice 1.

- Las varillas se venden por quintal o por unidad, estas tienen longitudes estándar de 20 pies equivalentes a 6,10 m, 30 pies equivalentes a 9,14 m y hasta 40 pies equivalentes a 12,20 m; por lo tanto, debe considerarse módulos de acero que generen el menor desperdicio tomando en cuenta la longitud de las varillas antes mencionadas.
- Para los amarres de varillas con eslabones o estribos se puede considerar un cálculo de 4 libras de alambre de amarre por cada quintal de acero, o bien calcular la longitud a utilizar en cada nudo y multiplicarlos por la cantidad de existan, siendo aproximadamente 27,5 m/lb.

Tabla II. **Porcentaje de desperdicio según diámetro de varillas**

Varilla no.	Diámetro pulgadas	Varillas de 20' por quintal	Porcentaje de desperdicio
2	1/4 "	30	1,08
3	3/8 "	13	1,13
4	1/2 "	7	1,18
5	5/8 "	5	1,21
6	3/4 "	3	1,23
7	7/8 "	2	1,27
8	1 "	2	1,3

Fuente: GARCÍA DE LEÓN, Nery William. *Método práctico para la elaboración de presupuestos de construcción*. p. 29.

- Otra forma práctica para calcular el alambre de amarre con aceptable aproximación es multiplicando por 0,05 los metros lineales de varillas de refuerzo longitudinal en las estructuras, obteniendo el resultado en libras

(resultado confiable para No. 3 como refuerzo principal y No. 2 transversal).

- En el caso de las electromallas debe considerarse las características geométricas: 6,00 m de largo, 2,35 m de ancho, con un área bruta de 14,10 m² fabricadas con varillas grado 70; además, tomar en cuenta la longitud de traslape de 30 cm, en los planos debe indicarse el tipo de estructomalla según el área de acero que esta proporcione.
- El sobrante de varillas puede ser utilizados para refuerzo de sillares y dinteles, pines o bien para eslabones de armadura de losa o bien para la colocación de formaleta.

3.3.3. Concreto

El Arquitecto Nery William García De León, en su libro *Método práctico para la elaboración de presupuestos de construcción*, menciona que el concreto es el resultado de la mezcla de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua; dependiendo la proporción de los mismos se obtendrá la resistencia del concreto al momento de fraguar.

Las resistencias del concreto serán diseñadas según la exigencia de las cargas que vaya a soportar, por ejemplo, en una calle donde tendrá carga vehicular será distinta a la de una banqueta que tendrá carga peatonal, estas resistencias se deberán incluir en las especificaciones del plano.

En la preparación de los diferentes tipos de proporciones de concreto se toma como unidad de medida una bolsa de cemento la cual tiene un peso de 42,5 kg.

“Dentro de la cuantificación de los materiales para concreto pueden utilizarse factores de desperdicio de 1,33 por metro cúbico para la arena de río y un factor de desperdicio de 1,15 para el pedrín por metro cúbico; esto dependerá de las condiciones en la elaboración de la mezcla ya que se debe considerar desperdicios si el concreto es elaborado *in situ*.”⁶

A continuación, se presenta una tabla con diversas proporciones de concreto para 1 m³.

Tabla III. **Proporciones volumétricas para elaboración de concreto**

TIPO	PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA			SACOS DE CEMENTO	ARENA M3	GRAVA M3	AGUA LITROS	RESISTENCIA KG/CM2
	CEMENTO	ARENA	PIEDRÍN					
1	1	1,5	1,5	12.60	0.53	0.55	226	303
2	1	1,5	2	11.30	0.48	0.64	221	270
3	1	1,5	2.5	10.10	0.43	0.71	216	245
4	1	1.5	3	9.30	0.37	0.79	207	230
5	1	2	2	9.80	0.55	0.55	227	217
6	1	2	2.5	9.10	0.51	0.64	226	195
7	1	2	3	8.40	0.47	0.71	216	165
8	1	2	3.5	7.80	0.44	0.76	212	164
9	1	2	4	7.30	0.41	0.82	211	140
10	1	2.5	2.5	8.30	0.58	0.58	232	156
11	1	2.5	3	7.60	0.54	0.65	222	147
12	1	2.5	3.5	7.20	0.51	0.71	220	132
13	1	2.5	4	6.70	0.48	0.77	218	118
14	1	3	4	6.30	0.53	0.71	224	94
15	1	3	5	5.60	0.47	0.79	215	80

Fuente: GARCÍA DE LEÓN, Nery William. *Método práctico para la elaboración de presupuestos de construcción*. p. 35.

El pedrín o grava que comúnmente se utiliza en la construcción tiene varias medidas, siendo estas de 3/8”, 1/2”, y 1”; esto debe ser considerado al momento de hacer el diseño de mezcla ya que el tamaño del pedrín influirá en

⁶ GARCÍA DE LEÓN, Nery William. *Método práctico para la elaboración de presupuestos de construcción*. 2007. p.35

la resistencia del concreto, la cantidad de agua, la fluidez al momento de ser colocado en la estructura y muy importante considerar los puntos en donde el congestionamiento del acero es alto para evitar ratoneras al momento de desencofrar.

Además, en la elaboración de concreto puede considerarse el uso de aditivos, los cuales son sustancias químicas generalmente dosificadas por debajo del 5 % de la masa del cemento, se agregan antes o durante el proceso de mezclado con el fin de modificar algunas propiedades físicas para que el concreto se adapte de una mejor forma a las características de obra o necesidades del constructor.

El Ingeniero Manuel Fernández Cánovas en su libro titulado, *Hormigón*, desarrolla que los aditivos para concreto pueden clasificarse de la siguiente manera:

- **Plastificantes:** son aditivos que permiten una reducción de la cantidad de agua para igual trabajabilidad o un aumento de la manejabilidad para igual proporción de agua. La dosis que suele utilizarse varía en general entre 1,0 % y 2,0 % de la masa del cemento.
- **Retardador:** este tipo de aditivo aumenta el tiempo de fraguado y generalmente lo acompaña de alguna reducción de resistencia principalmente en los primeros días, es preferible que el aditivo sea presentado bajo forma líquida y las dosis a utilizar varían entre el 0,1 % y el 1 % de la masa del cemento.
- **Acelerante:** son aditivos químicos generalmente líquidos que permiten acelerar el fraguado y tener resistencias iniciales y finales más altas. La

mayor parte de los acelerantes comúnmente usados producen un aumento de la contracción que sufre el concreto al secarse. Frecuentemente se dosifican estos aditivos entre 1,5 % y 5,0 % de la masa del cemento en la mezcla.

- **Plastificante – retardador:** este aditivo busca fusionar las propiedades de dos sustancias, una de plastificante (acción primaria) y la otra de retardador (acción secundaria), así se aprovechan los dos efectos permitiendo controlar la pérdida acelerada de manejabilidad.
- **Plastificante – acelerante:** son una variedad de aditivos que cumplen una doble función: plastifican la mezcla aumentando su manejabilidad, permitiendo una colocación y compactación más fácil aceleran la ganancia de resistencia a temprana edad y a edades tardías.
- **Superplastificante:** es el aditivo que permite la reducción del agua de mezcla en más de un 12 % para obtener una determinada consistencia del hormigón.
- **Superplastificante retardador:** es el aditivo que permite la reducción del agua de la mezcla, en más de un 12 % para obtener una determinada consistencia del hormigón (acción primaria) y además retarda el fraguado (acción secundaria).
- **Superplastificante acelerante:** es el aditivo que permite la reducción del agua de mezcla en más de un 12 % para obtener una determinada consistencia del hormigón (acción primaria) y además acelera tanto el fraguado como la resistencia del hormigón a temprana edad (acción secundaria).

En el manejo del concreto se debe considerar el uso de desencofrante, este es un agente que evita la adherencia del concreto o del mortero a los encofrados.

Los desencofrantes son muchas cosas para muchas personas en el proceso de construcción, el contratista está interesado en preservar y mantener la inversión que tiene en formaleta y equipos, también está interesado en el bienestar y en tener un ambiente saludable para su personal y finalmente en obtener un buen acabado en el concreto.

Para el ingeniero o arquitecto desea que se cumpla todas las especificaciones establecida para el proyecto, si el concreto estará a la vista por un largo tiempo el acabado será un aspecto crítico del trabajo.

“El consumo o dosificación dependerá de la naturaleza del encofrado, aproximadamente 1 litro para 20 m² hasta 40 m² según diluciones y porosidad.”⁷

En la página web tecnología del concreto, en el ensayo titulado *Curado del concreto*, menciona que en el proceso de desencofrado no debe olvidarse el proceso de curado, según el ACI 318, es el proceso por el cual el concreto elaborado con cemento hidráulico madura y endurece con el tiempo, como resultado de la hidratación continua del cemento en presencia de suficiente cantidad de agua y de calor; las medidas de curado deben poner en práctica tan pronto como el concreto esté en riesgo de secarse prematuramente y cuando dicho secado deteriore el concreto o impida el desarrollo de las propiedades requeridas.

⁷ RB Conspro - Productos químicos para la construcción. *Agentes desencofrantes*. <https://rbconspro.wordpress.com/2011/12/19/agentes-desencofrantes/>.

El objetivo principal del curado es alcanzar resistencias adecuada, se han realizado pruebas de laboratorios que demuestran que un concreto en un ambiente seco puede llegar a perder hasta el 50 % de su resistencia potencial comparado con uno similar en condiciones húmedas.

“Existen productos de curado como película de plástico; las cuales son livianas y se extienden fácilmente en superficies horizontales; en elementos verticales es más complicada su aplicación. La película de plástico debe tener un espesor mínimo de 0,1 mm. Se usan generalmente plásticos blancos, transparentes y negros los primeros reflejan los rayos del sol mientras protegen, son útiles, como los transparentes, en clima cálido. El negro absorbe calor de los rayos del sol.”⁸

Los rendimientos dependerán de las especificaciones que provea el fabricante, pero se podría tomar de referencia los siguientes datos: en concreto o mortero fresco: 14 m² a 18 m² por galón, por cada aplicación; en concreto o mortero fraguado o endurecido: 12 m² a 16 m² por galón, por cada aplicación.

3.3.4. Formaleta

La cuantificación de formaleta dependerá del sistema de encofrado representado en los planos de taller, esta puede ser de madera o metálica, las planchas de *plywood* pueden ser moduladas con tablas enteras de 8 pies, 4 pies o 2 pies.

La madera tendrá varios usos según el cuidado, esto a nivel de costo podrá diluirse dentro de la cantidad de veces que podrá ser utilizada en

⁸ Tecnología del concreto. *Curado del concreto.*
<http://tecnologia17118.blogspot.com/p/curado-del-concreto.html>.

diferentes proyectos, en algunos casos puede considerarse 3 usos cuando se trata de madera rústica y 5 usos para madera cepillada.

El uso de clavos podría utilizarse la cantidad de 1 libra por cada 10 pie tabla y para el tamaño del clavo se recomienda el espeso de la tabla más 1 pulgada.

El uso de alambre puede considerarse 0,50 libras por cada 10 pie tabla de calibre 16 o 18.

Según el Ing. Gustavo Adolfo Estrada Hurtarte en su trabajo de graduación *manual de cuantificación de materiales para urbanizaciones y edificaciones*, año 1990, la formaleta para 1,00 m² de losa maciza consiste en:

- Tarima (1" x 12") = 12,36 P.T
- Contravientos (4" x 2") = 9,53 P.T
- Polines (4" x 4") = 5,03 P.T
- Vigas madrinas (3" x 6") = 5,66 P.T
- Madera en pie (4" x 4") = 15,05 P.T
- Cachetes (1 1/2" x 4") = 0,94 P.T
- Cuñas (2" x 6") = 1,51 P.T
- Arrastre (4" x 8") = 6,41 P.T
- Clavo de 3" = 0,47 Lb
- Clavo de 6" = 1,37 Lb

El pie tabla puede estar definida en las siguientes fórmulas:

$$Pie\ tabla = \frac{ancho" \times alto" \times largo'}{12}$$

$$Pie\ tabla = \frac{ancho'' \times alto'' \times largo''}{144}$$

$$Pie\ tabla = ancho' \times alto' \times largo' \times 12$$

En donde (") = pulgadas y (') = pies

La cuantificación de formaleta consiste en saber los metros cuadrados de superficie de contacto con el concreto en los diferentes elementos estructurales.

Debe tomarse en cuenta la cuantificación de puntales y de todos los elementos que ayudarán a la firmeza de la formaleta, es recomendable colocar un puntal por cada metro cuadrado de losa.

3.3.5. Levantado de muros de mampostería

Los muros son elementos verticales los cuales pueden estar diseñados para soportar cargas siendo estos estructurales o bien para no soportar cargas siendo estos no estructurales; por lo general, en la construcción de edificios que poseen muros de corte de concreto, los muros de mampostería son utilizados como no estructurales con el objetivo de cerrar ambientes que ayuden a la arquitectura de la edificación.

Al momento de cuantificar los muros de mampostería debe considerarse lo siguiente:

- Las resistencias a la compresión (F'm) de los bloques pueden variar dependiendo del uso que se les dará a estos elementos, el block pómez para uso general tendrá una resistencia de 25 kg/cm², los bloques de concreto y de alta resistencia pueden variar de 35, 50 y 70 kg/cm²; esta

información será necesaria debido a que el costo de estos elementos dependerá de su resistencia.

- Un metro cuadrado de block tiene 12,5 unidades y un metro lineal 2,5 unidades.
- Debe considerarse las dimensiones nominales de los bloques:

Tabla IV. **Dimensiones de bloques de mampostería**

Tipo	Largo (cm)	Alto (cm)	Ancho (cm)
A	39	19	9
B	39	19	14
C	39	19	19

Fuente: elaboración propia.

- Las soleras se elaboran por unidades con un diseño interior en forma tipo U, en este fácilmente se pueden alojar barras de acero y rellenos de mortero o concreto a manera de refuerzo interior. Estos elementos tienen la ventaja de funcionar como una hilada más y reemplaza a la formaleta.
- El Arquitecto Nery William García De León, en su libro *Método práctico para la elaboración de presupuestos de construcción*, menciona que puede considerarse la siguiente proporción para la elaboración de mortero, una bolsa de cemento con 2 carretadas de arena para pegar aproximadamente 80 blocks.

- Un metro cúbico de volumen aparente se llenan aproximadamente 16 carretadas, pero debe considerarse que en el proceso de tamizado se pierde una.

Para la cuantificación de revestimientos en los muros de mampostería se debe determinar los metros cuadrados de muros según lo indiquen los planos, el repello no puede ser aplicado directamente sobre una superficie ya que con el tiempo se comenzará a desprender razón por la cual se debe aplicar antes una capa de ensabietado.

El arquitecto Nery William García de León en su libro titulado *Método práctico para la elaboración de presupuestos de construcción* menciona que se podrá considerar las siguientes mezclas; para el ensabietado 2 carretadas de arena de río cernida y un saco de cemento se obtendrá sabieta para cubrir un área de 12 metros cuadrados y para el repellos puede considerarse 2 ½ carretadas de arena amarilla cernida una bolsa de cal hidratada, 3 cubetas de cemento para cubrir un área de aproximadamente 11,60 metros cuadrados.

3.3.6. Instalaciones hidrosanitarias

La cuantificación de instalaciones hidrosanitarias se basa en la longitud de tubos, en el conteo de los accesorios y tipos de cajas necesarios para formar los diferentes ramales que tendrán la función de alimentar y desalojar el agua en baños, cocinas y lavanderías.

Debe considerarse las especificaciones indicadas y revisadas en los planos hidrosanitarios, teniendo en cuenta la diferencia en las resistencias de la tubería para un drenaje sanitario, pluvial o para agua potable, ya que

de esto dependerá la forma, espesor de pared, precio de tuberías y accesorios para los diferentes ramales.

Las especificaciones de diámetros, presiones, accesorios, tipos de juntas y demás, desarrolladas en este capítulo, fueron extraídas de Durman, *folleto listado de precios*, año 2018.

En tuberías de agua potable con junta cementada podrán encontrarse lo siguiente gama de diámetros: ½", ¾", 1", 1 ¼", 1 ½", 2", 2 ½", 3", 4", 5", 6" y 8".

Debe considerarse el uso de las presiones adecuadas en el diseño de tuberías, ya que el no tomar en cuenta dicho proceso puede reflejarse en un costo muy alto ya que una tubería entre mayor presión tenga mayor será su precio, en el mercado se maneja presiones de 315 PSI, 250 PSI, 200 PSI, 160 PSI, 125 PSI, 100 PSI, 80 PSI en tuberías para agua potable y riego.

Existen tuberías especiales para conducción de agua caliente CPVC, tubería Hg, con resistencia de 100 PSI y 82,2 °C de temperatura; Los diámetros que pueden utilizarse son: ½", ¾", 1", 1 ¼", 1 ½", y 2", con dimensiones de 6 metros de largo sin campana. Debe considerarse que debe hacerse la distinción de accesorios de CPVC al momento de hacer un listado de materiales.

Las tuberías para drenaje, ventilación y desechos pueden ser de pared gruesa las cuales poseen resistencia de 160 PSI o bien de pared delgada con resistencias de 80 PSI, 100 PSI, 125 PSI, los diámetros disponibles según la resistencia son las siguientes:

Tabla V. **Diámetros de tuberías**

Presión	Diámetros (Pulgadas)
80 PSI	2", 3", 4", 6", 8".
100 PSI	1 ½", 2", 3", 4", 6", 8".
125 PSI	1 ¼", 1 ½", 2", 3", 4", 6", 8".
160 PSI	1 ¼", 1 ½", 2", 3", 4", 6", 8".

Fuente: elaboración propia.

Las tuberías y accesorios para alcantarillado sanitario con junta rápida pueden tener diámetros de 6", 8", 10", 12", 15", 18".¹³

Las longitudes comerciales de la tubería son de 6 metros utilizados en Guatemala.

Para tuberías de PVC de junta rápida para agua potable pueden tomarse en cuenta los siguientes diámetros: 2", 3", 4", 5", 6", 8", 10", 12", 14", 15", 16", 18", 20", 24", con las siguientes resistencias: 250 PSI, 200 PSI, 160 PSI, 125 PSI, 100 PSI, 80 PSI.

A continuación, se presentan los accesorios de los diferentes tipos de tuberías utilizados comercialmente en Guatemala:

- Accesorios de agua potable, junta cementada:
 - Codo liso 90°
 - Codo con rosca 90°
 - Codo liso de 45°
 - Tee

- Tee con rosca
 - Unión
 - Unión universal
 - Unión de compresión
 - Adaptador hembra con rosca
 - Adaptador macho
 - Tapón hembra
 - Tapón hembra con rosca
 - Tapón macho con rosca
 - Cruz
 - Fange
 - Reducción lisa
 - Reducción con rosca
 - Tee lisa reducida
 - Abrazadera domiciliar
- Accesorios drenaje, ventilación y desechos con junta cementada
 - Codo 45°
 - Codo 90°
 - Yee
 - Doble yee
 - Adaptador limpieza
 - Tapón limpieza
 - Tee
 - Cruz
 - Sifón "U"
 - Sifón terminal
 - Sifón terminal C/R

- Sifón a seguir
- Reducciones
- Tee reducida
- Yee reducida
- Unión

- Accesorios agua caliente
 - Codo 90°
 - Codo 45°
 - Tee
 - Tapón hembra
 - Copla
 - Adaptador hembra
 - Adaptador macho
 - Tee reducida
 - Reductor

- Accesorios agua potable junta rápida
 - Copla
 - Copla de reparación
 - Codo 90°
 - Codo 45°
 - Adaptador macho
 - Adaptador hembra
 - Tee
 - Tee reducida
 - Reducción

- Accesorio alcantarillado junta rápida
 - Codo 90° G x G
 - Codo 90° S x G
 - Codo 45° G x G
 - Codo 45° S x G
 - Reductor
 - Tapón
 - Tee G x G x G
 - Tee S x G x G
 - Yee G x G x G
 - Yee S x G x G
 - Silleta "T"
 - Silleta "Y"

En las especificaciones de los planos deberá incluir la resistencia de los accesorios que por lo general será la misma de la tubería; sin embargo, en ocasiones pueda ser que el accesorio posea mayor resistencia que la tubería, pero eso dependerá del estudio y la experiencia del ingeniero sanitario que diseña los ramales de instalaciones hidrosanitarias.

Para el pegado de tuberías con unión cementada será necesario el uso de cementos de contacto especiales para PVC, CPVC, o bien cementos de contacto que puedan ser utilizados en seco o en mojado.

Para poder tener una cuantificación más certera será necesario contactar a los proveedores necesarios para afinar los rendimientos y manejar precios actualizados, siguiendo los parámetros de especificaciones planteadas por el diseño realizado por un profesional competente.

Tabla VI. Rendimiento de pegamento c.p.v.c

Diámetro	1/32 Gal	50 Gramos
1/2"	36	15
3/4"	28	20

Fuente: DURMAN. *Folleto listado de precios*. p. 22.

Tabla VII. Rendimientos para diferentes diámetros de tuberías

Diámetro	1/16 Gal	1/8 Gal	1/4 Gal	1 Gal
1/2"	50	100	200	750
3/4"	42,5	85	170	750
1"	37,5	75	150	500
1 1/4"	22,5	45	90	300
1 1/2"	17,5	35	70	200
2"	11,25	22,5	45	160
2 1/2"	8,75	17,5	35	130
3"	---	---	25	100
4"	---	---	15	80
6"	---	---	10	40
8"	---	---	5	24
10"	---	---	---	20
12"	---	---	---	15
15"	---	---	---	10

Fuente: DURMAN. *Folleto listado de precios*. p. 22.

3.3.7. Instalaciones eléctricas y especiales

El Arquitecto Nery William García De León, en su libro *Método práctico para la elaboración de presupuestos de construcción*, menciona que es importante cuantificar todo el material eléctrico de cableado y accesorios necesarios para formar los ramales que se encargarán de distribuir la iluminación, la corriente y las instalaciones especiales de una edificación. Se debe especificar el tipo y la calidad de material que será utilizado debido a la variedad de calidades que será proporcional al costo.

A través de diferentes visitas de campo en diferentes proyectos relacionados a la construcción de propiedad horizontal y tomando como base la planificación profesional elaborada en los mismos, se determina que al momento de cuantificar el material eléctrico para instalaciones eléctricas y especiales debe tomarse lo siguiente en consideración:

- En los planos de instalaciones eléctricas y especiales tendrá especificado la ubicación del tablero de distribución, capacidad, material, tipos de conectores, calibre de cable, tuberías que serán utilizados, tipos de cajas, tomacorrientes, interruptores, placas, conectores, abrazaderas y tipos de luminarias.
- De manera similar a las instalaciones hidrosanitarias, se debe medir en planta la longitud de tuberías empotradas en losa para luminarias y empotradas en piso para tomacorrientes; además, debe considerarse el recorrido vertical de la tubería en los muros para los interruptores y tomacorrientes, dichas alturas deben estar especificado en planos.

- Se debe hacer un conteo de tomacorrientes 220 Volts para cuantificar la cantidad de cajas cuadradas, también la cantidad de circuitos para calcular flipones, la capacidad de los mismos estará en el diagrama unifilar diseñado por un experto.
- Identificar los tipos de interruptores para calcular el tipo de swich, ya que puede ser simples, dobles, triples o bien three way.
- Por lo general, el alambrado para las luminarias consiste en una línea viva, una línea neutra en un mismo tubo y para los interruptores una línea viva y una línea de retorno, pero debe verificarse en planos, para poder diferenciar de mejor manera los diferentes tipos de alambrado, el alambre a utilizar puede ser de diferente color según su función.

Dentro de los materiales y accesorios eléctricos se pueden mencionar:

- Toma corriente sencillo
- Toma corriente doble
- Toma corriente doble polarizado
- Toma corriente triple
- Interruptor sencillo
- Interruptor tres vías
- Placa ciega
- Toma coaxial
- Interruptor 2 sencillos y uno de 3 vías
- Toma telefónica
- Interruptor doble 3 vías
- Interruptor sencillo
- Interruptor 3 vías + tomacorriente

- Caja cuadrada
- Caja rectangular
- Caja octogonal

4. CRONOGRAMAS DE TRABAJO

Con base en un cronograma de trabajo se procederá a establecer una fecha aproximada de finalización de la etapa de construcción, a través del estudio de procesos, secuencias lógicas y análisis de rendimientos. Durante la observación y estudio de planos constructivos se determinó que el procedimiento constructivo variará según la tipología estructural del edificio.

Para realizar un cronograma efectivo y real de trabajo se toma en consideración la investigación publicada en la página web de ORGANIZARTE MAGAZINE titulado *7 pasos para elaborar tu cronograma de actividades* elaborado por Project Management blog de online Business School.

- Recopilar la información clave para elaborar el cronograma

Lo primero que se necesita es conocer el alcance del proyecto, todos aquellos requisitos y características que lo definen, la fecha de inicio y fin o las entregas pactadas, e identificar los posibles obstáculos y limitaciones que se puedan encontrar.

- Identificar y definir las actividades

Tras analizar toda la información, llega el momento de determinar qué actividades se llevarán a cabo para elaborar el proyecto y el grado de prioridad de cada una. Estas actividades deben ser planificadas teniendo en cuenta todos los factores y circunstancias que puedan poner en riesgo al proyecto.

- Secuenciar las actividades

Debido a que algunas actividades dependen de otras, mientras que otras tareas pueden desarrollarse simultáneamente y otras no.

- Establecer los recursos necesarios para cada actividad

Estos son personales, materiales y económicos. No solo se necesita conocer que materiales se necesitan para el desarrollo de cada una de las actividades, también quién o quiénes lo llevaran a cabo y el coste que tendrá. Una ineficaz previsión de los recursos puede provocar retrasos en las entregas y poner en riesgo el proyecto.

- Estimar el tiempo para cada actividad

Una vez definida cada tarea, es el momento de calcular el tiempo de duración.

- Distribuir las actividades

Cada miembro o equipo del proyecto debe responsabilizarse de una serie de actividades, según su naturaleza.

- Seguimiento del cronograma

Una vez elaborado el cronograma, debe ser revisado constantemente y mejorado siempre que sea posible.

4.1. Estudio de procesos y secuencia lógica

A través de la visita de campo en diferentes proyectos relacionados a la construcción de propiedad horizontal y tomando como base la planificación profesional elaborada en los mismos, se determina un proceso y secuencia lógica constructiva.

4.1.1. Definición de actividades y secuencia lógica

Para toda edificación se podrán definir los siguientes procesos o etapas de construcción:

4.1.1.1. Proceso de subestructura

“El proceso de subestructura consiste en la elaboración de elementos de cimentación encargados de conducir todas las cargas gravitacionales al suelo, esto incluye, pilotes, capiteles, vigas de cimentación, losa de cimentación, zapatas aisladas, cimientos corridos, zapatas traslapadas; los cuales serán definidos por el estudio de suelos y análisis estructurales por profesionales competentes”.⁹

Las etapas de trabajo y su secuencia lógica pueden definirse de una forma generalizada a cualquier sistema estructural de cimentación:

- Ubicación topográfica de la cimentación, trazo y replanteo
- Excavación
- Instalaciones eléctricas o hidrosanitarias bajo piso

⁹ NILSON, Artur George Winter. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 9.

- Armado estructural y fundición de elementos estructurales

4.1.1.2. Proceso de súper estructura

“Es el proceso donde se elaboran los elementos estructurales de un edificio que están por encima del nivel del suelo, los cuales son encargados de soportar y transmitir las cargas gravitacionales, momentos de compresión, flexo compresión, esfuerzos de corte, esfuerzos flexionantes, cargas horizontales sísmicas, de viento y de suelo, momentos de volteo, entre otros.”¹⁰

Este proceso suele llamarse como la obra gris del edificio la cual se dividen en elementos verticales como muros y columnas, elementos horizontales como vigas, soleras y elementos de diafragma rígidos como las losas, las cuales pueden ser aligeradas o macizas.

Cuando se definen las etapas de trabajo y su secuencia lógica debe tomarse en cuenta cual es el sistema estructural utilizado en la superestructura de la edificación, ya que estas pueden variar según cada tipo.

Debe considerarse la elaboración de elementos no estructurales como ductos de gradas y elevadores, muros tipo tabiques de no carga, elementos prefabricados como balcones. También, en esta etapa se dejarán previstas las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias que quedarán embebidas en muros y losa.

