



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

## **GUÍA PARA LA ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS CONSTRUCTIVOS DE UNA EDIFICACIÓN**

**Wilby Ademir de la Cruz Pérez**

Asesorado por el Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

Guatemala, octubre de 2020



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GUÍA PARA LA ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS  
CONSTRUCTIVOS DE UNA EDIFICACIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**WILBY ADEMIR DE LA CRUZ PÉREZ**

ASESORADO POR EL ING. GUILLERMO FRANCISCO MELINI SALGUERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2020



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordoba Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Llorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
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 ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS CONSTRUCTIVOS DE UNA EDIFICACIÓN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 11 de octubre de 2016.



**Wilby Ademir de la Cruz Pérez**





# *Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero*

Ingeniería Civil, Sanitaria y Ambiental. Avalúos

Colegiado 2548

Guatemala, 18 de septiembre de 2019.

Ingeniero  
Pedro Aguilar Polanco  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad Universitaria

Señor Director:

Por medio de la presente hago constar que como Asesor del trabajo de Graduación denominado "GUIA PARA LA ESTIMACION DEL TIEMPO DE EJECUCION DE TRABAJOS CONSTRUCTIVOS" del estudiante universitario WILBY ADEMIR DE LA CRUZ PEREZ, número de carné 201122868; el mismo ha sido concluido a satisfacción del suscrito y de acuerdo a los requisitos establecidos.

Por lo que doy la aprobación del mismo y solicito se continúe con los trámites respectivos para su aprobación.

Sin otro particular, me es grato saludarle, Atentamente;



Guillermo Francisco Melini Salguero  
Ingeniero Civil, colegiado No. 2548  
Asesor

Guillermo Francisco Melini Salguero  
INGENIERO CIVIL  
Col. 2548





Guatemala, 04 de febrero de 2020  
EIC-JP-002-2020/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 ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS CONSTRUCTIVOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Wilby Ademir de la Cruz Pérez, quien contó con la asesoría del Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero.

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 ENSEÑAD A TODOS



Ing. Civil Juan Carlos Linares Cruz  
Jefe Del Departamento de Planeamiento

FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
PLANEAMIENTO  
U S A C

Cc: Estudiante Wilby Ademir de la Cruz Pérez  
Archivo







**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

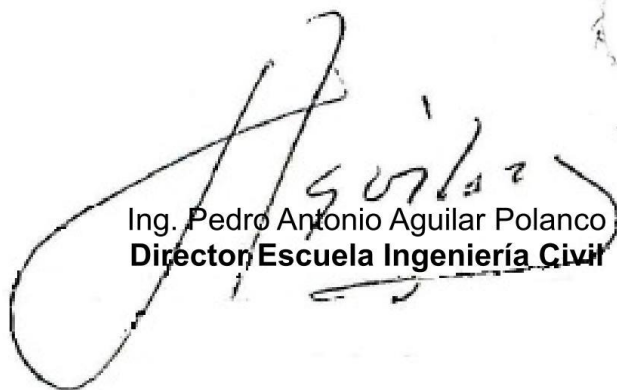
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala, 05 de septiembre de 2020  
DEIC-TG-EIC-012-2020/paap

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ingeniero Guillermo Francisco Melini Salguero y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Ingeniero Juan Carlos Linares Cruz, al trabajo de graduación del estudiante Wilby Ademir de la Cruz Pérez, **GUÍA PARA LA ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS CONSTRUCTIVOS DE UNA EDIFICACIÓN**, 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. 276.2020.

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 ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS CONSTRUCTIVOS DE UNA EDIFICACIÓN**, presentado por el estudiante universitario: **Wilby Ademir de la Cruz Pérez**, 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



Guatemala, octubre de 2020

AACE/asga





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por su infinita misericordia al darme sabiduría e inteligencia para vivir grandes triunfos en esta vida, es a quien dedico principalmente este logro, la gloria es para Él.
- Mi padre** Celso de la Cruz Ortiz (q. d. e. p.), quien fue el medio en mi vida para llegar donde hoy estoy, sin él, esto no hubiese sido posible.
- Mi madre** Juana Pérez Juárez, quien siempre me ha apoyado para seguir adelante y no desmayar.
- Mis hermanos** Ingrid Rossmery, María de los Ángeles, Moisés Isaac de la Cruz, por compartir conmigo el esfuerzo de ser profesional.
- Mis tíos** Bartolo, Marco Antonio, Abelino de la Cruz, por su apoyo a mi persona y familia.
- Mis amigos** En general, por motivarme para seguir adelante.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la casa de estudios para mi formación intelectual y profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme el conocimiento de toda mi carrera.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero, por haberme asesorado y apoyado en el desarrollo de este trabajo de graduación.
<b>Mi padre</b>	Celso de la Cruz Ortiz (q. d. e. p.), quien nunca dudo en dar su mejor esfuerzo diario para mi preparación académica.
<b>Mi madre</b>	Juana Pérez Juárez, por apoyarme diariamente para la culminación de mi carrera.
<b>Mis profesores</b>	Por compartir todos sus conocimientos para mi formación profesional.
<b>Mis amigos y colegas</b>	Ing. Nery Estuardo de León Franco, Ing. Luis Enrique Castañeda Monterroso, Ing. Enio Omar Aquino Pereira, por motivarme a iniciar esta carrera y apoyarme en todos estos años de estudio.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	1
1.1. ¿Qué es la mano de obra? .....	1
1.2. ¿Qué es el rendimiento? .....	1
1.3. ¿Qué es el tiempo de ejecución de un proyecto constructivo....	2
1.4. Factores principales que intervienen en el rendimiento de la mano de obra .....	3
1.4.1. Ubicación de proyecto .....	3
1.4.2. Clima .....	4
1.4.2.1. Zonas climáticas de Guatemala.....	5
1.4.2.1.1. Las planicies del norte ....	6
1.4.2.1.2. Franja transversal del norte .....	6
1.4.2.1.3. Meseta y altiplanos.....	7
1.4.2.1.4. La bocacosta .....	7
1.4.2.1.5. Planicie costera del pacífico .....	8
1.4.2.1.6. Zona oriental.....	8

1.4.3.	Abastecimiento completo de materiales e insumos.....	10
1.4.4.	Cualidades físicas y culturales de la mano trabajadora .....	10
1.4.5.	Salario de la mano de obra .....	12
2.	RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA TRABAJOS DE UNA EDIFICACIÓN (MARCO TEÓRICO).....	15
2.1.	Limpieza para el inicio de una edificación.....	15
2.1.1.	Condiciones físicas del lugar por limpiar. ....	15
2.2.	Topografía.....	16
2.2.1.	Levantamiento topográfico de terrenos. ....	17
2.2.2.	Trazo topográfico .....	18
2.2.3.	Nivelación.....	19
2.3.	Movimiento de tierra.....	19
2.3.1.	Excavación de suelo .....	20
2.3.2.	Rellenos controlados.....	21
2.3.2.1.	Extracción de material clasificado de banco de material.....	22
2.3.2.2.	Traslado de materiales.....	23
2.3.2.3.	Compactación de rellenos .....	24
2.4.	Construcción de elementos estructurales .....	25
2.4.1.	Zapatas .....	25
2.4.2.	Cimientos corridos.....	26
2.4.3.	Columna .....	27
2.4.4.	Solera (refuerzo horizontal).....	27
2.4.5.	Vigas .....	28
2.4.6.	Losa para techo o entrepiso.....	28
2.4.7.	Construcción de módulo de gradas.....	30

2.4.8.	Losa de cimentación.....	31
2.4.9.	Elementos estructurales con electropanel .....	32
2.5.	Instalación de mampostería.....	33
2.5.1.	Instalación de block .....	33
2.5.2.	Instalación de ladrillo .....	34
2.5.3.	Instalación de fachaleta .....	35
2.5.4.	Instalación de teja.....	35
2.5.5.	Instalación de piso granito .....	36
2.5.6.	Instalación de adoquín para aceras.....	37
2.6.	Acabados artesanales .....	38
2.6.1.	Repello .....	38
2.6.2.	Cernido .....	39
2.6.3.	Martelinado y granito lavado.....	40
2.6.4.	Aplicación de pintura en acabados .....	40
2.7.	Instalación de cerámicos y porcelanatos.....	41
2.7.1.	Instalación de piso o baldosa.....	42
2.7.2.	Instalación de azulejo .....	42
2.7.3.	Instalación de fachaleta cerámica.....	43
2.8.	Instalación de techos.....	44
2.8.1.	Estructura metálica para soporte techo en viviendas.....	44
2.8.2.	Instalación de lámina acanalada y troquelada .....	45
2.9.	Instalaciones hidrosanitarias. ....	46
2.9.1.	Agua potable en viviendas.....	46
2.9.2.	Red de drenajes sanitario en viviendas.....	47
2.9.3.	Red de drenaje pluvial en viviendas .....	48
2.10.	Instalación de artefactos varios. ....	48
2.10.1.	Artefactos sanitarios .....	49
2.10.2.	Instalación de puertas y portones en viviendas .....	49

2.10.3.	Instalación de ventanas en viviendas.....	50
2.11.	Demoliciones en viviendas.....	50
2.11.1.	Demolición de muros.....	51
2.11.2.	Demolición de elementos estructurales.....	52
2.11.3.	Demolición de acabados .....	53
2.11.4.	Extracción de ripio.....	54
3.	DESARROLLO DE RENDIMIENTOS .....	55
3.1.	Rendimiento para la ejecución de limpieza.....	55
3.2.	Rendimiento para trabajos de topografía .....	57
3.2.1.	Levantamiento topográfico .....	57
3.2.2.	Trazo de una vivienda en sitio.....	59
3.2.3.	Nivelación en terrenos.....	61
3.3.	Rendimientos para trabajos de movimiento de tierra .....	62
3.3.1.	Excavación de suelo .....	62
3.3.2.	Rellenos controlados.....	64
3.3.2.1.	Extracción de material clasificado de banco de material.....	64
3.3.2.2.	Compactación de rellenos.....	66
3.4.	Rendimiento para construcción de elementos estructurales. ...	68
3.4.1.	Zapatas .....	68
3.4.2.	Construcción de cimientos corridos.....	70
3.4.3.	Construcción de columnas .....	71
3.4.4.	Construcción de solera (refuerzo horizontal).....	75
3.4.5.	Construcción de vigas .....	78
3.4.6.	Construcción de losa para techo o entrepiso. ....	79
3.4.7.	Construcción de módulo de gradas.....	80
3.4.8.	Construcción de elementos estructurales con electropanel.....	82



3.5.	Rendimiento para instalación de mampostería.....	83
3.5.1.	Instalación de block. ....	84
3.5.2.	Instalación de ladrillo .....	86
3.5.3.	Instalación de fachaleta barro cocido .....	86
3.5.4.	Instalación de teja.....	87
3.5.5.	Instalación piso granito .....	88
3.5.6.	Instalación de adoquín en aceras .....	89
3.6.	Rendimientos para trabajos de acabados artesanales.....	90
3.6.1.	Repello .....	90
3.6.2.	Cernido .....	91
3.6.3.	Martelinado y granito lavado.....	92
3.6.4.	Aplicación de pintura en acabados .....	93
3.7.	Rendimiento para instalación de cerámicos y porcelanatos....	94
3.7.1.	Instalación de piso cerámico o porcelanato .....	94
3.7.2.	Instalación de azulejo .....	97
3.7.3.	Instalación de fachaleta .....	99
3.8.	Rendimientos para instalación de techos. ....	99
3.8.1.	Construcción de estructura metálica para soporte techo en viviendas .....	100
3.8.2.	Instalación de lámina acanalada y troquelada .....	100
3.9.	Rendimientos para trabajos de instalaciones hidrosanitarias	101
3.9.1.	Instalación de agua potable en viviendas. ....	101
3.9.2.	Instalación de drenajes domiciliarios .....	103
3.10.	Rendimiento para instalación de artefactos varios. ....	106
3.10.1.	Instalación de artefactos sanitarios.....	106
3.10.2.	Instalación de puertas y portones. ....	108
3.10.3.	Instalación de ventanas .....	109
3.11.	Rendimientos para trabajos de demoliciones .....	110
3.11.1.	Demolición de muros .....	110

3.11.2.	Demolición de elementos estructurales.....	111
3.11.3.	Demolición de acabados .....	113
3.11.4.	Extracción de ripio.....	115
4.	DESARROLLO DE CRONOGRAMA DE TIEMPO PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS.....	117
4.1.	Aspectos por evaluar para elaborar un cronograma de tiempo .....	117
4.2.	Logística para el desarrollo de una construcción. ....	119
4.3.	Ejecución de actividades simultáneas para minimizar tiempos.....	120
4.4.	Estructura de cronograma de ejecución de un proyecto constructivo .....	122
	CONCLUSIONES.....	125
	RECOMENDACIONES .....	127
	BIBLIOGRAFÍA.....	129

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Regiones climáticas de Guatemala.....	9
2.	Clasificación de módulo de gradas según diseño.....	31
3.	Clasificación de columnas por ubicación.....	74
4.	Esquema para cronogramas de tiempo. ....	124

### TABLAS

I.	Rendimiento para limpieza de vegetación liviana .....	56
II.	Rendimiento para limpieza de vegetación densa.....	56
III.	Rendimiento para levantamientos topográficos con estación total.....	58
IV.	Rendimiento para levantamientos topográficos con teodolito electrónico y nivel.....	59
V.	Rendimiento para trazo de viviendas por ejes. ....	61
VI.	Rendimiento para nivelación en poligonal abierta.....	61
VII.	Rendimiento para excavación en general a mano .....	62
VIII.	Rendimiento para excavaciones en gran magnitud (taludes, bermas, carreteras, zanjas entre otros) .....	62
IX.	Rendimiento para excavación de cajuelas, para base carreteras .....	63
X.	Rendimiento para excavación de cimientos mayores a $2,50 m^2$ área corte .....	63
XI.	Rendimiento promedio para carga de material a camiones .....	65
XII.	Rendimiento para compactación usando compactadora de mano.....	66

XIII.	Rendimiento para compactación usando motoniveladora convencional.....	67
XIV.	Rendimiento para compactación usando vibrocompactadora convencional.....	67
XV.	Rendimiento para riego de rellenos con cisterna 40 toneles .....	68
XVI.	Rendimiento para construcción de zapatas .....	69
XVII.	Rendimiento promedio para construcción de cimientos.....	70
XVIII.	Rendimiento promedio para construir el armado de una columna.....	71
XIX.	Rendimiento promedio para la elaboración de estribos y eslabones. ...	72
XX.	Rendimiento promedio para la instalación de formaleta en columnas sección menor de 0,20 m x 0,20 m x 3,00 m altura .....	73
XXI.	Rendimiento promedio para la instalación de formaleta en columnas sección menor de 0,20 m x 0,40 m x 0,40 m x 4 m altura.....	74
XXII.	Rendimiento promedio para la fundición de columnas. ....	75
XXIII.	Rendimiento promedio para armado de solera. ....	76
XXIV.	Rendimiento promedio para la instalación de formaleta en solera. ....	77
XXV.	Rendimiento promedio para la fundición de solera. ....	77
XXVI.	Rendimiento promedio para construcción de vigas .....	78
XXVII.	Rendimiento promedio para construcción de losas. ....	79
XXVIII.	Rendimiento promedio para la fundición de una losa. ....	80
XXIX.	Rendimiento promedio para la construcción de módulo de gradas ancho máx. 1,00 m, altura máx. 2,00 m, grada ordinaria.....	81
XXX.	Rendimiento promedio para la construcción de módulo de gradas ancho máx. 1,00 m, altura máx. 2,00 m, grada con nariz. ....	81
XXXI.	Rendimiento promedio para la construcción de módulo de gradas ancho máx. 2,00 m, altura máx. 4,00 m, grada ordinaria.....	81
XXXII.	Rendimiento promedio para la construcción de módulo de gradas ancho máx. 2,00 m altura máx. 4,00 m, grada con nariz. ....	82
XXXIII.	Rendimiento promedio para instalación de electro-panel. ....	83

XXXIV.	Rendimiento promedio para la colocación de blocks, 09 x 19 x 39 cm.....	84
XXXV.	Rendimiento promedio para la colocación de blocks, 14 x 19 x 39 cm.....	84
XXXVI.	Rendimiento promedio para la colocación de blocks, 19 x 19 x 39 cm.....	85
XXXVII.	Rendimiento promedio para sisado de block .....	85
XXXVIII.	Rendimiento promedio para la colocación de ladrillos .....	86
XXXIX.	Rendimiento promedio para la instalación de fachaleta barro cocido ...	87
XL.	Rendimiento promedio para la instalación de teja.....	88
XLI.	Rendimiento promedio para la instalación de piso granito .....	89
XLII.	Rendimiento promedio para la instalación de adoquín.....	90
XLIII.	Rendimiento promedio para repello .....	91
XLIV.	Rendimiento promedio para cernido. ....	92
XLV.	Rendimiento promedio para ejecutar martelinado y granito lavado .....	93
XLVI.	Rendimiento promedio para la aplicación de pinturas.....	93
XLVII.	Rendimiento promedio para la construcción de base nivelada para instalar piso .....	95
XLVIII.	Rendimiento promedio para la instalación de piso cerámico .....	95
XLIX.	Rendimiento promedio para la instalación de piso porcelanato .....	96
L.	Rendimiento promedio para llenado de sisas en piso .....	97
LI.	Rendimiento promedio para la instalación de azulejos .....	97
LII.	Rendimiento promedio para la instalación de listelo .....	98
LIII.	Rendimiento promedio para llenado de sisas en azulejo .....	98
LIV.	Rendimiento promedio para la instalación de fachaleta .....	99
LV.	Rendimiento promedio para la elaboración de estructura de techo. ...	100
LVI.	Rendimiento promedio para la instalación de lámina .....	101
LVII.	Rendimiento promedio para la instalación de tubería agua potable bajo piso.....	102

LVIII.	Rendimiento promedio para la instalación de tubería agua potable en esperas de artefactos .....	102
LIX.	Rendimiento promedio para la instalación de tubería de drenajes bajo piso. ....	103
LX.	Rendimiento promedio para la instalación de tubería de drenaje en esperas de artefactos .....	104
LXI.	Rendimiento promedio para la construcción de cajas en red de drenajes domiciliarios. ....	105
LXII.	Rendimiento promedio para la instalación de bajadas en muros.....	106
LXIII.	Rendimiento promedio para la instalación de artefactos sanitarios ....	107
LXIV.	Rendimiento promedio para la instalación de puertas, portones y persianas .....	108
LXV.	Rendimiento promedio para la instalación de ventanas.....	109
LXVI.	Rendimiento promedio para la demolición de muros de adobe 30 cm espesor máximo.....	110
LXVII.	Rendimiento promedio para la demolición de muros de bock pómez f'm 25 kg, 15 cm espesor máximo. ....	111
LXVIII.	Rendimiento promedio para demolición de losas, cubiertas, entrepisos y losas de cimentación .....	112
LXIX.	Rendimiento promedio para demolición de vigas, altura máxima analizada 4 m piso a cielo.....	112
LXX.	Rendimiento promedio para demolición de columnas, altura máxima analizada 4 m piso a cielo.....	112
LXXI.	Rendimiento promedio para demolición de base de piso de concreto, 5 - 7 cm esp. ....	113
LXXII.	Rendimiento promedio para la demolición de acabados .....	114
LXXIII.	Rendimiento promedio para carga de ripio en camiones.....	115

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área
<b>cm</b>	Centímetro
<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetro cuadrado
<b>D</b>	Día
<b>h</b>	Hora
<b>hp</b>	Caballo fuerza
<b>kW</b>	Kilovatio
<b>kPa</b>	Kilopascal
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>lb</b>	Libra
<b>mm</b>	Milímetro
<b>m</b>	Metro
<b>ml</b>	Metro lineal
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>min</b>	Minutos
<b>seg</b>	Segundos
<b>T</b>	Tonelada
<b>U</b>	Unidad
<b>W</b>	Vatios





## GLOSARIO

<b>Actividad</b>	Conjunto de operaciones que compone un proyecto.
<b>Construcción</b>	Creación de bienes tangibles a través de mano de obra empleando materiales.
<b>Ejecución</b>	Acción de llevar una actividad a cabo.
<b>Empresa</b>	Entidad en la que intervienen el capital y el trabajo para la prestación de servicios.
<b>F'm</b>	Resistencia nominal a compresión de mampuestos, dado en kg /cm <sup>2</sup> .
<b>Infraestructura</b>	Conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de una actividad o para que un lugar pueda ser utilizado.
<b>Llave de confinamiento</b>	Elemento estructural utilizado en la construcción de pavimentos y banquetas de adoquín, el cual cierra módulos de confinamiento a distancias iguales transversal y longitudinalmente sobre el pavimento.
<b>Mano de obra</b>	Es el esfuerzo físico y mental proporcionado por un obrero para ejecutar una actividad.

<b>m.s.n.m.</b>	Metros sobre el nivel del mar.
<b>Planificación</b>	Conjunto de actividades que se centra en establecer la forma, los recursos y los medios para desarrollar la ejecución de un proyecto.
<b>Proyecto</b>	Planificación donde se detalla el modo y conjunto de medios necesarios por medio de planos, presupuestos, cronogramas para llevar a cabo la construcción según diseño.
<b>Rendimiento</b>	Cantidad de trabajo promedio realizado por uno o más obreros para un determinado tiempo y una determinada actividad.
<b>Salario a destajo</b>	Pago por la prestación de un servicio o una actividad realizada. A diferencia del salario por día, el salario a destajo se paga por cada actividad ejecutada.
<b>Salario por día</b>	Pago por la prestación de varios servicios durante una jornada laboral, el pago no es por actividad ejecutada, sino por día laborado.

## RESUMEN

La elaboración de cronogramas de tiempo para la estimación del tiempo de un proyecto constructivo es una habilidad que todo profesional debe tener para competir dentro del sector empresarial para la negociación de proyectos. En el área de la ingeniería civil existe gran cantidad de profesionales que diseñan los diversos proyectos constructivos, pero son pocos los que tiene la experiencia para proyectar un cronograma de ejecución veraz. El mayor éxito en el área de la ingeniería civil, no se basa solo en el cálculo para el diseño de proyectos, sino también se alcanza a través de la negociación, la buena administración y proyección de tiempo para la ejecución de estos proyectos. Entonces, es necesario que todo profesional se informe para elaborar cronogramas de ejecución reales en base a información real, o información de campo.

El presente trabajo da a conocer el tiempo que cada trabajo requiere para su ejecución y sus respectivos rendimientos, considerando los diversos factores que intervienen como el lugar de ejecución, clima, entre otros. Se incluye información para planificación de un proyecto, tomando en cuenta el rendimiento promedio de mano de obra de los diversos trabajos de construcción, es una guía que proporciona información para la estimación del tiempo de ejecución de un trabajo constructivo.

Actualmente el estudiante o el recién graduado carece de información que lo oriente para el desarrollo de cronogramas de ejecución de trabajos de ingeniería civil, el cual es necesario para que el estudiante o recién graduado pueda realizar una planificación con todos los elementos, que sea precisa y veraz que le permita desarrollarse laboralmente en sus primeros trabajos profesionales.



# OBJETIVOS

## General

Facilitar información real sobre rendimientos de mano de obra a través de investigación de campo, detallada con la secuencia de una edificación real y dar parámetros sobre el rendimiento promedio de la mano de los diversos trabajos constructivos.

## Específicos

1. Orientar al estudiante y al recién graduado con rendimientos de mano de obra reales que puedan ser empleados para el desarrollo de cronogramas de ejecución de una edificación.
2. Detallar el tiempo promedio que requiere todo trabajo dentro de la ejecución de obras de ingeniería civil, asimismo, detallar el rendimiento promedio de la mano de obra de los diversos trabajos.
3. Dar a conocer los diversos factores que delimitan el rendimiento de un trabajo y, por consiguiente, el tiempo de ejecución que requiere.



## INTRODUCCIÓN

El trabajo de graduación debe servir como guía para los recién graduados que todavía no tienen el conocimiento o experiencia en esta área para desarrollar cronogramas de ejecución viables y confiables, que puedan ser utilizados para realizar presupuestos. Presenta una parte introductoria en la que se detallan conceptos básicos que conciernen al rendimiento de la mano de obra, desglosando también los rendimientos de los diversos trabajos constructivos.

El capítulo uno incluye conceptos básicos sobre diversos factores que intervienen en el rendimiento de la mano de obra, según la ubicación y tipo de proyecto en ejecución. A partir del capítulo dos, se desarrolla la investigación de campo, detallando los pormenores de la ejecución de cada trabajo. El capítulo tres, detalla el rendimiento para cada actividad. Cada capítulo desglosa las diversas actividades constructivas por grupos, para facilitar su búsqueda en este trabajo de graduación.

El capítulo dos comprende las actividades que conlleva la ejecución de un proyecto. En este se desarrolla toda la parte teórica para cada actividad, su proceso de ejecución y finalidades. Entre estas actividades se menciona la ejecución de topografía aplicada en un proyecto de infraestructura, los trabajos de movimientos de tierra que pueden darse en los diversos proyectos, la construcción de diversos elementos estructurales que puede requerir una infraestructura, colocación de mampuestos en sus distintos tipos.

También se desarrolla la aplicación de enlucidos o acabados artesanales en sus distintos tipos, la instalación de enlucidos o acabados prefabricados en su

variedad, la instalación de techos en sus distintos tipos y componentes, instalación de suministros como artefactos sanitarios, puertas y ventanas. Por último, se desarrolla las actividades de demoliciones.

En el capítulo tres se desarrollan todos los rendimientos para las actividades mencionadas en el capítulo dos, se muestra toda la información en tablas de una forma ordenada y consecuente para facilitar su comprensión.

En el capítulo cuatro se explica cuáles trabajos pueden trabajarse en conjunto, para avanzar en general un proyecto constructivo para así, minimizar el tiempo de ejecución del mismo, finalmente se incluyen las conclusiones y recomendaciones, así como, la bibliografía consultada producto del trabajo realizado.



# 1. CONCEPTOS BÁSICOS

## 1.1. ¿Qué es la mano de obra?

A pesar de los avances experimentados en tecnología y las nuevas técnicas de gestión de la producción, la construcción continúa siendo uno de los sectores industriales que en su mayoría dependen del factor humano. La tecnología no ha suplementado en su totalidad la mano de obra para ejecutar los trabajos constructivos, siendo la mano de obra el elemento principal para llevar a cabo la ejecución de un proyecto constructivo.

La tecnología dentro de la construcción ha ayudado a la mano de obra facilitando la ejecución de ciertos trabajos y, por consiguiente, ha reducido el tiempo para ejecutarlo, pero no la ha suplementado en su totalidad. Por su continua implementación dentro de la construcción, surge el término “rendimiento” con su respectivo análisis.<sup>1</sup>

## 1.2. ¿Qué es el rendimiento?

La idea rendimiento se refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue. El beneficio o el provecho que brinda algo o alguien también se conoce como rendimiento. Si se analiza el ámbito de la Física también se hace uso del término rendimiento, el cual se define como el cociente entre el trabajo que una máquina realiza de forma

---

<sup>1</sup> BOTERO BOTERO, Luis Fernando. *Análisis de rendimientos*. p.11.

útil durante un determinado periodo de tiempo y el trabajo total que se le ha entregado durante ese citado tiempo.

Cuando el concepto se asocia a una persona, el rendimiento suele hacer mención al agotamiento, la fatiga o la debilidad por una carencia de fuerza al realizar cierta tarea o cantidad de trabajo. En el ámbito constructivo, el rendimiento de la mano de obra es la capacidad de una persona en ejecutar cierto trabajo en presencia de los diversos factores que afecten la efectividad del mismo.

Cabe mencionar que el concepto de rendimiento también se encuentra vinculado al de eficiencia o al de efectividad. La eficiencia es la capacidad de lograr un resultado empleando la menor cantidad posible de recursos, mientras que la efectividad se centra directamente en la capacidad de obtener el efecto que se busca.<sup>2</sup>

### **1.3. ¿Qué es el tiempo de ejecución de un proyecto constructivo?**

El rendimiento de la mano de obra determina el tiempo de ejecución para cierta cantidad de trabajo. En todo proyecto constructivo se tienen varios trabajos en conjunto donde no solo basta un buen rendimiento, sino una buena organización para la ejecución de todas las actividades con el fin de obtener el menor tiempo para su ejecución. Es aquí donde entra en juego la eficiencia, ejecutar cada trabajo en el menor tiempo posible y la efectividad, para obtener una buena calidad y así reducir su tiempo de ejecución.

Si se analiza el ámbito económico, todo proyecto constructivo es sinónimo de ganancia, cuando se obtiene lo proyectado de un inicio. Pero también es

---

<sup>2</sup> BOTERO BOTERO, Luis Fernando. *Análisis de rendimientos*. p.11.

sinónimo de pérdida cuando no se alcanza el objetivo. En la proyección de un proyecto constructivo entran en juego varios factores, pero los que más sobresalen son el factor económico y el factor tiempo. Sin lo económico es imposible poner en marcha la ejecución, pero a la vez si se dispone del factor económico, pero no de una buena administración de recursos y de una buena organización para su ejecución, se pueden generar pérdidas.

Esto quiere decir que mientras menor sea el tiempo para la ejecución de un proyecto, mayores serán las ganancias que proporcionará, caso contrario, la prolongación del tiempo para su construcción, aumenta los costos para su ejecución y, por consiguiente, reduce las ganancias.

#### **1.4. Factores principales que intervienen en el rendimiento de la mano de obra**

El rendimiento se ve afectado por diversos factores como la ubicación, clima, cultura, salario entre otros.

##### **1.4.1. Ubicación de proyecto**

Uno de los propósitos de la construcción es promover el desarrollo a través de la infraestructura, por lo tanto, cualquier lugar se adecua según la necesidad que surja. Dependiendo la ubicación surgen diversos factores que pueden afectar el rendimiento en la mano de obra. Por ejemplo, el clima de un lugar varía considerablemente respecto de otro, este es un factor que influye directamente en la mano de obra, positiva o negativamente. Otro, es abastecimiento de materiales e insumos. No siempre se tendrá un proyecto dentro de un casco urbano, cabecera departamental o poblado que disponga de los comercios

necesarios para el abastecimiento de los materiales para el proyecto y los insumos para la mano de obra.<sup>3</sup>

Dependiendo la ubicación, así se dispondrá de la mano de obra. No toda la mano de obra trabaja en la misma forma, cantidad, calidad y esto depende de las cualidades físicas y culturales de la mano trabajadora. Las costumbres propias del lugar influyen en el rendimiento. Otro factor por analizar es el salario. No todos los municipios de la república de Guatemala poseen el mismo costo de la mano de obra, forma de cobro o pago del trabajo ejecutado y al no tomar en cuenta este aspecto puede que no se tenga el proyecto en el tiempo estimado debido al rendimiento de la mano de obra, al no estar satisfecho con el salario recibido.

#### **1.4.2. Clima**

Los antecedentes del clima en el sitio del trabajo deben ser considerados dentro del análisis de eficiencia en la productividad de rendimientos. Los factores climáticos que más afectan la construcción son el estado del tiempo y la temperatura. El estado de tiempo determinará las horas efectivas que se tendrán para ejecutar un proyecto. Ejecutar un proyecto en época seca es más eficiente que hacerlo en época lluviosa.

A diferencia del sector de la producción, la construcción está sujeta a las condiciones climáticas para producir o ejecutar. Todo proyecto constructivo se ve afectado por épocas lluviosas, y estas disminuyen las horas efectivas para avanzar con el proyecto. Considerando esto es recomendable hacer un análisis de estos factores para determinar la eficiencia de la mano en presencia de estos factores.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> BOTERO BOTERO, Luis Fernando. *Análisis de rendimientos*. p.13.

<sup>4</sup> *Ibíd.*

Otros factores importantes son la temperatura y la humedad. Toda persona percibe los efectos que la temperatura y humedad inciden al estado de ánimo, la capacidad de trabajo e incluso el bienestar físico y mental. El estado del tiempo y la temperatura afectan al trabajador en forma diferente.

Cuando se realiza trabajo bajo techo la temperatura y humedad se controlan bien, si es que la empresa está dispuesta a invertir bastante dinero y si las instalaciones se prestan a ello. Lastimosamente en la construcción, la mayoría de trabajos se ejecutan a la intemperie y los trabajadores sufren las condiciones climáticas oportunas. El cuerpo humano se adapta a muchas circunstancias. Según la adaptación de las personas al lugar, pueden soportar temperaturas extremadamente altas y mantener la capacidad de trabajo en días calurosos y húmedos durante largos períodos.