Las etapas de trabajo y su secuencia lógica pueden definirse de la siguiente manera:

¹⁰ NILSON, Artur George Winter. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 9.

- Armado, encofrado y fundición de elementos estructurales verticales.
- Desencofrado y curado de elementos estructurales verticales.
- Encofrado, armado y fundición de elementos estructurales horizontales y diafragmas rígidos (losa).
- Desencofrado y curado de elementos estructurales horizontales y diafragmas rígidos (losa).
- Elaboración de gradas.
- Levantado de muros de mampostería.
- Elementos prefabricados.

4.1.1.3. Proceso de Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias

Luego de terminar el proceso de obra gris se procederá a armar los circuitos necesarios de tuberías que tendrán la función de proveer los servicios de agua potable, drenajes, gas y energía eléctrica a cada ambiente diseñado definido en la planta de arquitectura. También, deben ubicarse los ductos donde se conducirán las tuberías de instalaciones hidrosanitarias.

En este proceso es necesario identificar la ubicación de tomas y mangas de tuberías hidrosanitarias y eléctricas que fueron embebidas en muros y losas durante el proceso de superestructura.

Las etapas de trabajo y su secuencia lógica pueden definirse de la siguiente manera:

- Fundición de bordillos en gradas en baños.
- Elaboración de circuitos en instalaciones hidrosanitarias.
- Relleno de gradas de baños con granza.
- Ubicación de tomas y mangas para tuberías de agua, drenajes sanitarios y cajas para instalaciones eléctricas empotrada en muros y losas.
- Cableado y emplacado.
- Colocación de loza sanitaria.

4.1.1.4. Proceso de acabados

En el proceso de acabados se incluyen todos aquellos trabajos que se realizan en una construcción para darle finalización a las obras quedando esta con un aspecto habitable; debe considerarse revestimiento interior y exterior los cuales serán elaborados con una secuencia estratégica y lógica.

En este proceso se realizan las correcciones en muros y losas de errores provocados por los movimientos de formaletas al momento de fundir, además estos trabajos deben ser revisado minuciosamente considerando un rango de falla el cual será determinado por la calidad con la que se debe entregar al cliente final.

En este proceso se encuentra la colocación de piso, puertas, ventanas, textura, pintura, entre otros; debe considerarse que en esta etapa la edificación se está preparando para ser entregada, los diversos materiales utilizados son de calidades altas y delicadas por lo tanto la secuencia lógica de los trabajos a realizar debe ser muy estratégicos para evitar o minimizar daños y reparaciones costosas en los acabados finales.

Las etapas de trabajo y su secuencia lógica pueden definirse de la siguiente manera:

- Resane de muros y techos
- Base para textura en muros y techos
- Nivelación y elaboración de pre pisos
- Colocación de tabiques de tabla yeso
- Colocación de piso
- Textura final en muros y techos
- Colocación de barandas
- Reparación de textura
- Pintura 1era mano
- Ventanería
- Colocado de puertas
- Colocado de zócalo
- Pintura 2da mano
- Resane exterior
- Base de textura exterior
- Acabado final en exteriores
- Pintura exterior
- Impermeabilización

4.1.2. Descripción del alcance de cada etapa

Esta parte de la planificación se podrá describir de manera desglosada y delimitada todos los trabajos requeridos para la construcción y cumplimiento de cada etapa de trabajo.

4.1.2.1. Alcance del proceso de subestructura

El alcance del proceso de subestructura determinará todos los trabajos que conlleva la parte de cimentación de una edificación, desde la etapa de topografía hasta la parte armado y fundición de los elementos estructurales que con lleva la sub estructura de una edificación.

4.1.2.1.1. Ubicación topográfica de la cimentación, trazo y replanteo

La ubicación y las medidas de cimientos, muros y columnas son indicadas en los planos y referidas a sistemas de ejes numéricos y literales propuestos en cada proyecto en particular. Los ejes son materializados en campo mediante puentes de madera los cuales son ubicadas convenientemente en el contorno de la zona de trabajo, deben ser suficientemente sólidas y estar separadas de las excavaciones para evitar su remoción durante los trabajos.

En esta actividad, se localizan los pilotes, a través de un plano de taller con coordenadas referenciadas a un banco de marca conocido por el topógrafo; se colocan trompos al centro de los pilotes para darle una ubicación precisa a la máquina perforadora o bien a las personas encargadas de excavar; en el caso

de cimientos corridos y losas de cimentación el replanteo consiste en trazar en el terreno la ubicación y las medidas de los cimientos que indiquen los planos correspondientes. El procedimiento se realiza mediante cordeles fuertemente tensados entre los pares de vallas que definen cada uno los ejes.

El replanteo de cimientos corridos para muros portantes se realiza a través de trazos auxiliares en las vallas como los que corresponden a los anchos de los cimientos y así facilitar el procedimiento de excavación.

El replanteo de zapatas aisladas se ejecuta proyectando sobre el terreno los ejes que definen su ubicación. Mediante escuadras, reglas y otros instrumentos se procede al trazo de las zapatas, de acuerdo con las medidas que señale el plano de cimentación.

4.1.2.1.2. Excavación

Luego que la cimentación está ubicada topográficamente se procede a realizar la excavación necesaria que permita construir los elementos estructurales de la cimentación por medio de perforación si fueran pilotes, o bien zanjeado para colocar vigas de cimentación o cimientos corridos; esta actividad puede ser realizada por máquinas o bien con mano de obra especializada; debe considerarse que la excavación sea lo más precisa a las medidas dada en planos, ya que se utilizará parte del suelo como formaleta y además ayudará a no incrementar gastos por sobre fundiciones.

4.1.2.1.3. Instalaciones eléctricas o hidrosanitarias bajo piso

El alcance de esta actividad es de proveer las tuberías necesarias que conducen el cableado eléctrico y agua potable, que viene de las acometidas exteriores hacia los ductos de instalaciones internas del edificio o bien el desalojo de agua en los drenajes sanitarios y pluviales recolectados del edificio y dirigidos hacia las plantas de tratamiento y pozos de absorción.

Por lo general, el recorrido de estas tuberías atraviesa los elementos de cimentación, siendo los más comunes las vigas conectoras o bien cimientos corridos; por eso se ve la necesidad de prever, antes de fundir los elementos estructurales, la excavación y colocación necesaria de cajas y tuberías de instalaciones para lograr que estas pasen por debajo de los elementos estructurales y evitar la destrucción total o parcial de los mismos.

Es importante generar un plano de taller que especifique con medidas o coordenadas de ubicación exacta de los ductos de BAN y BAP colocadas en los planos de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.

4.1.2.1.4. Armado estructural y fundición de elementos de cimentación

Esta es la etapa final de la cimentación, se procede a colocar el armado de acero estructural, longitudinal y transversal de los elementos según las especificaciones de los planos; es importante mencionar que el armado específicamente en pilotes puede ser elaborado durante la etapa de excavación ya que dicha armadura se realiza al 100 % fuera de la misma; luego se

procederá a colocar la armadura dentro de la perforación, caso contrario, para zapatas, cimientos corridos y losas de cimentación los cuales la armadura se realiza dentro de la excavación.

Por último, se procede a fundir con concreto hidráulico de forma estratégicamente los elementos estructurales.

Es importante tener en cuenta la colocación de pines embebidos dentro de la cimentación, que pueden ser llamados comúnmente como esperas, los cuales ayudarán a conectar el acero de la superestructura.

4.1.2.2. Proceso de súper estructura

El alcance del proceso de estructura determinará todos los trabajos que conlleva la parte estructural de una edificación, todos los trabajos necesarios para la construcción de los elementos estructurales verticales y horizontales que mantendrán la estabilidad de la edificación.

4.1.2.2.1. Armado, encofrado y fundición de elementos estructurales verticales

Los elementos estructurales verticales son los encargados de transmitir cargas gravitacionales de los elementos horizontales como vigas y losas a la cimentación; además, estos elementos soportan cargas de sismos, viento, esfuerzos de flexión entre otros, en el caso de los muros de corte; estos sirven, también, para crear ambientes dentro de la arquitectura de la edificación, el

armado estructural de estos elementos se realiza dando continuidad al acero del cimientado por medio de las esperas previstas en la fase anterior.

El alcance de esta etapa es proveer a los elementos verticales, los cuales pueden ser columnas o bien muros de corte, el armado necesario indicado en los planos, que resistan a las cargas mencionadas anteriormente, estos es tanto el acero longitudinal como transversal y colocación de estructomallas.

Es importante mencionar que, durante esta etapa, específicamente en estructuras con muros de corte deben quedar previstas las mangas, que servirán para atravesar las tuberías de drenajes en los muros, colocación de tuberías de agua potable y electricidad que quedarán embebidas dentro de la fundición del muro.

Posterior al armado estructural de elementos verticales se procede a colocar la formaleta para la fundición, es importante considerar dentro del tiempo estimado de este proceso la reparación y colocación de desencofrantes; además, su traslado, la cual puede realizarse con ayuda de grúas tipo plumas y debe planearse de manera estratégica para mejorar el rendimiento.

Es común encontrar estructuras simétricas específicamente en la construcción de edificios de apartamentos o bien para uso de oficinas, por eso en ocasiones un juego de formaleta puede utilizarse más de una vez en el mismo piso.

Es importante considerar la elaboración temporal de estructuras tipo voladizo para colocar puntales que sostengan la formaleta en los muros o columnas perimetrales al edificio.

Por último, se procede a fundir con concreto los elementos estructurales verticales siguiendo las especificaciones en los planos, es importante considerar el proceso de fundición ya que para lograr un mejor vibrado y evitar problemas de segregación, estos elementos se proceden a fundir a cada $h/2$ o bien a $h/3$, siendo h la altura del elemento, a un tiempo prudencial para evitar juntas frías.

Para mejorar la eficiencia de fundición durante la etapa de gabinete deben programarse días de fundición con cantidades de metros cuadrados aceptables de formaleta terminados.

4.1.2.2.2. Desencofrado y curado de elementos estructurales verticales

Proceso importante que ayudará a mantener en buen estado las planchas de formaleta que serán reutilizadas en los niveles superiores.

Considerar reparación y enmasillado de formaleta dañada durante el proceso de fundición.

Traslado ordenado para hacer más eficiente este proceso y el posterior.

Inmediatamente después del desencofrado, aplicar a toda la superficie fundida productos que ayuden a curar y evitar fisuras por fraguado; este proceso no requiere de mucho tiempo ni de muchas personas.

4.1.2.2.3. Encofrado, armado y fundición de elementos estructurales horizontales y diafragmas rígidos (losa)

Este proceso se invierte a comparación de los elementos verticales, ya que para elementos horizontales primero se encofra la losa por medio de faldones y entarimado, la formaleta puede variar según el tipo de losa y el uso de bovedillas.

Tener en cuenta el encofrado de colgajos de vigas ya que este sistema puede ser un poco complicado, es necesario que durante la etapa de gabinete se estudie y se realicen planos de taller que ayuden a agilizar este proceso.

Luego del encofrado se procede a colocar la armadura de los elementos horizontales, según las indicaciones del plano, esto se refiere a acero longitudinal, bastones para momentos positivos y negativos, acero transversal como estribos y eslabones; durante este proceso debe considerarse la ubicación de luminarias empotradas en la losa, y la conducción de tuberías eléctricas de iluminación y fuerza que quedarán embebidas en la losa, nota importante no debe quedar ninguna tubería de instalaciones hidrosanitarias dentro de la losa.

Por último, se procede a fundir los elementos horizontales con concreto según especificaciones en planos, debe considerarse fundir losas completas para evitar juntas frías.

4.1.2.2.4. Desencofrado y curado de elementos estructurales horizontales y diafragmas rígidos (losa)

De manera contraria a los elementos verticales, el curado para los elementos horizontales debe ser antes de desencofrar, y debe ser de manera inmediata, para estos casos puedan utilizarse métodos como inundación o bien con elementos químicos; este proceso es más urgente ya que el concreto tendrá contacto directo con el sol y puede ser más sensible al fisuramiento por fraguado.

El proceso de desencofrado para losas es más lento, ya que esta puede tender a deflectarse por el peso aplicado antes que llegue a su resistencia de diseño a los 28 días; por eso es recomendable dejar aproximadamente 5 días los puntales y el encofrado de la misma.

Traslado ordenado para hacer eficiente este proceso y el posterior

4.1.2.2.5. Elaboración de gradas

Luego de la elaboración de elementos verticales y horizontales se procederá a realizar el de gradas, la cual es una estructura fundamental que ayudará a tener un mejor acceso al nivel superior en construcción.

Se procede a realizar el encofrado de gradas respetando las dimensiones requeridas en el plano acotado, luego se procede a elaborar el armado de las

mismas el cual se encontrará especificado en planos y se busca anclar el acero a las estructuras general.

Es importante mencionar que las gradas no son elementos estructurales que resistan cargas por lo tanto el armado puede variar según lo indique el plano, pero si se debe considerar el buen anclaje, recubrimientos y posibles bastones según indique el plano.

Se funden las gradas con el concreto especificado en planos e inmediatamente se procede a curarlo, para luego proceder a desencofrar y así terminar este proceso.

4.1.2.2.6. Levantado de muros de mampostería

En las edificaciones, y más en el uso de marcos estructurales, es muy común encontrar tabiques de mampostería los cuales tienen la finalidad de crear y separa ambientes según lo indique la arquitectura.

Es importante mencionar que estos muros no son estructurales razón por la cual es necesario no unirlo a la estructura general; por consiguiente, es evidente que el refuerzo longitudinal y transversal no es tan exigente como el de los elementos horizontales y verticales.

Sin embargo, esto no hace menos relevante este tipo estructuras por lo cual es importante revisar que dentro del juego de planos esté incluido el armado y detalles necesarios para la construcción de dichos muros.

Esta etapa de trabajo se realiza durante la obra gris de la edificación, y se debe considerar los chequeos del muro, plomo, nivelación y escuadra.

4.1.2.2.7. Elementos prefabricados

Los elementos prefabricados se refieren a molduras, voladizos, jardineras o bien balcones cortos los cuales son utilizados para decoraciones en exteriores del edificio, y son elementos no estructurales.

Estos elementos son elaborados y anclados después de que la estructura principal fue realizada, sin embargo, este proceso es elaborado durante la obra gris antes de entrar a la fase de acabados.

Generalmente, son anclados a la estructura principal por medio de epóxidos anclando el acero aproximadamente de 5 cm a 10 cm.

4.1.2.3. Proceso de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias

El alcance del proceso de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias determinará todos los trabajos que conlleva la parte ductos encargados distribuir o desalojar los servicios eléctricos y de agua potable a las instalaciones requeridas por la edificación.

4.1.2.3.1. Fundición de bordillos en gradas en baños

Las gradas de baños forman parte de una solución muy favorable para las instalaciones de drenajes sanitarios, ya que para que el circuito de desalojo de agua servida funcione de manera óptima es importante que esta posea una pendiente negativa mayor o igual al 2 % con dirección a las bajadas de aguas negras (BAN); la fundición de bordillos tendrá aproximadamente estas dimensiones, de ancho 10 cm, de alto 20 cm, es importante que no se supere esta medida ya que una grada más alta puede causar accidentes y tropiezos en las personas que la usen, y por último el largo dependerá del largo de baño.

Por lo general, la fundición de bordillos se realiza con encofrado de madera y no se realiza con un concreto tan resistente ya que la finalidad de la misma es de darle rigidez a las paredes perimetrales de baño ya que en si se rellenará con granza.

Debido a los diámetros utilizados en las instalaciones de drenaje sanitarios, la cual puede ser de hasta 4 pulgadas; la finalidad de la elaboración de gradas es de proveer una suficiente altura para poder conducir dichas tuberías y que estas queden fuera del alcance visual de las personas.

4.1.2.3.2. Elaboración de circuitos en instalaciones hidráulicas

Es importante mencionar que esta fase es específicamente para instalaciones hidrosanitarias, ya que las instalaciones eléctricas deben estar

aisladas y por lo general estas se encuentran embebidas dentro de la losa o bien en los muros de concreto o tabiques.

El alcance de este proceso es la de elaborar los circuitos de tuberías de drenajes y agua potable, según las especificaciones e indicaciones de los planos; esto implica conexiones, diámetros, pendientes favorables para la circulación del flujo; además, se debe considerar el chequeo de presión y pegado de accesorios; también, la ubicación de mangas utilizadas para atravesar tuberías en muros de concreto y tomas que quedaron embebidas, que por lo general sucede en los lavamanos y duchas.

Este proceso debe ser muy bien supervisado para evitar fugas o bien mal olor por pendientes desfavorables.

4.1.2.3.3. Ubicación de tomas y mangas para tuberías de agua, drenajes sanitarios y cajas para instalaciones eléctricas empotrada en muros y losas

Este procedimiento no debe tomarse a la ligera, ya que por lo general cuando se trabajan con muros de corte de concreto las tuberías de las tomas de agua y las cajas para accesorios de instalaciones eléctricas quedan embebidas en el concreto, o en algunas ocasiones se ve la necesidad de atravesarlas por medio de mangas las cuales quedan previstas al momento del encofrado; para esto es necesario que los planos de instalaciones estén acotados cual facilitará la localización de tomas de agua y cajas eléctricas, estos accesorios son protegidos con papel periódico para evitar que se llenen de concreto.

Este procedimiento se realiza después de haber concluido con la obra gris y los resanes en paredes y cielos.

Para facilitar este proceso se debe verificar que en los planos de instalaciones de agua potable, drenajes sanitarios y planos de electricidad estén con medidas referenciadas a puntos fijos dentro del edificio.

4.1.2.3.4. Relleno de gradas de baños con granza

Después que fueron construidos los circuitos de agua potable y drenajes se procede a rellenar las gradas de baño con granza; esto con el propósito de darle un soporte a la fundición del contra piso que se colocará en las gradas de baño.

Durante el proceso es importante chequear que los circuitos no tengan algún movimiento y que las tuberías mantengan las pendientes de diseño.

4.1.2.3.5. Cableado y emplacado

Durante el proceso de fundición de la obra gris se dejan todas las tuberías de instalaciones eléctricas (sin cables) embebidas dentro de la losa en el caso de las luminarias y muros en el caso de los interruptores y tomacorrientes; luego, se procede a inducir los cables necesarios para hacer posible la funcionalidad de los circuitos eléctricos. El alambrado debe estar indicado en los planos y, por lo general, se utilizan diferentes colores que permita identificar las diferentes líneas, las cuales pueden ser viva, neutra, retornos, puentes 3 way o 4 way; es importante revisar que el diámetro del entubado tenga la

capacidad suficiente para inducir los cables necesarios en los circuitos, en instalaciones especiales debe considerar la inducción del cable coaxial.

Luego de realizar la actividad de alambrado o cableado se procede a colocar el emplacado, lo cual se refiere a todas las armaduras y tapaderas en las unidades de iluminación como son las plafoneras, armaduras de interruptores y timbres; así también, en los circuitos de fuerza y especiales las armaduras y tapaderas de las cajas destinadas para tomacorrientes, televisión, teléfono y todas las unidades que indique el plano.

En esta etapa se procede a colocar la caja central de flipones y terminar de armar los circuitos con cada flipón.

4.1.2.3.6. Colocación de loza sanitaria

Se define loza sanitaria a los aparatos o artefactos y utensilios utilizados en los servicios sanitarios; por ejemplo, inodoros, lavamanos, bidets, entre otros.

Esta etapa finaliza con el proceso de instalaciones hidrosanitarias y por lo general es de las últimas actividades realizadas antes de la entrega. Para este momento los acabados ya tuvieron que haber finalizado y el piso ya debe estar colocado, esto para evitar daños en los artefactos, ya que estos pueden ser muy delicados.

En esta actividad debe tomarse en cuenta las dimensiones de los artefactos según indicaciones del fabricante, en especial en la conexión del drenaje del inodoro, las cuales tuvieron que ser revisadas durante el proceso de instalación de drenajes. El sifón que recibe el drenaje de este artefacto debe

estar exactamente ubicado para que el inodoro se asiente y quede perfectamente sellado.

Además, debe verificarse que las contra llaves y mangueras sean de buena calidad para evitar fugas posteriores.

4.1.2.4. Proceso de acabados

El alcance del proceso de acabados determinará todos los trabajos que conlleva la parte arquitectónica de revestimientos, pisos, azulejos y todo aquello que adornarán los muros, gradas techos, puertas y ventanas de los ambientes de la edificación.

4.1.2.4.1. Resane en muros y techos

Durante el proceso de fundición de los elementos estructurales horizontales y verticales por lo general se producen movimientos no deseados pero inevitables de las formaletas, esto provocado por la presión que genera el concreto en toda la superficie de la formaleta y esta fuerza es aumentada cuando el concreto es vibrado; sin embargo, estos inconvenientes son detectados hasta el proceso de desencofrado; existen herramientas como los niveles de burbuja, escuadras y plomo que detectan de una forma más precisa estos desfases, para poder corregirlos se procede a resanar, lo cual no es más que emparejar la superficie de los muros y losas para que estos queden nivelados y a plomo antes que sean texturizados.

Es importante mencionar que este proceso se realiza para muros de mampostería o bien de concreto, pero es más crítico en los elementos de concreto.

La finalidad de esta etapa es la de corregir la nivelación en losas y plomear los muros y columnas para que estas puedan estar perfectamente rectas antes de iniciar con el proceso de texturizado si se indica en planos; además, es importante mencionar que estos detalles de desplome y nivelación no afectan en la estructura principal, ya que es despreciable frente al análisis estructural de toda la edificación.

En la medición de resanes existen tolerancias las cuales son evaluadas y determinadas por el nivel de calidad que sea exigido por el contratista y dueño del edificio.

Es fundamental tener resanadas todas las superficies de muros y losas para poder aplicar adecuadamente la base de la textura, la cual será el siguiente paso.

4.1.2.4.2. Base para acabado final

Luego de preparada las superficies, se procede a colocar el material de base la cual tiene como finalidad crear un fondo del color igual al acabado y su función es que si al aplicar el acabado final se genera algún agujero sin pasta, no se vea el color gris del concreto; además, sirve como base para mejorar la adherencia del acabado en muros y losa.

Este procedimiento es muy rápido, lo cual también dependerá del rendimiento de las personas, y por lo general se aplica, utilizando una plancha

de metal lisa, de arriba para abajo con una inclinación de 45 grados, esto con la finalidad de no desperdiciar el material.

Debe tomarse en cuenta que este proceso solamente es la colocación de la base para colocar el acabado final y por lo general se realiza antes de nivelar y colocar el contra piso.

4.1.2.4.3. Nivelación y elaboración de contra piso

El contra piso es una pequeña capa de fundición pobre no estructural que se utiliza para fijar un nivel uniforme en toda la planta del edificio en cada nivel, ya que es muy probable que, durante la etapa de fundición de losa, en la obra gris, no haya quedado con la suficiente nivelación para colocar el piso.

El espesor de la misma dependerá de los desniveles producidos durante la obra gris, pero tendrá un promedio de 3 cm hasta 5 cm.

Es importante considerar el uso de aditivos que logren adherir el concreto viejo (fundición de losa) con el concreto nuevo (fundición de contra piso).

Se procede a realizar la nivelación en cada planta de la edificación fijando así la cota a nivelar; luego, se funden dos guías, las cuales consisten en dos franjas de fundición de aproximadamente 15 cm ya niveladas en los extremos de cada ambiente, se dejan secar por un día; luego, se procede a colocar el resto de contra piso con la ayuda de tubos rectangulares de aluminio. La tolerancia de error en el piso dependerá de la calidad del piso a colocar; por ejemplo, si es cerámico este puede ser de prima clase rectificado en donde todas sus dimensiones, tonalidad y acabado será el mismo, segunda o tercera

clase los cuales tendrán fallas de hasta 0,3 cm; además, estos pisos pueden venir astillados y con variación en la tonalidad del color, estas medidas lo proporcionarán el proveedor y contratista.

Es importante mencionar que el acabado del contra piso debe ser fino; por lo general, se deja secando por un día, para que tenga firmeza y puedan caminar sobre el sin ningún problema.

Por lo general, este procedimiento se realiza en el interior de edificios en donde el piso no sea de concreto; en el caso contrario, como en los estacionamientos, es importante una estricta supervisión que permita la nivelación durante la obra gris o fundición de losa.

4.1.2.4.4. Colocación tabiques de tabla yeso (si se indican en planos)

Se procede a colocar los tabiques de tabla yeso con la finalidad de crear ambientes con divisiones que no generan mayor carga sobre la losa; estos tabiques están indicados en los planos de construcción indicados con diferente nomenclatura.

Con la ayuda del plano acotado, se procede a trazar las líneas de desplante sobre el piso; luego, se colocan los canales de amarre superiores, inferiores y los postes metálicos que le darán la firmeza al muro, se coloca la primera cara en todos los tabiques de tabla yeso; luego, se procede a realizar las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas que quedarán dentro de los tabiques; por último, se procede a tapar el tabique colocando la segunda cara.

Debe considerarse la colocación de protecciones en las esquinas para evitar que estas se dañen con facilidad al momento que sean golpeadas por muebles u otros objetos; además, estos muros también llevarán acabados finales y pintura.

4.1.2.4.5. Colocación de piso

En el plano de acabados debe estar indicado el tipo, formato y la calidad de piso que se colocará en los diferentes ambientes, debe considerarse pisos antideslizantes en patios, duchas y ambientes que tendrán constante contacto con agua.

Puede solicitarse en los planos de taller, un plano donde se muestre las especificaciones de los pisos los cuales pueden ser: colocación, modulación, grosores de sisas y acabado de estuque en el piso; esto con la finalidad de evitar desperdicios y descuadres del mismo.

Debido a que las dimensiones de los ambientes pueden no ser congruentes con el formato del piso, existe la posibilidad de colocar ajustes de manera estratégicamente para que no sea asimétrico a simple vista.

4.1.2.4.6. Acabados finales en muros y techos

El alcance de esta actividad, es dejar un acabado final a todos los muros y tabiques que forman parte de la edificación; este proceso es muy delicado debido a que se acerca al acabado final entregado al cliente; es recomendable

que para esta fase el ingreso a estos niveles sea restringido y limitado para la gente que trabaja en la edificación.

Debe considerarse que el acabado en techo tiene el mismo procedimiento que el acabado en muros y tabiques, de igual manera la misma delicadeza.

Es importante tomar en cuenta la aplicación de un retoque debido a que es inevitable que en el proceso constructivo estos acabados puedan ser dañados.

4.1.2.4.7. Colocación de barandas

Este proceso tiene la finalidad de colocar las estructuras metálicas, madera o del material especificado en planos, de protección en gradas, pasillos, balcones y en los ambientes que sea necesario este tipo de protección; es importante mencionar que estos ambientes ya deben estar con los acabados finales.

En algunas ocasiones las barandas pueden ser muros de mampostería a media altura; si fuera este el caso, este proceso se hará en la fase del levantado de muros tabiques.

Este trabajo es realizado por técnicos profesionales, los cual pueden aportar sus conocimientos y ayudarnos en este proceso; sin embargo, se podrá solicitar la elaboración de un plano de taller que facilite la colocación de barandas y sus detalles.

4.1.2.4.8. Reparación de acabados

Como se mencionó en las fases anteriores, es importante considerar el tiempo de reparación en acabados finales, ya que está propensa a dañarse debido a los trabajos que proceden en la fase de acabados de la edificación.

En esta fase debe centralizarse en hacer la menor cantidad de reparaciones, solo las necesarias para poder evitar sobre costos; por lo tanto, es importante tener un control adecuado para el cuidado de los acabados ya realizados hasta esta fase; además, debe considerarse que esta fase es realizada antes de aplicar pintura en muros.

4.1.2.4.9. Pintura primera mano

El alcance de esta actividad, es darles el color a los muros dentro de la edificación, después de que estos ya poseen acabados de revestimiento (textura, repello, entre otros); en algunas ocasiones la pintura ya viene incluida dentro de la textura y, por lo tanto, ya no es necesario esta actividad; sin embargo, esto dependerá de los acabados finales que el cliente haya solicitado.

Se recomienda para esta actividad contratar a profesionales especializados y con experiencia en aplicar pintura, ya que este tema puede ser delicado para los acabados ya colocados como piso, lozas sanitarias, muebles de cocina, azulejos, entre otros.

Por lo general, este proceso se trabaja a dos manos; sin embargo, es importante colocar estratégicamente, en el cronograma; estas actividades para un proceso eficiente, es decir basta con solo aplicar la primera mano en este momento y luego de avanzar con otras actividades aplicamos la segunda mano.