La misma temperatura resulta tolerable o insoportable según el grado de humedad. La velocidad de circulación del aire sobre la piel repercute en la tolerabilidad de determinada temperatura y humedad. La corriente de aire facilita la evaporación y sudación, con lo cual los trabajadores se sienten más frescos y cómodos. Las condiciones climatológicas influyen en la calidad y cantidad de trabajo realizado. La producción merma en casos de calor y humedad excesivos. La motivación es un elemento decisivo en la eficiencia del empleado cuando la temperatura es excesivamente alta o baja.<sup>5</sup>

#### **1.4.2.1. Zonas climáticas de Guatemala**

El clima es producto de los factores astronómicos, geográficos y meteorológicos, adquiriendo características particulares por la posición

---

<sup>5</sup> BOTERO BOTERO, Luis Fernando. *Análisis de rendimientos*. p.13.

geográfica y topografía del país. Climáticamente se ha zonificado al país en seis regiones perfectamente caracterizadas por el sistema de Thorntwaite.<sup>6</sup>

#### **1.4.2.1.1. Las planicies del norte**

Comprende las planicies de Petén y la región norte de Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz e Izabal. Las elevaciones oscilan entre 0 a 300 metros snm. El ascenso se realiza mientras se interna en el territorio de dichos departamentos, en las estribaciones de la sierra de Chama y Santa Cruz. Es una zona muy lluviosa durante todo el año, aunque de junio a octubre se registran las precipitaciones más intensas. Los registros de temperatura oscilan entre los 20 y 30 °C. En esta región se manifiestan climas de género cálidos con invierno benigno, variando su carácter entre muy húmedos, húmedos y semisecos, sin estación seca bien definida. La vegetación característica varía entre selva y bosque.<sup>7</sup>

#### **1.4.2.1.2. Franja transversal del norte**

Definida por la ladera de la sierra de los Cuchumatanes Chama y la de las Minas, norte de Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz y cuenca del río Polochic. Las elevaciones oscilan entre los 300 hasta los 1 400 msnm, es muy lluviosa y los registros más altos se obtienen de junio a octubre, los niveles de temperatura descienden conforme aumenta la elevación. En esta región se manifiestan climas de género cálido con invierno benigno, cálidos sin estación seca bien definida y semicálidos con invierno benigno, su carácter varía de muy húmedos sin estación seca bien definida. La vegetación característica es de selva a bosque.<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> INSIVUMEH, *Meteorología, zonas climáticas de Guatemala*.  
<http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>

<sup>7</sup> *Ibíd.*

<sup>8</sup> *Ibíd.*

#### **1.4.2.1.3. Meseta y altiplanos**

Comprende la mayor parte de Huehuetenango, Quiché, San Marcos, Quetzaltenango Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Guatemala, sectores de Jalapa y las verapaces. Las montañas definen mucha variabilidad con elevaciones mayores o iguales a 1 400 metros snm, generando diversidad de microclimas, son regiones densamente pobladas por lo que la acción humana se convierte en factor de variación apreciable.

Las lluvias no son tan intensas, los registros más altos se obtienen de mayo a octubre, en los meses restantes estas pueden ser deficitarias, en cuanto a la temperatura en diversos puntos de esta región se registran los valores más bajos de país. En esta región existen climas que varían de templados y semifríos con invierno benigno a semicálido, de carácter húmedos y semisecos con invierno seco.<sup>9</sup>

#### **1.4.2.1.4. La bocacosta**

Es una región angosta que transversalmente se extiende desde el departamento de San Marcos hasta Jutiapa, situada en la ladera montañosa de la sierra Madre, en el descenso desde el altiplano hacia la planicie costera del Pacífico, con elevaciones de 300 a 1 400 metros snm. Las lluvias alcanzan los niveles más altos del país juntamente con la transversal del norte, con máximos pluviométricos de junio a septiembre, los valores de temperatura aumentan a medida que se desciende hacia el litoral del Pacífico.

---

<sup>9</sup> INSIVUMEH, *Meteorología, zonas climáticas de Guatemala.*  
<http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>

En esta región existe un clima generalizado de género semicálido y sin estación fría bien definida, con carácter de muy húmedo, sin estación seca bien definida, en el extremo oriental varía a húmedo y sin estación seca bien definida. La vegetación característica es selva.<sup>10</sup>

#### **1.4.2.1.5. Planicie costera del pacífico**

Esta región también se extiende desde San Marcos hasta Jutiapa, con elevaciones de 0 a 300 msnm. Las lluvias tienden a disminuir conforme se llega al litoral marítimo con deficiencia durante parte del año, los registros de temperatura son altos. En esta región existen climas de género cálido sin estación fría bien definida. Con carácter húmedo con invierno seco, variando a semiseco con invierno seco. La vegetación varía de bosque a pastizal en el sector oriental.<sup>11</sup>

#### **1.4.2.1.6. Zona oriental**

Comprende la mayor parte del departamento de Zacapa y sectores de los departamentos de El Progreso, Jalapa Jutiapa y Chiquimula, el factor condicionante es el efecto de sombra pluviométrica que ejercen las sierras de Chuacús y de las Minas y a lo largo de toda la cuenca del río Motagua, las elevaciones son menores o iguales a 1 400 metros sobre el nivel del mar (msnm).

La característica principal es la deficiencia de lluvia (la región del país donde menos llueve) con marcado déficit la mayoría del año y con los valores más altos de temperatura. En esta región se manifiestan climas de género cálido con

---

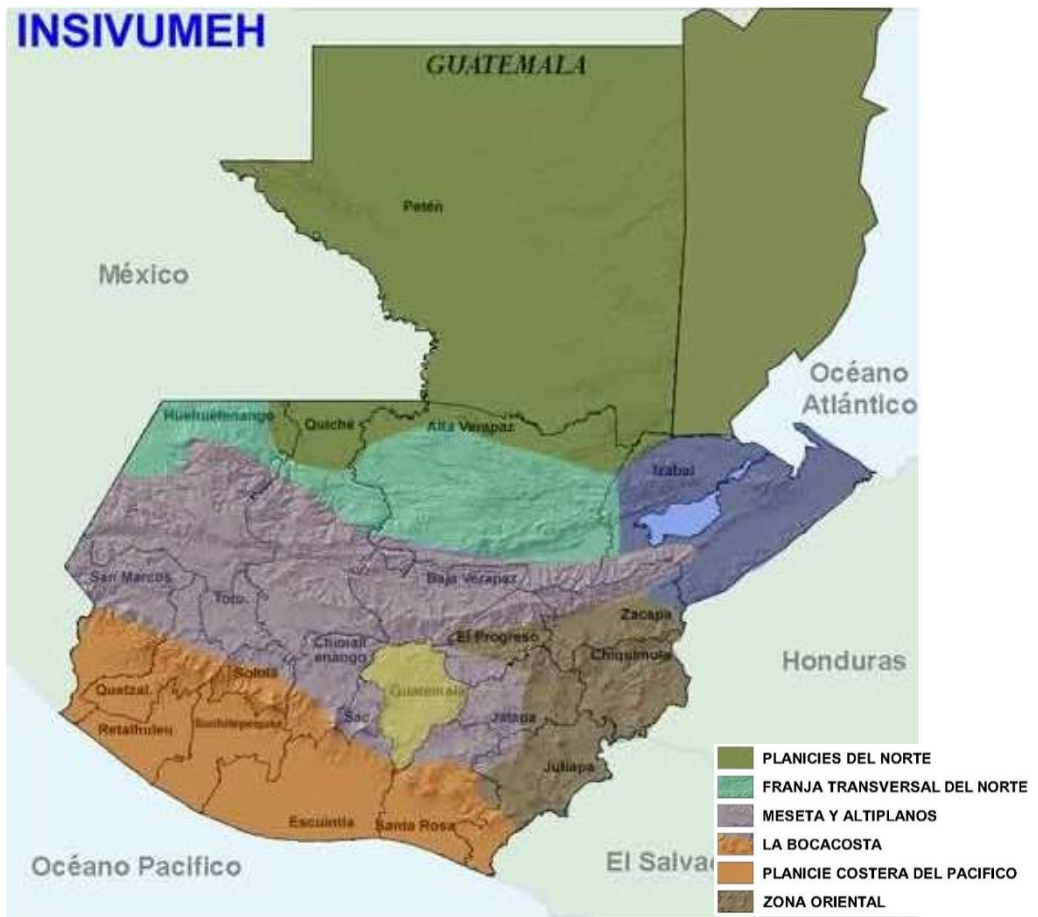
<sup>10</sup> INSIVUMEH, *Meteorología, zonas climáticas de Guatemala*.  
<http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>.

<sup>11</sup> *Ibíd.*



invierno seco, variando su carácter de semisecos sin estación seca bien definida hasta secos. La vegetación característica es el pastizal.<sup>12</sup>

Figura 1. **Regiones climáticas de Guatemala**



Fuente: INSIVUMEH, *Instituto nacional de sismología, vulcanología, meteorología e hidrología*. Zonas climáticas de Guatemala.

<http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>. Consulta: 25 de octubre de 2016.

<sup>12</sup> INSIVUMEH, *Meteorología, zonas climáticas de Guatemala*. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>.

### **1.4.3. Abastecimiento completo de materiales e insumos**

Mientras más distante este el punto de abastecimiento de materiales para la obra, más propenso será a atrasos que repercuten directamente en el rendimiento y tiempo de ejecución. Sin materiales no hay producción en la mano de obra, y si no hay producción se prolonga el tiempo estimado para ejecución de la obra. En estos casos es necesaria una organización estricta, tanto entre encargados y proveedores, para que todo el material se tenga en su momento.

En el caso de los insumos para la mano de obra, siempre es necesario tener al alcance lo necesarios para el bienestar de la mano trabajadora, la buena alimentación e hidratación que serán vitales para que la mano trabajadora ejecute con eficiencia el trabajo asignado. Esto quiere decir que, si no se dispone de estos elementos alrededor del proyecto por su ubicación, es necesario tomar otras alternativas que puedan cubrir estas necesidades.

### **1.4.4. Cualidades físicas y culturales de la mano trabajadora**

Cuando se ejecutan proyectos constructivos, se desea contratar personal capacitado, tanto físico como mentalmente para brindar su mayor desempeño y así obtener una buena eficiencia en la ejecución. Si se describe al trabajador modelo para este trabajo, debe ser alguien potente, con fuerza, vigoroso que esté acostumbrado trabajar bajo presión toda la jornada laboral, y con horas extras si es posible, pero son muy pocas las personas que poseen todas estas características.

Dependiendo de la economía del lugar, así será el tipo de personas que se encuentren disponibles; una región con buena economía regional dispondrá de

un buen porcentaje de pobladores con buena nutrición, alimentación y, por consiguiente, con una condición física adecuada para el trabajo de la construcción, a diferencia de una región con mala economía, con escasas de alimentación y desnutrición, dispondrá en su mayoría de pobladores no aptos para laborar en la construcción.<sup>13</sup>

A pesar de la condición física de las personas, la necesidad económica que hay en cada una de ellas les obliga a ejercer este tipo de trabajos y, de una u otra forma, afectan el rendimiento en la ejecución de un proyecto constructivo. Esta problemática no le corresponde al sector de la construcción solucionarlo, pero puede ayudar a estas clases sociales con un salario justo. Analizando la cultura de las personas, cada región tiene lo suyo. Mientras en la ciudad capital la clase trabajadora está acostumbrada a trabajar una jornada de 8:00 a 17:00 horas, en otras regiones del país, dependiendo el tipo de producción, están acostumbrados a laborar 6:00 a 14:00 horas, o incluso en 2 jornadas, de 5:00 a 10:00 horas y de 16:00 a 19:00 horas, esto a consecuencia del clima para regiones con temperaturas altas.

Entonces, sería ideal conocer la cultura de la región en cuanto a las jornadas de trabajo para que el trabajador se sienta a gusto y pueda desempeñar de una mejor forma el trabajo asignado. Imponer modalidades distintas de trabajo al trabajador que está acostumbrado a trabajar de otro modo, puede afectar el rendimiento de la ejecución de un proyecto; los trabajadores se ajustan a las normativas de las empresas, pero en muchos de los casos en contra de su voluntad.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> BOTERO BOTERO, Luis Fernando. *Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción*. p.14.

<sup>14</sup> *Ibíd.*

#### 1.4.5. Salario de la mano de obra

“El salario, es el premio o forma de pago a cambio de la ejecución de trabajos constructivos, o el costo de la mano de obra. La industria de la construcción está regida por disposiciones especiales por lo cual resulta simple establecer estos costos independientemente del tamaño de la obra.”<sup>15</sup> Los salarios están fijados con base en una serie de características especiales y típicas de la industria, entre las cuales se pueden mencionar: la jornada no debe exceder un número de horas semanales y diarias, deben incluirse las horas extras, vacaciones y prestaciones indicados en el Código de Trabajo y demás reglamentación local existente. Las empresas constructoras o contratistas crean constantemente nuevas estrategias de trabajo para mejorar la eficiencia en la ejecución de los diversos proyectos constructivos, con el objetivo principal de reducir el tiempo de ejecución para aumentar sus ganancias.<sup>16</sup>

Estas estrategias redundan en la implementación de tareas diarias, individualmente o por grupos de trabajo, o también llamado metas de trabajo, exigiendo sean realizadas en el tiempo solicitado por los encargados. Lo malo de estas implementaciones no es la exigencia de las tareas o metas, sino la mala remuneración por el trabajo exigido. Esto se convierte en una explotación laboral, que es muy común verlo en la mayoría de las empresas contratistas, donde aprovechan la necesidad de las personas para realizar sus proyectos a un costo bajo, aumentando así sus ganancias. Este es un factor más que interfiere en el rendimiento de la mano de obra.

También es necesario investigar, según el lugar del proyecto, la forma adecuada de pago al personal por el trabajo constructivo ejecutado. En su

---

<sup>15</sup> OLIVA MAZARIEGOS, Roberto. *Rendimientos de mano de obra*. p.3.

<sup>16</sup> Ministerio de Trabajo. *Código de trabajo de Guatemala*. p.71-87.

mayoría, el pago es por destajo, metros cuadrados, metros lineales, metros cúbicos, unidad, pero hay lugares donde también los trabajadores cobran este trabajo por hora. No es tan usual aplicar esta forma de pago para la mano de obra en el sector de la construcción, pero hay lugares donde sí aplican esta modalidad de pago. Tomando en cuenta lo anterior es necesario determinar la forma de pago adecuada para los trabajadores con el fin de que el trabajador este conforme con el pago por el trabajo asignado, obteniendo así también un buen rendimiento en la mano de obra.



## **2. RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA TRABAJOS DE UNA EDIFICACIÓN (MARCO TEÓRICO)**

### **2.1. Limpieza para el inicio de una edificación**

Todo proyecto de un inicio requiere de una limpieza previa para iniciar los primeros estudios de campo para los levantamientos respectivos. Después de obtener las licencias respectivas para ejecutar la obra, es necesario realizar otra limpieza para preparar el lugar donde se ejecutará el proyecto constructivo. Esta limpieza puede ser un trabajo muy sencillo de días, o puede ser un trabajo muy extenso de semanas, dependiendo el tipo de construcción, el área necesaria para trabajar y la ubicación del proyecto.<sup>17</sup>

#### **2.1.1. Condiciones físicas del lugar por limpiar**

La limpieza consiste en el retiro de la vegetación que se encuentra sobre el suelo. La capa vegetal que dispone el suelo no es un elemento aprovechable dentro de la construcción. La limpieza previa al inicio de un proyecto constructivo puede clasificarse como liviana o densa, dependiendo las siguientes caracterizas. Por lo regular, para los proyectos que se ejecutan en áreas urbanas, la limpieza consiste en el retiro de vegetación liviana, vegetación que surge a través de las lluvias. En los proyectos que se ejecutan en áreas rurales, la limpieza es densa y puede llegar a ser antiecológica, donde es necesario retirar todo tipo de vegetación dando lugar a la tala de árboles.<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> ARQHYS. *Revista de limpieza y nivelación del terreno.*  
<https://www.arqhys.com/construcciones/limpieza-nivelacion-terreno.html>.

<sup>18</sup> *Ibíd.*

Cabe mencionar que este tipo de limpiezas de gran magnitud, requieren de permisos adicionales con INAB (Instituto Nacional de Bosques) y Ministerio de Medio Ambiente. Independientemente del estudio de impacto ambiental propio del proyecto. Posteriormente al retiro o corte de la vegetación, es necesario apilar la maleza cortada para su extracción, así lograr la limpieza total del terreno por utilizar.