4.1.2.4.10. Ventanería

Se procede a colocar las ventanas, las cuales son elementos arquitectónicos que se ubican sobre sillares con la finalidad de proporcionar luz y ventilación a los ambientes diseñados en la edificación.

El paso previo a la colocación de ventanas es la correcta medición de la superficie, estas dimensiones deben de ser supervisadas durante la etapa de fundición y levantado de muros para dejar lo más exacto posible a lo que los planos indica; estas medidas, así como el material de los marcos se encuentran en la planilla de ventanas en el plano de acabados.

Todos aquellos acabados que puedan producir manchas y salpicaduras deben estar para este momento concluidas.

Durante este proceso es importante verificar la aplicación de selladores que no permitan el ingreso de agua en las mismas.

4.1.2.4.11. Colocación de puertas

Las puertas según los planos lo indiquen, se ubican colindando al exterior, por ejemplo, el ingreso al apartamento u oficina, que por lo general son de metal, puertas que dan ingreso a balcones; los cuales pueden ser corredizas de vidrio, o bien internas lo cual pueden ser de MDF, madera, u otro material según indiquen las especificaciones.

Para la eficiente colocación de puertas, los vanos deben estar con dimensiones exactas, eso quiere decir que ya deberían estar resanadas y chequeadas con plomo, nivel y escuadra.

El alcance de esta actividad es de proveer las puertas necesarias a cada ambiente según como los planos lo indiquen.

4.1.2.4.12. Colocado de zócalo

El zócalo es un elemento arquitectónico colocado en la parte inferior de muros y tabiques el cual funciona como recubrimiento, que trata la junta de pared con el piso; además, protege del desgaste por golpeo de muebles, manchas de humedad procedentes principalmente del lavado de suelos y da un acabado constructivamente agradable a la vista.

La ubicación de este acabado se encuentra en los planos constructivos, así como el material, ya que esta puede variar según a los agentes externos a los que esté expuesto.

El alcance de esta etapa es de proveer este acabado por medio de mano de obra especializada en las áreas en donde se indique el plano.

4.1.2.4.13. Pintura segunda mano

Este proceso tiene la finalidad de hacer los retoques a la pintura que muy probable sean necesarios ya que los trabajos de ventarías, puertas y colocación de zócalo pudieran generar manchas no deseadas en el acabado final de la pintura, además con la segunda mano se logrará el tono deseado y una superficie uniformada y libre de sombras.

El tiempo estimado para este proceso será muy similar a la aplicación de la primera mano; sin embargo, pueda que sea más rápido ya que generalmente la aplicación de pintura segunda mano sea con menor cantidad de pintura.

4.1.2.4.14. Resane exterior

Como se mencionó en el proceso de resane de muros interiores, debido a la presión generada por el concreto y otros factores, las formaletas tienden a realizar desplazamientos no deseados que provocan desplomes y descuadres en los muros; esto sucede tanto en los muros interiores como en los exteriores; además, es importante mencionar que la eficiencia y perfecta aplicación de la textura, los muros deben estar perfectamente resanados.

Para el acabado exterior, los planos de secciones y elevaciones indicarán de qué tipo será, esto puede ser texturizado, alisado o bien con colocación de fachaleta u otra materia; además, es importante considerar que esta actividad debe ser realizada simultáneamente con los resanes interiores y evitar que sea realizado al momento de colocar ventanas y puertas.

Este proceso es muy delicado y peligroso, ya que se trabaja a alturas considerables, por eso es necesario la elaboración de andamios seguros y equipo adecuado de seguridad.

4.1.2.4.15. Base de acabado exterior

De la misma manera que se aplicó la base de textura en muros interiores, se procede a trabajar en los muros exteriores, esto con la finalidad de dar forma a la fachada según como se indique en los planos.

Luego de preparada las superficies, se procede a colocar la base del acabado exterior, la cual tiene como finalidad crear un fondo del color de la textura; esta puede ser diferente al color de muros interiores y su función es que, si al aplicar el acabado final se genera algún agujero sin pasta, no se vea el color gris del concreto; además, sirve como base para mejorar el acabado final de la textura exterior

Es importante mencionar que no precisamente toda el área debe ser texturizada ya que el acabado puede combinarse con otro tipo de material para exteriores.

Este procedimiento debe ser supervisado la cual tiende a ser un procedimiento más complejo ya que en niveles superiores se debe utilizar andamios colgantes o cualquier otro tipo de andamio, para esto es importante considerar equipo de seguridad.

Debe tomarse en cuenta que no es el acabado final solamente es la base para colocar la textura final y, por lo general, se realiza antes de nivelar y colocar el contra piso.

4.1.2.4.16. Acabado final en exteriores

Es importante mencionar que no precisamente toda el área exterior tenga el mismo acabado final, este puede combinarse con fachaleta, madera, ladrillos, piedra tipo laja, vidrio templado, metal, entre otros.

Por lo tanto, en esta fase se procederá a realizar todos los trabajos necesarios como texturizado, pegado de elementos mampuestos, madera o vidrios que permitirán formar la fachada indicada en planos.

Dependiendo del tipo de material utilizado en muros exteriores, así será el grado de tolerancia y exigencia durante la etapa del resane exterior.

Los rendimientos en esta fase serán variables ya que dependerá del tipo de materiales aplicados, además debe considerarse que trabajar en niveles altos afectará el rendimiento del personal y los mismos deberán tener experiencia para trabajar en alturas.

4.1.2.4.17. Pintura exterior

Se procede a aplicar pintura exterior en las áreas donde los planos lo indiquen, por lo general, se aplica en superficies donde se texturizó, este acabado debe estar especificado en los planos de fachadas.

La finalidad de esta actividad es de colocar el color y embellecer la fachada según las indicaciones de arquitectos o profesionales competentes; además, sirve de protección para los muros exteriores, debido a que estos están expuestos a la intemperie.

4.1.2.4.18. Impermeabilización

El impermeabilizante es un material que tiene propiedades protectoras contra el paso del agua y la formación de humedades exteriores.

Los muros perimetrales, el frente y toda la superficie exterior del edificio están expuesto a la agresividad de la intemperie y la gran mayoría de los casos es necesario reforzar su protección por medio de la impermeabilización. Esto con la finalidad de evitar la formación de hongos o problemas de humedad, sobre todo en superficies de concreto pueden presentar fisuras y grietas tan

pequeñas que normalmente se pasan por alto, debido al fraguado, pero pueden dar lugar a filtraciones por estar expuestas a la intemperie y las lluvias.

Esta exposición normalmente no se nota hasta que han pasado varios años después de la construcción de la edificación, ya que al ser verticales los elementos su filtración es paulatina, pero cuando han pasado los años se pueden notar zonas de humedad en las paredes y al desconocer el origen suelen tratarse solo el interior y no el exterior donde posiblemente es el problema.

El alcance de esta actividad es reforzar con productos especializados los muros en su lado exterior para protegerlos de estos factores externos y cuidar de la buena apariencia externa de la edificación durante más tiempo.

4.1.3. Definición del alcance de cada grupo de trabajo

Durante la etapa constructiva de edificios bajo el régimen de propiedad horizontal, una parte muy importante y clave, para el óptimo desarrollo de las actividades, es contar con un equipo capacitado y especializado en las diferentes áreas constructivas, debido a que cada equipo tendrá un alto rango de experiencia en la elaboración del trabajo según su área específica; además, facilitará la solución de problemas que puedan presentarse en campo; es importante diferenciar con un color de casco a cada grupo para su fácil distinción y colocar a una persona que representará a cada equipo para que la comunicación sea más fácil y de una sola vía.

A continuación, se desarrollarán los diferentes equipos de trabajo, según las actividades definidas en la sección 4.1.2, así como el alcance que cada uno debe tener durante la ejecución del proyecto.

4.1.3.1. Cuadrilla de topografía

El equipo de topografía se conforma de; un topógrafo y dos cadeneros, la finalidad de este equipo es que a través de herramientas de alta precisión como, teodolitos, niveles, estadales, estación total procedan a realizar el replanteo de la edificación; en otras palabras, plasmar en el terreno detalles representados en planos como por ejemplo el lugar donde colocar ejes de cimentaciones. El replanteo al igual que la alineación, es parte importante en la topografía, ambos son un paso previo fundamental para poder proceder a la realización de la obra.

Este equipo tendrá las siguientes actividades:

- Ubicación topográfica de la cimentación.
- Trabajos varios en la urbanización los cuales pueden ser localización de otras torres, cisternas, pozos, planta de tratamiento, entre otros.

4.1.3.2. Operadores de maquinaria

Este equipo de trabajo es importante ya que intervienen en las actividades de excavación, traslado de material, desalojo de material y limpieza.

Estos tienen la capacidad de manejar diferentes tipos de máquinas útiles durante toda la fase de construcción, las cuales pueden ser:

Camiones de volteo, excavadoras mecánicas, palas excavadoras, máquinas de perforación de pozos y pilotes, carretillas elevadoras para traslado

de material, grúas móviles, grúas de torre la cual sirve para el transporte de materiales y equipos como formaletas.

4.1.3.3. Albañiles

La albañilería es el arte de construir edificaciones u otras obras empleando, según los casos, piedra, ladrillos, cal, yeso, cemento u otros materiales semejantes.

El equipo de albañilería son personas con conocimientos profesionales y experiencia que se dedica como oficio a la construcción, estas personas a través de herramientas y experiencia, son las encargadas de elaborar lo indicado en planos y trabajan las siguientes actividades:

- Elaboración de cajas eléctricas e hidrosanitarias bajo piso
- Levantado de mampostería
- Elaboración de elementos prefabricados
- Fundición de bordillos en gradas de baños
- Resane en muros interiores y exteriores
- Resane en techos
- Nivelación y elaboración de prepisos
- Impermeabilización

4.1.3.4. Mano de obra no calificada (ayudantes)

Los ayudantes forman parte del equipo de albañilería, ellos hacen mezclas, cargan materiales de construcción, derriba paredes y vigas, realizan limpieza del área de trabajo y de herramientas; además, auxilia a los albañiles a

trasladar los materiales hacia el área de trabajo como piedra, cemento, arena y herramientas.

Este equipo de trabajo puede ser utilizado también para realizar el curado de elementos de concretos verticales como muros, columnas y elementos horizontales como losas y vigas después de desencofrar y fundir.

4.1.3.5. Equipo de colocación de formaletas

Equipo especializado en el manejo, operación, traslado y mantenimiento de la formaleta, ya sea de madera o bien de metal; este equipo tiene la experiencia adquirida en proyectos anteriores y conocen los requerimientos de seguridad y calidad que debe existir al momento de encofrar o desencofrar los elementos fundidos con concreto; sin embargo, es importante capacitarlos en el uso de formaletas nuevas y deben tener muy claro los planos de muros, vigas y columnas que conforman la edificación.

Debe considerarse la responsabilidad del manejo de formaletas ya que existen piezas grandes o bien muy pequeñas de gran importancia las cuales el cuidar de ellas es parte de la responsabilidad de este equipo para el buen funcionamiento de la misma. Con objetivo de mejorar este control, se recomienda crear equipos dentro de este grupo de trabajo, asignarlos a un sector del edificio, y entregar el equipo necesario que deberán cuidar en todo el proceso de obra gris.

El alcance de este grupo es básicamente encofrar y desencofrar muros, columnas, losas, vigas, gradas y todo elemento que necesite ser fundido. Además, es muy importante que este equipo de trabajo esté presente y realicen los ensayos en seco de las formaletas, este tema se desarrollará más adelante.

4.1.3.6. Equipo de fundición

El Instituto Americano del Concreto (ACI) define el concreto bombeado como el que es transportado a través de manguera o tubo empleando una bomba. Es una de las prácticas más utilizadas en la industria de la construcción, y es especialmente útil donde está limitado el espacio para los equipos de construcción.

Para que una operación de bombeo sea satisfactoria es necesario un abastecimiento constante de concreto, con especificaciones para este tipo de colocación, y que al igual que el concreto convencional, requiere buen control de calidad, distribución homogénea de agregados, granulometría adecuada, materiales dosificados uniformemente y mezclados perfectamente.

Antes de iniciar la operación de bombeo, el interior de la tubería deberá lubricarse con lechada. Dependiendo de la naturaleza del material utilizado para la lubricación, este podrá o no emplearse en la colocación. Una vez inicia el flujo de concreto a través de la tubería, la lubricación se mantendrá mientras el bombeo continúe con un diseño de mezcla adecuado y consistente.

Este es un equipo especializado en la colocación de concreto pre mezclado para todos los elementos estructurales y no estructurales dentro de la edificación; este grupo de trabajo es el encargado de manejar las máquinas y herramientas utilizadas para la fundición, de las cuales se pueden mencionar, la tubería de conducción, la bomba que dispara el concreto, el camión y sobre todo el vibrador, el cual será el encargado de hacerlo para evitar la colocación no uniforme en los elementos estructurales, especialmente en los muros y columnas; la efectividad de este proceso se verá al momento de desencofrar

dichos elementos y que estos no tengan espacios vacíos llamados comúnmente como ratoneras.

4.1.3.7. Armadores estructurales

La técnica constructiva del concreto armado consiste en la utilización de concreto reforzado con barras o mallas de aceros llamadas armaduras, este equipo de trabajo está formado por personas especialista en leer e interpretar planos estructurales donde se muestran los armados de los elementos como cimientos, muros, columnas, vigas y losas.

El alcance de las actividades realizadas por este equipo son las siguientes:

- Armar y colocar el acero longitudinal y transversal estructural de cimentación, estructuras verticales, como columnas y muros, horizontales, como losas y vigas.
- Armado de acero de gradas.
- Colocación de estructomallas en muros o losas de diferente calibre.
- Realizar los empalmes, traslapes, ganchos sísmicos, anclajes, longitudes de desarrollo y todos los detalles estructurales que estén indicados en los planos.
- Este equipo manipula todos los calibres existentes de barras de acero estructural.
- Asegurar las existencias de recubrimientos en los diferentes elementos.

4.1.3.8. Plomeros

La fontanería o plomería es la actividad relacionada con la instalación y mantenimiento de redes de tuberías para el abastecimiento de agua potable y evacuación de aguas residuales, así como la instalación de calefacción en edificaciones y otras construcciones.

Dentro de las actividades realizadas son las siguientes:

- Elaboración de redes en instalaciones hidrosanitarias con todas las especificaciones dadas en planos, así como pendientes, accesorios entre otros.
- Colocación de tuberías que quedarán embebidas en muros y losas.
- Ubicación de tomas y mangas para tuberías de agua y drenajes sanitarios que quedaron embebidas durante la fundición de elementos estructurales.
- Colocación de loza sanitaria.
- Pruebas de presión de tuberías.

4.1.3.9. Electricistas

Un electricista es un profesional que realiza instalaciones y reparaciones relacionadas con la electricidad, especialmente en máquinas e iluminación. Dentro de esta profesión existen varias especialidades en virtud del tipo de trabajo que deban realizar, por ejemplo, instalar y mantener redes de alta

tensión, realizar instalaciones eléctricas en residencias o locales comerciales, alumbrado público o las reparaciones eléctricas de maquinaria y electrodomésticos.

En la elaboración de circuitos eléctricos en las edificaciones bajo régimen de propiedad horizontal podemos mencionar lo siguiente:

- Entubado y cableado de circuitos eléctricos de iluminación, fuerza y especiales.
- Colocación de tubería eléctrica que quedará embebida en muros y losa.
- Emplacado en las unidades de iluminación, fuerza y especiales.

4.1.3.10. Textureros (cuando sea el caso)

Este equipo es un grupo de personas especializadas en la aplicación de materiales que darán revestimientos decorativos a los muros interiores o exteriores, estos acabados pueden ser lisos, con granito, o con algún diseño en específico. A través de experiencia, el buen uso de herramientas y máquinas, para la colocación del granito en techo, las actividades realizadas por este equipo de trabajo son:

- Colocación de base para textura en muros y techos.
- Textura final en muros y techos de la edificación.
- Reparación de textura debido a las actividades constructivas realizadas después de haber colocado la textura final.

- Base de textura en fachadas o en muros exteriores.
- Acabado final en fachadas o en muros exteriores.

Es importante mencionar que la textura será aplicada en todas las áreas donde se indican en los planos de acabados, incluso en los muros de tabla yeso.

4.1.3.11. Equipo colocación de tabiques de tabla yeso (cuando sea el caso)

Este equipo es especializado para la elaboración por medio de paneles de tabla yeso los tabiques de división no estructural formando los ambientes indicado en los planos.

La elaboración de estos tabiques se divide en los siguientes pasos:

- Trazo y fijación de los canales de amarre
- Instalación de postes metálicos y tuberías ocultas
- Forrado de estructura metálica con tablero de tabla yeso
- Tratamiento de juntas y cabezas de tornillos o clavos

Es muy importante colocar refuerzos de madera en donde se ubicarán puertas, muebles de cocinas aéreas, cajas de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.

Este equipo tendrá la tarea de dejar colocado los tabiques de tabla yeso de una cara y dos caras según donde lo indiquen los planos; además, deberán ser muros con escuadra, nivel y plomo.

4.1.3.12. Equipo colocación de piso

Este equipo está formado por personas especialistas y con experiencia en la colocación de pisos de cerámica o del material que indiquen los planos de acabados, ubicados en la entrada, cocinas, baños, cuartos de lavado, salas, dormitorios, entre otros. Los contratistas utilizan técnicas especializadas para la colocación que ayudan a entregar siempre trabajos de instalación de primera calidad.

La preparación y las herramientas adecuadas para instalar piso son muy importantes para lograr resultados exitosos.

Este equipo de trabajo buscará modulaciones eficientes para evitar desperdicios en los materiales y descuadres en las sisas. El corte de pisos deberá ser de manera uniforme y rectos, de tal forma que se vea lo más agradable posible.

Después de la colocación deberá chequearse las siguientes actividades:

- Llenado completo de sisas
- Colocación completa de piso
- Revisión de remates
- Prueba de vacíos de pegado de pisos y azulejos
- Revisar desnivel de piso en puertas
- Revisión de cortes de ajustes
- Limpieza área de trabajo
- Detalles de acabados a 45 grados en azulejos (si existieran)
- Desniveles en las duchas

4.1.3.13. Herrereros

Durante las etapas de construcción de edificios bajo régimen de propiedad horizontal se ve la importancia de tener un equipo de trabajo de herrería, ya que estos tendrán la capacidad de manipular el acero con la finalidad de hacer barandas utilizadas en los balcones y principalmente en los ductos de gradas.

Debe considerarse que el tipo de material de barandas esté indicado en los planos.

Un herrero es una persona que tiene por oficio trabajar el hierro, tradicionalmente las manufacturas de los herreros son elementos de hierro forado, rejas para muebles, esculturas herramientas, entre otros.

Este equipo debe realizar el trabajo según lo indiquen los planos, durante la revisión previa a recibir el trabajo realizado puede mencionarse lo siguiente:

- Las alturas de barandas las cuales pueden estar estandarizadas de 90 cm o bien 1 m según lo indiquen los planos.
- La seguridad de la estructura metálica, perfecta soldadura, resistente y perfecto anclaje al concreto.
- Que pueda ser utilizado por las personas de manera ideal; es decir, la estructura no esté afilada, áspera o bien con puntas que puedan lastimar y cortar a una persona.

- Dentro de este trabajo debe estar incluida la colocación de pintura de aceite para decorar la baranda, protegerla de agentes externos como oxido y demás.

Además, es importante que dentro de los planos de taller esté un detalle específico de barandas que ayudará a los herreros a la construcción de las mismas.

4.1.3.14. Pintores

Este equipo de trabajo es muy importante durante la fase final de acabados en la etapa de construcción previo a la entrega final; ya que, aunque pareciera una actividad sencilla, los pintores deben tener la capacidad para hacerlo de manera cuidadosa para no manchar pisos, puertas, zócalo y detalles de madera o cerámica que existan ya instalados.

Pintor es la persona cuyo oficio es la decoración y protección de paredes, cubiertas y otras superficies interiores o exteriores mediante la aplicación de pintura.

La principal ocupación del pintor es la distribución uniforme de pintura por las superficies a decorar utilizando herramientas tales como brochas o rodillos. El pintor es contratado por los constructores o dueños de las viviendas para dar color y protección a sus paredes y techos de acuerdo a sus gustos y al diseño de la vivienda.

Entre sus funciones se encuentran la limpieza de las paredes para retirar la pintura antigua o el papel pintado antes de aplicar la nueva.

Antes de pintar despejar las paredes retirando cables, enchufes o interruptores y apartando los cuadros y muebles cercanos a ellas. Proteger con cinta de papel los enchufes, rodapiés y marcos de puertas y ventanas cercanos a la superficie a pintar. Asimismo, cubrir con plásticos o telas la zona del suelo cercana a la pared o situada bajo el techo que se va a decorar, así como los muebles que pueden verse afectados por la caída de pintura.

Es importante considerar que antes de hacer la entrega final al cliente es muy probable que se deba realizar retoques en la pintura para afinar el acabado final.

Durante la elaboración de cronogramas siempre deberá incluir el tiempo a utilizarse para la colocación de la pintura segunda mano.

4.1.3.15. Equipo de colocación de ventanas (subcontrato)

Este equipo tiene la finalidad de elaborar los marcos de ventanas y la colocación de los vidrios de todo tipo, según las indicaciones de los planos, para que su trabajo pueda ser realizado de manera correcta, mucho antes de la elaboración; este equipo tendrá acceso a la planilla de ventanas para proceder a su elaboración con las dimensiones exactas y materiales establecidos en la planilla.

Es importante mencionar que las dimensiones de los vanos de las ventanas deben ser verificadas antes de su elaboración y colocación.

4.1.3.16. Carpinteros (subcontrato)

La carpintería es el nombre del oficio y del taller o lugar en donde se trabajan tanto la madera como sus derivados, y a quien lo ejerce se le denomina carpintero. Su objetivo es cambiar la forma física de la materia prima para crear objetos útiles al desarrollo humano, como pueden ser muebles para el hogar, marcos para puertas, molduras, escritorios, librerías y otros.

Este equipo de trabajo también debe tener acceso a la información planilla de puertas para proceder a su elaboración con las dimensiones exactas y materiales establecidos en la planilla.

Es importante mencionar que las dimensiones de los vanos de las puertas deben ser verificadas antes de su elaboración y colocación. Ellos tendrán la responsabilidad de realizar trabajos, molduras zócalos, pisos y todo lo que tenga que ver con madera.

Es importante mencionar la supervisión de los siguientes aspectos en los trabajos de carpintería:

- Instalación y acabado de puertas
- Revisión de sobre luces
- Instalación y acabados de marcos
- Revisión de bisagras (tornillos y limpieza)
- Instalación y funcionamiento de chapas
- Que las puertas no tengan resorteo
- Instalación y acabado de zócalo
- Revisión de sellado de juntas

4.1.4. Establecer el programa general de acuerdo al total de etapas definidas

Una vez conocidas las fases de construcción, alcance de cada meta de trabajo y el alcance de cada equipo de trabajo, se procede a realizar el programa general de acuerdo al total de las etapas que con anterioridad se definieron. En este momento debe considerar todas las posibles formas de comprimir y hacer eficientes los tiempos dedicados a cada etapa de construcción sin dejar a un lado la eficacia.

Es importante mencionar que un programa general de obra es básicamente un documento donde se trata de definir el calendario de ejecución, integrando la intervención de los trabajadores de un conjunto de actividades previstas; además, cumple con la función de sintetizar el desarrollo constructivo de la edificación y debe ser el instrumento que asegure la coordinación de las actividades a realizar.

Existen dos formas de elaborar un cronograma de obra: uno por meses y etapas de trabajo siendo este un poco más genérico, y el otro por días y etapas de trabajo con lo cual se entra más a detalle en el trabajo de obra, este segundo se desarrollará en la sección 4.1.5.

Por lo general, un cronograma de obra está compuesto por columnas y filas, en la primera columna, comenzando de izquierda a derecha, se colocarán las etapas que contienen los trabajos que se van a ejecutar; a partir de allí la segunda, tercera y demás serán columnas de tiempo y se anotará en el encabezado de cada una de ellas los nombres de los meses durante los cuales se ejecutarán los trabajos en esa obra. A partir de allí cada mes se subdividirá en otras columnas que son para los días y se pondrá la inicial de cada día, de

lunes a domingo; para ello habrá que decir que la conformación a detalle de la duración de los trabajos tiene que ver con la evaluación de los rendimientos de mano de obra, tema a tratar en la sección 4.2.

La idea principal de es plantear un listado de todas las actividades y etapas a realizar para la construcción de la edificación; además, con base en los rendimientos de los equipos de trabajo, asignar a cada actividad un tiempo estimado, el cual la sumatoria de los mismos dará como resultado el tiempo de ejecución del edificio.

Es importante mencionar que en el inciso 4.1.1 las etapas de trabajo tienen un orden lógico, pero están clasificadas según cada fase de construcción; es decir, existe la posibilidad de trabajar en algunas actividades de manera simultánea con otras.

Estas son ejemplos de algunas etapas que pueden trabajarse simultáneamente, pero es importante que en cada proyecto se evalúe con criterio que actividades pueden trabajarse al mismo tiempo y cuáles no, ya que dependerá de las estrategias y entorno a los que esté sometida la construcción.

- La excavación de la cimentación puede y debe ser elaborada simultáneamente con las instalaciones bajo piso, debido a que cuando los elementos del cimiento estén fundidos, las cajas y tuberías bajo piso ya deben estar definidas y elaboradas.
- La colocación de tuberías de agua potable, drenajes sanitarios, cajas eléctricas para iluminación y fuerza que quedarán embebidas en muros y losas deberá ser trabajado simultáneamente con la elaboración de armadura estructural de dichos elementos.

- El resane en muros exteriores puede ser trabajado simultáneamente con el de muros interiores.
- Colocación de base de textura en muros y en cielos puede ser trabajado simultáneamente.
- Colocación de pisos y azulejos pueden ser trabajados simultáneamente.
- Colocación de ventanas, puertas y zócalos puede ser colocado simultáneamente.
- Armado de circuitos de agua potable y drenajes pueden ser colocados simultáneamente.
- Emplacado de los circuitos de iluminación, fuerza y especiales pueden ser realizados simultáneamente.

La elaboración de un cronograma de obra es de suma importancia para la administración, planificación y predicción de la fecha de entrega; en el intervienen muchos factores que se deben conocer con exactitud como lo es el caso de los rendimientos de la mano de obra.

El tiempo es un factor primordial en la gestión de proyectos, pues todo proyecto se encuentra limitado por una o varias fechas de entrega que hay que respetar y cumplir. Para sujetarse al calendario establecido, es necesario planificar adecuadamente cada una de las actividades que componen el proyecto y distribuir el tiempo de la manera más eficaz, teniendo presente todos los elementos que intervienen y los posibles imprevistos que puedan surgir.

El valor del tiempo en un proyecto de construcción, es un recurso el cual todo planificador debe considerar, evaluar y aprovechar de manera estratégica durante la etapa de gabinete en la elaboración de cronogramas de obra. El tiempo es un recurso escaso, finito, medible y por lo tanto, controlable, como recurso clave en cualquier proyecto constructivo, siempre aparece la pregunta: ¿cuándo estará finalizado?

Definir la cantidad de tiempo, o fecha final de ejecución del proyecto es una respuesta obligatoria de tener antes de iniciar la obra, para definir dicha fecha es importante considerar todos los factores que influye y responsabilizan la conclusión en un tiempo adecuado de un proyecto de construcción:

- Cumplir con la respuesta a la necesidad que dio inicio al proyecto. En el caso de la elaboración de edificios bajo régimen de propiedad horizontal, se puede mencionar la necesidad de adquirir vivienda a la comunidad.
- Retorno de capital y ganancias a las entidades que estarán financiando el proyecto, pueden ser bancos, organizaciones privadas o públicas, sociedades anónimas, entre otros.
- Mantener un flujo activo económico a la empresa contratista o desarrolladora inmobiliaria que estará efectuando el proyecto.
- Minimizar los costos directos e indirectos que participan en la elaboración del proyecto, debido a que entre más tiempo de ejecución se tenga estos costos tienden a incrementarse, teniendo como consecuencia la reducción de ganancias y sobre costos no presupuestados.