## **2.2. Topografía**

Todo proyecto constructivo requiere de un levantamiento topográfico preliminar, el cual da la información real del lugar para el diseño del mismo. Un levantamiento preliminar puede ser una tarea de un día, de varios días, o incluso de semanas, dependiendo la magnitud de la construcción y las condiciones topográficas del lugar. Sin embargo, es una tarea sencilla en comparación de un trazo topográfico en sitio para iniciar cualquier tipo de construcción. Otro elemento que interviene en el rendimiento de esta tarea es el equipo que se utilice. Actualmente se emplea estación total y teodolitos electrónicos para agilizar esta tarea.<sup>19</sup>

Cabe mencionar que un levantamiento topográfico consiste en tomar lectura de las condiciones físicas del terreno, en cuanto a la altitud y distancia referente a un punto o banco de marca. En este caso, el uso de estación total es la mejor opción para obtener la información del terreno en el menor tiempo. Al ejecutar esta tarea con estación total es aproximadamente tres veces más rápido que realizarla con teodolito electrónico y nivel. Un trazo topográfico consiste en ubicar los puntos necesarios en sitio, según el diseño lo requiera, para iniciar con la ejecución del proyecto.

---

<sup>19</sup> ARQHYS. *Revista de limpieza y nivelación del terreno.*  
<https://www.arqhys.com/construcciones/limpieza-nivelacion-terreno.html>.



Por lo regular, se inicia con el movimiento de tierras después de esta actividad. Para ello se utiliza el teodolito electrónico, pero el uso de estaciones totales es más eficiente, aproximadamente dos veces más rápido. Obtener estos trabajos topográficos en el menor tiempo también depende de la agilidad o experiencia de los topógrafos para el uso del equipo.

### **2.2.1. Levantamiento topográfico de terrenos**

Se define como tal el conjunto de operaciones ejecutadas sobre un terreno con los instrumentos adecuados para obtener una correcta representación gráfica con base a longitudes y alturas del terreno, el cual es esencial para situar correctamente cualquier obra que se desee llevar a cabo, así como para elaborar cualquier proyecto constructivo.

Para realizar levantamientos topográficos se necesitan varios instrumentos, como el nivel, teodolito o la estación total. El levantamiento topográfico es el punto de partida para realizar toda una serie de etapas básicas dentro de la identificación y señalamiento del terreno por edificar, como levantamiento de planos (planimétricos y altimétricos), replanteo de planos, deslindes, amojonamientos y demás. Existen dos grandes modalidades:<sup>20</sup>

- Levantamiento topográfico planimétrico: es el conjunto de operaciones necesarias para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano de comparación. Para realizar estos levantamientos se utiliza el teodolito o estación total.

---

<sup>20</sup> MERRIT, Fredericks. *et al. Manual del ingeniero civil*. p. 725.

- Levantamiento topográfico altimétrico: es el conjunto de operaciones necesarias para obtener las alturas respecto al plano de comparación. Para realizar estos levantamientos se utiliza el nivel o teodolito.

Los levantamientos antes mencionados fueron reemplazados con la llegada de la estación total, este equipo trabaja los dos levantamientos en una sola lectura, esto lo hace más eficiente, más rápido y a la vez, el equipo más utilizado, sin embargo, también se realizan levantamientos por medio de fotografías aéreas utilizando medios satelitales.<sup>21</sup>

### **2.2.2. Trazo topográfico**

Después de realizar el diseño del proyecto con su respectiva planificación, es necesario replantear el diseño planificado en el sitio. Para ello se necesita nuevamente de la topografía, pero en este caso no es levantamiento, sino replanteo o trazo topográfico a través de puntos de referencia dados en un diseño previo de gabinete. Este trabajo consiste en ubicar en sitio los puntos dados e identificarlos, con ayuda de equipo de medición como teodolitos electrónicos o estaciones totales, los cuales servirán para dar inicio con la ejecución del proyecto, el cual su tiempo de ejecución depende de la magnitud de proyecto.

En el caso de una vivienda, es más sencillo ejecutar un trazo, debido a que este solo es utilizado para iniciar con la excavación previo a la cimentación de la misma. Posteriormente, se trabaja el levantado de muros con base a referencias instaladas a los extremos de cada eje (sentido longitudinal de muro) que conforme la vivienda. Este trazo no requiere equipo de medición si el terreno por construir posee mojones que delimiten el terreno.

---

<sup>21</sup> MERRIT, Fredericks. *et al. Manual del ingeniero civil*. p. 726.

En el caso de una construcción mayor, es necesario emplear equipo de medición para trazar el terreno e iniciar con la excavación o movimiento de tierras. Posteriormente se utiliza el equipo de medición para centrar un elemento estructural como zapata o columna. También en la fase arquitectónica, si el proyecto lo dispone, es necesario realizar trazos para delimitar caminamientos, decoraciones, jardinerías, calles, entre otros.<sup>22</sup>

### **2.2.3. Nivelación**

La nivelación es una tarea que está ligada al momento de realizar un levantamiento, o también se ejecuta cuando se replantea o trazan puntos para realizar movimientos de tierra. Cuando se trabaja con teodolito, se trabaja con un azimut y distancia referente a un punto de partida, pero se necesita de la nivelación para determinar la altura referente al punto de partida.

A diferencia de la estación total, este instrumento obtiene ambos datos a la vez a través de la lectura de coordenadas x, y, z referentes a un punto de partida, lo cual hace más eficiente el uso de la estación para cualquier instancia. Entonces, cuando se trabaja con teodolito es necesario trabajar la nivelación del terreno a través de poligonales abiertas respecto de un punto de partida.<sup>23</sup>

### **2.3. Movimiento de tierra**

Todos los trabajos constructivos que involucran la construcción de infraestructura requieren de una fase de movimiento de tierra, la cual se da posteriormente al replanteo o trazo topográfico. Se conoce como movimiento de tierra a la modificación de la condición física del terreno natural ajustándolo a la

---

<sup>22</sup> ARQHYS. *Revista de limpieza y nivelación del terreno.*  
<https://www.arqhys.com/construcciones/limpieza-nivelacion-terreno.html>.

<sup>23</sup> MERRIT, Fredericks. *et al. Manual del ingeniero civil.* p. 731.

necesidad de la infraestructura a ejecutar, esto se consigue a través del corte del terreno natural (excavación), o relleno controlado (relleno de material clasificado + compactación). Ambos trabajos requieren de un traslado de material, bien sea para extraer o retirar el material cortado, o para trasladar material de un banco de material al lugar donde se necesita rellenar.<sup>24</sup>

Analizar el rendimiento de esta fase en conjunto es complejo porque está sujeto a diversos factores como el punto de ubicación, si es urbano concéntrico o rural, la distancia a la que se encuentran los bancos de materiales para relleno, o la distancia a la que se encuentra el punto donde reciben el material extraído o cortado. El avance de esa fase depende, en gran manera, de los factores ya mencionados y de la cantidad y el tipo de maquinaria que se disponga para ejecutarlos. A continuación, se presenta el rendimiento de los diversos trabajos que involucra el movimiento de tierra.

### **2.3.1. Excavación de suelo**

Se conoce como excavación al corte de terreno realizado para obtener la condición física necesaria adecuada a la necesidad de la infraestructura a construir. Regularmente se ejecuta corte de terreno para la construcción de plataformas, rasantes para carreteras, construcción de cimentaciones para cualquier tipo de edificación, urbanizaciones, alcantarillados, redes agua potable, entre otros. Los trabajos antes mencionados difieren en cuanto al proceso y tipo de máquina que cada uno requiere para ejecutar su respectivo corte de terreno. Por ejemplo, para el corte de bermas o plataformas se utiliza la excavadora, adicionalmente la motoniveladora para afinar el corte. Depende del tamaño y capacidad de cada uno de estas máquinas, así será el rendimiento.

---

<sup>24</sup> MERRIT, Fredericks. *et al. Manual del ingeniero civil*. p. 752.

En el caso de una carretera, dependiendo la profundidad de corte se utiliza la excavadora y motoniveladora para emparejar la rasante. En el caso de las diversas cimentaciones, dependiendo el tamaño (área) y profundidad, se decide si es factible utilizar una excavadora, retroexcavadora o personas para que ejecuten esta tarea.

Para la construcción de alcantarillados o redes de distribución de agua potable, de igual forma se utiliza una excavadora, o una retroexcavadora dependiendo el ancho de la zanja a excavar. Los trabajos antes mencionados van de la mano con la extracción de material y el relleno controlado, en caso de las urbanizaciones. Por esta razón no es posible definir un parámetro exacto de tiempo necesario para ejecutar cada tarea. Una buena organización en conjunto de ambas tareas y una excelente coordinación para su ejecución proporcionara el mejor rendimiento para su ejecución.<sup>25</sup>

### **2.3.2. Rellenos controlados**

Se conoce como relleno controlado al vaciado de material controlado o clasificado sobre un terreno cualquiera para obtener la condición física necesaria adecuada a la necesidad de la infraestructura a construir. Regularmente el relleno controlado es implementado para mejorar las condiciones físicas del suelo, en este caso se reemplaza el suelo propio del lugar por uno material con mejores propiedades físicas que brindaran mejor estabilidad a la infraestructura. También se emplea el relleno controlado para obtener el nivel de suelo necesario de acuerdo con los requerimientos de la infraestructura a construir.<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> MERRIT, Fredericks. *et al. Manual del ingeniero civil*. p. 752-756.

<sup>26</sup> *Ibíd.* p.757.

La ejecución de un relleno controlado involucra varias actividades a la vez para que este pueda ejecutarse. Cortar y cargar el material en banco con ayuda de una retroexcavadora o excavadora, trasladar el material de banco al lugar de relleno con ayuda de camiones de volteo, vaciar el material en el punto de relleno y acomodarlo con una retroexcavadora o motoniveladora, compactarlo con una vibro compactadora y dependiendo las especificaciones, agregar agua al material compactado con un camión cisterna, por último afinar el relleno con una motoniveladora y chequear los niveles de relleno para continuar con el proceso de relleno o dar por concluido el relleno, esto se determina con realizar una prueba de densidad de campo.

Debido a que este proceso está sujeto a varios factores que delimitan el tiempo para ejecutarlo, no se puede determinar un tiempo promedio para cada metro cubico (m<sup>3</sup>) compactado terminado, pero se puede analizar el rendimiento en cada operación que comprende la ejecución de rellenos. A continuación, se detalla cada fase para ejecutar un relleno controlado.

#### **2.3.2.1. Extracción de material clasificado de banco de material**

Se conoce como banco de material a una porción considerada de suelo de un mismo tipo que contiene características físicas adecuadas para brindar estabilidad al ser utilizada para relleno controlado. Previo a la geotecnia del suelo, se determina con precisión la calidad de suelo y sus características físicas para determinar si es adecuada a la infraestructura en ejecución. Después de clasificar el material, se procede a su extracción.

La extracción de material clasificado consiste en cortar o excavar el material del banco de material para ser cargado a los camiones recolectores, que en este

caso son camiones de volteo y posteriormente trasladar el material al punto de relleno.<sup>27</sup>

### **2.3.2.2. Traslado de materiales**

Calcular el tiempo preciso para trasladar una el material del banco al punto requerido es complicado, pues está sujeto a varios factores que puede delimitar el tiempo; la ubicación del banco y ubicación del proyecto donde se requiere el mismo, la distancia entre ambos puntos, condición de la carretera por transitar, tránsito propio del lugar, ciudad o área rural, desperfectos de camiones en su recorrido y factores climáticos. Actualmente, dentro de la ciudad capital está restringido el tránsito de este tipo de transporte a ciertas horas, tanto por la mañana y por la tarde.<sup>28</sup> Esta restricción ha afectado al sector constructivo.

Esto y el transito diario propio de la ciudad limita el rendimiento diario para el traslado de materiales dentro de la ciudad capital. En el interior es permitido el tránsito de camiones a cualquier hora, sin embargo, pueden presentarse otro tipo de conflictos que puedan bloquear el paso y limitar el tiempo para trasladar el material. Accidentes automovilísticos o bloqueos de carreteras por manifestantes son los principales conflictos que pueden suscitarse.

La condición del clima es otro factor que delimita el rendimiento en el transporte, no siempre se dispone de una carretera pavimentada, en muchas ocasiones es necesario transitar por carretas sin pavimento y estas se ven afectadas por condiciones climáticas como lluvias constantes.

---

<sup>27</sup> MERRIT, Fredericks. *et al. Manual del ingeniero civil*. p.758 – 765.

<sup>28</sup>VILLAGRÁN, Gustavo. *Portal electrónico del Diario de Centro América*. <https://dca.gob.gt/noticias-guatemala-diario-centro-america/nuevos-horarios-para-el-ingreso-de-transporte-pesado-a-la-capital/>.

Entonces, para definir el tiempo necesario para el traslado de material se debe considerar la distancia entre ambos puntos, si el transporte es en la ciudad capital o en el interior, el tipo de carretera donde se va a transitar y las condiciones climáticas, con ello se puede tener un parámetro de tiempo aproximado para trasladar el material del banco de material al punto de vaciado o relleno.<sup>29</sup>

### **2.3.2.3. Compactación de rellenos**

La compactación es un proceso donde se busca enlazar o unir las partículas del suelo sueltas cuando se ejecuta un relleno. A través de un estudio previo de compactación de una muestra de suelo en laboratorio, se logra determinar la cantidad de humedad necesaria para cierto volumen de suelo, con el objetivo de conseguir el máximo porcentaje de compactación que proporciona el suelo o el material de relleno utilizado.

La compactación en campo consiste en la implementación de maquinaria para compactar el relleno controlado por capas, donde se determinan la altura de estas capas en laboratorio a través del estudio de suelo respectivo. Sin embargo, son necesarios otros procesos que también forman parte de la compactación, como la acomodación del material por compactar cuando es vaciado para rellenar y el riego del relleno con base al estudio previo para determinar la cantidad de agua necesaria para su compactación, sin descartar la supervisión topográfica para determinar el nivel de relleno.

También se utiliza la compactación para la conformación de base, subbase y subrasante de una carretera. Aunque no exista rellenos de gran magnitud, se

---

<sup>29</sup> MERRIT, Fredericks. *et al. Manual del ingeniero civil*. p. 766.



utiliza la compactación para estabilizar la base del pavimento y se realizan estudios de campo para verificar su porcentaje de compactación.<sup>30</sup>

## **2.4. Construcción de elementos estructurales**

Elemento estructural es un elemento que se diseña para transmitir cargas de diversos tipos a sus puntos de apoyo, los cuales tienen diversas formas prismáticas dependiendo su ubicación y funcionalidad dentro de una infraestructura y están compuestas regularmente por acero y concreto reforzado.

Los elementos estructurales, en su mayoría, se fabrican al momento de construir en sitio alguna infraestructura, sin embargo, hay elementos estructurales prefabricados que se colocan únicamente en el sitio de alguna infraestructura, es el caso de los puentes que utilizan vigas prefabricadas y en su mayoría pretensadas. En el presente trabajo se analizó únicamente el rendimiento de los elementos fabricados en sitio de la infraestructura.<sup>31</sup>

### **2.4.1. Zapatas**

Una zapata es un tipo de cimentación (normalmente aislada), que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencias a compresión medias o altas. Consiste en un ancho prisma de hormigón (concreto) situado bajo los pilares o columnas de la estructura. Su función es transmitir al terreno los distintos esfuerzos al que está sometido el resto de la estructura. La construcción de este elemento consiste en la excavación a la profundidad de la misma, posteriormente la elaboración del armado, el cual es con varillas de acero,

---

<sup>30</sup> MERRIT, Fredericks. *et al. Manual del ingeniero civil*. p.787.

<sup>31</sup> ARTHUR H., Nilson. *Diseño de estructuras de concreto*. p.9.

diámetro según diseño, luego se centran en sus respectivos agujeros junto con el armado de la columna (ver capítulo 2.4.3 Construcción de columnas).<sup>32</sup>

Posteriormente se procede a colocar el concreto para ser fundido en sitio. Por lo regular, las zapatas no necesitan de formaleta para su fundición, la excavación se trabaja con las dimensiones de la misma para evitar el uso de formaleta. Existen diversos tipos de cimentación, como zapatas centradas, excéntricas, irregulares, colindantes o combinadas.<sup>33</sup>

#### **2.4.2. Cimientos corridos**

Como cimentación corrida se le conoce a la cimentación construida para transmitir al suelo las cargas transmitidas por muros de cualquier tipo en todo su largo. A diferencia de las zapatas que transmiten al suelo las cargas de una forma puntual, los cimientos corridos transmiten al suelo las cargas de una forma distribuida. Este sistema es comúnmente utilizado para las viviendas actuales, combinan este sistema de cimentación con el sistema de zapatas, para mejorar la resistencia de las viviendas. Sin embargo, puede emplearse este sistema en muros de contención.<sup>34</sup>

La construcción de un cimiento corrido consiste en la excavación a la profundidad y ancho según diseño, posteriormente el armado del mismo, con varillas de acero, diámetro según diseño, luego se coloca en la zanja y se agregan las columnas (armadura), si existieran para refuerzo de muro. Luego se procede a vaciar el concreto para ser fundido en sitio. Por lo regular, los cimientos no necesitan de formaleta para su fundición, la excavación se trabaja con el

---

<sup>32</sup> MERRIT, Fredericks. *et al. Manual del ingeniero civil.* p.499.