4.1.5. Establecer el programa diario

Como se desarrolló en el inciso anterior, existen dos tipos de cronogramas de obra, por meses y también por día; es importante mencionar que los dos son herramientas fundamentales que ayudarán a tener el control sobre la fecha de entrega, ejecución del proyecto y conclusión de la edificación.

En la elaboración de cronogramas o programas por días, se conserva básicamente la misma estructura, solo que en lugar de las actividades de manera general se colocará en la primera columna cada concepto o trabajo a realizar de manera específica; mientras que en las columnas siguientes colocaremos los días de cada mes en que se estarán ejecutando esos trabajos.

El cronograma o programa de obra diario es utilizado por los supervisores para su programación semanal e iniciar los trabajos de nuevas etapas en la semana indicada. También, se facilita la elaboración de estimaciones de cantidades de mano de obra ya que se puede visualizar los trabajos que se elaboran en cada semana.

Este programa permite visualizar de manera más específica las actividades a realizar que darán como resultado la elaboración de las etapas de construcción; por lo tanto, aquí se podrá ver los detalles de trabajos, que consumen tiempo y dinero, escondidos o no tan visibles en el programa general. Por ejemplo, en el cronograma general de trabajo se especificará la etapa elaboración de muros de concreto; con un tiempo determinado, pero en el cronograma diario se colocarán las siguientes actividades:

- Armado estructural de muros.

- Colocación de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas embebidas en muros.
- Formaleta primera cara.
- Formaleta segunda cara, revisión de escuadras, nivelación y plomo de la formaleta.
- Fundición de muros.
- Desencofrado de muros.
- Traslado de equipo a siguiente nivel.
- Curado de muros.

El cronograma general de trabajo es una manera más fácil de visualizar las fechas de entrega y conclusión de actividades, las cuales pueden ser de gran utilidad para las instituciones interesadas, pueden ser municipalidades, bancos, instituciones financieras, o bien el cliente final a quien se entregará la obra en construcción; mientras que el cronograma diario es una herramienta y una manera más fácil de visualizar las etapas de trabajo para los supervisores residentes de la obra, equipos de trabajo y todo el personal que contribuye a la ejecución de la misma.

Es importante mencionar que un cronograma da lugar a la elaboración del otro; es decir, es necesario realizar el cronograma general para dar lugar al cronograma diario o bien viceversa; por lo tanto, los dos deben ser congruentes

y poseer las mismas fechas de inicio y conclusión de las etapas de trabajo y la edificación.

4.1.6. Distribución de presupuesto como monto o valor en cada etapa

Para que un cronograma de obra, general o diario, sea verídico y tenga éxito es importante que los tiempos estimados de ejecución sean medibles y alcanzables, esto con la finalidad de velar por su estricto cumplimiento en el tiempo previsto; por lo tanto, una parte importante de la dirección de proyectos es la planificación de los recursos involucrados, ya que al final van a ser estos los encargados de la ejecución de las actividades.

Para tener un avance efectivo en los cronogramas, debe existir lo siguiente:

- La conclusión de actividades anteriores o prerrequisitos necesarios para iniciar con la nueva actividad.
- Suficientes materiales y equipo para la construcción de las diferentes obras asignadas en cada etapa de trabajo.
- Suficiente personal de mano de obra con la capacidad de realizar el trabajo en el tiempo asignado.

Para realizar la planificación de los recursos en proyectos es necesario disponer de una definición clara del alcance y las tareas a ejecutar, lo cual ya fue desarrollado en los incisos 4.1.2 y 4.1.3; básicamente, la planificación de los recursos se basa en conocer las cantidades de materiales, equipo y mano de

obra necesaria para ejecutar en el tiempo estimado las actividades dentro de los cronogramas de ejecución; esto se transforma en un monto económico que dará lugar a la compra y contratación de estos recursos.

El presupuesto define el monto o valor de cada etapa el cual conlleva un estudio estratégico de los rendimientos de materiales, equipo y mano de obra; esto ayudará a calcular de manera certera la cantidad necesaria para cumplir los tiempos estipulados en los cronogramas; en el caso de los materiales bastará con una cuantificación profunda con la información recopilada en los planos. En el caso de maquinarias, se requiere del análisis de rendimientos; esta información puede ser proporcionada por fabricantes, proveedores o gente con experiencia en su uso; además, debe considerarse el costo de alquiler, desgastes, servicios y consumibles; estos pueden ser combustibles, lubricantes, entre otros.

En algunas ocasiones los equipos de trabajo son subcontratados, siendo la negociación de pago con un solo responsable el cual será el encargado de conseguir a las personas y maquinaria necesarias para poder cumplir con las metas de tiempo, el cual será con base en el rendimiento promedio en cada actividad en específico.

Finalmente, para definir el monto o valor de cada etapa es necesario conocer la cantidad de materiales a utilizar junto con los precios actualizados, el equipo que será alquilado junto a la cantidad de suministros para su buen funcionamiento junto con los precios actualizados en el mercado; por último, la cantidad de personas con la capacidad de elaborar las actividades en los tiempos establecidos por los cronogramas de ejecución de la obra, asignándole el valor a devengar de cada uno.

4.2. Integración del monto o valor de cada etapa (analizar rendimientos)

Durante la etapa de planificación y específicamente en la elaboración de cronogramas, una de las partes fundamentales es el análisis de rendimientos, debido a que de esto dependerá la colocación de tiempos verídicos y reales. Es importante mencionar que antes de realizar el análisis de rendimientos ya se deben tener cuantificado; con base en planos finales, las cantidades de superficies en metros cuadrados, volúmenes en metros cúbicos y longitudes en metros lineales de todas las etapas de trabajo a realizar.

Se debe considerar los rendimientos de las tres cosas esenciales en toda actividad que implique la elaboración de etapas constructivas:

4.2.1. Materiales

Todo elemento a construirse se constituye a partir de los materiales que lo conforman, el rendimiento se refiere al volumen de obra de cada concepto que un material puede producir por unidad de medida base.

Esto tiene repercusiones en el tema económico debido a que según este la veracidad de este análisis se determinará las cantidades suficientes para la elaboración de las etapas de trabajo. La información necesaria será dada por los proveedores la cual puede variar según marcas, tamaños de empaques y proporciones; en el caso de los materiales mezclados con agua, solventes u otro material; estos pueden ser concretos, pinturas de agua y aceite, texturas, pegamentos para piso, impermeabilizantes, repellos y recubrimientos, entre otros.

En el caso de la elaboración del concreto, el rendimiento del cemento, arena, pedrín, agua y aditivos dependerá de la resistencia con la que se elaborará según lo indique el diseño; por lo general, específicamente la elaboración del concreto premezclado es subcontratado por empresas con experiencia los cuales ya tienen establecidos las tablas de rendimientos en base a estudios estadísticos y experiencia a lo largo de los años de servicio.

Como parte del análisis de rendimiento puede considerarse las modulaciones de corte en los materiales con dimensiones estándar, estos pueden ser: aceros, con dimensiones de varillas comerciales de 6 m, 9 m y 12 m, tuberías de drenajes, agua potable y electricidad con las mismas longitudes comerciales, materiales como madera, melanina, plywood y otro materiales derivados de madera con dimensiones de planchas de 48" x 48", 24" x 48", 12" x 48", utilizados para elaboración de formaletas, muebles de cocina, closets, entre otros.

Estas modulaciones deben ser estudiadas desde la parte de cuantificación de materiales, ya que esta tiene la finalidad de disminuir los desperdicios al momento de hacer los cortes y ajustes necesarios, volviendo eficiente el material y economizando al mismo tiempo.

4.2.2. Maquinaria

El rendimiento de la maquinaria se refiere a la capacidad que tendrá en producir el trabajo destinado en un determinado tiempo. Es importante mencionar que para este informe no se tomará en cuenta la maquinaria destinada a movimientos de tierra, sino que específicamente al equipo destinado a la construcción de edificios, los cuales pueden ser: camiones de volteo, excavadoras mecánicas, palas excavadoras, roto martillos, máquinas de

perforación de pozos y pilotes, carretillas elevadoras para traslado de material, grúas móviles, grúas de torre, concreteras, vibradores para concreto, torres de iluminación, bombas, entre otros.

Esta información puede ser proporcionada por proveedores, vendedores y en las especificaciones del equipo; sin embargo, el rendimiento puede ser afectado por el buen o mal uso, deterioro y depreciación de la misma, condiciones desfavorables, entre otros.

El buen análisis del rendimiento de maquinaria tiene repercusiones en lo económico debido a que por lo general este tipo de equipo es alquilado por tiempo o por trato, que generan un costo a la meta de trabajo; por lo tanto, se busca mantener funcionando dicha maquinaria por el tiempo de alquiler; y por consiguiente, tendrá repercusiones en el tiempo, ya que la finalidad es automatizar procedimientos como la elaboración de concretos, traslado de material y demás, que facilitan el trabajo de cada etapa, que optimizan los tiempos de los trabajadores.

4.2.3. Mano de obra

En nuestro medio la construcción continúa siendo uno de los sectores industriales más dependientes del factor humano; se define rendimiento de mano de obra como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por un equipo, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/hH (unidad de medida de la actividad por hora hombre).

Tabla VIII. **Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra**

Eficiencia en la productividad	Rango
Muy baja	10-40 %
Baja	41-60 %
Normal (promedio)	61-80 %
Muy buena	81-90 %
Excelente	91-100

Fuente: BOTERO BOTERO, Luis. *Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción*. p. 11.

Existen diferentes métodos para calcular la productividad en el trabajo:

- La experiencia
- La información documental
- El análisis de tiempos y movimientos
- La medición directa en obras similares

4.2.4. Cálculo de rendimiento de mano de obra por medio de la experiencia

Consiste en el cálculo de los rendimientos por medio de la experiencia en trabajos anteriores. Según el Ing. Gustavo Adolfo Hurtarte en su tesis *Manual de cuantificación de materiales para urbanizaciones y edificaciones* en la página 30 considera que es la mejor alternativa para calcular el rendimiento real de la mano de obra, pero no siempre es así.

El problema es que muchas veces se carece de documentación detallada de los tiempos reales en trabajos anteriores y se recurre a suposiciones lo que resulta muy impreciso y subjetivo.

Para que la experiencia pueda servir como referencia se requiere de múltiples mediciones bien documentadas en obras anteriores, en circunstancias similares.

4.2.5. Cálculo de rendimiento de mano de obra por medio de la información documentada

Se pueden encontrar infinidad de tablas de rendimientos de mano de obra, el problema con otras fuentes es que no siempre está bien especificada y se desconoce la metodología y las condiciones en las que se midieron los trabajos.

Es importante tener noción clara de las condiciones en las que se documentó la información, ya que las condiciones en las que se desarrolla un mismo trabajo pueden variar por diferentes situaciones. Entonces, se debe calcular estadísticamente o en promedio el tiempo necesario para el mismo trabajo en dos o tres obras similares para tener más precisión, un ejemplo de variación en los rendimientos por las condiciones de clima y de suministros.

4.2.6. Cálculo de rendimiento de mano de obra por medio de mediciones directas en obras similares

Consiste en medir el tiempo real que toma la realización del trabajo, pero como se explicó anteriormente, para tener certeza de que se pueden usar esas mediciones se deben de efectuar otras del mismo trabajo en condiciones

similares con criterios estadísticos. De lo contrario, se tendrá un margen de error muy elevado que afectará los rendimientos dramáticamente.

Una de las desventajas de este método es que cuando se está midiendo la productividad real en obra; esta tiende a incrementarse dado que el administrador se encuentra presente y supervisando de modo personal la operación; entonces, es necesario que cuando se hagan mediciones reales se aplique un factor de coeficiente que nos permita encontrar la productividad real, como se detalla en el siguiente punto.

4.2.7. Rendimiento y productividad real

Aun cuando en los países en vías de desarrollo no se han realizado estudios profundos sobre el tema, se considera que el factor de productividad real es similar al de los países desarrollados, si bien las causas que lo afectan son diferentes (socioeconómicos, idiosincrasia, política, entre otros).

En un estudio que para el caso del trabajador de la industria de la construcción en Estados Unidos se demuestra que la productividad real se encuentra afectada por los factores siguientes:

- Retardos administrativos decrementa la productividad 20 %
- Métodos ineficientes de trabajo la afectan 20 %
- Restricciones de trabajo afectan 15 %
- Tiempo personal del trabajador afecta 5 %

Es decir, en total la productividad disminuye un 60 % o, en otras palabras, solo el 40 % del tiempo de trabajo es productivo. Entonces, la productividad

medida en sitio debería de afectarse por este factor para encontrar el rendimiento real.

5. TRABAJO DE GABINETE + CRONOGRAMAS: USO DE SUMINISTROS Y FLUJOS

En este capítulo se desarrollará la importancia y función de la información recopilada durante la etapa de gabinete la cual comprende: estudio de planos, cuantificación, planos de taller, todo lo determinado en el capítulo 3, y la información recopilada en los cronogramas de ejecución, todo lo determinado en el capítulo 4.

El factor primordial e importante de optimizar en toda construcción es el tiempo, debido a que si este es descuidado puede tener repercusiones graves a tal punto de disminuir o eliminar la rentabilidad de un proyecto; esto es porque en toda construcción el buen uso o desperdicio de tiempo se transforma en el buen uso o desperdicio de dinero.

El estudio estratégico en optimización de recursos, sean materiales, equipo y mano de obra, que conlleva a la elaboración efectiva del trabajo, es uno de los propósitos primordiales de la planificación, lo cual su buen uso repercute en tiempos efectivos; en otras palabras, la planificación tiene como finalidad realizar las etapas constructivas de manera eficiente al menor costo.

En los capítulos anteriores se desarrolló la importancia de la elaboración de cronogramas de ejecución; además, se mencionó que las partes importantes para tener éxito en este proceso es tener tiempos verídicos basados en un análisis de rendimiento de mano de obra, material y equipo. Pero algo de mucha importancia es tener los recursos suficientes en los tiempos indicados de cada actividad de trabajo, con la finalidad de darle fluidez a los cronogramas de

ejecución, debido a esto se ve la necesidad de realizar un nuevo cronograma de flujo que indique el uso de suministros durante el proceso constructivo, que será congruente con el desarrollo de los cronogramas de ejecución, debido que es conveniente tener claro la cantidad de materiales, equipo y mano de obra a un tiempo prudencial antes de iniciar con la etapa de trabajo.

La planificación de recursos y su cronograma puede seguir con el siguiente procedimiento:

- Elaboración de una lista detallada de todos los principales grupos de recursos que intervienen en la ejecución del proyecto.
- Cuantificación de los requerimientos asociados a los recursos.
- Construcción del cronograma de flujo de suministros.

Cuando la planificación de recursos se aborda de esta forma, sistemáticamente, es poco probable pasa por alto detalles importantes. Para facilitar esta labor hay que repasar que, en el documento elaborado queden claros los siguientes elementos:

- Tareas: lista de tareas del proyecto.
- Porcentaje completado: permite mostrar el grado en que cada tarea ha sido completada.
- Estado de la tarea: informa sobre posibles retrasos o cancelaciones, pero también de cuando se da por concluida.

- Fecha de inicio: indica la fecha prevista para el comienzo de la tarea.
- Fecha estimada de finalización: expresa la fecha prevista para el fin de la tarea.
- Fecha de finalización real: muestra la fecha en que se completó la tarea.
- Asignación de tareas: apunta el nombre del propietario o responsable de la tarea.
- Prioridad de la tarea: establece si es alta, media o baja.

Para optimizar la planificación puede resultar conveniente construir un plan de recursos, identificando todos los recursos necesarios para completar el proyecto en global.

En este plan se ha de incluir también un calendario de previsiones que determine cuando se usará cada recurso. Para su elaboración es importante tener en cuenta todas las hipótesis y las limitaciones calculadas durante el proceso de planificación de los recursos. En proyectos de reducidas dimensiones, puede ser suficiente con tomar cada actividad enumerada en el plan de proyecto y asignar un recurso a la misma, tarea que no tiene mayor complicación y puede simplificarse aún más mediante la utilización de herramientas o softwares, sin embargo en proyectos más grandes o más complejos hay que elaborar un buen plan de recursos que asegure que las necesidades en materia de recursos quedan satisfechas, evitando que durante la ejecución surjan problemas de categoría, cantidad, compatibilidad o calendario.

Para la elaboración del cronograma de flujo de suministros se pueden seguir los siguientes pasos:

- Elaboración de una lista detallada de todos los principales grupos de recursos que intervienen en la ejecución del proyecto.
 - Mano de obra
 - Equipos
 - Materiales
 - Descripción de cada categoría, incorporando los recursos y componentes individuales necesarios para cada grupo.
 - ✓ Mano de obra: identificar todas las funciones involucradas en la realización de cualquier actividad de las especificadas en el plan de proyecto. Incluir al personal de la empresa y también a cualquier personal externo o contratado en tareas específicas.
 - ✓ Equipos: identificar todos los que serán necesarios para completar el proyecto.
 - ✓ Materiales: los necesarios para producir los entregables físicos y otros materiales. Es importante la precisión, ya que de este listado derivarán tanto la lista de recursos como la programación de gastos.
- Cuantificación de los requerimientos asociados a los recursos:

- Mano de obra
 - Hacer una lista de los roles que se necesitan para dividir las responsabilidades del proyecto.
 - Identificar el número de personas necesarias para cada cometido.
 - Describir las responsabilidades inherentes y las habilidades requeridas.
 - Especificar el marco de tiempo donde se encuadra su actuación en cada caso, en relación con el cronograma de ejecución, fecha de comienzo y de finalización de sus obligaciones.

- Equipos
 - Crear una lista donde se recojan todos los equipos que intervendrán en el proyecto.
 - Cuantificar la cantidad necesaria de cada equipo.
 - Describir el propósito de cada equipo y su relación con las distintas actividades y tareas.
 - Anotar las especificaciones técnicas de cada equipo.

- Acotar el plazo temporal en que se requerirá la presencia del equipo, concretando fecha de inicio y fin.
- Material
 - Crear un listado de materiales necesarios para la ejecución del proyecto.
 - Especificar en qué cantidad han de ser utilizados.
 - Concretar en qué momento del proyecto se produce su necesidad de uso, contemplando la fecha de inicio y de fin.
- Construcción del cronograma de flujo de suministros

Una vez que ya se ha recogido toda la información necesaria para elaborar una planificación de recursos de proyecto detallada, el siguiente paso es hacer una lista de mano de obra, equipo, materiales y otros recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto identificando los periodos que se necesitarán en una lista de recursos.

Una lista de recursos detallada permite a un director de proyecto identificar la cantidad total de cada tipo de recurso necesaria, sobre una base diaria, semanal o mensual. Esta herramienta puede aumentar su precisión si se contrasta con las hipótesis formuladas en el proceso de planificación de los recursos y las restricciones, limitaciones identificadas durante la elaboración del trabajo de gabinete.

5.1. Suministros

Las organizaciones, independientemente de su actividad productiva, requiere de suministros para su funcionamiento y cumplimiento de objetivos.

Los suministros son los productos, bienes, equipos, materiales de construcción, de aseo, papelería y demás, necesarios para garantizar el funcionamiento de una empresa o en este caso etapas de construcción. Una de las funciones del sistema de suministros es el abastecimiento de lo que se considera necesario, proveer lo necesario para realizar las funciones de las diferentes áreas de la empresa.

Cuando se habla de suministrar, se hace referencia al acto de proveer todo lo necesario, en relación a materiales, equipo y mano de obra, para la elaboración de cualquier etapa de construcción, sin embargo, los suministros forman un activo muy grande el cual es necesario distribuirlo según su uso, debido a que estos representan, desde el punto de vista financiero, una proporción considerable del capital del proyecto.

El estudio del sistema de suministros debe ser realizado durante la etapa de planificación, por los siguientes motivos:

- Refiriéndose a materiales de construcción, debe manejarse un stock considerable en las bodegas, el cual debe ser analizado según el porcentaje de avance para evitar el desperdicio o la falta de producción y mejorar el control.
- En el caso del equipo debe considerarse el tiempo justo que será utilizado ya que por lo general estos son alquilados pagando el tiempo productivo e

improductivo que esté en obra, esto sin considerar el costo de los consumibles durante su uso, que también son suministros.

- En el caso de mano de obra debe considerarse en qué momento serán necesarios los diferentes equipos de trabajo, debido a que estas personas deben ser reclutadas con un tiempo preventivo antes de iniciar cada uno con la etapa de trabajo que le corresponde.

El apéndice 1 se describe los suministros utilizados para las diferentes fases constructivas de manera genérica las cuales pueden ser tomadas de referencia.

5.2. Flujos

Por lo general, la inversión de un proyecto de construcción, en este caso refiriéndose a un edificio bajo régimen de propiedad horizontal, es proporcionada por entidades con un alto poder adquisitivo, que busca la inversión y crecimiento de ganancias o beneficios, estas entidades pueden ser: bancos, financieras, entidades públicas y privadas, sociedades anónimas, inversiones extranjeras, entre otros. Por lo general, la inversión de estos proyectos es de muy alto precio debido que, desde el punto de vista financiero, cubrir con los suministros necesarios para el buen desarrollo de las etapas de construcción significa una inversión y salida de altos montos de dinero.

La finalidad de los flujos de caja es hacer que el gran capital o movimiento de dinero que debe invertirse en materiales, equipo y mano de obra, el cual significa el costo directo total del proyecto, se distribuya de manera proporcionalmente al porcentaje de avance durante la ejecución del cronograma de obra. Esto permitirá un mejor control financiero al profesional encargado de

la obra y un panorama amplio que permita saber cuándo serán necesarias las salidas de dinero.

El flujo de caja es el registro de todos los ingresos y egresos a la caja a lo largo del tiempo. Dicho flujo se puede proyectar para efectos de la evaluación de la viabilidad de un proyecto.

La construcción del flujo de caja es un ejercicio que tiene como objetivos:

- Determinar la viabilidad financiera del proyecto.
- Definir si la empresa o el proyecto bajo análisis tienen la capacidad de generación de valor.
- Analizar la liquidez del proyecto.
- Analizar los efectos que tendría la financiación en la rentabilidad y liquidez del proyecto.

La elaboración de flujos durante la etapa de planificación de un proyecto, será útil para la entidad que provea el financiamiento económico, esto es porque esta herramienta refleja las fechas importantes donde la inversión se incrementa según el avance del proyecto.

La elaboración de los flujos se determina a través del cronograma de suministros, esto es porque este determinará el tiempo adecuado que deben de comprarse, alquilarse o contratarse todo aquello que sea necesario para la elaboración de las etapas de construcción; es por eso que el cronograma de suministros se determina a través del cronograma de ejecución del proyecto, ya

que este indicará el inicio y fin de las etapas así como el desarrollo del proyecto; por lo tanto, la congruencia entre estos tres es de mucha importancia, ya que permitirá tener veracidad en los tiempos de ejecución haciendo que el trabajo de gabinete y planificación de cualquier proyecto tenga éxito.

6. DEFINICIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LABORATORIOS EN SECO

La investigación de los laboratorios en seco se realizó a través de diferentes visitas de campo en diferentes proyectos relacionados a la construcción de propiedad horizontal y además se analizó la planificación profesional elaborada en los mismos; por lo tanto, se determinó que los laboratorios en seco es una parte fundamental incluida en la etapa de gabinete, la elaboración de los mismos es un trabajo realizado en campo y es posible que sea el primer contacto directo con el terreno ya urbanizado en donde se construirá la edificación.

Para este momento de la planificación se han revisado y estudiado profundamente los planos constructivos y de taller, cuantificado los materiales según el diseño de planos finales, el cual da lugar a la elaboración de una matriz de materiales equipo y mano de obra; además, la elaboración, a través de una secuencia lógica, definición de etapas de trabajo y alcance de las mismas los diferentes cronogramas de obra, dando lugar con el programa general y la matriz de cuantificación al programa de suministros; por último, la elaboración de flujos de caja respecto a materiales, mano de obra, subcontratos y equipos.

La finalidad de los laboratorios en seco es la de ensayar de manera real lo que anteriormente se estudió y plasmó en planos, el cual permite identificar posibles problemas, de medidas y modulación, o bien encontrar una manera más práctica de hacer el trabajo que lo propuesto en el diseño, todo esto antes de empezar con la construcción formalmente.

Por ejemplo, en el emplantillado del block se realizará una prueba en seco para determinar la funcionalidad de la modulación del block a fin de disminuir los ajustes; otro caso puede ser el encofrado de los muros o columnas de concreto, en donde se ensayará la colocación y armado de las piezas de la formaleta moduladas con dimensiones estándar, estos se realizan en el terreno donde se asentará la obra a construirse. Además, durante este proceso se aprovecha a realizar las diferentes capacitaciones al personal que manipulará equipo de encofrado y demás.

Estos ensayos serán determinados y planificados durante la etapa de estudio de planos y podrán ser los que sean necesarios con la finalidad de comprobar la eficacia de las fases de construcción donde implique la colocación de piezas moduladas por dimensiones estándar y serán determinados por el profesional a cargo de la planificación; un factor importante a tomar en cuenta es el tipo de sistema estructural, esto determinará la forma de cómo se harán los ensayos; sin embargo, se pueden mencionar los siguientes laboratorios en seco para ampliar el concepto de los mismos y además serán básicos en la planificación de edificios bajo régimen de propiedad horizontal:

6.1. Encofrado de elementos estructurales verticales (muros y columnas)

En construcciones de edificios con sistemas estructurales conformados por muros de corte este ensayo es de mucha importancia, esto es debido a que por lo general el sistema de encofrado está formado por planchas con dimensiones definidas modulares las cuales pueden ser: 2,40 m, 1,20 m, 0,60 m, de largo y 2,44 m de alto; estas serán colocadas a capricho de las dimensiones y espesores de los muros indicado en los planos acotados.

El laboratorio en seco permite probar la efectividad de la modulación de la formaleta propuesta en los planos de taller antes de empezar formalmente el proceso constructivo permitiendo encontrar posibles errores o detalles no posibles de modulación en el proceso real; además, esto dará lugar a la búsqueda de nuevos sistemas y posibles soluciones con el fin de emplearlos formalmente durante el proceso constructivo disminuyendo y logrando tiempos más compactos de trabajo.

Este proceso de prueba permite la capacitación y organización de los grupos encargados del manejo de la formaleta.

Es necesario que antes de realizar este ensayo la torre deberá estar localizada y trazada con un equipo de topografía con los muros marcados con cal. Dicha prueba solo se hará para los muros y columnas del primer nivel.

Los elementos utilizados durante este proceso son los siguientes:

- Planos de taller de modulación de formaleta acotada.
- Equipo de formaleta: esto dependerá del material con que se trabajará el encofrado: Planchas de encofrado, alineadores, tensores, puntales, esquineros, topes, entre otros.
- Herramientas de medición: niveles de burbuja, hilo de nylon, escuadras, cinta métrica y plomo.
- Equipo de trabajo.
- Procedimiento

- Es importante que el terreno donde será construida la edificación ya esté nivelada a la cota final según el plano de plataformas en la urbanización, se procede a ubicar y marcar con ayuda de topografía los muros del primer nivel.
- Una vez ubicado los muros se procede a colocar, con la ayuda de los planos de taller de encofrado, las planchas y demás equipo de formaleta necesario para poder fundir los muros del primer nivel; este paso deberá quedar perfectamente cómo se realizará durante la fase de encofrado en el proceso formal constructivo; es decir, la formaleta estará apuntalada, nivelada, a escuadra y con plomo.
- Se realiza una inspección para ubicar los posibles errores, desfases e incongruencias a mejorar antes de empezar la construcción de la edificación, o si todo está bien a dar el visto bueno de la funcionalidad de lo que se planificó en planos.

Este procedimiento será útil para muros de corte o columnas en los sistemas de construcción de marcos.

6.2. Ubicación de refuerzo longitudinal estructural en elementos verticales

Este laboratorio en seco consiste en ubicar todos los pines de refuerzo estructural el cual conforman el acero longitudinal en los bordes y al centro de los muros, o bien en las secciones de columnas, con diferentes finalidades; para los muros es importante conocer la ubicación exacta del acero el cual permitirá chequear el traslape de estructura con las instalaciones

hidrosanitarias, esto es importante específicamente para los diámetros de tubería en drenajes sanitarios ya que se puede generar un estorbo o traslape con el refuerzo del muro, este chequeo permitirá tomar la decisión de mover pines o bien la tuberías en donde se genere un congestionamiento o traslape que perjudique la integridad estructural del muro.

Por lo general, los diámetros de tuberías utilizados en este tipo de construcciones pueden ser de 2", 3", 4" el cual se debe tener en consideración, si el corrimiento del pin fuera muy drástico puede proceder a correr la tubería, pero debe tomarse en cuenta que esto significa que el diseño del drenaje variará proporcionalmente al movimiento. Estos corrimientos solo serán válidos realizarse en el acero longitudinal al centro del muro, nunca en el acero de los bordes.

Se debe tener en consideración la ubicación de mangas que permitirá el paso de tuberías que atraviesan el muro, ya que esta no debe interrumpir con el acero longitudinal al centro de los muros, además es importante mencionar que para las tuberías de agua potable no habrá problema; esto es porque los diámetros de las mismas varían entre $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " lo cual por su poca dimensión no repercute significativamente.

Por lo general, si existiera algún problema de esta índole, se procede a mover la ubicación del acero de refuerzo el cual será corrido aproximadamente una distancia no mayor a 15 cm a la derecha o izquierda, el cual no afectará a la integridad de cálculo del refuerzo de muro.

Otra utilidad que tiene este ensayo es la distribución y cuantificación exacta del acero longitudinal al borde y al centro de los muros, por lo general en los planos solo va indicado el calibre del acero y su distribución, por ejemplo:

No.3 @ 0,25 m en toda la longitud del muro; el laboratorio en seco permitirá ver de manera física esta distribución, así como su simetría y por lo tanto la verificación de la cuantificación específicamente en el acero de refuerzo al centro del muro.

No es necesario colocar las varillas de los calibres mostrados en el plano estructural de armado de muros y columnas, para realizar este chequeo pueden ser acero con diámetros pequeños de alta resistencia con una longitud de 50 cm empotrados en el suelo, ya que lo que se pretende es solo tener una representación real de la distribución formal del acero durante la etapa de construcción.

Los elementos utilizados durante este proceso son los siguientes:

- Plano de armado estructural de muros y columnas con todas las especificaciones incluidas.
- Varillas de acero cortas que representen la posición real del refuerzo longitudinal de muros y columnas.
- Herramientas de medición como cinta métrica y colocación como martillos.
- Equipo de trabajos armadores.
- Procedimiento
 - Así como en el ensayo de laboratorio en seco anterior el terreno donde será construida la edificación ya esté nivelada a la cota final

según el plano de plataformas en la urbanización, se procede a ubicar y marcar con ayuda de topografía los muros del primer nivel.

- Con la ayuda de los planos se procede a ubicar y empotrar al suelo las varillas que representarán cada refuerzo estructural.
- Se procede a colocar los circuitos de drenaje hidrosanitarios para identificar los posibles traslapes que provocarán corrimientos en los pines.
- Realizar las correcciones y anotaciones en los planos constructivos.

6.3. Colocación de instalaciones hidrosanitarias

Los circuitos encargados de la distribución de agua potable y evacuación de las aguas servidas están formados por tuberías rígidas de diversos materiales, pero más común de PVC con diferentes resistencias; la particularidad de estas tuberías es que no son flexibles, por lo tanto, se ve la necesidad de utilizar accesorios que permitirán la circulación del flujo en las direcciones necesarias requeridas por el sistema.

Durante el diseño de redes hidrosanitarias, que posteriormente fue plasmado en el plano de instalaciones, se considera que el movimiento del flujo solo puede ser de manera lineal o con cruces a 45° y 90° por medio de accesorios; esto provoca la necesidad de comprobar físicamente que los circuitos conduzcan el flujo de agua potable a los artefactos y el flujo de aguas servidas a las bajadas de aguas negras (BAN) o bajadas de aguas pluviales

(BAP) de manera precisa y exacta, esto quiere decir que el uso de accesorios sea funcional para los requerimientos de diseño.

Además, durante este ensayo puede aprovecharse a verificar si es posible utilizar las pendientes de los drenajes sanitarios y pluviales que se indican en planos, esto se puede verificar desde el punto más bajo que por lógica sería las bajadas hasta el artefacto más lejano a la misma; esto se vuelve muy importante cuando existen gradas en los baños ya que la elevación por pendientes de tubería está limitada a la altura de la grada la cual no puede superar los 20 cm.

Es importante mencionar que durante el ensayo no es necesario utilizar pegamento solvente, a menos que se planifique ensayos de presión de agua específicamente para las redes de agua potable.

Además, este ensayo puede realizarse de manera paralela al ensayo de ubicación de pines de refuerzo estructural en muros, ya que así se podrá hacer un traslape de instalaciones y estructura mucho más verídico.

Los elementos utilizados durante este proceso son los siguientes:

- El plano de instalaciones de agua potable, drenaje sanitario y drenaje pluvial, con dimensiones que permitan la ubicación de las tuberías, y todas las especificaciones necesarias para el armado de los circuitos.
- Equipo de medición: metro, nivel de burbuja, sierras, y todo lo necesario para realizar trabajos de plomería.

- Tuberías y accesorios indicados en los planos de instalaciones, es recomendable utilizar los diámetros según cada diseño de circuito.
- Equipo de trabajo de plomería.
- Procedimiento
 - Así como en el ensayo de laboratorio en seco anterior, el terreno donde será construida la edificación ya esté nivelada a la cota final según el plano de plataformas en la urbanización, se procede a ubicar y marcar con ayuda de topografía los muros del primer nivel.
 - Se ubican las bajas tanto de drenajes sanitarios como pluviales.
 - Se arman los circuitos de instalaciones de agua potable, drenajes sanitarios y pluviales.
 - Se identifican las tuberías que irán embebidas en los muros de concreto, las mangas que los atraviesan y todos aquellos lugares donde puedan existir algún problema con la finalidad de dar una solución antes de iniciar la construcción formalmente.
 - Hacer las anotaciones respectivas que darán el visto bueno o los cambios necesarios en los planos.

6.4. Emplantillado de block

El ensayo o prueba de laboratorio en seco en emplantillado de block consiste en colocar la primera hilada de ladrillos en las partes donde se indique muros de mampostería, considerando las dimensiones de sisas. Es importante mencionar que el plano donde se muestra el emplantillado ya haya sido realizado como plano de taller o bien en los planos estructurales del edificio; por lo general, estos muros solo son divisorios de ambientes y no forman parte del sistema estructural del edificio.

Es importante considerar que el armado de acero en los muros es mínimo por lo tanto no se tendrá problemas con el traslape de las instalaciones hidrosanitarias.

El emplantillado debe quedar nivelado, también debe garantizar el buen trazo y las dimensiones correctas de los ambientes de la edificación ya que de esta forma servirá de guía para el levantado de muro; además, se debe considerar la colocación del amarre del levantado la cual puede ser de sogas o amarre de cabeza.

Las dimensiones del block tendrán 39 cm de largo, 14 cm, 9 cm o 19 cm de ancho y 19 cm de alto; debido a esto y la longitud de los muros los blocks tendrán que ser modulados tratando de utilizar piezas completas o mitades; sin embargo, por las dimensiones no modulares de los muros se deberán utilizar ajustes los cuales tendrán que ser determinados y revisados durante este ensayo.

Se le denomina ajuste a todo block que será cortado a dimensiones diferentes a la mitad la cual se utiliza para cumplir con las longitudes de muros;

es importante mencionar que dichos ajustes generan desperdicios en los bloques por lo tanto se busca la manera de utilizar la menor cantidad posible.

Los elementos utilizados durante este proceso son los siguientes:

- El plano de emplantillado con dimensiones y distribución de blocks indicados.
- Herramientas de medición como metro, hilo de nylon, plomo, niveles de burbuja, y todo lo utilizado en la construcción de levantado de block.
- Cantidades de block necesarias para colocar la primera hilada de todos los muros indicados en planos, con las dimensiones especificadas en los mismos.
- Equipo de trabajo de albañilería.
- Procedimiento
 - Así como en el ensayo de laboratorio en seco anterior, el terreno donde será construida la edificación ya esté nivelada a la cota final según el plano de plataformas en la urbanización, se procede a ubicar y marcar con ayuda de topografía los muros divisorios de mampostería del primer nivel.
 - Se procede a colocar la primera hilada del emplantillado considerando los espesores de sisas, amarre del levantado tipo soga o cabeza, con las dimensiones de longitud de muros

indicados en los planos; esto permitirá saber qué cantidad, tipos y dimensiones de ajustes serán necesarios.

- Verificar la funcionalidad del emplantillado propuesto en los planos y chequear si existe una manera más eficiente de colocar el block.
- Verificar las esquinas, o enlaces tipo T, si existieran ya que por lo general en estas áreas se colocan pines de acero y eslabones que amarran la unión, se deberá verificar que el armado quede de buena manera y no forzado.
- Realizar las anotaciones necesarias en los planos.

7. DESARROLLO DE MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

“Se definen métodos constructivos al grupo de mecanismos o procedimientos racionales empleado para el logro de un objetivo, en este caso específicamente al cumplimiento de las etapas de construcción en la elaboración de un edificio bajo régimen de propiedad horizontal. La metodología determinará el camino y la forma de hacer los pasos que den lugar al cumplimiento de las metas trazadas”.¹¹

La elaboración de planificación y un trabajo de gabinete efectivo inicia con la definición del método constructivo a utilizar el cual será determinado desde el primer paso durante el estudio de planos constructivos finales de la edificación; esto es porque, la definición de los planos de taller, elaboración de la matriz de cuantificación, elaboración de las metas y equipos de trabajo, cronogramas de construcción, programa de suministros, flujos de caja y planificación de ensayos de laboratorio será de manera distinta y específica según el método constructivo que se defina desde el principio.

La elección del método constructivo estará íntimamente ligado al tipo de sistema de construcción el cual dependerá de la estructura de la edificación; es decir, durante el estudio de planos se conocerá a profundidad el sistema estructural que sostiene la edificación para dar lugar a la elección del sistema de construcción que más se adecue a la misma.

Los sistemas de construcción se definen como el conjunto de elementos y unidades de un edificio que ejecutadas con una técnica adecuada forman una

¹¹ Concepto Definición. *Metodología*. <https://conceptodefinicion.de/metodologia/>.

organización funcional con el fin de dar lugar al cumplimiento de las metas de trabajo. A continuación, se definen cinco sistemas de construcción que pueden ser utilizadas según las exigencias de las especificaciones estructurales.

7.1. Construcción tradicional

“Es el sistema de construcción más difundido y el más antiguo, basa su éxito en la solidez, nobleza y durabilidad de los materiales. Se entiende por sistema constructivo tradicionales aquellos que tienen un sistema de industrialización bajo consideraciones de sistemas constructivos artesanales, donde la producción se realiza con equipos simples, herramientas de mano, y mano de obra simple, este sistema puede ser usado para construcciones mayores de cinco pisos a pesar de que su realización es lenta y pesada.”¹²

Características del sistema tradicional

- Los muros de ladrillo o bloques de concreto tienen una buena capacidad portante por lo que son suficientes para soportar las plantas en varios niveles. Para más alturas se acompaña de refuerzos o pilares especiales.
- Se trata de un sistema de muros con mayor masa que el sistema de madera y Steel framing lo que permite su utilización como acumuladores de calor dentro de un diseño bioclimático.

¹² Blog de arquitectura. *Sistema constructivo tradicional*. <http://blogdearquitectura-juli.blogspot.com/p/sistemaconstructivo-tradicional-podemos.html>.

- Por las características de los muros tienen un buen comportamiento acústico por sí mismos al margen de la ayuda aportada por el asilamiento incorporado.
- El sistema es de construcción húmeda e implica un mayor tiempo en el proceso de construcción, pero facilita las modificaciones sobre el diseño original.
- Es un sistema en el que es fácil incorporar la solución de fachadas ventiladas.

“Por lo general, el sistema estructural tradicional se basa en el uso del concreto armado; por lo tanto, los procesos más comunes pueden ser: la creación de armaduras de varillas de acero estructural encargadas de soportar las fuerzas externas de la edificación, el encofrado, fundición, desencofrado y curado del concreto, esto a lo que se refiere la obra gris.”¹³

La secuencia constructiva será estudiada y definida en el proceso de elaboración de las etapas de trabajo; sin embargo, puede mencionarse la siguiente secuencia:

- Estructura portante (cimientos).
- Súper estructura (marcos estructurales, muros de concreto o mampostería).
- Pisos.
- Techo.
- Ventanas

¹³ Blog de arquitectura. *Sistema constructivo tradicional*. <http://blogdearquitectura-juli.blogspot.com/p/sistemaconstructivo-tradicional-podemos.html>.

- Puertas
- Cableado eléctrico
- Sistemas de agua potable
- Detalles
- Acabados en paredes y techos
- Pintura

Los principales elementos estructurales se clasifican en:

- Cimientos de concreto reforzados, el cual puede ser por medio de pilotes, losas de cimentación, cimientos corridos, zapatas aisladas, entre otros.
- Columnas de concreto reforzado, estas pueden ser columnas aislada exenta, columna adosada, columna embebida.
- Vigas de concreto reforzado, entre las cuales pueden ser vigas empotradas, en voladizo o simplemente apoyada.
- Losas de entrepiso, puede clasificarse en unidireccionales o bidireccionales, de acuerdo al material estructural pueden clasificarse como reforzados o pretensados.

Es importante mencionar que la planificación desarrollada en este trabajo de graduación está centralizada en el uso de un método constructivo bajo un sistema tradicional.

7.2. Construcción *steel framing*

El sistema de construcción se desarrolla en base a la investigación del ingeniero Roberto Guillermo Carlos Dannemann en su trabajo titulado *Manual de Ingeniería de Steel Framing. Construcciones entramadas de aceros* en su 2da edición.

El *steel framing* es un sistema constructivo abierto en el cual la estructura resistente está compuesta por perfiles de chapa de acero estructural galvanizado de muy bajo espesor, junto a una cantidad de componentes o subsistemas funcionando como un conjunto.

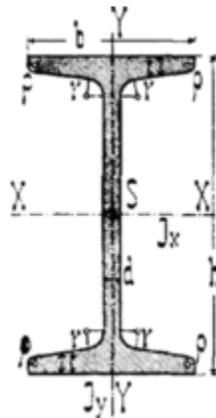
En Estados Unidos se le denomina *light steel framing* y es una técnica constructiva que utiliza un esqueleto de columnas y vigas de perfiles pesados llamados perfiles IPN que hicieron y hacen posibles la construcción de rascacielos.

Un perfil IPN es un tipo de producto laminado cuya sección tiene forma de doble T también llamado I y con el espesor denominado normal. Las caras exteriores de las alas son perpendiculares al alma, y las interiores presentan una inclinación del 14 % respecto a las exteriores, por lo que las alas tienen un espesor decreciente hacia los bordes. Las uniones entre las caras del alma y las caras interiores de las alas son redondeadas. Además, las alas tienen el borde con arista exterior viva e interior redondeada.

Tanto en España como en Hispanoamérica se le conoce simplemente como *steel framing* que significa bastidor o cuadro (*frame*) de acero (*steel*) debido a la utilización de los perfiles galvanizados armados en forma de cuadros de entre 2 y 4 metros de lado, los cuales pueden ser prearmados en el

suelo y luego colocados verticalmente o incluso; también, pueden ser armados en un taller y ser transportados a la obra en construcción mediante un transporte adecuado.

Figura 1. **Perfil IPN**



Fuente: Wikipedia la enciclopedia libre. *Perfil IPN*, <
https://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_IPN> Consulta: 25 de agosto 2019.

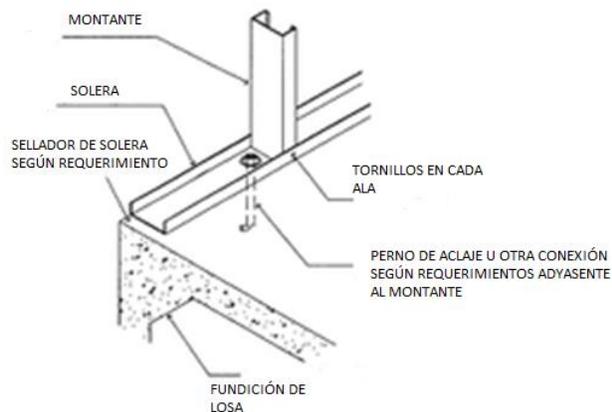
Los perfiles del sistema son fabricados a partir de chapas de acero galvanizadas de espesores reducidos por conformado en seco. Los perfiles predominantes son los denominados montantes en forma de C que se instalan en posición vertical a 40 o 60 cm de distancia entre sí y se atornillan en sus extremos a los perfiles denominados solera, de forma en U, que forman los bordes horizontales superiores e inferiores del entramado. Se emplean estos entramados en forma de paneles, piso por piso, anclando las soleras inferiores al piso inferior y la solera superior al cielo y piso superior.

Estos entramados son cubiertos luego con placas de revestimientos tipo *oriented strand board* (OSB) al lado exterior, cartón yeso al lado interior y aislantes como lana de roca o lana de vidrio, separados con una barrera de

vapor, atornilladas a la estructura; constituye de esta manera un sistema de construcción en seco, por lo cual se distingue de la construcción tradicional húmeda de albañilería.

Los perfiles son de espesores de 0,55 mm hasta 2,5 mm, con anchos de ala entre 30 y 90 mm y alturas desde 35 hasta 350 mm según sean las exigencias estructurales a que se hallan sometidos. Los montantes pueden llevar perforaciones para permitir el paso de ductos y cables de la instalación eléctrica y de agua potable.

Figura 2. **Conexión de muro con fundición de losa**

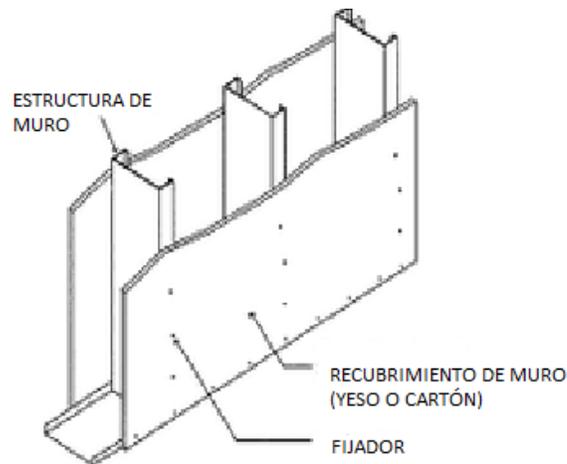


Fuente: DANNEMANN, Roberto Guillermo Carlos. *Manual de ingeniería de Steel Framing construcciones entramadas de acero*. p. 75.

Una de las características fundamentales del proceso constructivo es su condición de montaje en seco.

A continuación, se enumeran algunas características que lo describen de manera general, las cuales fueron mencionadas por la empresa ConsulSteel, consultores en *steel framing*, en su artículo web *¿Qué es el Steel Framing?*:

Figura 3. **Arriostramiento de montante con recubrimiento**



Fuente: DANNEMANN, Roberto Guillermo Carlos. *Manual de ingeniería de Steel Framing construcciones entramadas de acero*. p. 75.

- No existen restricciones respecto de las características arquitectónicas ni de la situación geográfica de la obra, prácticamente cualquier proyecto pensado en sistema tradicional puede convertirse en *steel framing*.
- Estructura: se compone de un conjunto de perfiles de acero galvanizado de muy bajo espesor, separados entre sí generalmente cada 40 o 60 cm.
- Montaje: se realiza sobre fundiciones tradicionales, con la ventaja de que las cargas por peso propio introducidas por la construcción son mucho menores que el caso del sistema tradicional.
- Cerramientos: tanto en los interiores como los exteriores son en general resueltos mediante la colocación de distintos tipos de placas sujetas a la estructura metálica con tornillos auto perforantes.

- Terminaciones exteriores: el sistema admite una gran diversidad, incluyendo placas cementicias, revoques, elastoplásticos, entablonados e inclusive terminaciones tradicionales como ladrillo o piedra.
- Eficiencia energética: se consigue un muy elevado nivel de aislación térmica mediante el uso de materiales aislantes en la cavidad interior de los paneles resultantes, con el consiguiente ahorro de costos por consumo de energía para calefacción o refrigeración.
- Instalaciones: se distribuyen por el interior de la estructura, a través de las perforaciones previstas en la perfilería. Así disminuyen considerablemente los tiempos de instalaciones y se facilitan futuras eventuales reparaciones o modificaciones.

El *steel Framing* provee una gran flexibilidad de diseño, mayores luces que en soluciones de madera y mucho menores pesos propios que las soluciones de hormigón armado. De allí su ventaja de empleo en países en los cuales pueden ocurrir terremotos.

Es una solución que puede reducir costos y tiempos de obra y constituye una solución contemporánea, semi industrializada y con la eficiencia aportada por la estandarización.

Otras de las muchas ventajas del *steel framing* es que todos los materiales utilizados provienen de las marcas más reconocidas del mercado nacional e internacional que cumplen con normas de calidad total ISO 9000 y certificaciones IRAM. En el caso de los perfiles de acero galvanizado, cada uno de estos trae impresa la fecha de producción de cada partida, la bobina de

acero exacta con su respectiva fecha de fabricación y los operarios a cargo durante esa determinada fecha se pueden seguir.

Steel framing utiliza aislamientos térmicos y acústicos, lo que lo hace apto para cualquier clima y reduce en forma significativa los gastos de energía en calefacción y aire acondicionado. Las viviendas construidas con *steel framing* son térmicamente más eficientes y reducen las patologías propias de la obra húmeda.

Con el *steel framing*, los plazos de obra se reducen con respecto a la construcción tradicional, ya que gran cantidad de tareas se pueden realizar en forma simultánea. Esta rapidez de terminación permite un rápido retorno del capital, convirtiéndose en el sistema más atractivo para los inversores.

7.3. Construcción *balloon frame*

Se denomina *balloon frame*, cuya traducción desde el inglés podría ser armazón de globo, a un tipo de construcción de madera característico de Estados Unidos y de ciudades como Valparaíso en Chile, consistente en la sustitución de las tradicionales vigas y pilares de madera por una estructura de listones más finos y numerosos, que son más manejables y pueden clavarse entre sí. Esta tipología constructiva produce edificios, normalmente viviendas de una o dos plantas, más ligeros y fáciles de construir.

Con este sistema de construcción y su actual evolución, *platform frame*, están edificadas la gran mayoría de viviendas en los Estados Unidos de América y Canadá

- Orígenes

Ballon frame surgió en los Estados Unidos durante el siglo XVIII, como adaptación de las viviendas de madera europeas a los medios disponibles en el país americano, caracterizado por la abundancia de madera y la escasez de carpinteros y mano de obra calificada en aquel entonces.

En la página web Wikipedia: la enciclopedia libre en el artículo *Ballow Frame* menciona que, mediante el aligeramiento de las piezas de la estructura, listones de 1x2 pulgadas, se consiguió sustituir las juntas de carpintería, que eran excesivamente complicadas de realizar para personal no calificado en los Estados Unidos empleando en su lugar simples clavos.

Aunque la transición entre la estructura tradicional europea y el concepto de *balloon frame* se produjo gradualmente a lo largo de más de un siglo, se atribuye su desarrollo a la ciudad de Chicago y en particular a Augustine Taylor y a George Washington Snow, alrededor del año 1832.

Este tipo de construcciones fue fundamental para la colonización del Oeste americano y es la imagen típica que aparece en los edificios de las películas del género western.

Con su evolución se han realizado todo tipo de proyectos en el mundo, logrando viviendas de altísima calidad y que en muchos casos están en pie después de casi dos siglos.

“Argentina tiene un alto potencial para desarrollar este sistema constructivo ya que tiene alta disponibilidad de maderas cultivadas como pino, álamo y eucalipto que se adaptan muy bien a este sistema de construcción.

Respecto del cultivo de árboles, Argentina ostenta una de las tasas de crecimiento más importantes de mundo en especies forestales como el eucalipto o el pino. Además, hay una alta disponibilidad de tierras para expandir la superficie forestada y alimentar un desarrollo de la construcción con madera con un material renovable y reciclable.”¹⁴

Algunas de sus características son:

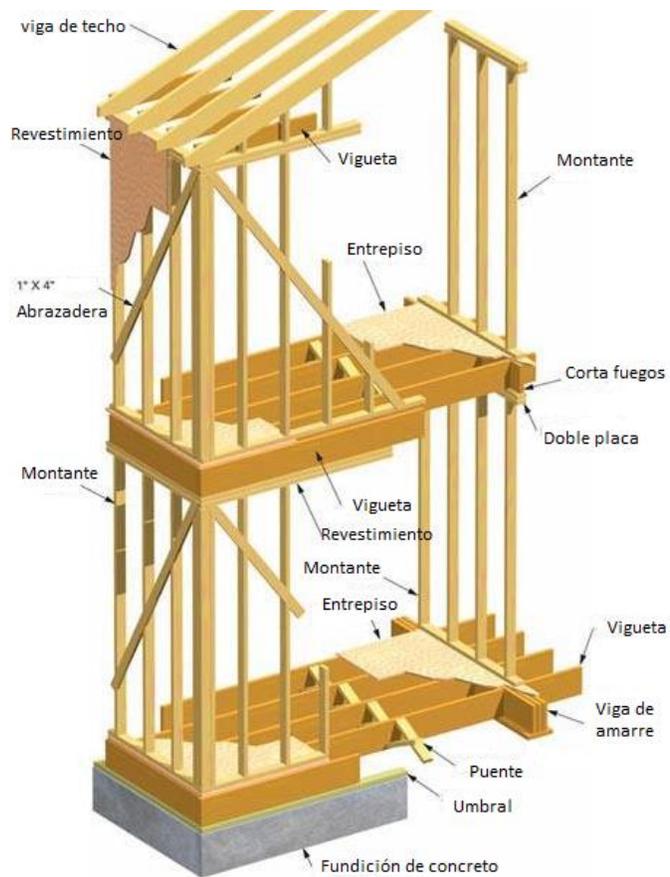
- Mantenimiento: es similar al de una construcción de material.
- Clima: Cualquier región del país es apta para este tipo de construcción, ya que la madera tiene un tratamiento previo dependiendo de la zona donde se utilizará.
- Fuego: El riesgo de incendio es el mismo en cualquier tipo de vivienda, lo importante es que la estructura de tiempo a evacuar. La madera permite a los bomberos calcular el daño rápidamente con una inspección ocular.
- Insectos: debajo del 19 % de humedad, la madera es inmune al ataque de insectos xilófagos y hongos.
- Aislación: una de sus grandes ventajas es su gran aislamiento térmico y acústico. Son eficientes en cualquier clima.

El sistema constructivo se determina de la siguiente manera, en primer lugar, se construye la cimentación de hormigón armado (Platea), con refuerzo de acero estructural, sobre esta cimentación se incorporan los paneles

¹⁴ Wikipedia: la enciclopedia libre. *Ballow frame*.
https://es.wikipedia.org/wiki/Balloon_frame.

construidos en cada planta e instalaciones, una vez realizadas estas, se procede al total aislamiento térmico y acústico. Finalmente, se procede a realizar los revestimientos exteriores e interiores contratados, y a realizar los acabados finales con los más finos detalles de terminación.

Figura 4. **Ejemplo de ballon frame en dos plantas**



Fuente: Madera y Construcción. *Sistema de construcción platform frame: la evolución del ballon frame* < <http://maderayconstruccion.com.ar/sistema-de-construccion-platform-frame-la-evolucion-del-ballon-frame/>> Consulta: 7 de octubre del 2019.

Este sistema es poco usual en nuestro medio, esto es debido a que Guatemala es una zona altamente sísmica y este sistema estructural no soporta con la demanda de los diseños sísmicos para edificios de varias plantas y como se indicó anteriormente es un sistema utilizado mayormente para casas de dos niveles.

7.4. Construcción paneles estructurales

Según el ingeniero Enzo Vergara, en su trabajo de investigación titulada *Paneles covintec: sistema de paneles estructurales con barrera térmica y acústica*, se define como un sistema el cual está formado de una estructura electro soldada tridimensional de alambre y de un núcleo de poliuretano o poliestireno, la estructura se recubre con concreto transformándose en un producto con propiedades estructurales térmicas y acústicas que dan por resultado un sistema constructivo simple.

Figura 5. Panel estructural SIP



Fuente: VERGARA, Enzo. *Paneles covintec: sistema de paneles estructurales con barrera térmica y acústica*. <https://www.archdaily.mx/mx/623632/en-detalle-sistema-de-paneles-covintec?ad_medium=gallery> Consulta: 20 de enero de 2019.