<sup>33</sup> COOLL, Alberto. *et al. Albañilería práctica.* p.10.

<sup>34</sup> ARTHUR H., Nilson. *Diseño de estructuras de concreto.* p.521.

ancho del elemento para evitar el uso de formaleta, cuando estos son mayores a 50 cm de ancho.<sup>35</sup>

### **2.4.3. Columna**

Columna, es un elemento estructural que transmite cargas axiales de una estructura a los cimientos del mismo. Sin embargo, debe ser capaz de absorber los esfuerzos o momentos cortantes transmitidos por vigas o producidos por esbeltez. Existen diversos tipos, por su sección la cual puede ser cuadrada o redonda; por su refuerzo transversal, con estribos o espiral o por su forma prismática, largas, intermedias o cortas. Según el tipo de construcción se define el tipo de columna por emplear y con su respectivo diseño se establece sus dimensiones.<sup>36</sup>

La construcción de columnas debe iniciarse al momento de trabajar la cimentación, es necesario elaborar la armadura de los refuerzos verticales para que esta quede instalada sobre la armadura de los cimientos y zapatas antes de fundir estos elementos. Esto conlleva a analizar el tiempo necesario para construir el armado de una columna, analizar el tiempo necesario para instalar la formaleta y el tiempo necesario para fundir este elemento.<sup>37</sup>

### **2.4.4. Solera (refuerzo horizontal)**

Solera es un elemento estructural que transmite esfuerzos horizontales a las columnas que enlaza, esto con el objetivo de rigidizar monolíticamente un marco estructural. Por lo regular, se diseñan para reforzar muros de carga, sillares o dinteles y poseen una sección cuadrada o rectangular el cual debe ser

---

<sup>35</sup> COOLL, Alberto. *et al. Albañilería práctica*. p.10.

<sup>36</sup> ARTHUR H., Nilson. *Diseño de estructuras de concreto*. p.241.

<sup>37</sup> COOLL, Alberto. *et al. Albañilería práctica*. p.15.

reforzado con acero longitudinal y acero transversal. Para la construcción de este refuerzo debe considerarse el tiempo necesario para ejecutar la armadura de la solera, luego se debe encofrar o instalar formaleta y, por último, debe ser fundido con concreto.

#### **2.4.5. Vigas**

Viga es un elemento estructural diseñado para transmitir cargas provenientes de diafragmas directamente a sus apoyos o columnas. Por lo regular las vigas de marcos estructurales y casas habitacionales se construyen en el mismo sitio con el armado de losa (diafragma) para mejorar su rigidez.<sup>38</sup>

Para la construcción de una viga debe considerarse el tiempo necesario para ejecutar la armadura, el tiempo para encofrar o instalar faldones y, por último, el tiempo para colocar el concreto (fundición). Lo primero que se realiza es la colocación de dinteles los cuales deben ser apuntalados para soportar la base de este elemento, posteriormente se ejecuta la armadura en el lugar, sobre el dintel antes instalado, luego se coloca la formaleta o faldones que darán la forma (peralte) en dicho elemento y, por último, se procede a la fundición.<sup>39</sup>

#### **2.4.6. Losa para techo o entrepiso**

Losa es un elemento estructural diseñado para transmitir cargas a las vigas o columnas que lo apoyan, el cual puede ser losas de cubierta (techo) o entrepiso. Según su diseño requerido, puede ser una losa tradicional de 1 o 2 sentidos, losa prefabricada de 15 cm o 20 cm y losa nervada para ambientes amplios.<sup>40</sup>

---

<sup>38</sup> ARTHUR H., Nilson. *Diseño de estructuras de concreto*. p.105.

<sup>39</sup> COOLL, Alberto. *et al. Albañilería práctica*. p.13.

<sup>40</sup> ARTHUR H., Nilson. *Diseño de estructuras de concreto*. p.392.

La construcción de una losa involucra la ejecución de varias actividades que no son parte de la estructura de dicho elemento, pero son necesario trabajarlas en el momento del armado previo a fundir. Por ejemplo, la instalación de ductos eléctricos para iluminación de nivel inferior, instalación de ductos eléctricos para tomacorrientes del nivel superior, instalación de tuberías sanitarias si el peralte lo permite, armado de columnas de nivel superior.

Estas actividades añaden tiempo a la ejecución de una losa, pero dependiendo la situación que se tenga pueden considerarse. Otra actividad que debe considerarse es la construcción de vigas, en la mayoría de los casos, para casas habitacionales y pórticos pequeños es preferible trabajar juntos el armado y fundición de ambos elementos para mejorar la rigidez de la estructura.

El armado de una losa consta de varias actividades, primero, se coloca formaleta (faldones) dentro de los ambientes para la construcción de solera corona, segundo, se construye la obra falsa conocida como tarima la cual se compone por puntales, tendales y tablonés.

Tercero, se arma con acero la losa si es tradicional o se instala la vigueta y bovedilla si es prefabricada juntamente con la electromalla. Cuarto, se instala la formaleta exterior de la solera corona (faldones) para delimitar la losa, previo a la fundación.

Posteriormente, es necesario trabajar instalaciones de ductos eléctricos entre losa y colocación de columnas si es losa de entrepiso. Por último, se procede a fundir la losa. <sup>41</sup>

---

<sup>41</sup> COOLL, Alberto. *et al. Albañilería práctica*. p.20.

#### **2.4.7. Construcción de módulo de gradas**

Módulo de gradas es una estructura en forma de losa inclinada con escalones que comunica dos niveles y es utilizado para transitar de un nivel a otro en una casa habitacional, o sirve como ruta de evacuación en un edificio. Existen diversos diseños que varían según su ubicación, pueden ser en recta, en L o en U. También debe considerarse el estilo, si las huellas y contrahuellas son ordinarias o con nariz.<sup>42</sup>

La construcción conlleva varias actividades, primero debe ser construida la obra falsa que servirá como base del módulo de gradas, la cual está compuesta por paraleles, tendales y tablones. Segundo, debe ser armado con acero la estructura y, por último, debe ser colocado la formaleta lateral o faldón con su respectiva contrahuella de cada grada (obra falsa).

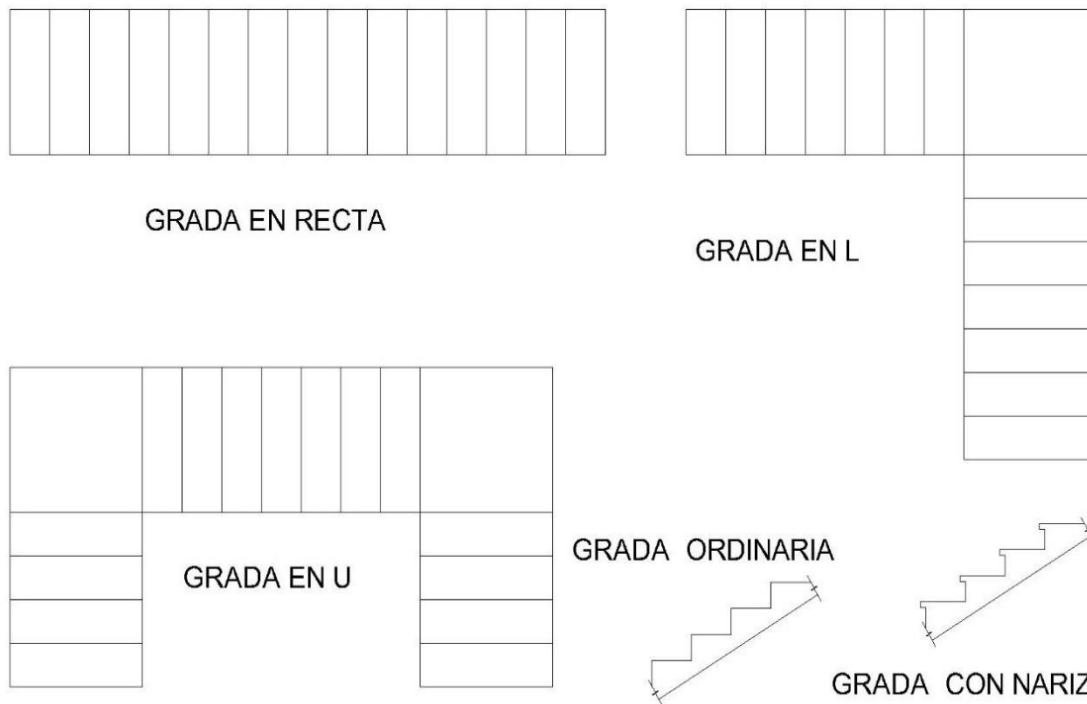
Para identificar mejor los tipos de módulo de gradas antes mencionado, se muestra un esquema con los tres tipos de módulo de gradas.<sup>43</sup>

---

<sup>42</sup> ORIHUELA, PABLO. *et al. Manual del maestro constructor*. p.101.

<sup>43</sup> *Ibíd.* p.102.

Figura 2. **Clasificación de módulo de gradas según diseño**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

#### 2.4.8. **Losa de cimentación**

Losa de cimentación es un tipo de cimentación empleado en terrenos con baja capacidad soporte de suelo y cortante. Consiste en construir una losa sobre suelo previamente controlado, posteriormente se arma con acero la estructura o se puede emplear una electromalla equivalente al refuerzo por diseño, luego se arma las columnas que son refuerzo de muros y se instalan sobre la armadura de la losa. Por último, se procede a fundir dicho elemento.<sup>44</sup>

<sup>44</sup> ARTHUR H., Nilson. *Diseño de estructuras de concreto*. p.521.

Cuando se emplea para una casa habitacional, es necesario efectuar las instalaciones de agua potable, agua residual e instalaciones eléctricas previo a efectuar la fundición. Después de armar la losa de cimentación con todos los pormenores mencionados anteriormente, se procede a fundir.

#### **2.4.9. Elementos estructurales con electropanel**

Electropanel, es un sistema constructivo compuesto por dos mallas electrosoldadas de alta resistencia paralelas separadas con duroport de 5,5 cm de espesor. Ambas mallas están enlazadas por tensores que separan ambas mallas a 7,5 cm y el objetivo de este material es llenar ambas caras con mortero de alta resistencia para obtener un diafragma o plancha de 10,5 - 13 cm de espesor que puede utilizarse como muros de carga, losas de entrepiso o losa de cubierta.<sup>45</sup>

La aplicación de este sistema constructivo tiene sus ventajas y desventajas, entre las ventajas se puede mencionar la rapidez en la culminación de muros, losas y el peso propio bajo en comparación de un sistema tradicional de construcción de muros y losas. Esto quiere decir que es una buena opción aplicarlo en ampliaciones de niveles posteriores de una edificación donde se busca tener cargas muertas mínimas. Entre las desventajas se puede mencionar la capacidad soporte limitada para futuras ampliaciones, en caso sea utilizado como muros de carga de una vivienda.

Para trabajar el sistema de electro-panel, primero se debe colocar la pieza o malla compuesta anclada con sus pines en su lugar para muro o losa, posteriormente se procede a llenar ambos lados con mortero de alta resistencia

---

<sup>45</sup> MONOLIT. *Panel Monolit, Manual de instalación.* p. 1.



en el caso de muros o se procede a fundir con concreto si es utilizado para una losa.<sup>46</sup>

## **2.5. Instalación de mampostería**

Mampuesto, es un material de construcción fabricado individualmente en su respectivo molde que cumple con ciertos lineamientos de calidad para garantizar su funcionalidad y durabilidad al colocarlo en conjunto. Todos los mampuestos son apilados para formar diversos elementos constructivos como paredes, techos, pavimentos, decoraciones, entre otros. Existen varios diseños de mampuestos, pero entre los más usados está el block, ladrillo, fachaleta de barro cocido, teja, piso granito, adoquín, bordillos para aceras, baldosas, entre otros.<sup>47</sup>

### **2.5.1. Instalación de block**

Block es un mampuesto elaborado con agregados finos, cal y cemento, el cual varía su proporción según la resistencia del elemento, siendo usado por lo regular para la construcción de muros. Estos pueden ser muros para viviendas, para delimitación de ambientes en edificios y para rellenos controlados conocidos como muros de contención. Debido a la diversidad de usos, se elabora este elemento con las propiedades adecuadas para su óptimo desempeño dependiendo su aplicación. Entre estas propiedades se puede mencionar las dimensiones, el peso volumétrico, la resistencia a la compresión y acabado en la superficie frontal.<sup>48</sup>

El rendimiento en la colocación de este mampuesto está en función de las dimensiones y peso. También afecta considerablemente el largo y la altura del

---

<sup>46</sup> MONOLIT. *Panel Monolit, Manual de instalación.* p. 2-9.

<sup>47</sup> ARGOS S.A. *Manual para maestros de obra, 360 en concreto.* p. 8-9

<sup>48</sup> *Ibíd.* p. 8

muro por trabajar. Si se analiza el rendimiento en el levantado de un muro de 15 m de largo en comparación con uno de 5 m, es más eficiente el avance en el muro de 15 m que en el muro de 5 m. Por ejemplo, el muro de 15 m por 1 m de altura tarda un albañil aproximadamente 7 horas en levantarlo, mientras que el muro de 5 m por 1 m de altura tarda un albañil aproximadamente 3 horas.

Si se analiza la altura, pasado 1,50 m del nivel de suelo es necesario armar andamio para continuar con el levantado. Esto quiere decir que mientras más alto sea el muro respecto al nivel de suelo, menos será su rendimiento para ser ejecutado. A la vez, es necesario emplear más ayudantes para agilizar el traslado de material a la altura requerida y tener la precaución para evitar accidentes como caídas o lesiones por caída de objetos de alturas considerables.<sup>49</sup>

### **2.5.2. Instalación de ladrillo**

El ladrillo es un mampuesto elaborado con arcilla clasificada el cual se convierte en estado plástico, se coloca en moldes y se somete a altas temperaturas para su consolidación para así obtener alta resistencia y calidad, el cual se conoce comúnmente como barro cocido. Regularmente, este elemento es utilizado para construcción de muros, pero se ha empleado para otros fines dentro de la construcción como elaboración de cajas de drenajes, chimeneas, hornos y estufas de leña, entre otros. Existen dos tipos de ladrillo según sus dimensiones; tayuyo de 6,5 x 11 x 23 cm y tubular en diferentes medidas, 6,5 x 11 x 23 cm y 14 x 9 x 29 cm.

El ladrillo en la construcción de muros ha sido poco utilizado en las últimas décadas debido al tiempo que requiere para ser colocado, el costo de materia prima en comparación con el block pómez y el costo para su colocación. Sin

---

<sup>49</sup> COOLL, Alberto. *et al. Albañilería práctica*. p.18-19.

embargo, todavía es utilizado para construcciones contemporáneas, decoraciones, sistemas de aislamiento térmico y acústico.<sup>50</sup>

### **2.5.3. Instalación de fachaleta**

Fachaleta es un material prefabricado elaborado con arcilla clasificada el cual se convierte en estado plástico, se coloca en moldes y se somete a altas temperaturas para su consolidación. A diferencia del ladrillo, este elemento tiene otras etapas de cocimiento en el proceso de fabricación que brindan otras tonalidades y texturas. En su mayoría, se utiliza para mejorar fachadas, cambiando la textura original de muros de block o concreto a textura de ladrillo tradicional. Para la instalación de fachaleta la superficie donde se instalará debe estar pareja, limpia y libre de humedad, es necesario sumergir en agua las fachaletas y mantenerlas húmedas hasta el momento de su instalación.

De igual forma, es necesario humedecer la pared antes de pegarla. Después, aplicar el mortero a la fachaleta cuidando que esté cubierta completamente la cara y pegarlas a la pared, dejando su espacio de sisas, al terminar de pegar, llenar las sisas. Por último, al estar seca la pared, proseguir con la limpieza y sellado.<sup>51</sup>

### **2.5.4. Instalación de teja**

Teja es un material prefabricado elaborado con arcilla clasificada o concreto extruido, el cual se convierte en estado plástico, se coloca en moldes y se somete a altas temperaturas para su consolidación en el caso de la arcilla o se espera el

---

<sup>50</sup> ARGOS S.A. *360 en concreto*. p.9.

<sup>51</sup> LADRILLOS LAS CRUCES. *Instalación de fachaleta.*  
<https://ladrilloslascruces.com/instalacion/fachaletas/>.

fraguado de la mezcla en el caso de concreto. Existen una amplia variedad en estilos, por ejemplo, tradicional (arcilla), o prefabricadas (concreto) y su principal uso es para cubiertas, pero su diversidad de estilos es empleada frecuentemente en enlucidos de construcciones tipo coloniales.