Los paneles estructurales (SIP) sus siglas en inglés Structural Insulated Panels, es un sistema que fue planteado en los Estados Unidos por Winter Panel Corp y desde 1981 comenzó la construcción de SIP; esta empresa obtuvo el premio nacional norteamericano de eficiencia térmica en la construcción de casas habitación.

La experiencia en el terremoto de Kobe en 1995 y en el tornado de Tennessee en 2002 demostró la potencia de la industria de este tipo de panel.

Debido al significativo éxito térmico y robustez estructural del sistema Winter Panel fue elegida por la National Scientific Foundation de Estados Unidos para suministrar los kits constructivos para las bases que esa organización tiene en el Polo Sur y en Groenlandia.

Las viviendas y el proceso han sido importados por Alemania, Canadá, España, Filipinas, Israel, Japón, Portugal y Chile bajo términos de compra franquicia o licencia.

- Características del sistema
 - Aislamientos

Sus niveles de aislamiento térmico se traducen en un ahorro de energía que a modo indicativo se puede decir que es cerca del 40 %, tanto para los ciclos de calefacción como de refrigeración.

El aislamiento acústico constituye una de las mejores ventajas del sistema constructivo.

- Ignifugo

El polietileno expandido empleado para la fabricación de los paneles, las pruebas de resistencia al fuego realizadas sobre placas construidas con panel han demostrado una alta resistencia.

- Sismo resistente

Ensayos de laboratorio realizados sobre un prototipo de dos plantas en escala real, han demostrado resistente a solicitarse superiores al efecto de un sismo de primera categoría sin sufrir daño de alguna clase.

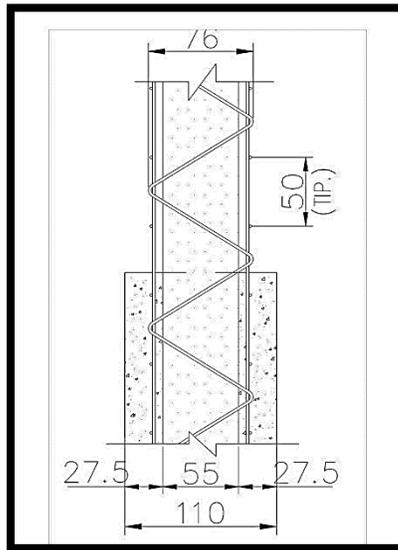
El panel estructural corresponde a un muro de 1,22 x 2,44 mt, alcanzando un peso de sólo 11 kilos, (3,7 kg x m²) que se compone por una malla estereométrica de acero galvanizado calibre #14 (2,03 mm) electrosoldada, un alma de prismas de poliestireno expandido de 5,50 cms de espesor de densidad mínima 10,00 kg/m³ y una terminación de estuco de 2,75 cm en cada cara una vez que el muro es montado en obra.

La malla tridimensional es fundamental en la composición de la estructura del panel y se arma en base a dos elementos; una escalerilla de retícula triangular dispuesta verticalmente cada 50 mm y una malla de unión de retícula cuadrada que sirve como refuerzo. La malla se separa en 9,5 mm del poliestireno para permitir un correcto amarre del mortero aplicado a cada cara del panel después de su montaje.

- Panel de losa

El panel de losa posee una composición similar al panel de muro, con la diferencia que su sistema estructural requiere de refuerzos horizontales de acero tanto en su interior como en los anclajes a muros, y una terminación superior de hormigón gravillado de 5 cms de espesor.

Figura 6. **Panel estructural con malla de acero electro soldada**



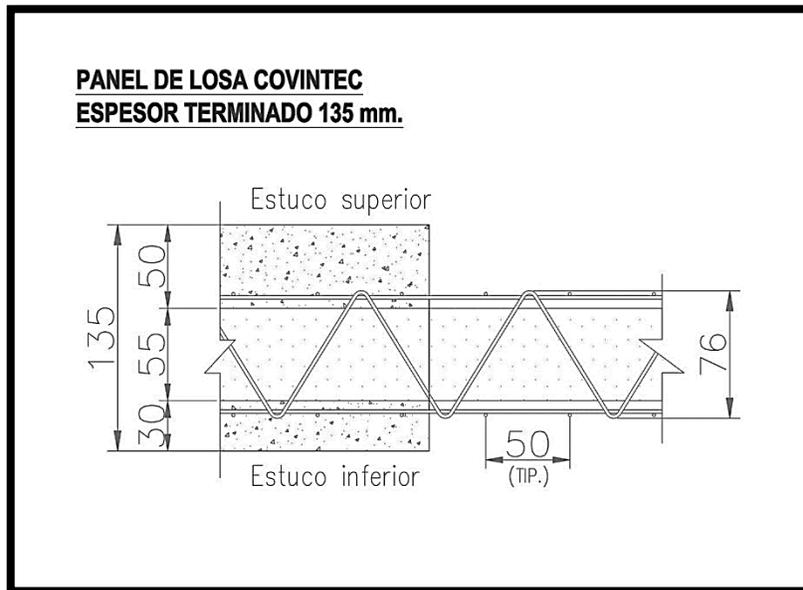
Dimensiones dadas en mm.

Fuente: VERGARA, Enzo. *Paneles covintec: sistema de paneles estructurales con barrera térmica y acústica.* <https://www.archdaily.mx/mx/623632/en-detalle-sistema-de-paneles-covintec?ad_medium=gallery> Consulta: 20 de enero de 2019.

- Anclajes y uniones

Existen diversos modos de unión y anclaje que varían según la disposición, material o elemento constructivo, sobre el cual se requiera la conexión.

Figura 7. **Panel de losa**



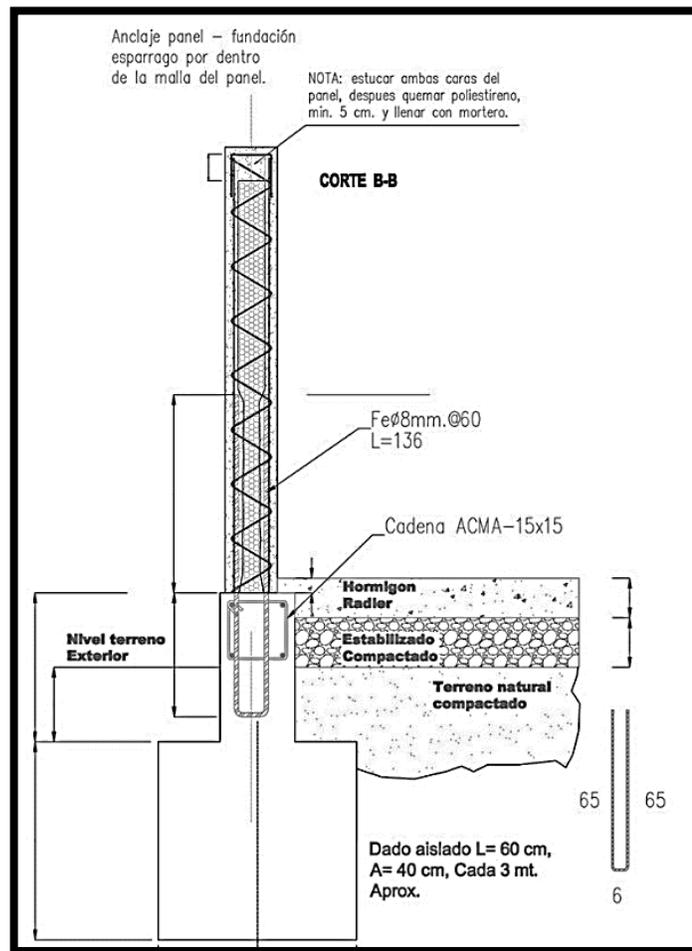
Dimensiones dadas en mm.

Fuente: VERGARA, Enzo. *Paneles covintec: sistema de paneles estructurales con barrera térmica y acústica.* <https://www.archdaily.mx/mx/623632/en-detalle-sistema-de-paneles-covintec?ad_medium=gallery> Consulta: 20 de enero de 2019.

La versatilidad del sistema estructural de los paneles, permite que las uniones se adecuen a diversos sistemas constructivos, desde albañilerías y estructuras metálicas, hasta estructuras de madera.

El anclaje al cimiento se basa en esperas de acero que tiene una altitud de 65cm de alto en forma de U embebidos en el cimiento como se muestra en el plano, esto con la finalidad de dejar introducir los paneles.

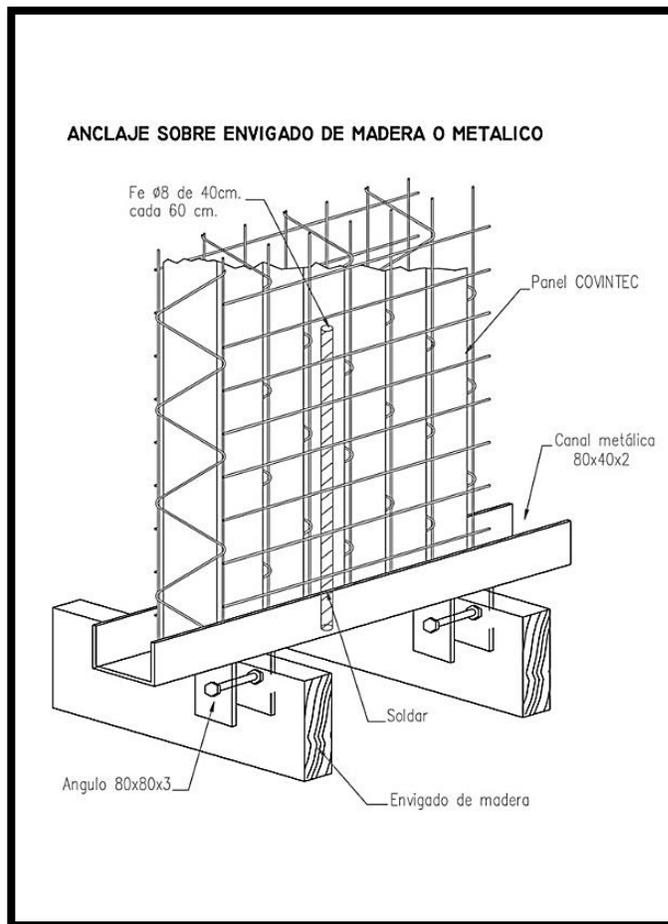
Figura 8. Anclaje sobre viga de concreto



Fuente: VERGARA, Enzo. *Paneles covintec: sistema de paneles estructurales con barrera térmica y acústica.* <https://www.archdaily.mx/mx/623632/en-detalle-sistema-de-paneles-covintec?ad_medium=gallery> Consulta: 20 de enero de 2019.

El encofrado de los paneles puede realizarse con material de encofrado normal como tablonés, planchas de madera o aluminio siguiendo el mismo concepto para el encofrado de muros de concreto.

Figura 9. **Anclaje sobre viga de madera o metal**

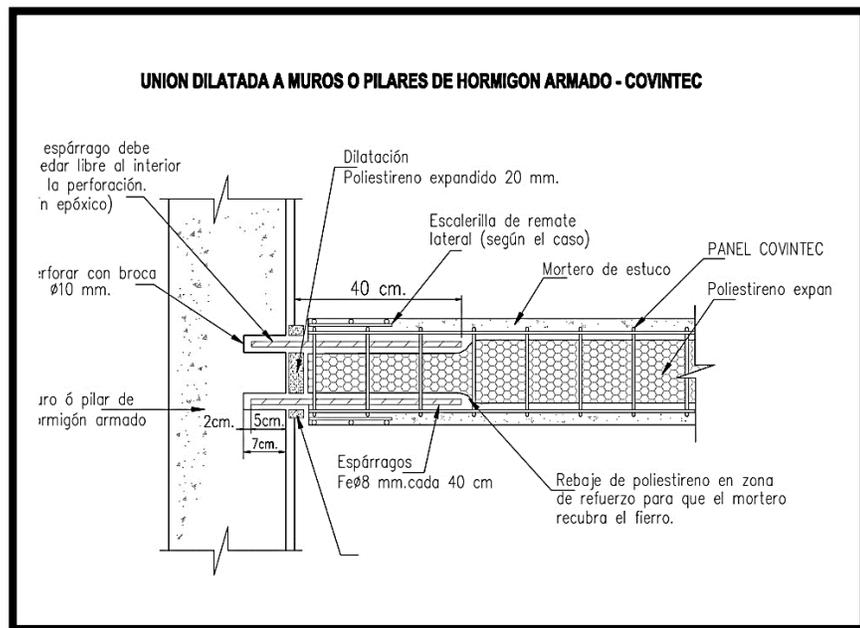


Fuente: VERGARA, Enzo. *Paneles covintec: sistema de paneles estructurales con barrera térmica y acústica.* <https://www.archdaily.mx/mx/623632/en-detalle-sistema-de-paneles-covintec?ad_medium=gallery> Consulta: 20 de enero de 2019.

Todos los nodos estructurales como ángulos, empalmes y todas las áreas sometidas mayormente a esfuerzos están reforzadas con porciones extra de

malla metálica galvanizada electro soldada para garantizar una mejor continuidad en los paneles.

Figura 10. **Unión dilatada a muros o pilares de concreto armado**

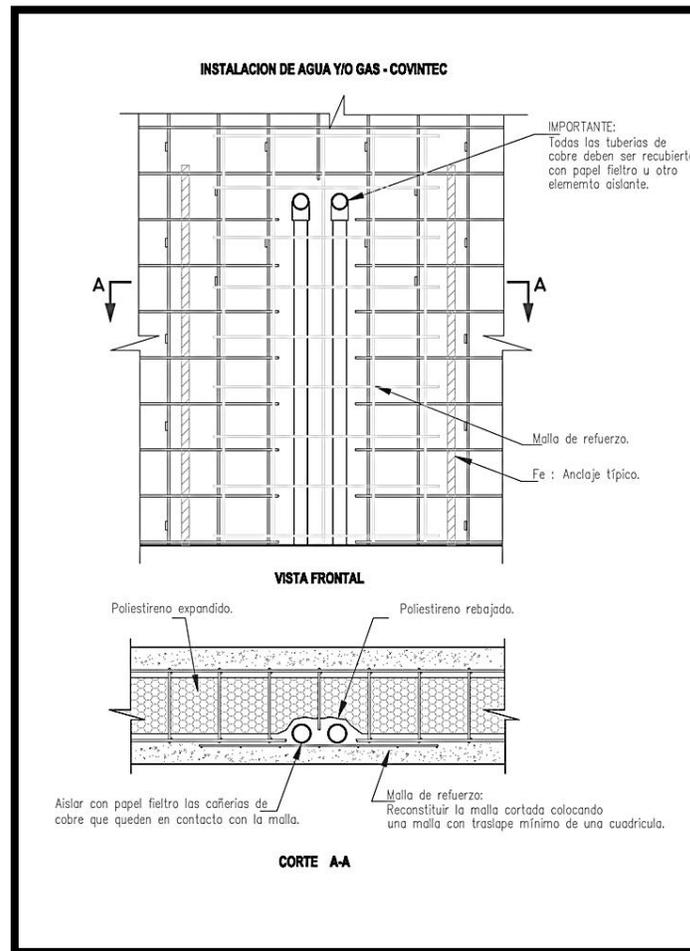


Fuente: VERGARA, Enzo. *Paneles covintec: sistema de paneles estructurales con barrera térmica y acústica*. <https://www.archdaily.mx/mx/623632/en-detalle-sistema-de-paneles-covintec?ad_medium=gallery> Consulta: 20 de enero de 2019.

- Colocación de Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas

Al poseer alma de poliestireno, el sistema de paneles permite que el montaje de las instalaciones de agua o gas sea fácilmente instalado, debido a que solo requiere un corte en la malla de refuerzo y un rebaje en el poliestireno para el posicionamiento de las tuberías.

Figura 11. **Instalación de agua y/o gas en paneles estructurales**



Fuente: VERGARA, Enzo. *Paneles covintec: sistema de paneles estructurales con barrera térmica y acústica.* <https://www.archdaily.mx/mx/623632/en-detalle-sistema-de-paneles-covintec?ad_medium=gallery> Consulta: 20 de enero de 2019.

Por último, se puede mencionar las siguientes ventajas y desventajas del uso de este sistema de construcción:

- Ventajas
 - Fácil transporte
 - Ahorro de mano de obra
 - Ahorro de tiempo
 - No requiere cimbra
 - Se puede combinar con otro sistema constructivo
 - Facilidad para las instalaciones
 - Menor desperdicio
 - Mayor resistencia
 - Ecológico

- Desventajas
 - El precio de cada panel es de muy alto costo
 - Se requiere de mangueras o tiradoras de concreto especiales

7.5. Construcción con células tridimensionales prefabricadas

“Para dar solución a la necesidad de un espacio habitable, seguro y confortante mediante un método de construcción y producción masivo que permitiera afrontar de forma cuantitativa la escasez de viviendas; se idealizó una técnica utilizando elementos tridimensionales: aquellos que sus piezas no están contenidas en un solo plano.”¹⁵

¹⁵ Blogger.com. *Sistema constructivo: células tridimensionales.*
http://genybe.blogspot.com/2013/08/sistema-constructivo-celulas_21.html.

Figura 12. **Construcción con células tridimensionales prefabricadas**



Fuente: Blogger.com. *Sistema constructivo: células tridimensionales* <
http://genybe.blogspot.com/2013/08/sistema-constructivo-celulas_21.html> Consulta: 21 de
febrero de 2019.

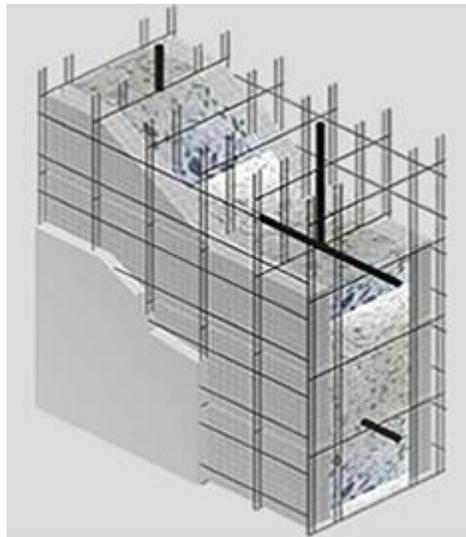
Los módulos tridimensionales son elementos constructivos espaciales de grandes dimensiones, que al finalizar su proceso industrial parten de las fábricas totalmente acabadas y equipadas.

Estos componentes suelen tener dimensiones de tres metros de ancho, por tres de alto y por diez de longitud, logrando un peso cercano a las veinte toneladas, considerando que su material constitutivo es hormigón armado.

Esta tecnología trata no sólo de industrializar la obra gruesa, sino que también incorpora en la prefabricación las instalaciones sanitarias, de provisión de agua y gas, las carpinterías, las aberturas y acabados finales de los paramentos. Así como los tabiques divisorios internos, o bien los muros y superficies exteriores, que dan como resultado un verdadero contenedor,

quedando estos perdidos una vez dispuestos en la obra, tal como cómo cajas apiladas.

Figura 13. **Estructura de módulo tridimensional**



Fuente: Blogger.com. *Sistema constructivo: células tridimensionales* <
http://genybe.blogspot.com/2013/08/sistema-constructivo-celulas_21.html> Consulta: 21 de
febrero de 2019.

De esta forma, se obtienen el producto terminado y listo para su inmediata utilización, fruto del planeamiento cuasi científico y milimétrico en el proceso productivo y de un elevado grado de mecanización en la puesta en obra.

El único inconveniente que presentan estos tipos de sistemas es que son poco versátiles depende de las limitaciones de tamaño dadas por las dimensiones estándares de viviendas y el más complicado es el peso de estos contenedores los cuales deben ser transportados y elevados por grúas para su colocación en su locación definitiva.

Por ello, algunos desarrolladores de sistemas tridimensionales, sobre todo, impulsados y financiados por gobiernos de turno y trabajadores sociales, quienes tienden a la inclusión y a la igualdad social, realizan solamente el módulo húmedo de la vivienda, donde se concentran la mayoría de las instalaciones de un hogar (baño, cocina y lavadero). Y de esta forma, cada familia puede generar su vivienda alrededor de este módulo espacial, según lo requiera la cantidad de integrantes o de habitaciones que desean tener.²⁴

Figura 14. **Construcción con células tridimensionales prefabricadas**



Fuente: Blogger.com. *Sistema constructivo: células tridimensionales* <
http://genybe.blogspot.com/2013/08/sistema-constructivo-celulas_21.html> Consulta: 21 de
febrero de 2019.

La finalidad de este capítulo es mostrar la importancia que tiene la buena elección del sistema de construcción a utilizar durante el proceso constructivo de la edificación, ya que de esta dependerá la planificación y elaboración de todo el trabajo de gabinete; es decir, cada sistema de construcción tendrá una manera diferente de ser planificado, esto debido a que los procesos

constructivos, equipo de trabajo, materiales, cuantificaciones y demás será totalmente diferente.

Además, este capítulo tiene como finalidad mostrar los diferentes tipos de sistemas de construcción de manera general, tratando de resumir las ventajas, desventajas, características y los procesos de construcción de las mismas. Este trabajo de graduación está focalizado en la planificación y trabajo de gabinete usando un sistema de construcción tradicional para el cual será válido utilizarlo específicamente en dicho sistema para utilizar otro sistema se ve la necesidad de investigar más a profundidad todos los procesos y características que este conlleve.

8. CASO PRÁCTICO: DESARROLLO DEL TRABAJO DE PLANIFICACIÓN DE UN EDIFICIO DE 5 NIVELES EN PROPIEDAD HORIZONTAL

Se desarrolla el siguiente capítulo para ejemplificar de manera práctica la elaboración de la planificación, trabajo de gabinete y cronogramas utilizados en la construcción de edificios dentro de la propiedad horizontal. Es por eso que se debe tomar en cuenta que la información representada en planos, cuantificaciones, precios de renglones y demás, es utilizada con fines didácticos por lo cual no es una fuente confiable que pueda utilizarse como base para proyectos reales.

8.1. Estudio de planos

Se procede a realizar el estudio de planos, lo cual inicia con el trabajo de gabinete.

8.1.1. Planos de arquitectura

El proyecto representado en planos, consiste en un edificio de apartamentos con 5 niveles y cada nivel con tres apartamentos de 62 m², un pasillo de acceso módulo de gradas como parte de las áreas comunes. Los ambientes descritos en la planta amueblada para cada apartamento son los siguientes:

- Sala, comedor y cocina
- Dormitorio principal con baño privado

- Dormitorio secundario
- Baño compartido
- Área de lavandería y secado de ropa

Las puertas serán de tres tipos de materiales diferentes: metálicas para ingreso principal y patio, enchapadas para cuartos y baños, de vidrio templado para puertas en duchas, todas las puertas tendrán dinteles de concreto, las ventanas serán de PVC blanco y aluminio gris según se indique en la planilla, los sillares serán de mampostería no estructural, tendrán una altura de un metro y uno cincuenta para ventana alta en baños, las ventanas del dormitorio principal y la sala familiar no tendrán sillares.

La textura interior como la exterior en muros será de material cementicio tipo alisado color blanco, para la losa será granceado en cielos, esto implicará la cuantificación de posibles resanes. El piso será de material cerámico de formato 43 cm x 43 cm y para duchas en baños tipo antideslizante.

Los azulejos están divididos en tres grupos: azulejo de 32 cm x 20 cm colocado en las paredes de ducha con una altura de 2,10 m, azulejo de 32 cm x 20 cm colocado en las paredes de baño con una altura de 1,10 m y azulejo con formato de 50 cm x 10 cm formado una franja de 40 cm a un metro del nivel de piso ubicado en la cocina.

El apartamento lleva zócalo de plycem en donde lo indica el plano y marcos de granito lavado en las ventanas de lado de la fachada del edificio. Además, los apartamentos poseen muros de tabla yeso con textura alisada en donde lo indica el plano.

8.1.2. Planos de estructura

El sistema estructural consiste en un modelo con muros de corte con espesor de 14 cm fundidos con concreto reforzado de $f'c=280$ kg/cm² y varillas de acero $f_y=4$ 200 Kg/cm², armados de la siguiente manera: como refuerzo principal en los bordes con los siguientes calibres No. 8, No. 6 y No. 4, estos confinados con eslabones de No. 3 a cada 25 cm, según la especificación del plano. El refuerzo al centro del muro con varillas colocadas en tresbolío a cada 25 cm con calibre de No. 3 y doble cama de estructomalla 6 x 6 7/7.

La cimentación consiste en una losa de cimentación fundida con concreto reforzado de $f'c=280$ kg/cm² y varillas de acero $f_y=4$ 200 Kg/cm², de espesor de 10 cm con cimientos corridos tipo CC1, CC2, CC3 con espesor de 35 cm, los calibres a usar serán No. 5, No. 6 y estructomalla 6 x 6 7/7 en donde lo indique el plano.

El sistema de losas consiste en armado de nervios fundidos *in situ* y bovedilla con dos diferentes dimensiones: de 20 cm de peralte con 12 cm de base para los apartamentos, para pasillos con peralte de 15 cm y 12 cm de base; esto con la intención de dejar diferencia de niveles entre pasillos de ingreso y apartamentos, el área de lavandería y secado será una losa deprimida con un espesor de 10 cm con armado de bastones calibre No. 3 a cada 30 cm y estructomalla de 4,5/4,5 6 x 6.

Para el armado de nervios serán con varillas de acero No. 3 para el refuerzo corrido y complementado con bastones para momentos negativos y positivos calibre No. 4 a L/4 y L/2 respectivamente según lo indique los planos. Los eslabones serán con varillas No. 2 a cada 15 cm.

Las vigas están clasificadas como V-101, con dimensiones de 40 cm de alto por 14 cm de base con acero corrido No. 3 y estribos No. 2 a cada 15 cm, V-102 (dinteles de puertas y ventanas), con dimensiones de 45 cm de alto por 14 cm de base con acero corrido No. 3 y estribos No. 2 a cada 15 cm, V-103 (gradas), con dimensiones de 30 cm de alto por 14 cm de base con acero corrido No. 3 y estribos No. 2 a cada 15 cm, y V-104 (voladizo), con dimensiones de con dimensiones de 15 cm de alto por 14 cm de base con acero corrido No. 3 y estribos No. 2 a cada 15 cm.

La solera con dimensiones de 20 cm de alto por 14 cm de base con acero de alta resistencia corrida de 6,20 mm y estribos 4,5 mm a cada 15 cm.

8.1.3. Planos de Instalaciones hidrosanitarias

Las instalaciones de agua potable serán de PVC con diámetro de 1/2", siendo estas las tuberías verticales que suben a los artefactos sanitarios y duchas, tubería de PVC con diámetro de 3/4" para tuberías horizontales que forman los circuitos cerrados en el apartamento, esto significa que cada artefacto tendrá un reductor de 3/4" a 1/2".

Los accesorios utilizados en el circuito son los siguientes: codos a 90° con diámetro de 1/2" y 3/4" en posición horizontal o vertical según indicaciones del plano, tee con diámetro de 1/2" y los reductores antes mencionados, es importante mencionar que según el estudio de planos se determina que no existe instalación de agua caliente, ya que no posee tubería especial y tampoco calentador solar, de gas o de ningún tipo. La alimentación del agua potable viene de dos ductos diferentes, por lo cual se deberá revisar el plano de urbanización que se refiere a acometida de agua potable y contadores.

Las tuberías tendrán una resistencia de 315 psi y serán unidas con cemento solvente por lo que es importante que se considere los accesorios con campana cementada

Los circuitos de drenaje sanitario serán de tuberías PVC con resistencia de 100 psi con los siguientes diámetros: 2" para tuberías verticales que vienen de los artefactos sanitarios y se conducen a la tubería principal de recolección, estos diámetros se indican en planta. 4" para la tubería de recolección principal hasta llegar a las bajadas de aguas negras (B.A.N) que serán de 6", las cuales están ubicadas en los dos ductos que tiene cada apartamento.

Los accesorios a utilizar serán con campana cementada y serán los siguientes: reductores de 4" a 2", sifones de 2" ubicadas en el drenaje de las duchas, lavamanos, lavaplatos ya que los demás artefactos tendrán sus sifones incorporados, tee sanitarias de 4", codos a 90° de 2" en posición vertical, estos sirven para conectar la tubería que viene de los artefactos hacia la red horizontal, codos a 45° de 2" y 4" colocados de manera horizontal en el circuito, yee de 4". El pegado de estas tuberías será con cemento solvente y en todo el circuito predomina una pendiente del 2 % la cual debe ser verificada en obra.