La tradicional tiene una forma curva o de capote que traslapa en sus cuatro lados con otras tejas y en conjunto forma una cubierta con canales cóncavos y convexos donde escurre la lluvia y sus dimensiones difieren según el fabricante, pero no exceden de 18 cm en su lado más ancho, 45 cm de largo y una profundidad en su curva de 8 cm. La teja prefabricada posee varios estilos, pero los más comercializados en Guatemala son alemana, americana, española, veneciana y romana.

Los estilos antes mencionados poseen una medida estándar de 30 cm ancho efectivo por un largo de 42 cm. El diseño de la prefabricada facilita la instalación a comparación de la tradicional, por esta razón es más utilizada la prefabricada.<sup>52</sup>

### **2.5.5. Instalación de piso granito**

El piso granito es un mampuesto elaborado con agregados finos, medianos, gruesos, cemento blanco, cemento gris y aditivos utilizado para piso de interiores de casas, por lo regular en primer nivel. Este mampuesto es una baldosa o plancha de concreto, por lo regular 30 cm por 30 cm, que después del fraguado de la mezcla a los 28 días, se procede a vitrificarlo para que obtenga una superficie lisa, uniforme y brillante.

---

<sup>52</sup> CONTRERAS MOTTA, Ricardo Israel. *Acabados más utilizados*. p.32.

La instalación del piso granito involucra varias actividades, primero, debe nivelarse la base donde se desea instalar, esta base debe ser con material clasificado para garantizar la estabilidad del piso granito y no debe ser menor a 5 cm de espesor el cual puede ser selecto o arena amarilla. Esta base debe ser compactada. Después se procede a elaborar un mortero de arena amarilla con cal y cemento el cual servirá como adhesivo del piso sobre la base nivelada. El piso granito se coloca directamente sobre la base compactada usando como adherente el mortero antes mencionado.<sup>53</sup>

#### **2.5.6. Instalación de adoquín para aceras**

Adoquín, es un mampuesto elaborado con concreto que posee una forma rectangular, el cual es utilizado para pavimentos flexibles siendo aplicable para tránsito rodado como el peatonal. Según el tránsito de vehículos o peatones, se define el adoquín con el espesor adecuado. Actualmente, existe una gran variedad de adoquines, tanto en dimensiones como en acabados, pero no difieren considerablemente en el rendimiento durante su instalación. Para su instalación, primero es necesario nivelar el terreno natural, luego se coloca una capa de selecto, fundición o mezclón para base del adoquín.

El área deberá estar limpia y libre de humedad. Se procede a instalar el adoquín con ayuda de hilos para alinear las filas. Después de instalado, llenar la sisa y remover los excedentes antes que seque, para evitar manchar el piso. La sisa deberá estar al mismo nivel del piso de arcilla.

Por último, construir los bordillos para delimitar banquetas con la calle y se define el lugar de las llaves a lo largo de la acera (sentido perpendicular al bordillo), Para mejorar la apariencia y presentación del acabado, es necesario

---

<sup>53</sup> CONTRERAS MOTTA, Ricardo Israel. *Acabados más utilizados*. p.22.

lavar el piso de arcilla y al estar seco proceder a aplicar sellador de poros especial para baldosas y adoquines.<sup>54</sup>

## **2.6. Acabados artesanales**

Acabado artesanal es el enlucido realizado con morteros dosificados con agregados finos, cemento y cal con el fin de vestir la obra gris de una edificación para darle una buena presentación. La aplicación de este es la solución más económica para corregir la presentación de una edificación, sin embargo, con el tiempo se puede presentar cierto deterioro por varias razones, material inadecuado utilizado para ciertos enlucidos, mala aplicación o dosificación en la mezcla de mortero y mala calidad en los materiales usados.

Entre los acabados se encuentra el repello; usado para la nivelar superficies, cernido; usado para acabado final de superficies, martelinado o granito lavado usado frecuentemente como zócalo en paredes, granceado aplicado por lo regular en cielos.<sup>55</sup>

### **2.6.1. Repello**

El repello es un sistema constructivo ejecutado mediante un mortero dosificado con agregado fino, cemento y cal usado para nivelar superficies como paredes y losas, se aplica lanzado manualmente con cuchara por capas hasta obtener el grosor requerido para nivelar la superficie. Es necesario previo a aplicar un cernido como acabado final, debido a que el cernido no debe aplicarse con un espesor mayor a 0,30 cm para nivelar. Por ello es necesario nivelar con repello hasta un grosor recomendable de 2 cm para cernir posteriormente con un

---

<sup>54</sup> LADRILLOS LAS CRUCES. *Instalación de fachaleta.*  
<https://ladrilloslascruces.com/instalacion/fachaletas/>.

<sup>55</sup> CONTRERAS MOTTA, Ricardo Israel. *Acabados más utilizados.* p.2-4.

espesor de 0,30 cm. Un repello mayor a 2,50 cm tiende a agrietar o desprender de la superficie, para ello es necesario emplear refuerzos adicionales para mantener la adherencia en la junta fría.<sup>56</sup>

Actualmente, es utilizado el repello para revestir cortes en taludes de 2 m altura máximo, el cual se compone por una electromalla colocada sobre el corte de terreno con una separación de 4 cm. Posteriormente, se procede a repellar el corte de terreno hasta obtener un espesor de 8 cm terminados como mínimo. Cuando se tiene una considerable área de trabajo y el trabajo es de urgencia, se puede emplear bomba para lanzar el mortero sobre los cortes. De esta forma el trabajo se reduce hasta tres veces el tiempo que este requiere manualmente.

### **2.6.2. Cernido**

Cernido, es un sistema constructivo ejecutado mediante un mortero dosificado con agregado fino, cemento y cal usado como acabado final de superficies como paredes y losas el cual se aplica untado manualmente con una plancha de metal sobre la superficie. Este no puede aplicarse con un espesor mayor a 0,30 cm porque pasado de este espesor tiende a agrietarse por su contenido de agregado extrafino, entonces, es necesario nivelar primero con repello y posteriormente cernir con un grosor máximo recomendable de 0,30 cm.

Existen diversos tipos, vertical, remolineado, alisado y plástico. También el cernido es utilizado como alternativa para proteger muros y minimizar filtraciones por lluvia.<sup>57</sup>

---

<sup>56</sup> CONTRERAS MOTTA, Ricardo Israel. *Acabados más utilizados*. p.48-49.

<sup>57</sup> *Ibid.* p.26 – 27.

### **2.6.3. Martelinado y granito lavado**

Martelinado, es un acabado usado frecuentemente para exteriores ejecutado mediante un mortero dosificado con agregado fino, gravas medianas y cemento el cual se aplica lanzado manualmente con cuchara por capas hasta obtener un grosor de 1 a 2 cm. El trabajo es similar a ejecutar un repello, pero al secar la superficie en 48 horas mínimo, se procede a martillar la superficie con un martillo especial dentado conocido como Buchanan o martelina, hasta obtener una superficie rugosa.

Granito lavado, es un acabado usado frecuentemente para exteriores y se ejecuta igual que un repello o martelinado, pero a diferencia de este, no se martilla la superficie, sino se lava con ácido muriático 36 horas después de aplicado como mínimo, para obtener una superficie decorada con los agregados contenidos en la mezcla resaltados en la superficie.<sup>58</sup>

### **2.6.4. Aplicación de pintura en acabados**

Después de aplicar un acabado artesanal sigue la aplicación de pintura. Existen diversos tipos en diversos colores, su aplicación no varía una con otra, pero su rendimiento si diverge dependiendo la superficie donde se desee aplicar. Para su aplicación, existen varias formas para trabajarlo, el tradicional es el uso de brochas y rodillo, también se puede utilizar compresores para su aplicación, sin embargo. Para áreas pequeñas, también existen pintura aerosol que facilitan más su aplicación.<sup>59</sup>

---

<sup>58</sup> EIMINTERNACIONAL. *Herramientas para martelinar mármol y concreto.* <https://www.martelina.com.mx>.

<sup>59</sup> PINTURAS CÓNDOR S.A. *Manual academia del pintor.* p. 71 – 80.



Si se analiza el modo de aplicación y su rendimiento, el uso de brocha y rodillo se adecúa más para la aplicación de pinturas a base de agua y epóxica, mientras que las pinturas a base de aceite es más funcional aplicarlas con un compresor. Esto no quiere decir que un compresor no pueda ser utilizado para aplicar una pintura a base de agua, pero no se consigue una gran ventaja en rendimiento al utilizar este equipo.<sup>60</sup>

## **2.7. Instalación de cerámicos y porcelanatos**

Los cerámicos son hojas elaboradas con arcilla clasificada la cual se somete a altas temperaturas después de estar en estado plástico para obtener altas resistencias adicionado un esmalte donde se imprime la decoración o pigmento del piso, azulejo o listelo. El esmalte se obtiene con la mezcla de borosilicato de plomo y óxido de estaño. Los cerámicos tienen para la fecha aproximadamente dos décadas de aplicación en Guatemala, sin embargo, hace aproximadamente cinco años, se ha desarrollado nuevas tecnologías en la fabricación de nuevos estilos gracias a la impresión digital inkjet, el cual ha permitido también el uso de porcelanato fabricado con diferentes arcillas refractarias y feldespatos para la elaboración de pisos y azulejos.<sup>61</sup>

La instalación no difiere en su proceso de ejecución, pero antes de instalar ambos es necesario disponer de una base nivelada, limpia y uniforme para facilitar la instalación de piso, o azulejo en paredes.

---

<sup>60</sup> PINTURAS CÓNDOR S.A. *Manual academia del pintor*. p.67 – 70.

<sup>61</sup> CONTRERAS MOTTA, Ricardo Israel. *Acabados más utilizados*. p.23.

### **2.7.1. Instalación de piso o baldosa**

Para la instalación de piso cerámico o porcelanato se debe trabajar primero una base de concreto o mortero de cal con arena amarilla, dependiendo la utilidad del mismo. Por lo regular, este oscila entre 5 a 7 cm para piso de interiores y puede ser 10 cm máximo para garajes o parqueos. Cabe mencionar que el piso soporta considerablemente el impacto o compresión, siempre y cuando la base sea la adecuada, entonces este debe diseñarse acorde a la necesidad.

Después de trabajarse, se procede a instalar el piso con ayuda de una plancha de metal dentada para aplicar el adhesivo sobre la base, luego se coloca el piso sobre el adhesivo y se acomoda con un martillo de hule hasta retirar el aire del adhesivo. La dimensión del diente de la plancha está en función del tamaño nominal del piso a pegar, mientras más grande sea este, se requiere un diente más grande hasta 1 cm aproximadamente.<sup>62</sup>

### **2.7.2. Instalación de azulejo**

Para la instalación de azulejo se debe trabajar primero un repello tradicional para llenar pequeños agujeros en la pared, corregir imperfecciones y así conseguir una superficie plana lo cual facilitará la instalación del azulejo en muros. El rendimiento en la instalación de azulejo depende del tamaño de la hoja, existen de 9 cm x 9 cm utilizados para decoración de gabinetes en cocinas o servicios sanitarios, pero es preferible utilizar de 20 cm x 32 cm por rendimiento y por consiguiente costo de instalación.

---

<sup>62</sup> CONTRERAS MOTTA, Ricardo Israel. *Acabados más utilizados*. p.44.

Actualmente se emplea listelo para decorar cocinas o servicios sanitarios. Este es una faja aproximadamente de 20 cm de largo x 8 cm de alto que se instala por lo regular para remate de azulejo (posterior a última fila superior) o decoración intermedia a una altura promedio de 1,50 m. Hay varios estilos, fajas de cerámico decorados o mosaicos. Un mosaico es una composición de piezas pequeñas de cerámico de varios colores con formas de cuadrados y triángulos (por lo regular) que se unen para formar una faja con el tamaño de un listelo. La instalación de este mosaico se hace junto con la instalación de azulejo.<sup>63</sup>

### **2.7.3. Instalación de fachaleta cerámica**

La fachaleta cerámica es una hoja elaborada con arcilla clasificada la cual se convierte en estado plástico, se coloca en moldes y luego se hace secar a altas temperaturas para obtener altas resistencias adicionado un esmalte con textura donde se imprime la decoración. El piso cerámico posee una superficie lisa y su formato es cuadrado o rectangular, pero la fachaleta cerámica posee una superficie con la forma del acabado; piedra laja, piedras bolas, imitación madera, ladrillo tayuyo y el formato es irregular lo que ayuda a desvanecer la junta entre ambos al momento de instalarlo y apilarlo. Este elemento ha reemplazado es su mayoría a los acabados tradicionales antes mencionados. debido a la facilidad en su instalación y a su bajo costo.

La instalación es igual que la del azulejo, pero se requiere de cuidado para coincidir todas las juntas por la forma irregular que este tiene. Antes se debe disponer de una superficie plana en el muro para facilitar la instalación.<sup>64</sup>

---

<sup>63</sup> CONTRERAS MOTTA, Ricardo Israel. *Acabados más utilizados*. p.30.

<sup>64</sup> *Ibíd.* p.25-26.

## **2.8. Instalación de techos**

Actualmente se fabrican laminas acanaladas, troqueladas y curvas para la construcción de cubiertas, son elaboradas con acero tradicional, acero más proceso de galvanizado (recubrimiento de aluzinc), policarbonato, acrílico o pvc. Todas cumplen la función de cubrir y proteger, sin embargo, hay diferencias considerables entre ambas como la durabilidad, la iluminación, la acústica, la temperatura y todas estas están en función del costo. Dependiendo de los requerimientos del lugar por cubrir (iluminación, acústica, temperatura) se determina la lámina por utilizar.<sup>65</sup>

También otro aspecto por considerar es el área que se va a cubrir y la disponibilidad de apoyos que se tiene en el lugar para instalar la cubierta. Si la luz entre apoyos es muy grande (mayor a 15 metros) y se busca no tener apoyos a lo largo de la luz (columnas) es preferible instalar techos curvos por costos en materiales. Todos los techos inclinados, sea de una, dos o más aguas, se instalan sobre una estructura previa compuesta por vigas y tendales. Si el techo tiene dos o más aguas, la estructura se compone por vigas principales, vigas secundarias, tendales, postes o columnas de apoyo si no hubiera muros de apoyo.<sup>66</sup>

### **2.8.1. Estructura metálica para soporte techo en viviendas**

La lámina siempre debe sujetarse a una estructura para soportar las fuerzas de viento presentes en el lugar, para ello, debe componerse por vigas y tendales; los que se apoyan en las vigas y estas van apoyadas a los muros de carga de la vivienda. El caso más simple es cuando la vivienda tiene opción a trabajar una sola caída o agua, pero también puede ser necesario trabajar un techo de dos o

---

<sup>65</sup> CONTRERAS MOTTA, Ricardo Israel. *Acabados más utilizados*. p.5.

<sup>66</sup> CRUZ, Carlos. *et al. Estructuración, análisis y diseño estructural*. p.9-12.

más agua, según la necesidad. Cuando se trabaja un techo de dos aguas, el trabajo de la estructura se extiende porque es necesario elaborar marcos con forma triangular, los cuales servirán como vigas para sujetar los tendales.<sup>67</sup>

El trabajo se simplifica cuando se tiene una sola agua, las vigas con una sola caída se sujetan sobre muros o columnas de refuerzo propias de la vivienda y sobre ella se sujetan los tendales donde se sujetará la lámina. También se coloca tensores o templetes entre tendales para mantener la posición del tendal sin que esta sufra alguna torsión por peso. Cabe mencionar que el tendal es el elemento que se sitúa en sentido perpendicular a la lámina, las vigas que sujetan los tendales van en sentido paralelo a la lámina y puede haber vigas principales, las cuales se encuentran debajo de las vigas secundarias (vigas donde se sujetan los tendales).

Tendal o larquero es un término antiguo utilizado en la construcción de estructuras de techo en madera, pero actualmente se utiliza para distinguir el elemento donde se fija la lámina, aunque toda la estructura sea completamente de acero.<sup>68</sup>

### **2.8.2. Instalación de lámina acanalada y troquelada**

La instalación de lámina consiste en colocar la lámina sobre la estructura, atornillar sobre los tendales y por último aplicar selladores en traslapes y tornillos para evitar goteras. La instalación de lámina acanalada de acero con troquelada de aluzinc no difiere considerablemente. La única ventaja que se tiene con la troquelada es que el fabricante la hace a la longitud que se pretende cubrir y esto minimiza traslapes en su longitud, a diferencia de que la acanalada el fabricante

---

<sup>67</sup> CRUZ, Carlos. *et al. Estructuración, análisis y diseño estructural*. p. 82.

<sup>68</sup> *Ibíd.* p.82-83.

la elabora por pie y al momento de instalar hay traslapes en la cubierta para obtener la longitud requerida. Si se compara el rendimiento entre ambos, no varía considerablemente.<sup>69</sup>

## **2.9. Instalaciones hidrosanitarias**

Toda edificación debe poseer instalaciones hidrosanitarias para ser un lugar habitable, entre ellos agua potable y red de drenajes. El agua potable es el servicio principal usado por todas las personas diariamente y consecuentemente se hace necesario las instalaciones de drenajes para drenar el agua potable ya utilizada. En el caso de la red de drenajes, se hace necesario construir un drenaje individual para las aguas pluviales.<sup>70</sup>

### **2.9.1. Agua potable en viviendas**

La instalación de agua potable consiste en la conducción del líquido de la acometida hacia todos los artefactos disponibles dentro del inmueble para su abastecimiento. Antes de iniciar una instalación de agua potable es necesario realizar un estudio previo para determinar los diámetros de tubería necesarios para mantener un caudal constante en todos los artefactos, no importando la ubicación de cada uno. Existen pérdidas considerables por colocar tuberías con diámetros pequeños en redes de distribución abiertas, donde se debe colocar un tubo con diámetro adecuado según diseño, con una red de distribución cerrada para mantener presiones equitativas en todas las esperas.

La instalación de tubería para agua potable es una actividad que inicia desde el levantado de muros de primer nivel. Es necesario introducir todas las

---

<sup>69</sup> MEXALIT, Eureka. *Manual de instalación lámina ondulada*. p.8-10.

<sup>70</sup> MARIANI, Christian. *Manual de albañilería, las instalaciones sanitarias*. p.11.

tuberías dentro de los muros según planificación para evitar posteriormente realizar cortes o perforaciones en muros para introducir tuberías.

El tiempo requerido para colocar tuberías antes de levantar muros y fundir soleras es menor en comparación de trabajar la instalación de estos después de levantado los muros, debido a que es necesario ejecutar cortes en muros, soleras, columnas y después de instalado la tubería es necesario resanar los cortes, algo que se puede evitar si se coloca la tubería antes de levantado de muros. También debe considerarse la instalación de tuberías antes de aplicar enlucidos en muros o fundición de base para piso de primer nivel o entresijos.<sup>71</sup>

### **2.9.2. Red de drenajes sanitario en viviendas**

La instalación de red de drenajes consiste en la conducción de aguas servidas de un artefacto hacia el colector principal (candela) del inmueble. Antes de iniciar una instalación de red de drenajes es necesario realizar un estudio previo para determinar los diámetros de tubería necesarios para mantener un buen funcionamiento de toda la red sin dar lugar a colapsos por colocar tuberías con diámetros pequeños no aptos para drenar cierta demanda. Esto quiere decir que el estudio inicia con el análisis de población actual y futura que va a habitar en cierto inmueble, con ello se estima el caudal por drenar y diámetros necesarios.

Todas las esperas de agua potable tienen que disponer de un drenaje, por tal razón se recomienda que por cada espera exista una caja de bajada para evitar tapones en accesorios como codos o tee, pero en el caso de entresijos, no es posible construir cajas, lo cual hace necesario solo emplear accesorios.

---

<sup>71</sup> MARIANI, Christian. *Manual de albañilería, las instalaciones sanitarias*. p.23-26.

Después de instalada la espera de drenaje de cada artefacto, se conectan a cajas unificadoras y de registro hasta llegar a la candela del inmueble.

En resumen, una red de drenajes consta de esperas, cajas colectoras; entre ellas se puede mencionar cajas de registro, cajas de unión, cajas de trampa de grasa, cajas tipo sifón e instalación de tuberías para la conducción de aguas negras hacia la candela.<sup>72</sup>

### **2.9.3. Red de drenaje pluvial en viviendas**

La instalación de una red de drenajes pluviales tiene como propósito evacuar aguas de lluvias de techados y patios, y esta red debe trabajarse independiente de las aguas negras de servicios. El drenaje pluvial se compone por cajas de unión, cajas de bajada de agua pluvial, cajas reposaderas y la tubería respectiva de drenaje de conducción. La instalación de esta red es muy similar al de aguas de servicio, la única diferencia es que no se conectan al alcantarillado municipal de aguas negras, sino al alcantarillado municipal de aguas pluviales.<sup>73</sup>

### **2.10. Instalación de artefactos varios**

Todo inmueble requiere de la instalación de artefactos que son inherentes a un inmueble, sin embargo, no se fabrican en sitio. A continuación, se mencionan los siguientes.

---

<sup>72</sup> MARIANI, Christian. *Manual de albañilería, las instalaciones sanitarias*. p.31-34.

<sup>73</sup> RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias*. p.73-75.



### **2.10.1. Artefactos sanitarios**

Dentro de los artefactos sanitarios se puede mencionar el inodoro, lavamanos, mingitorio, tina entre otros. Estos artefactos se colocan después de haber instalado las tuberías correspondientes, tanto agua potable como la tubería de drenaje, también después de haber trabajado los acabados de paredes, repello, cernido e instalación de piso.<sup>74</sup>

### **2.10.2. Instalación de puertas y portones en viviendas**

Toda vivienda siempre dispone de puertas y portones para accesos a sus instalaciones, o bien para delimitar áreas privadas dentro de sus instalaciones.

Las puertas y portones son muy importantes, sirven para proteger y delimitar privacidad para cualquier tipo de inmueble. Dependiendo el punto donde se ubique una puerta, puede variar su material de fabricación, estas pueden ser madera, policloruro de vinilo (pvc), vidrio, metal y acero.

Para medidas de seguridad como el ingreso principal a un inmueble, se utiliza acero o metal para su fabricación. Para delimitar cuartos dentro de una casa habitacional, o delimitar oficinas es muy utilizado la madera. El pvc y vidrio son muy utilizados para delimitar áreas de jardinería con habitaciones u oficinas. Los portones en su variedad de estilos son utilizados para accesos amplios, en el caso de un garaje para una casa habitacional, ingresos a parqueos o negocios.<sup>75</sup>

---

<sup>74</sup> RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias*. p.25.

<sup>75</sup> CONTRERAS MOTTA, Ricardo Israel. *Acabados más utilizados*. p.65.

### **2.10.3. Instalación de ventanas en viviendas**

Todo inmueble como viviendas, negocios, oficinas, industrias entre otros deben disponer de ventanas para la iluminación natural y ventilación de sus instalaciones. La dimensión de cada ventana puede variar dependiendo del lugar de ubicación donde se requiere, por ejemplo, la ventana de un dormitorio es más pequeña que la de una sala, pero la de una sala es más pequeña que la de un negocio.

Para determinar la dimensión de una ventana está en función del porcentaje de iluminación requerido para dicho lugar. Actualmente, se trabajan los marcos en madera, policloruro de vinilo (pvc), metal y aluminio. También existe variedad de diseños, como ventanas de vidrios fijos, hojas corredizas, tipo sifón y paletas.<sup>76</sup>

### **2.11. Demoliciones en viviendas**

“Demoler es lo contrario a construir y esta actividad es necesaria cuando se desea eliminar una construcción que ya ha colapsado y no es apta para que continúe prestando servicio, ya que este se convierte inhabitable e inseguro.”<sup>77</sup> Hay muchas causas que pueden conllevar una edificación al colapso, la principal causa son los terremotos, dependiendo la magnitud, puede provocar fallas en la estructura de una edificación.

---

<sup>76</sup> CONTRERAS MOTTA, Ricardo Israel. *Acabados más utilizados*. p.66.

<sup>77</sup> DE ARKITEKTURA. *¿Qué son las demoliciones?*  
<http://dearkitektura.blogspot.com/2012/06/que-son-las-demoliciones.html>.

Otra causa puede ser su uso inadecuado, esto quiere decir que se construye un inmueble para un propósito y objetivo, pero al final es utilizado para otras actividades.

Actualmente, se demuele en su mayoría viviendas construidas con adobe y madera con el objetivo de utilizar la misma propiedad para construir una vivienda con un sistema constructivo actual que brinde una mejor presentación, comodidad y seguridad. Por lo regular, esta actividad se aplica en un ámbito de remodelación, remozar, mejorar la apariencia de un inmueble para que luzca nuevo y actual.

#### **2.11.1. Demolición de muros**

Actualmente, la mayoría de los muros que requieren demolición son los de gravedad, contruidos de mampuestos de adobe combinados con columnas principales de concreto armado, o en su caso más crítico, madera. Este sistema constructivo fue el más utilizado en la época colonial, adobe combinado con madera y con el tiempo se combinó el adobe con refuerzos de concreto. Actualmente, aun se localizan construcciones con este sistema, sin embargo, se conservan como recuerdos contemporáneos. Muchos de ellos se demuelen con el objetivo de aprovechar la propiedad para construir de nuevo con un sistema constructivo seguro y más funcional.

Cuando se piensa demoler un muro, debe considerarse la forma adecuada y el equipo adecuado para ejecutar esta labor, puede ser una actividad sencilla, pero requiere un alto margen de seguridad para evitar accidentes por caída de

muros, columnas, hierros, entre otros que pueden lesionar a algún individuo al no disponer el equipo de seguridad necesario para realizar esta labor.<sup>78</sup>

### **2.11.2. Demolición de elementos estructurales**

Demoler elementos de concreto es más complejo que demoler muros donde hay mampuesto combinado con refuerzos de concreto, los elementos estructurales son rígidos para que puedan demolerse simplemente por un peón con un cincel y martillo. En estos casos, es más práctico emplear otro tipo de equipo, dependiendo la magnitud del elemento por demolerse, como taladros, rotomartillos eléctricos o con sistema de compresión, entre otros. Sin embargo, también se emplea maquinaria hidráulica como excavadoras, retroexcavadoras para facilitar esta actividad y, a la vez, para la extracción y carga del ripio.

La demolición de elementos estructurales es una tarea de mayor riesgo a comparación de muros, el nivel de seguridad requerido para demoler una losa, viga, columna o muros de contención debe ser alto para resguardar la integridad física del trabajador que lo ejecuta y, a la vez, evitar accidentes con terceras personas presentes en el lugar donde se realiza esta actividad. Demoler implica el análisis de todos los factores involucrados al momento de ejecutarlo.

Una demolición puede ser una tarea rápida, pero con un alto riesgo si no se tiene la debida precaución para ejecutarlo. Es probable que al ejecutar esta actividad considerando todos los riesgos y con la precaución necesaria afecte considerablemente el rendimiento.<sup>79</sup>

---

<sup>78</sup> VERDUQUE, Carlos Marcos. *Proyectos, dirección y ejecución de obras*. <https://carlosmarcosverduque.files.wordpress.com/2013/05/demoliciones-por-elementos-y-voladuras1.pdf>.

<sup>79</sup> VERDUQUE, Carlos Marcos. *Proyectos, dirección y ejecución de obras*. <https://carlosmarcosverduque.files.wordpress.com/2013/05/demoliciones-por-elementos-y-voladuras1.pdf>.

### 2.11.3. Demolición de acabados

El propósito de la demolición o remoción de acabados es remodelar o cambiar la apariencia de una edificación. Esto no quiere decir que esta actividad se ejecuta solo cuando los acabados aplicados en la infraestructura se encuentran dañados u obsoletos, sino también se realiza para mantener continuamente presentable una edificación.

La remoción de un acabado consiste en remover el acabado aplicado anteriormente sobre la obra gris sin dañar esta. De esta forma se puede garantizar que el nuevo acabado a aplicar quedara optimo y proporcionara una larga vida útil. Por lo regular, la remoción se aplica en la remodelación de fachaletas de muros, remoción de repellos o cernidos en mal estado, pisos cerámicos que se levantan por bases o niveles mal trabajados.

No siempre la remodelación de un acabado amerita la remoción del anterior, en el caso de los recubrimientos en muros. Si el actual se encuentra en buen estado y no muestra ninguna imperfección, es posible aplicar uno nuevo sobre el actual si el material a aplicar tiene las propiedades adecuadas de adherencia para su durabilidad estando aplicado sobre otro. Tal es el caso de las pinturas, por lo regular, una infraestructura se pinta para mantener una buena imagen del lugar, y no se recurre a esta actividad cuando la pintura actual está en mal estado.

Por ello, en estos casos se prefiere aplicar la pintura sobre la anterior, considerando que la pintura anterior está en buen estado, la pintura posee resinas y aditivos que proporcionan una alta adherencia y a final, una pintura bien aplicada tendrá una larga vida útil.<sup>80</sup>

---

<sup>80</sup> CONTRERAS MOTTA, Ricardo Israel. *Acabados más utilizados*. p.53-55.

#### 2.11.4. Extracción de ripio

Siempre que se trabaje una demolición, se obtendrá material desecho o ripio el cual es necesario retirar del lugar para disponer de área libre para circular o trabajar dentro de las instalaciones. Siempre que se demuele, se obtiene aproximadamente tres veces el volumen original, es por ello que debe considerarse el espacio necesario para la colocación del ripio mientras este es retirado del lugar.

Por lo regular, el ripio se extrae del lugar donde se demuele en camiones de diversas capacidades y este es cargado al camión con una retroexcavadora. Cuando no se tiene esta máquina para cargar, se procede a colocar ayudantes con su equipo necesario para cargar el camión. El camión después de ser cargado traslada el ripio a un punto municipal autorizado para colocar este ripio como desecho.<sup>81</sup>

---

<sup>81</sup> VERDUQUE, Carlos Marcos. *Proyectos, dirección y ejecución de obras*. <https://carlosmarcosverduque.files.wordpress.com/2013/05/demoliciones-por-elementos-y-voladuras1.pdf>.

### **3. DESARROLLO DE RENDIMIENTOS**

#### **3.1. Rendimiento para la ejecución de limpieza**

La limpieza liviana resulta ser un trabajo que no es secuencial, el cual puede ejecutarse de un modo aritmético, para finalizar lo más pronto posible esta fase de un proyecto. Esto quiere decir, que es posible emplear la mayor cantidad de obreros para finalizar rápidamente la limpieza del proyecto, pero es necesario analizar las demás fases de trabajo del proyecto para determinar el promedio de empleados que se requieren para ejecutar las otras fases de trabajo del proyecto.

En el caso de limpiezas densas en áreas boscosas, este resulta ser un trabajo secuencial donde se involucran varias actividades, desde el corte de la maleza, corte de árboles, extracción de madera o leña, apilación de la maleza, entre otros. Y para estimar la cantidad de obreros para ejecutar una limpieza de tal magnitud, es necesario analizar el área que se necesita limpiar y el tiempo que se dispone.

Para analizar el rendimiento en la limpieza, se utilizó el factor tiempo día de ocho horas y para medición metro cuadrado ( $m^2$ ) . A continuación, se presenta el rendimiento promedio para la ejecución de limpiezas con su respectivo apilado y extracción.

Tabla I. **Rendimiento para limpieza de vegetación liviana**

<b>Nº trabajadores</b>	<b>Terrenos con pendientes menores a 30 %</b>	<b>Terrenos con pendiente mayor a 30 %</b>
1	140 m <sup>2</sup> por día	120 m <sup>2</sup> por día

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 8 de febrero de 2018.

Entonces, si se tiene un terreno que posee un área de 1 500,00 m<sup>2</sup> con una vegetación liviana, fácilmente se puede calcular el tiempo que este requiere para ser limpio. Si se divide 1 500,00 m<sup>2</sup> entre 100,00 m<sup>2</sup>, que es el rendimiento diario, se obtiene un tiempo de ejecución de 15 días. Pero también, si se necesita esta misma limpieza en un tiempo de 3 días, es fácil contratar a 5 personas para que este pueda ser ejecutado en el tiempo que se necesita.

Tabla II. **Rendimiento para limpieza de vegetación densa**

<b>Nº trabajadores</b>	<b>Terrenos con pendiente menor a 30 %</b>	<b>Terrenos con pendiente mayor a 30 %</b>
1 para chapeo manual	80 m <sup>2</sup> por día	60 m <sup>2</sup> por día
2 para corte de árboles con motosierra	2 árboles por día *	2 árboles por día*

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 08 de febrero de 2018.

\* Rendimiento promedio para corte de árboles con 10,00 m de altura máximo.



Entonces, si se tiene un terreno que posee un área de 4 800,00 m<sup>2</sup> con una vegetación densa, se puede calcular el tiempo que este requiere para ser limpio. Si se divide 4 000,00 m<sup>2</sup> entre 80,00 m<sup>2</sup>, que es el rendimiento diario, se obtiene un tiempo de ejecución de 50 días. Pero también, si se necesita esta misma limpieza en un tiempo de 10 días, es posible contratar a 5 chapeadores para agilizar esta actividad.