Los circuitos de drenaje pluvial consisten en tuberías verticales que captan el desalojo del agua en el techo del edificio, las cuales son denominadas B.A.P y tendrán los siguientes diámetros: 4" y 3" según lo indique el plano. Para el desalojo de agua en el techo que cubre el pasillo de ingreso será solamente con pañuelos con pendiente de 2 %. Es importante mencionar que para la buena conducción y control del agua pluvial el plano tiene considerado la elaboración de pañuelos con pendientes de 2 % para evitar el empozado del agua de lluvia en el techo.

Las tuberías tendrán una resistencia de 100 psi y serán unidas con cemento solvente por lo que es importante que se considere los accesorios con campana cementada.

8.1.4. Planos de Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas están separadas en circuitos de iluminación, fuerza y especiales controlados por un tablero de distribución con capacidad para 12 polos con capacidad de corriente 220 voltios con las siguientes líneas, 2 cables # 2 y 1 cable # 4.

Cada apartamento tendrá un circuito de iluminación con 10 unidades, dos circuitos de fuerza con 6 unidades para cada uno, además las líneas de lavadora/secadora, estufa eléctrica, microondas y calentadores eléctricos están separadas; es decir, tendrán un flipon para cada uno el cual debe considerar su capacidad especificada en el plano.

El calibre de los cables será de # 12 y # 14 para los retornos, # 8 para instalaciones 220 V, además se diferencian con los siguientes colores: rojo para líneas vivas, blanco para líneas neutras, amarillo para retornos y verde para tierra física.

Para la conducción de cable se utilizará PVC eléctrico de 3/4" con vueltas a 90° y 45°; además, en la cuantificación se incluyen plafoneras, cajas octogonales, interruptores simples, dobles, cajas rectangulares, y todo lo necesario para la construcción y el buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas del apartamento.

Es importante mencionar que no existe instalación para gas para estufa; es decir, solo puede ser eléctrica.

- Observaciones en planos
 - Para los sillares de mampostería no existe detalle de refuerzo ni emplantillado.
 - Se debe considerar un dintel de 15 cm de peralte en las puertas de baños ya que por la grada de instalaciones 20 cm las dimensiones actuales de los dinteles de 35 cm no son válidas.
 - Identificar cada caso de viga tipo V-102 en el plano se indica la posibilidad de utilizar 3 tipos de viga V.102 pero debe indicarse en planta que caso será.
 - Se identifica que los baños no poseen ventilación natural, lo cual es válido, pero será necesario colocar ventilación artificial por medio de extractor de olores el cual debe estar indicado en los planos de iluminación y la tubería de extracción de olores en los planos de instalaciones hidrosanitarias.
 - Revisar la posibilidad de agregar la conexión para estufa de gas, ya que solo existe instalación para estufa eléctrica, considerar la ubicación del tambo de gas en el área del patio.
 - No se indican sifones en las reposaderas del patio.
 - No existen reposaderas de emergencia en los baños.

8.2. Planos de taller

La determinación de los planos de taller irá relacionada con la experiencia constructiva del profesional a cargo, maestros de obra y mano de obra en general, sin embargo, es válido poder detallar lo más que se quiera los detalles constructivos a fin de mejorar la eficiencia y precisión de la construcción.

Después del estudio de planos se identifica la necesidad de pedir los siguientes planos de taller:

- Encofrado de losas
- Encofrado de muros
- Corte de acero del refuerzo principal y tresbolío en muros de concreto
- Indicaciones de alturas de acometida en instalaciones hidrosanitarias

8.3. Cuantificación de materiales

Se realizó la cuantificación de materiales conforme a lo representado en los planos constructivos adjunto en anexos, ver apéndice 3.

8.4. Análisis de rendimientos

En la siguiente tabla se encuentra un análisis de rendimientos donde se describe la cantidad realizada de un equipo de trabajo o bien material por día, esto con la finalidad de saber el tiempo de ejecución.

Tabla IX. Análisis de rendimientos

No.	Descripción	Cantidad rendimiento por día	Unidad	Equipo de trabajo (mano de obra)	Tiempo (días)	Equipos	Cuantificación en planos	Unidad2
1	Trazo y replanteo	75	m2	Dos albañiles, maestro de obra y un ayudante	3	1	224	m2
2	Excavación	3,2	m3	Un albañil y un ayudante	4,5	4	54	m3
3	Armado cimiento	25	qq	Un armado y un ayudante	2	2	93	qq
4	Fundición cimiento	7	m3	1thorl camión	1,5	12	78	m3
5	Armado de muros	25	qq	Un armado y un ayudante	2,5	4	120	qq
6	Encofrado de muros	6	m2	Un albañil y un ayudante	8,5	10	510	m2
7	Fundición muros	7	m3	1thorl camión	1	5,5	38	m3
8	Desencofrado y curado	45	m2	Un albañil y un ayudante	1,5	10	510	m2
9	Encofrado de losas	9	m2	Un albañil y un ayudante	5	5	212	m2
10	Armado de losas	25	qq	Un armado y un ayudante	1	3	62	qq
11	Fundición losas	7	m3	1thorl camión	1	3	20,63	m3
12	Desencofrado y curado	45	m2	Un albañil y un ayudante	1	5	212	m2
13	Armado y fundición gradas	1	u	Un albañil y un ayudante	3	3	1	u
14	Colocado de block 15cm	12	m2	Un albañil y un ayudante	2	2	18,21	m2
15	Resane en apto	130	m2	12 albañiles y 8 ayudantes	4,5	1	586	m2
16	Resane en pasillos	50	m2	5 albañiles y 3 ayudantes	2	1	91	m2
17	Prepiso (apartamentos)	36	m2	1 albañil y 5 ayudantes	4,5	1	168,01	m2
18	Prepiso (pasillos)	36	m2	1 albañil y 5 ayudantes	2	1	75	m2
19	Textura (muros)	12,5	m2	1texturero y 1 ayudante	4,5	8	400,53	m2
20	Textura (losa)	15	m2	1texturero y 1 ayudante	4,5	3	165,03	m2
21	Agua potable	1	Apto	Equipo contratista	1,5	1		Apto
22	Colocación de piso	8,5	m2	1pisoero y 2 ayudantes	5,5	4	166	m2
23	Colocación de azulejo	7	m2	1pisoero y 2 ayudantes	5,5	2	54	m2
24	Colocación de zocalo	30	m	1carpintero y 1ayudante	4,5	1	105	m
25	Resane exterior	30	m2	5 albañiles y 3 ayudantes	2,5	1	75	m2
26	Acabado exterior	8	m2	1texturero y 1 ayudante	4,5	2	75	m2
27	Impermeabilización	20	m2	1 albañil y 1ayudante	2	2	75	m2

Fuente: elaboración propia.

8.5. Cronograma de actividades, suministros y flujo de caja

A continuación, se presentan los diferentes cronogramas de actividades, suministros y flujo de caja utilizados dentro de la planificación y trabajo de gabinete de la construcción de un edificio de 5 niveles.

8.5.1. Cronograma general nivel típico de apartamentos

Se desarrolla el cronograma general de un nivel en base a los tiempos y rendimientos obtenidos en el inicio anterior, ver apéndice 4.

8.5.2. Cronograma diario etapa de trabajo: armado, encofrado y fundición de muros de corte

Se desarrolla el cronograma diario de una actividad en específica como lo es el armado encofrado y fundición de muros de corte, ver apéndice 4.

8.5.3. Flujo de suministros y caja

Determinación de listado de suministros de materiales, equipo y mano de obra para la etapa de trabajo: armado, fundición y desencofrado de muros de corte, ver apéndice 5.

8.5.3.1. Cronograma de suministros

Se desarrolla el cronograma de suministros para el desarrollo de actividades constructivas de armado encofrado y fundición de muros de corte, ver apéndice 5.

8.5.3.2. Cronograma de flujo de caja

Ver apéndice 5.

Se elaboró el cronograma diario, el análisis de suministros y flujo de caja con la etapa de trabajo armado, fundición y desencofrado de muros, esto con la finalidad de ejemplificar de manera general su elaboración, procedimiento que en la planificación de un proyecto real debe ser realizado para cada una de las etapas de trabajo.

8.6. Determinación de laboratorios en seco

Para tener una mejor planificación y prever posibles en obra se determina realizar los siguientes laboratorios en seco:

- Modulación y ubicación de pines estructurales en muros.
- Colocación de tuberías hidrosanitarias y eléctricas que quedarán embebidas en los muros de concreto.
- Modulación de encofrado de muros para determinar el posible uso de esquineros.
- Emplantillado de muros de block para sillares de ventanas.

8.7. Determinación de métodos constructivo

Luego del estudio de planos y la determinación de materiales especificados en los planos se determina que el método constructivo para este edificio será una construcción tradicional con muros de concreto reforzado, losa de cimentación y losa en dos direcciones con nervios de concreto elaborados in situ fundidos monólicamente al sistema estructural.

CONCLUSIONES

1. Se define de manera teórica el concepto de planificación como el proceso que determina, a través de la elección de los medios más convenientes, los pasos a seguir para alcanzar un determinado objetivo. El éxito de un proceso constructivo efectivo se determina en una buena planificación con un procedimiento adecuado que comienza desde la parte de gabinete con un estudio profundo y efectivo de planos que da lugar a una cuantificación minuciosa de recursos; y a través del análisis de rendimientos se puede elaborar los diferentes tipos de programaciones como los cronogramas de trabajo y flujos de recursos que servirán para el control y mejorar la productividad que evita tener costos escondidos producidos por la falta de recursos o el mal estudio de planos ya que elaboración de edificios tiende a ser un trabajo complejo, minucioso y repetitivo que requiere de mucha supervisión y control.
2. Para la construcción de edificios de concreto armado utilizados en la propiedad horizontal se puede determinar cuatro fases de construcción: subestructura o cimentación, superestructura, instalaciones eléctricas e hidrosanitarias y acabados, los cuales se compone de actividades específicas minuciosas, con secuencia lógica constructiva, que permite el desarrollo de elementos tangibles para el buen funcionamiento y habitabilidad del edificio. El análisis de actividades de prerrequisitos determinará la posibilidad de trabajar las fases de construcción de manera simultánea, siempre y cuando no se afecte la integridad de las demás actividades, esto ayudará a la reducción de tiempos dando lugar a un cronograma de trabajo más adecuado.

3. La determinación de cantidades de materiales, equipo y mano de obra, inicia con un estudio de planos constructivos y de taller para una primera revisión, con la finalidad de que toda la información necesaria para construir esté indicado en los planos se lleva a cabo una retroalimentación con la oficina de dibujo y diseño; la segunda revisión incluye un estudio minucioso y profundo del proyecto en general; además de todas las posibles complicaciones que puede tener; con base en esto se determinará las cantidades de materiales, equipo y mano de obra necesario para la elaboración de la edificación; estas cantidades deben ser ubicadas en las actividades, ordenadas con una secuencia lógica, de las fases de construcción determinadas anteriormente.
4. El análisis de rendimiento de materiales, equipo y mano de obra se determina con la cuantificación de áreas de trabajo indicadas en los planos constructivos versus los días laborales necesarios para su finalización; esto busca tener un parámetro de tiempo real que permita conocer la cantidad de unidades de trabajo según el tiempo en que se desea terminar; ya que los cronogramas de trabajo utilizados en la construcción de edificios bajo el régimen de propiedad horizontal buscan representar gráficamente la sumatoria del tiempo analizado y estimado de todas las actividades realizadas para la construcción de las diferentes fases.
5. Los cronogramas de trabajo pueden ser de actividades generales y actividades diarias; estas herramientas tienen la finalidad de proveer un mejor control de avance, orienta al profesional a cargo del estado de construcción y determina los tiempos estimados de entrega, los cuales repercute en el costo total de la obra. Para llevar a cabo y optimizar los

tiempos colocados en los cronogramas de trabajo se debe contar con los materiales, equipos y mano de obra que cada una de las etapas de construcción especifiquen; esto también es transformado en gastos y egresos de dinero lo cual da lugar a la elaboración de flujo de suministros y flujo de caja; estas herramientas también tienen la finalidad de dar un mejor control, administración de recursos, y especifica las fechas exactas de gastos generados por las actividades constructivas; los cuales van de la mano con el cronograma de actividades generales y diarias, la información necesaria es determinada con el estudio de planos constructivos y de taller, cuantificaciones, determinación de la secuencia lógica de actividades de trabajo y el análisis de rendimientos.

6. La finalidad de los laboratorios en seco es la de ensayar de manera real lo que anteriormente se estudió y plasmó en planos, que generalmente son los planos de taller, el cual permite identificar posibles problemas de medidas y modulación, o bien encontrar una manera más práctica de hacer el trabajo que lo propuesto en el diseño, todo esto antes de empezar con la construcción formalmente; estos ensayos deben ser previamente planificados pero es necesario que las plataformas de niveles donde estará situado el edificio ya estén bien identificadas. Este trabajo es el primer contacto real con el trabajo de campo.

RECOMENDACIONES

1. El profesional a cargo de la planificación y trabajo de gabinete debe revisar que no existan cambios drásticos de diseños, arquitectónicos, estructurales o de instalaciones durante esta etapa; esto es porque un cambio afectará en cualquier trabajo de gabinete realizado y puede llevar a errores en la determinación de cantidades de materiales, equipo y mano de obra que puede repercutir en costos elevados no considerados; por lo tanto dar inicio a la parte de planificación y trabajo de gabinete cuando los planos constructivos ya estén completamente terminados con diseños agotados.
2. Es importante que el profesional a cargo de la planificación sea el mismo quien estará a cargo de la obra; además, que tenga un estudio profundo de los planos constructivos así como el desarrollo y detalles que se especifique en los mismos, para que después del estudio de planos no exista ninguna duda respecto al diseño, arquitectónico, estructural e instalaciones de la edificación, si hubieran detalles constructivos que no estén bien definidos deberán ser estudiados y elaborados en planos de taller para que estos queden claros.
3. El profesional a cargo del trabajo de gabinete se debe encargar de planificar desde esta etapa alcanzar los rendimientos requeridos de materiales, equipo y mano de obra; esto para que los tiempos estimados de la finalización de las fases constructivas sea lo más cercano a la realidad, lo cual se logra a través de contar con personal capacitado, con experiencia en este tipo de construcciones; sin embargo, es necesario

planificar antes de iniciar inclusive con los laboratorios en seco, capacitaciones en donde se enseñará al buen uso y cuidado del equipo de formaleta de muros, de losas, entre otros. Cuando se tengan materiales nuevos es necesario hacer capacitaciones con los proveedores para aprender de las nuevas tecnologías en materiales, su aplicación y sus rendimientos.

4. Es importante que el planificador utilice holguras en los tiempos de ejecución en las fases de construcción, esto con la finalidad de prever cualquier imprevisto no manejable durante la etapa de planificación y construcción de cronogramas de trabajo; quedará a discreción y criterio de la experiencia del profesional.

BIBLIOGRAFÍA

1. CAMPOS VELA, Julio Roberto. *Manual de aplicación del dibujo en la ingeniería*. Trabajo de graduación de Arquitecto. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura, 2010. 351 p.
2. Consul Steel Consultores en Steel framing. *Qué es el Steel Framing*. [en línea]. <<http://consulsteel.com/quehacemos/que-es-el-steel-framing/>> [Consulta: 01 de agosto de 2019].
3. DANNEMANN, Roberto Guillermo Carlos. *Manual de Ingeniería de Steel Framing. Construcciones entramadas de aceros* 2a ed. Chile. Asociación Latinoamericana del Acero, Chile, Universidad de Chile, 2007. 164 p.
4. ESTRADA HURTARTE, Gustavo Adolfo. *Manual de cuantificación de materiales para urbanizaciones y edificaciones*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala. 1990. 173 p.
5. GARCÍA DE LEÓN, Nery William. *Método práctico para la elaboración de presupuestos de construcción*. Guatemala: Editorial Kamar, 2007. 134 p.
6. GUEVARA HERNANDEZ, Ana Leticia. *La escritura de constitución del régimen de propiedad horizontal, como instrumento que responda a la realidad guatemalteca*. Trabajo de graduación de Licenciatura

en Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, 2006. 202 p.

7. LIENHARD, John Henry. *Los motores de nuestro ingenio ballon frame houses*. [en línea]. <<http://www.uh.edu/engines/epi779.htm>> [Consulta: 25 de febrero de 2019].
8. LÓPEZ TARACENA, Liza Lorena. *El régimen de propiedad horizontal en Guatemala aspectos generales a considerar en el planteamiento y diseños de edificios multifamiliares en el área metropolitana*. Trabajo de graduación de Arquitectura. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura, 1989. 190 p.
9. ESCOBAR DONIS, Rafael. Renuncia al BANVI, *prensa Libre* del 8 de marzo 1990, 16-17 p.
10. Blogger.com. *Sistema constructivo: células tridimensionales*. [en línea]. <http://genybe.blogspot.com/2013/08/sistema-constructivo-celulas_21.html> [Consulta: 21 de febrero de 2019].
11. VERGARA, Enzo. *Paneles covintec: sistema de paneles estructurales con barrera térmica y acústica*. [en línea]. <https://www.archdaily.mx/mx/623632/en-detalle-sistema-de-paneles-covintec?ad_medium=gallery> [Consulta: 14 de enero de 2019].

APÉNDICES

Apéndice 1. Base técnica porcentaje de desperdicio según diámetro de varilla

El reglamento de construcción ACI 318-4 provee de las siguientes fórmulas para el cálculo de longitudes de desarrollo con las cuales se determinará las longitudes de empalmes y anclajes de cada varilla de acero según el calibre.

Definido esto se obtienen las siguientes dimensiones para la longitud de traslapes y anclajes:

Barra No.	Longitud en traslapes (m)	Anclajes Ld (m)
3	0,4	0,3
4	0,6	0,4
5	0,7	0,5
6	0,8	0,6
8	1,1	0,8

Para el cálculo de porcentaje de desperdicio para una varilla de cualquier calibre de longitud igual a 6 m:

$$\%_{\text{desperdicio}} = \frac{(\text{longitud en traslapes} + \text{Anclajes Ld})}{6} + 1$$

Por ejemplo, para la varilla No 3 será el siguiente cálculo:

Continuación del apéndice 1.

Primero se debe calcular en porcentaje la cantidad extra de varilla que deberá cuantificarse además de la longitud de viga, esto para considerar la longitud de traslapes y anclajes que existirán en la viga:

$$0,3m + 0,4m = 0,7m$$

Luego convertir esta cantidad en porcentaje considerando una varilla de 6 m.

$$\frac{0,3m + 0,4m}{6m} = 0,13$$

Esto determina que se debe considerar un 13 % más de varilla por lo tanto el porcentaje de desperdicio para una varilla No 3 de 6m será:

$$\%_{deperdicio} = 0,13 + 1 = 1,13$$

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Suministros utilizados en las diferentes fases constructivas**

El apéndice 2 fue elaborado en base a la descripción del proyecto desarrollado en el capítulo 8 y con los conceptos de los capítulos 3 y 4 de este trabajo de graduación.

Continuación del apéndice 2.

Etaapa constructiva de Sub-estructura:

UBICACIÓN TOPOGRÁFICA DE LA CIMENTACIÓN, TRAZO Y REPLANTEO		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Madera	Cuadrilla de topografía	Teodolito con trípode
Clavo de 3"	Albañiles	Estadal
Pintura para marcar ejes	Ayudantes	Nivel de burbuja
Cal hidratada para marcar zanjas		Hilos de nylon
		Martillo
		Barretas
		Manguera plástica transparente
		Lápices
		SERRUCHO
		Machete
		Cinta métrica
		Brochas
		Escuadrilón

EXCAVACIONES		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Consumibles y lubricantes para máquinas	Albañiles	Grúa excavadora (para pilotes)
	Ayudantes	Compactadoras
	Operadores de máquinas	Camiones de volteo
	Excavadores	Retro excavadoras
	(Equipo especial para hacer campanas de pilotes)	Palas
		Piochas
		Cobas
		Barretas
		Escantillón

INSTALACIONES ELECTRICAS E HIDROSANITARIAS BAJO PISO		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Accesorios PVC (codos, Tee, YEE)	Albañiles	Palas
Tubería PVC (diferentes diámetros)	Ayudantes	Piochas
Tubería HG (diferentes diámetros)		Cobas
Mampostería		Barretas
Morteros (Cemento arena)		Escantillón
Concreto (para tapaderas)		Carretas
		Nivel de burbuja
		Hilo de Nylon
		Plomo
		Escuadra

Continuación del apéndice 2.

Etaapa constructiva de Estructura:

ARMADO ESTRUCTURAL DE CIMIENTOS, ELEMENTOS ESTRUCTURALES VERTICALES, HORIZONTALES Y GRADAS		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Barras de acero	Armadores	Equipo especial para hacer
(Diferentes calibres de acero)	(Equipo especializado	Zunchos, estribos espirales.
Tacos de concreto	en armado estructural)	Tenazas
Alambre de Amarre		Grifas para dobleces
Estrucomallas		Sierras
		Cortadoras de acero
		Grúa para colocar armado
		de pilotes
		Grúas para traslado de material

LEVANTADO MUROS DE MAMPOSTERÍA		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Bloques de concreto, pómez	Albañiles	Hilos de nylon
o de barro cocido	Ayudantes	Nivel de burbuja
Cemento	Operador de máquina	Plomo
Arena de río	para traslado de material.	Escuadra
Piedrín		Carretas
Arena amarilla		Tonel con agua
Cal hidratada		Grifas
Barras de acero		martillo
(Diferentes calibres de acero)		Maquinaria para traslado de
Formaleta		material.
Clavos		Concreteeras mecánicas
Alambre de amarre		

ELEMENTOS PREFABRICADOS		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Barras de acero	Albañiles	Concreteeras mecánicas
(Diferentes calibres de acero)	Ayudantes	Martillos
Cemento		Molduras como formaletas
Arena de río		
Piedrín		
Formaletas		
Clavos		
Alambre de amarre		

FUNDICIÓN DE CIMIENTOS, ELEMENTOS ESTRUCTURALES VERTICALES, HORIZONTALES Y GRADAS		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Concreto:	Personal especializado	Camión Concreteero
Cemento	en fundiciones	Bombas para lanzado
Arena de río	Albañiles	Tubería para conducción
Piedrín	Ayudantes	de concreto
Agua		Botas de Hule
Aditivos		Vibrador para concreto
		Equipo para ensayos:
		Slump
		Compresión

Continuación del apéndice 2.

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES VERTICALES, HORIZONTALES Y GRADAS		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Alambre de amarre	Personal especializado	Sistemas de formaleta
Clavos	en encofrado y desencofrado	de madera y/o metálica
Ajustes de metal	Albañiles	Puntales
	Ayudantes	Parales
	Operador de grúa para	Tendales
	Traslado	Vigas tipo I
		Tablas, tablones,
		Tabloncillos, reglas de madera
		Tensores
		Plomo
		Hilos de nylon
		Martillos
		Serruchos
		Nivel de burbuja
		Grúa tipo torre para traslado

Etapas constructivas de Instalaciones:

ELABORACIÓN DE GRADAS DE BAÑO		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Cemento	Albañiles	Hilo de nylon
Arena de río	Ayudantes	Nivel de burbuja
Piedrín		Plomo
Agua		Arrastres para nivelación
Madera para formaleta		Martillo
Granza para relleno		
Clavos		
Alambre		

TRABAJOS ELÉCTRICOS		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Tubería para cableado	Electricistas	Multímetro
Accesorios de tubería		Pinzas de electricidad
Cajas rectangulares		Pinzas de punta
Cajas octogonales		Desarmador de punta plana
Emplacado		Desarmador de punta de cruz
Switich, Tomacorrientes		Navaja
Plafoneras		Linterna
Caja de distribución		Tester
Flipones		Tenazas y alicates
Timbres		
Cable eléctrico		
Cable coaxial		
Cinta aislante		
Terminales para tuberías		

Continuación del apéndice 2.

TRABAJOS DE PLOMERÍA		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Tuberías de agua potable y drenajes.	Fontaneros	Llave Grifa Llave inglesa
Accesorios (Codos 90 y 45, Tee Yee, Tapón de limpieza)		Sierra de corte Corta tubos
Sifón terminal		Nivel de burbuja
Sifón a seguir		
Cemento solvente		
Teflón		
Brida plástica		
Sellador para inodoros		
Losa sanitaria		
Llaves de paso		

Etapa constructiva de Acabados:

RESANE DE MUROS Y TECHOS		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
cemento	Albañiles	Martillo
arena de río	Ayudantes	Cinzel
		Arrastre
		hilo de nylon
		Plomo
		Nivel de burbuja
		Escuadra

TEXTURIZADO DE MUROS Y TECHOS		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Material y solventes para texturizado	Textureros	Plancha para texturizar Esponja
Granito para cielos		Maquina lanzado de granito
		Espátulas
		Recipientes para textura

ELABORACIÓN DE PREPISO		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Cemento	Albañiles	Hilo de nylon
Arena	Ayudantes	Arrastres para nivelación
Agua		Nivel de burbuja
		cucharas
		Palas
		Carretas

COLOCACIÓN DE TABIQUES DE TABLAYESO		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Planchas de tabla yeso	Equipo especializado en colocación de tabla yeso.	Metro
Postes metálicos		Nivel, Hilo y lápices
Canal metálico		Regla T
Pasta plástica		Navajas
Cinta de papel o metálica para esquinas		Atornillador eléctrico
Tornillos para unir metales		Serrucho de punta
Esquineros metálicos		Lija
		Espátulas
		Martillo para tablero de yeso
		Cortador de tiras
		Doblador de esquinas

Continuación del apéndice 2.

COLOCACIÓN DE PISO		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Piso cerámico, madera, cemento	Equipo especializado para colocación de piso	Cortadora para piso
Pegamento para piso		Martillo de hule
Agua		Separadores para piso
Estuque		Nivel de burbuja
		Hilo de nylon
		Pulidora

COLOCACIÓN DE BARANDAS		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Estructura metálica de la baranda	Herreros	Máquina soldadora
Tornillos		Cortadora
Bases metálicas		
Electrodo		
Tornillos de anclaje		

PINTURA		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Pintura diferentes colores	Pintores	Brochas
Thinner		Paletas removedoras
Solventes		Espátulas
Pintura de aceite		Rodillos
		Bandejas

VENTANERÍAS		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Estructura de marco	Equipo especializado en colocación de ventanas	Escuadras
Vidrio		Martillos
Masilla plástica		
Selladores		

CARPINTERÍA (PUERTAS Y ZOCALO)		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Estructura de puertas de madera	Carpinteros	Serruchos
reglas de madera para zócalo		Cinta métrica
Clavos		Nivel de burbuja
Tornillos		Formón
Tarugos		Martillo
		Cepillo de madera
		Compás
		Desatornillador
		Escuadra
		Mazo

IMPERMEABILIZACIÓN		
MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPO
Material impermeabilizante	Albañiles	Brochas
Tela	Ayudantes	Espátulas
Solventes		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Cuantificación de materiales

El apéndice 3 fue elaborado en base a la descripción del proyecto desarrollado en el capítulo 8 y con los conceptos de los capítulos 3 y 4 de este trabajo de graduación.

CUANTIFICACIÓN EN PLANOS DE ARQUITECTURA					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD POR APARTAMENTO	UNIDAD	CANTIDAD POR NIVEL	UNIDAD
1	ÁREA DE MUROS INTERIORES	133.51	M2	400.53	M2
2	ÁREA DE MUROS EXTERIORES	36.32	M2	108.96	M2
3	ÁREA DE CIELO FALSO	55.01	M2	165.03	M2
4	PISO CERAMICO	52.67	M2	158.01	M2
5	PISO ANTIDESLIZANTE	2.34	M2	7.02	M2
6	AZULEJO EN BAÑOS (0.32X0.20)m	16.84	M2	50.52	M2
7	AZULEJO EN COCINAS (0.50X0.10)m	1.17	M2	3.51	M2
8	TIPOS DE PUERTAS	8	UNIDAD	24	UNIDAD
9	TIPOS DE VENTANAS	5	UNIDAD	15	UNIDAD
10	MARCO DE GRANITO LAVADO	11.5	ML	34.5	ML
11	ZOCALO DE PLYCEN	35	ML	105	ML
12	TABIQUES DE TABLAYESO (2 CARAS)	13.67	M2	41.01	M2
13	TABIQUES DE MAMPOSTERÍA	6.07	M2	18.21	M2
14	LAVAPLATOS	1	UNIDAD	3	UNIDAD
15	LAVAMANOS	2	UNIDAD	6	UNIDAD
16	INODOROS	2	UNIDAD	6	UNIDAD
17	DUCHAS	2	UNIDAD	6	UNIDAD
18	PILA	1	UNIDAD	3	UNIDAD

CUANTIFICACIÓN EN PLANOS DE CIMENTACIÓN			
No.	CIMIENTO CC.1	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	25.08	M3
2	NO.3 VARILLAS= 9m	37.5	VAR
3	NO.3 VARILLAS= 6m	1	VAR
4	NO.4 VARILLAS= 6m	23	VAR
5	NO.5 VARILLAS= 9m	46	VAR
6	NO.6 VARILLAS= 9m	22.5	VAR
7	NO.6 VARILLAS= 6m	17.5	VAR
No.	CIMIENTO CC.2	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	36.92	M3
2	NO.3 VARILLAS= 6m	35.5	VAR
3	NO.6 VARILLAS= 9m	195	VAR
No.	CIMIENTO CC.3	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	6.38	M3
2	NO.3 VARILLAS= 6m	11	VAR
3	NO.6 VARILLAS= 12m	28	VAR
4	NO.6 VARILLAS= 9m	67	VAR
No.	LOSA CIMENTACIÓN E=0.35m	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	5.14	M3
2	NO.3 VARILLAS= 6m	6	VAR
3	NO.5 VARILLAS= 9m	82	VAR
No.	LOSA CIMENTACIÓN E=0.10m	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	3.83	M3
2	ESTRUCTOMALLA 6X6 7/7	6	U

Continuación del apéndice 3.

CUANTIFICACION EN PLANOS DE LOSA			
No.	NERVIO TIPO A	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	3.72	M3
2	NO.2 VARILLAS= 6m	54	VAR
3	NO.3 VARILLAS= 9m	60	VAR
4	NO.4 VARILLAS= 9m	24	VAR
No.	NERVIO TIPO B	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	0.18	M3
2	NO.2 VARILLAS= 6m	2	VAR
3	NO.3 VARILLAS= 9m	4.5	VAR
4	NO.4 VARILLAS= 9m	1	VAR
No.	NERVIO TIPO C	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	0.42	M3
2	NO.2 VARILLAS= 6m	54	VAR
3	NO.3 VARILLAS= 9m	60	VAR
4	NO.4 VARILLAS= 9m	24	VAR
No.	VIGA V-101	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	0.54	M3
2	NO.2 VARILLAS= 6m	10.5	VAR
3	NO.3 VARILLAS= 6m	4	VAR
4	NO.4 VARILLAS= 9m	6	VAR
No.	VIGA V-102 L=1.50m	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	0.252	M3
2	NO.2 VARILLAS= 6m	6.6	VAR
3	NO.3 VARILLAS= 6m	9	VAR
No.	VIGA V-102 L=1.20m	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	0.41	M3
2	NO.2 VARILLAS= 6m	9	VAR
3	NO.3 VARILLAS= 6m	18	VAR
No.	VIGA V-102 L=1.00m	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	0.35	M3
2	NO.2 VARILLAS= 6m	9.6	VAR
3	NO.3 VARILLAS= 9m	9	VAR
No.	VIGA V-102 L=0.90m	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	0.45	M3
2	NO.2 VARILLAS= 6m	12.6	VAR
3	NO.3 VARILLAS= 9m	13.5	VAR
No.	VIGA V-102 L=0.80m	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	0.13	M3
2	NO.2 VARILLAS= 6m	4.2	VAR

Continuación del apéndice 3.

3	NO.3 VARILLAS= 9m	4	VAR
No.	VIGA V-102 L=0.60m	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	0.03	M3
2	NO.2 VARILLAS= 6m	1	VAR
3	NO.3 VARILLAS= 9m	1.5	VAR
No.	VIGA V-103	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	0.14	M3
2	NO.2 VARILLAS= 9m	2.5	VAR
3	NO.3 VARILLAS= 9m	2	VAR
No.	VIGA V-104	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	0.14	M3
2	NO.2 VARILLAS= 6m	8	VAR
3	NO.3 VARILLAS= 6m	16	VAR
No.	SOLERA	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	2.69	M3
2	NO. 4.5mm VARILLAS= 6m	68	VAR
3	NO. 6.20mm VARILLAS= 9m	68	VAR
No.	LOSA E=0.10M	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	1.47	M3
2	NO.3 VARILLAS= 6m	11	VAR
3	ESTRUCTOMALLA 6X6 4.5/4.5	6	U
No.	LOSA E=0.05M	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	9.7	M3
2	ESTRUCTOMALLA 6X6 7/7	21	U

CUANTIFICACIÓN EN PLANOS DE MUROS			
No.	MUROS E=14CM	CANTIDAD	UNIDAD
1	CONCRETO F'C=4000PSI	38	M3
2	ESTRUCTOMALLAS 6X6 7/7	58	U
3	NO.8 VARILLAS= 9m	148	VAR
4	NO.8 VARILLAS= 6m	124	VAR
5	NO.6 VARILLAS= 9m	56	VAR
6	NO.6 VARILLAS= 6m	0	VAR
7	NO.4 VARILLAS= 9m	22	VAR
8	NO.4 VARILLAS= 6m	34	VAR
9	NO.3 VARILLAS= 9m	484.5	VAR
10	NO.3 VARILLAS= 6m	591	VAR

Continuación del apéndice 3.

CUANTIFICACIÓN DE ENCOFRADO			
No.	EQUIPO DE LOSAS	CANTIDAD	UNIDAD
1	PUNTALES/ TRIPODES/ CABEZALES	293	UNIDAD
2	VIGA H-20 L=3.90m	27	UNIDAD
3	VIGA H-20 L=2.10m	18	UNIDAD
4	VIGA H-20 L=1.50m	48	UNIDAD
5	TABLONCILLO 2" 12 PIES	2	UNIDAD
6	TABLONCILLO 2" 10 PIES	120	UNIDAD
7	TABLONCILLO 2" 7 PIES	6	UNIDAD
8	TABLONCILLO 2" 5 PIES	7.5	UNIDAD
9	TABLONCILLO 2" 4 PIES	30	UNIDAD
10	TABLONCILLO 2" 3 PIES	30	UNIDAD
11	TABLONCILLO 2" 2 PIES	1	UNIDAD
12	TUBO 1/2" PVC PASADOR X25 CM	1.5	TUBOS
13	Tensores de 3/8" con rosca x0.75m	36	UNIDAD
14	Roldanas 3/8"	72	UNIDAD
15	Tuercas 3/8"	72	UNIDAD
16	Alambre de amarre (incluye encofrado y estructura)	2000	LB
17	Clavo de acero	600	LB
No.	EQUIPO DE MUROS	CANTIDAD	UNIDAD
1	PANEL ENCOFRADO MADERA DE 2.44X2.44M	34	UNIDAD
2	PUNTAL @0.60m	408	UNIDAD
3	Tensores de 3/8" con rosca x0.75m	408	UNIDAD
4	Roldanas 3/8"	816	UNIDAD
5	Tuercas 3/8"	816	UNIDAD
6	Alineador de 4"x 1 1/4" pared gruesa	32	TUBOS

CUANTIFICACION EN PLANOS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
No.	TUBERIAS AGUA POTABLE	CANTIDAD POR APARTAMENTO	UNIDAD	CANTIDAD POR NIVEL	UNIDAD
1	Tubería 1/2"	2	TUBOS	6	TUBOS
2	Tubería de 3/4"	3	TUBOS	9	TUBOS
3	REDUCIDOR DE 1/2" a 3/4"	9	UNIDAD	27	UNIDAD
4	CODO 90 1/2"	9	UNIDAD	27	UNIDAD
5	CODO 90 3/4"	15	UNIDAD	45	UNIDAD
6	TEE 3/4"	12	UNIDAD	36	UNIDAD
7	PEGAMENTO PARA ACCESORIOS	0.5	GAL	1.5	GAL

Continuación del apéndice 3.

No.	TUBERÍAS DRENAJES SANITARIO	CANTIDAD POR APARTAMENTO	UNIDAD	CANTIDAD POR NIVEL	UNIDAD
1	Tubería 2"	2	TUBOS	6	TUBOS
2	Tubería 4"	2	TUBOS	6	TUBOS
3	Tubería 6"	1	TUBOS	3	TUBOS
4	REDUCIDOR DE 2" a 4"	8	UNIDAD	24	UNIDAD
5	CODO 90 2"	9	UNIDAD	27	UNIDAD
6	CODO 90 4"	0	UNIDAD	0	UNIDAD
7	CODO 45° 2"	1	UNIDAD	3	UNIDAD
8	CODO 45° 4"	4	UNIDAD	12	UNIDAD
9	YEE 4"	3	UNIDAD	9	UNIDAD
10	TEE SANITARIA 4"	5	UNIDAD	15	UNIDAD
11	REDUCIDOR DE 4" a 6"	2	UNIDAD	6	UNIDAD
12	TEE SANITARIA 6" (BAN)	2	UNIDAD	6	UNIDAD
13	SIFÓN 2"	4	UNIDAD	12	UNIDAD
14	GRANZA PARA RELLENO DE INSTALACIONES	2.3	M3	6.9	M3
15	GRADAS DE BAÑO (BORIDILLO)	5	ML	15	ML
16	PEGAMENTO PARA ACCESORIOS	0.5	GAL	1.5	GAL
No.	TUBERÍAS DRENAJES PLUVIALES	CANTIDAD POR APARTAMENTO	UNIDAD	CANTIDAD POR NIVEL	UNIDAD
1	TUBERÍA 3"	2.5	TUBOS	7.5	TUBOS
2	TUBERÍA 4"	2.5	TUBOS	7.5	TUBOS
3	CODOS 90° 3"	1	UNIDAD	3	UNIDAD
4	CODOS 90° 4"	1	UNIDAD	3	UNIDAD
5	MEZCLÓN	3.25	M3	9.75	M3
6	PEGAMENTO PARA ACCESORIOS	0.5	GAL	1.5	GAL

CUANTIFICACION EN PLANOS INSTALACIONES ELECTRICAS					
No.	INSTALACIONES ELECTRICAS DE ILUMINACIÓN	CANTIDAD POR APARTAMENTO	UNIDAD	CANTIDAD POR NIVEL	UNIDAD
1	Tubería PVC eléctrica 3/4"	10.5	TUBOS	31.5	TUBOS
2	Vueltas 90°	23	UNIDAD	69	UNIDAD
3	Vueltas 45°	6	UNIDAD	18	UNIDAD
4	Alambre #12 ROJO (LINEA VIVA)	62.5	ML	187.5	ML
5	Alambre #12 BLANCO (NEUTRA)	27	ML	81	ML
6	Alambre #14 AMARILLO (RETORNO)	35.2	ML	105.6	ML
7	Plafoneras	10	UNIDAD	30	UNIDAD
8	Cajas Octogonales	10	UNIDAD	30	UNIDAD
9	Interruptores simples	4	UNIDAD	12	UNIDAD
10	Interruptores Dobles	3	UNIDAD	9	UNIDAD
11	Cajas Rectangulares	8	UNIDAD	24	UNIDAD
12	Dados Swich	10	UNIDAD	30	UNIDAD
13	Placas	10	UNIDAD	30	UNIDAD
14	Timbre	1	UNIDAD	3	UNIDAD
15	Pulsor de timbre	1	UNIDAD	3	UNIDAD

Continuación del apéndice 3.

No.	INSTALACIONES ELECTRICAS DE FUERZA	CANTIDAD POR APARTAMENTO	UNIDAD	CANTIDAD POR NIVEL	UNIDAD
1	Tubería PVC eléctrica 3/4"	14	TUBOS	42	TUBOS
2	Vueltas 90°	43	UNIDAD	129	UNIDAD
3	Alambre #12 ROJO (LINEA VIVA)	136	ML	408	ML
4	Alambre #8 ROJO (LINEA VIVA)	42.8	ML	128.4	ML
5	Alambre #12 BLANCO (NEUTRA)	136	ML	408	ML
6	Alambre #8 BLANCO (LINEA NEUTRA)	42.8	ML	128.4	ML
7	Alambre #14 VERDE (TIERRA)	180	ML	540	ML
8	Cajas cuadradas 4"x4"	2	UNIDAD	6	UNIDAD
9	Cajas Rectangulares	15	UNIDAD	45	UNIDAD
10	Tomacorrientes dobles	15	UNIDAD	45	UNIDAD
11	Emplacado rectangular	2	UNIDAD	6	UNIDAD
12	Tomacorrientes 220V	2	UNIDAD	6	UNIDAD

No.	ACOMETIDA ELECTRICA	CANTIDAD POR APARTAMENTO	UNIDAD	CANTIDAD POR NIVEL	UNIDAD
1	Tablero de distribución 12 POLOS	1	UNIDAD	3	UNIDAD
2	Tubería PVC eléctrico acometida	6.55	TUBOS	19.65	TUBOS
3	Alambre #2	13.1	ML	39.3	ML
4	Alambre #4	6.55	ML	19.65	ML
5	Vueltas 90°	3	UNIDAD	9	UNIDAD
6	FLIP-ON 1X20	3	UNIDAD	9	UNIDAD
7	FLIP-ON 1X30	1	UNIDAD	3	UNIDAD
8	FLIP-ON 1X50	2	UNIDAD	6	UNIDAD
9	FLIP-ON 2X50	2	UNIDAD	6	UNIDAD
No.	INSTALACIONES ESPECIALES	CANTIDAD POR APARTAMENTO	UNIDAD	CANTIDAD POR NIVEL	UNIDAD
1	Tubería PVC eléctrica 3/4"	3	TUBOS	9	TUBOS
2	Vueltas 90°	5	UNIDAD	15	UNIDAD
3	Caja Rectangular con tapadera ciega	3	UNIDAD	9	UNIDAD

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Cronograma general y diario

El apéndice 4 fue elaborado en base a la descripción del proyecto desarrollado en el capítulo 8 y con los conceptos del capítulo 5 de este trabajo de graduación.

Continuación del apéndice 4.

ETAPAS DE TRABAJO	SEMANA 10							SEMANA 11							SEMANA 12							SEMANA 13							SEMANA 14						
	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D
CIMENTACIÓN TORRE DE APARTAMENTOS																																			
UBICACIÓN TOPOGRÁFICA DE LA CIMENTACIÓN, TRAZO Y REPLANTEO																																			
EXCAVACIÓN																																			
INSTALACIONES ELÉCTRICAS O HIDROSANITARIAS BAJO PISO																																			
ARMADO ESTRUCTURAL Y FUNDICIÓN DE CIMENTOS, CORRIDOS Y LOSA																																			
PRIMER NIVEL TORRE DE APARTAMENTOS																																			
ARMADO, ENCOFRADO Y FUNDICIÓN DE MUROS DE CORTE																																			
DESENCOFRADO Y CURADO DE MUROS DE CORTE																																			
ARMADO, ENCOFRADO Y FUNDICIÓN DE LOSA																																			
DESENCOFRADO Y CURADO DE LOSA																																			
DESENCOFRADO Y CURADO DE GRADAS																																			
LEVANTADO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA																																			
RESANE EN MUROS Y TECHOS (APARTAMENTOS)																																			
RESANE EN MUROS Y TECHOS (EN PASILLOS)																																			
PREPISO (APARTAMENTOS)																																			
PREPISO (PASILLOS)																																			
BASE DE TEXTURA EN MUROS																																			
BASE DE TEXTURA EN CIELOS																																			
INSTALACIÓN DE DRENAJES Y AGUA POTABLE																																			
TABLA YESO EN GRIS																																			
VENTANAS																																			
PISO																																			
AZULEJO																																			
TEXTURA FINAL EN CIELOS																																			
ACABADO FINAL EN TABLA YESO																																			
PUERTAS																																			
TEXTURA FINAL EN MUROS																																			
PINTURA (TIERRA MANO)																																			
CABLEADO Y EMPLACADO																																			
ARTEFACTOS SANITARIOS																																			
PINTURA (ZOR MANO)																																			
COLOCACIÓN DE ZOCALO																																			
RESANE EXTERIOR Y FORJADO DE FACHALETA																																			
ACABADO FINAL EXTERIOR																																			
IMPERMEABILIZACIÓN																																			

Continuación del apéndice 4.

- Cronograma diario: (etapa de trabajo armado, encofrado y fundición de muros de corte.

ETAPAS DE TRABAJO		SEMANA 3						
		L	Ma	Mi	J	V	S	D
No.	ARMADO, FUNDICIÓN Y DESENCOFRADO DE MUKOS							
2.011	COLOCACIÓN DE REFUERZO PRINCIPAL DE MUKOS (A LAS ESQUINAS)	8:00AM-5:00PM	8:00AM-9:00AM					
2.012	COLOCACIÓN DE ESLABONES EN REFUERZO PRINCIPAL DEL MURO		9:00AM-1:00AM					
2.013	COLOCACIÓN DE REFUERZO EN TRESBOLLO AL CENTRO DEL MURO		1:00AM-5:00PM					
2.014	COLOCACIÓN DE ESTRUCTURACIONES			3:00AM-5:00PM				
2.015	COLOCACIÓN DE MANGAS PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS			5:00AM-8:00PM				
2.016	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS HIDROSANITARIAS			8:00AM-5:00PM				
2.017	COLOCACIÓN DE ENTUBADO ELÉCTRICO			5:00AM-5:00PM				
2.018	COLOCACIÓN DE CAJAS ELÉCTRICAS			8:00AM-5:00PM				
2.019	COLOCACIÓN DE FORMALETA				8:00AM-5:00PM	8:00AM-5:00PM	8:00AM-12:00PM	
2.020	REVISIÓN DE PLOMO, ESCUADRA Y NIVEL DE FORMALETA DE MUKOS				8:00AM-5:00PM	8:00AM-5:00PM	8:00AM-12:00PM	

ETAPAS DE TRABAJO		SEMANA 4						
		L	Ma	Mi	J	V	S	D
No.	ARMADO, FUNDICIÓN Y DESENCOFRADO DE MUKOS							
2.011	COLOCACIÓN DE REFUERZO PRINCIPAL DE MUKOS (A LAS ESQUINAS)							
2.012	COLOCACIÓN DE ESLABONES EN REFUERZO PRINCIPAL DEL MURO							
2.013	COLOCACIÓN DE REFUERZO EN TRESBOLLO AL CENTRO DEL MURO							
2.014	COLOCACIÓN DE ESTRUCTURACIONES							
2.015	COLOCACIÓN DE MANGAS PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS							
2.016	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS HIDROSANITARIAS							
2.017	COLOCACIÓN DE ENTUBADO ELÉCTRICO							
2.018	COLOCACIÓN DE CAJAS ELÉCTRICAS							
2.019	COLOCACIÓN DE FORMALETA	8:00AM-5:00PM	8:00AM-5:00PM	8:00AM-5:00PM	8:00AM-5:00PM	8:00AM-5:00PM	8:00AM-12:00PM	
2.020	REVISIÓN DE PLOMO, ESCUADRA Y NIVEL DE FORMALETA DE MUKOS	8:00AM-5:00PM	8:00AM-5:00PM	8:00AM-5:00PM	8:00AM-5:00PM	8:00AM-5:00PM	8:00AM-12:00PM	
2.021	FUNDICIÓN							
2.022	DESENCOFRADO DE MURO							

Continuación del apéndice 4.

No.	ETAPAS DE TRABAJO	SEMANAS						
		L	Ma	MI	J	V	S	D
		25	26	27	28	29	30	
2.011	ARMADO, FUNDICIÓN Y DESENCOFRADO DE MUROS							
2.012	COLOCACIÓN DE REFUERZO PRINCIPAL DE MUROS (A LAS ESQUINAS)							
2.013	COLOCACIÓN DE ESALABONES EN REFUERZO PRINCIPAL DEL MURO							
2.014	COLOCACIÓN DE REFUERZO EN TRESBOLLO AL CENTRO DEL MURO							
2.015	COLOCACIÓN DE ES TRUCTOMALLAS							
2.016	COLOCACIÓN DE MANGAS PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS							
2.017	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS HIDROSANITARIAS							
2.018	COLOCACIÓN DE ENTUBADO ELÉCTRICO							
2.019	COLOCACIÓN DE CAJAS ELÉCTRICAS							
2.020	COLOCACIÓN DE FORMALETA	9:00AM-12:00PM						
2.021	REVISIÓN DE PLOMO, ESCUADRA Y NIVEL DE FORMALETA DE MUROS	9:00AM-12:00PM						
2.022	FUNDICIÓN	12:00PM-5:00PM	9:00AM-12:00PM					
	DESENCOFRADO DE MURO			9:00AM-5:00PM	9:00AM-12:00PM			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Cronograma de suministros y flujo de caja

El apéndice 5 fue elaborado en base a la descripción del proyecto desarrollado en el capítulo 8 y con los conceptos de los capítulos 5 y 6 de este trabajo de graduación.

Determinación de listado de suministros de Materiales, Equipo y Mano de obra para la etapa de trabajo "Armado, Fundición y Desencofrado de Muros de Corte"

LISTADO DE SUMINISTROS:					
CODIGO	MATERIALES:	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UN.	COSTO TOTAL
M-1	CONCRETO PREMESCLADO 4000 PSI (SUBCONTRATO)	38	M3	Q 1,200.00	Q 45,600.00
M-2	ACERO No 3 VARILLAS DE 6m	591	VAR	Q 19.30	Q 11,406.30
M-3	ACERO No 3 VARILLAS DE 9m	484.5	VAR	Q 28.25	Q 13,687.13
M-4	ACERO No 4 VARILLAS DE 6m	34	VAR	Q 34.25	Q 1,164.50
M-5	ACERO No 4 VARILLAS DE 9m	22	VAR	Q 51.35	Q 1,129.70
M-6	ACERO No 6 VARILLAS DE 6m	0	VAR	Q 104.90	Q -
M-7	ACERO No 6 VARILLAS DE 9m	56	VAR	Q 157.35	Q 8,811.60
M-8	ACERO No 8 VARILLAS DE 6m	124	VAR	Q 136.25	Q 16,895.00
M-9	ACERO No 8 VARILLAS DE 9m	148	VAR	Q 205.40	Q 30,399.20
M-10	ESTRUCTOMALLA 6X6 7/7	58	UNIDAD	Q 143.80	Q 8,340.40
M-11	MANGAS PVC DE DIAMETRO 1" PARA AGUA POTABLE	6	UNIDAD	Q 0.60	Q 3.60
M-12	MANGAS PVC DE DIAMETRO 6" PARA DRENAJES	6	UNIDAD	Q 6.14	Q 36.84
M-13	TUBERIAS DE 1/2" PARA LOSA SANITARIA	6	TUBOS	Q 13.49	Q 80.94
M-14	CODOS A 90° DE 1/2" PARA LOSA SANITARIA	27	UNIDAD	Q 0.78	Q 21.06
M-15	TUBERIAS DE 2" PARA LOSA SANITARIA	1	TUBOS	Q 46.94	Q 46.94
M-16	CODOS A 90° DE 2" PARA LOSA SANITARIA	15	UNIDAD	Q 4.10	Q 61.50
M-17	TUBERIAS DE 3/4" PVC ELECTRICO	37	TUBOS	Q 17.39	Q 643.43
M-18	CAJAS RECTANGULARES	78	UNIDAD	Q 1.93	Q 150.54
M-19	CAJAS CUADRADAS	9	UNIDAD	Q 6.84	Q 61.56

Continuación del apéndice 5.

M-20	TABLERO DE DISTRIBUCION	1	UNIDAD	Q 260.00	Q 260.00
M-21	PEGAMENTO SOLVENTE PARA PVC	1	UNIDAD	Q 10.00	Q 10.00
CODIGO	EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UN.	COSTO TOTAL
E-1	EQUIPO NECESARIO PARA COLOCADO DE REFUERZO PROPORCIONADO POR CONTRATISTA DE ARMADURIA	1	GLOBAL	Q -	Q -
E-2	EQUIPO NECESARIO PARA COLOCADO DE FORMALETA DE MUROS PROPORCIONADO POR CONTRATISTA	1	GLOBAL	Q -	Q -
E-3	EQUIPO NECESARIO PARA COLOCADO DE CONCRETO DE MUROS PROPORCIONADO POR CONTRATISTA	1	GLOBAL	Q -	Q -
E-4	EQUIPO NECESARIO PARA PLOMERIA	1	GLOBAL	Q -	Q -
E-5	EQUIPO NECESARIO PARA ELECTRICIDAD	1	GLOBAL	Q -	Q -
E-6	PANELES DE ENCOFRADO DE MADERA DE 2.44 X 2.44m	34	UNIDAD	Q 48,200.00	Q 48,200.00
E-7	PUNTALES @ 0.60m	408	UNIDAD		
E-8	TENSORES DE 3/8" CON ROSCA X 0.75m	408	UNIDAD		
E-9	ROLDANAS 3/8"	816	UNIDAD		
E-10	TUERCAS 3/8"	816	UNIDAD		
E-11	ALINEADOR DE 4" X 1 1/4" PARED GURESA	32	UNIDAD		
CODIGO	MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UN.	COSTO TOTAL
MM-1	EQUIPO ARMADORES	4	UNIDAD	Q 1,250.00	Q 5,000.00
MM-2	EQUIPO PARA FORMALETAS	10	UNIDAD	Q 2,420.00	Q 24,200.00
MM-3	EQUIPO PARA FONTANERIA	1	UNIDAD	Q 320.00	Q 320.00
MM-4	EQUIPO PARA INSTALACION ELECTRICA	1	UNIDAD	Q 480.00	Q 480.00
MM-5	EQUIPO PARA FUNDICION	1	UNIDAD	Q 600.00	Q 600.00

Continuación del apéndice 5.

- Cronograma de suministros

Materiales 

Equipo 

Mano de Obra 

No.	ETAPAS DE TRABAJO	SEMANA 3							SEMANA 4						
		L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D
2/01	ARMADO, FUNICIÓN Y DESMORFADO DE MUROS	M4/M3/M2													
2/02	COLOCACIÓN DE REFUERZO PRINCIPAL DE MUROS (A LAS ESQUINAS)	M4/M3/M2													
2/03	COLOCACIÓN DE ESLABONES EN REFUERZO PRINCIPAL DEL MURO	M4/M3/M2													
2/04	COLOCACIÓN DE REFUERZO EN TRESBOLSO AL CENTRO DEL MURO	M4/M3/M2													
2/05	COLOCACIÓN DE RESTRICCIÓN ALAS	M4/M3/M2													
2/06	COLOCACIÓN DE MANGAS PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	M4/M3/M2													
2/07	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS HIDROSANITARIAS	M4/M3/M2													
2/08	COLOCACIÓN DE ENTUBADO ELÉCTRICO	M4/M3/M2													
2/09	COLOCACIÓN DE CAJAS ELÉCTRICAS	M4/M3/M2													
2/10	COLOCACIÓN DE PATALETA	M4/M3/M2													
2/11	FUNICIÓN	M4/M3/M2													
2/12	DESMORFADO DE MURO	M4/M3/M2													

Continuación del apéndice 5.

No.	ETAPAS DE TRABAJO	SEMANA 5						
		L	Mi	J	V	S	D	
	ARMADO, FUNDICIÓN Y DESENCOFRADO DE MUROS	25	26	27	28	29	30	
2.011	COLOCACIÓN DE REFUERZO PRINCIPAL DE MUROS (A LAS ESQUINAS)							
2.012	COLOCACIÓN DE ESLABONES EN REFUERZO PRINCIPAL DEL MURO							
2.013	COLOCACIÓN DE REFUERZO EN TRESBOLÍO AL CENTRO DEL MURO							
2.014	COLOCACIÓN DE ESTRUCTOMALLAS							
2.015	COLOCACIÓN DE MANGAS PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS							
2.016	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS HIDROSANITARIAS							
2.017	COLOCACIÓN DE ENTUBADO ELÉCTRICO							
2.018	COLOCACIÓN DE CAJAS ELÉCTRICAS							
2.019	COLOCACIÓN DE FORMALETA	E-2,E-6,E-7,E-8,E-9,E-10,E-11 MM-2						
2.021	FUNDICIÓN	M-1 E-3 MM-5	M-1 E-3 MM-5					
2.022	DESENCOFRADO DE MURO		E-2 MM-2	E-2 MM-2				