### **3.2. Rendimiento para trabajos de topografía**

La topografía contempla varias actividades, las básicas son levantamientos, trazos y nivelación.

#### **3.2.1. Levantamiento topográfico**

El tiempo requerido para ejecutar un levantamiento depende de las condiciones físicas del terreno, si es plano o con pendiente, si en su totalidad es accesible o dentro del sitio por medir posee vegetación densa o accidentes geográficos que dificulten el acceso para su medición. También la cantidad de información que se desee del mismo, esto quiere decir que mientras más información (puntos radiados o puntos leídos) se tenga en el levantamiento, más tiempo se necesitara para ejecutar este levantamiento.

Un terreno accesible es aquel que no dispone de vegetación densa, zanjonés o ríos que compliquen la medición del mismo. Un terreno inaccesible es aquel que tiene obstáculos que dificultan la medición para su levantamiento, entre estos obstáculos puede mencionarse vegetación densa, zanjonés, ríos.

De aquí se puede tomar el siguiente parámetro, un terreno con una pendiente mayor a 30 % el cual no es accesible, requerirá más información que

un terreno plano que si accesible. La dificultad para ejecutar un levantamiento en un terreno con pendiente se duplica en comparación de un terreno que es plano.

Para analizar el rendimiento para levantamientos topográficos, se utilizó el factor tiempo día de ocho horas y para medición metro cuadrado (m<sup>2</sup>). A continuación, se presenta el rendimiento promedio para la ejecución de levantamientos topográficos.

Tabla III. **Rendimiento para levantamientos topográficos con estación total**

<b>Nº trabajadores</b>	<b>Terreno accesible con pendiente menor a 30 %</b>	<b>Terreno no accesible con pendiente mayor a 30 %</b>
1 topógrafo + 2 cadeneros	8 000 m <sup>2</sup> por día	4 000 m <sup>2</sup> por día

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Nery de León, topógrafo, 31 de enero de 2018.

Rendimiento considerado posterior a limpieza de lugar, según tabla I y tabla II.

Entonces, si se tiene un terreno plano y accesible con un área de 80 000,00 m<sup>2</sup>, fácilmente se puede calcular el tiempo requerido para ejecutar un levantamiento topográfico. Si se divide 80 000,00 m<sup>2</sup> entre 8 000,00 m<sup>2</sup>, que es el rendimiento diario, se obtiene un tiempo de ejecución de 10 días. Pero también, si se necesita esta misma limpieza en un tiempo de 5 días, es fácil contratar a 2 cuadrillas de 1 topógrafo y 2 cadeneros para que este pueda ser ejecutado en el tiempo que se necesita.

Tabla IV. **Rendimiento para levantamientos topográficos con teodolito electrónico y nivel**

<b>Nº trabajadores</b>	<b>Terreno accesible con pendientes menores a 30 %</b>	<b>Terreno no accesible con pendiente mayor a 30 %</b>
1 topógrafo + 2 cadeneros	3 000 m <sup>2</sup> por día	1 500 m <sup>2</sup> por día

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Nery de Leon, topógrafo, 31 de enero de 2018.

Rendimiento considerado posterior a limpieza de lugar, según tabla I y tabla II.

Entonces, si se tiene un terreno plano y accesible que posee un área de 30 000,00 m<sup>2</sup>, fácilmente se puede calcular el tiempo requerido para ejecutar un levantamiento topográfico. Si se divide 30 000,00 m<sup>2</sup> entre 3 000,00 m<sup>2</sup>, que es el rendimiento diario, se obtiene un tiempo de ejecución de 10 días. Pero también, si se necesita esta misma limpieza en un tiempo de 5 días, es fácil contratar a dos cuadrillas de 1 topógrafo y 2 cadeneros para que pueda ser ejecutado en el tiempo que se necesita.

### **3.2.2. Trazo de una vivienda en sitio**

El trazo de una vivienda en sitio consiste en marcar los límites de excavación para la cimentación de la misma, trazo de elementos estructurales como muros, columnas, zapatas, losas de cimentación, entre otros. Para ejecutar esta tarea primero debe ubicarse los mojones del terreno, estos servirán como punto de partida para trazar los ejes posteriores (centros de muros). Segundo, debe instalarse referencias o comúnmente llamados puentes a los extremos del terreno y de cada eje. Los puentes servirán para trazar ancho de cimiento,

delimitar centros de muro, rostros de pared (espesor de muro), dimensiones de ambientes, nivel de referencia respecto a la calle o candela de aguas negras, para definir altura de piso interno de vivienda y profundidad de cimentación.

Después de definidas las referencias, con ayuda de hilos se procede a trazar el terreno con cal para ser excavado posteriormente. El trabajo del trazo de una vivienda se simplifica considerando la cantidad de ejes que se dispone en la vivienda. Se conoce como eje al centro de un elemento prismático y simétrico, en este caso los ejes de una vivienda son los centros de cada muro. Por consiguiente, será el centro del cimiento y zapata, aunque este puede variar en una vivienda en sus colindancias, el cimiento y zapata no siempre quedan al centro de eje.

El tiempo necesario para ejecutar esta actividad no depende del largo que tenga el eje a trazar, si se desea trabajar un eje que tiene 2 m y otro de 20 m, el tiempo para ejecutar ambos no tendrá una diferencia mayor de 15 minutos, esta diferencia corresponde al tiempo requerido para trazar con cal la longitud del eje, siempre que el área a trazar esté libre de vegetación. El trabajo que requiere la instalación de referencias o puentes a los extremos del eje es el mismo para los dos casos antes mencionados. Con esta observación, se determinó el rendimiento para trazar una vivienda por la cantidad de ejes (muros) que este dispone siempre que el eje no exceda de 20 m de largo.

Un puente es un elemento que se construye con dos postes y un tendal nivelado sujetado a los postes, el cual se instala a los extremos del eje y sirven para sujetar el hilo a lo largo del eje para marcar el terreno. Por lo regular, esto se construye con duelas de madera entre 2" y 3" y se retiran después del levantado de muros de la vivienda. A continuación, se presenta el rendimiento

para el trazo de ejes de una vivienda, se midió el tiempo necesario (hora) para trazar cada eje.

Tabla V. **Rendimiento para trazo de viviendas por ejes**

<b>No. trabajadores</b>	<b>Trazo de eje menor a 20 m. (hora / eje)</b>	<b>Trazo de eje menor a 50 m (hora / eje)</b>
1 albañil + 2 ayudantes	1,50 horas / eje	2 horas / eje

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 8 de febrero de 2018.

### 3.2.3. Nivelación en terrenos

El rendimiento para tomar lectura de la nivelación en poligonal abierta, puede variar el rendimiento dependiendo las condiciones físicas del terreno. Para analizar el rendimiento, se utilizó como factor tiempo día de ocho horas y para medición metros lineales (ml), se presenta a continuación el rendimiento promedio para la ejecución de una nivelación en poligonal abierta.

Tabla VI. **Rendimiento para nivelación en poligonal abierta**

<b>Nº trabajadores</b>	<b>Nivelación en terrenos con pendientes menor a 30 %</b>	<b>Nivelación en terrenos con pendientes mayor a 30 %</b>
1 topógrafo + 2 cadeneros	800 ml por día	500 ml por día

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Nery de León, topógrafo, 31 de enero de 2018.

### 3.3. Rendimientos para trabajos de movimiento de tierra

Movimientos de tierras en una edificación involucra varias actividades, los más comunes son excavación, rellenos y compactación.

#### 3.3.1. Excavación de suelo

Para analizar el rendimiento de cada máquina, se utilizó como parámetro tiempo hora, y cantidad de trabajo metros cúbicos ( $m^3$ ). A continuación, se presenta el rendimiento de cada máquina utilizada para la excavación.

Tabla VII. Rendimiento para excavación en general a mano

Tipo de máquina	Terreno arenoso limoso (suave)	Terrenos arcilloso limoso (consolidado)
1 peón con piocha y pala	0,50 $m^3$ /hora	0,25 $m^3$ /hora

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Héctor del Cid, representante legal constructora CONSEDE Guatemala, 15 de febrero de 2018.

Tabla VIII. Rendimiento para excavaciones en gran magnitud (taludes, bermas, carreteras, zanjas entre otros)

Tipo de máquina	Terreno arenoso limoso (suave)	Terrenos arcilloso limoso (consolidado)
Excavadora convencional 230 hp (170 kW) potencia, 65 000 lbs (30 000 kPa) presión, 1,10 $m^3$ tamaño cucharón.	60 $m^3$ / hora	30 $m^3$ / hora
Retroexcavadora convencional 60 kW potencia, 22 000 kPa presión, 0,30 $m^3$ tamaño cucharón.	20 $m^3$ / hora	10 $m^3$ / hora

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Héctor del Cid, representante legal constructora CONSEDE Guatemala, 15 de febrero de 2018.

Tabla IX. **Rendimiento para excavación de cajuelas, para base carreteras**

<b>Tipo de máquina</b>	<b>Terreno arenoso limoso (suave)</b>	<b>Terrenos arcilloso limoso (consolidado)</b>
Retroexcavadora convencional 60 kW potencia, 22 000 kPa presión, 0,30 m <sup>3</sup> tamaño cucharón	20 m <sup>3</sup> / hora	10 m <sup>3</sup> / hora
Motoniveladora convencional (corte con ripper)	25 m <sup>3</sup> / hora	15 m <sup>3</sup> / hora

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Héctor del Cid, representante legal constructora CONSEDE Guatemala, 15 de febrero de 2018.

Tabla X. **Rendimiento para excavación de cimientos mayores a 2,5 m2 área corte**

<b>Tipo de máquina</b>	<b>Terreno arenoso limoso (suave)</b>	<b>Terrenos arcilloso limoso (consolidado)</b>
Retroexcavadora convencional 60 kW potencia, 22 000 kPa presión, 0,30 m <sup>3</sup> tamaño cucharón	10 m <sup>3</sup> / hora	6 m <sup>3</sup> / hora

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Héctor del Cid, representante legal constructora CONSEDE Guatemala, 15 de febrero de 2018.

En el caso emplear personas para ejecutar esta tarea, el rendimiento está limitado dependiendo la condición física de cada persona y las condiciones climáticas en la que se trabaje. Un trabajador en buenas condiciones, tanto físicas como mentales y en una temperatura templada, rendirá aún más en comparación de una persona que está ejecutando la misma tarea en un área con una

temperatura elevada. También es necesario disponer de la herramienta adecuada y en buen estado para obtener el mejor rendimiento.

Para obtener el máximo rendimiento en cada máquina es necesario darle el mantenimiento necesario. En el caso de las excavadoras y retroexcavadoras, es sumamente necesario el cambio continuo de cascotes o dientes para la facilidad del corte y en general, todas las máquinas necesitan cambio continuo de aceite hidráulico, para el buen funcionamiento de todo el mecanismo y su respectivo chequeo en cuanto a las mangueras del sistema hidráulico, ya que estas son los elementos principales para el buen desempeño y están propensas a sufrir daños por desgaste. Entonces es necesario darle mantenimiento a la maquinaria propia que se emplee o solicitar maquinaria en óptimas condiciones cuando se esté rentando.

### **3.3.2. Rellenos controlados**

Cambiar la topografía de un terreno a través de rellenos, conlleva a realizar varias actividades en serie para conseguir el volumen necesario de suelo en el sitio requerido. Se detallan a continuación.

#### **3.3.2.1. Extracción de material clasificado de banco de material**

Para analizar el rendimiento de este proceso, se puede utilizar el rendimiento antes dado en la tabla VIII (Rendimiento para excavaciones en gran magnitud), pero también es necesario analizar la cantidad de camiones disponibles para trasladar el material y verificar que la cantidad de camiones cubra la cantidad de material que se está extrayendo, esto con el objetivo de evitar en lo posible que la máquina de excavación, o los camiones queden



parados por esperas innecesarias. Ahora si se dispone de gran cantidad de camiones, se puede combinar una máquina de excavación con una máquina para cargar material.

Mientras se corta el material, otra máquina puede llenar los camiones para agilizar el traslado. A continuación, se presenta el tiempo necesario para cargar el material clasificado a los camiones. Se tomó como tiempo hora (h) y cantidad de trabajo metros cúbicos ( $m^3$ ).

Tabla XI. **Rendimiento promedio para carga de material a camiones**

<b>Tipo de máquina</b>	<b>Volumen <math>m^3</math> /h</b>	<b>Camión/h 8 <math>m^3</math></b>	<b>Camión/ h 10 <math>m^3</math></b>	<b>Camión/ h 12 <math>m^3</math></b>
3 peones con pala y carretilla.	12	1,50	1,20	1,00
Excavadora convencional 230 hp (170 kW) potencia, 65 000 lb (30 000 kPa) presión, 1,10 $m^3$ tamaño cucharón.	90	11	9	7
Retroexcavadora convencional 60 kW potencia, 22 000 kPa presión, 1,00 $m^3$ tamaño cargador.	50	6	5	4

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Héctor del Cid, representante legal constructora CONSEDE Guatemala, 15 de febrero de 2018.

Los rendimientos dados en la tabla XI se han analizado para un radio de desplazamiento máximo a 10 m en el caso de las retroexcavadoras, y para las excavadoras no aplica desplazamiento sobre el suelo, únicamente el desplazamiento a través del giro del cucharón del material apilado suelto al camión por llenar.

Esta es la forma óptima para agilizar la carga de material a los camiones, disminuir el desplazamiento de las maquinas cargadoras a los camiones, pero no siempre es posible obtener la accesibilidad al punto de excavación, en la mayoría de las ocasiones es por la pendiente del terreno.

En estos casos es necesario realizar traslados de material internos para trasladar el material a puntos accesibles para cargar los camiones. Este proceso requiere maquinaria y tiempo adicional para ejecutarse.

### **3.3.2.2. Compactación de rellenos**

A continuación, se presenta el rendimiento para compactación de rellenos, para su análisis se utilizó como parámetro tiempo hora (h) y cantidad de trabajo metros cuadrados ( $m^2$ ) y metros cúbicos ( $m^3$ ), según el tipo de maquinaria por utilizar.

Tabla XII. **Rendimiento para compactación usando compactadora de mano**

<b>Actividad</b>	<b>Rendimiento</b>
compactación en general (0,40 m máximo grosor capa relleno).	15 $m^2/h$

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Héctor del Cid, representante legal constructora CONSEDE Guatemala, 15 de febrero de 2018.

**Tabla XIII. Rendimiento para compactación usando motoniveladora convencional**

<b>Actividad</b>	<b>Rendimiento</b>
Ajuste para conformación de subrasante.	150 m <sup>2</sup> /h
escarificar, mezclar y homogenizar relleno subrasante.	200 m <sup>2</sup> /h
Afinado de base única.	30 m <sup>3</sup> /h
Tender y mezclar base única.	20 m <sup>3</sup> /h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Héctor del Cid, representante legal constructora CONSEDE Guatemala, 15 de febrero de 2018.

**Tabla XIV. Rendimiento para compactación usando vibrocompactadora convencional**

<b>Actividad</b>	<b>Rendimiento</b>
Compactación de subrasante	500 m <sup>2</sup> /h
Compactación de base única	250 m <sup>3</sup> /h
Compactación en general (0,40 m máximo grosor capa relleno)	500 m <sup>2</sup> /h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Héctor del Cid, representante legal constructora CONSEDE Guatemala, 15 de febrero de 2018.

Tabla XV. **Rendimiento para riego de rellenos con cisterna 40 toneles**

<b>Actividad</b>	<b>Rendimiento</b>
Riego de subrasante	1 200 m <sup>2</sup> /h
Riego de base única	1 200 m <sup>2</sup> /h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Héctor del Cid, representante legal constructora CONSEDE Guatemala, 15 de febrero de 2018.

### **3.4. Rendimiento para construcción de elementos estructurales**

A continuación, se detalla el tiempo aproximado de ejecución para cada elemento estructural.

#### **3.4.1. Zapatas**

Existen diversos tipos de cimentación, como zapatas centradas, excéntricas, irregulares, colindantes o combinadas; pero para el análisis del tiempo que requieren estas para ser construidas no varía el tiempo de ejecución según su tipo, solamente difiere por sus dimensiones. A continuación, se presenta el tiempo promedio para ejecutar una zapata, armarla y fundirla. Se tomó como parámetro de tiempo hora (h).

Tabla XVI. Rendimiento para construcción de zapatas

Dimensiones de zapata	Vol. máximo m <sup>3</sup>	Nº trabajadores	Tiempo de ejecución
menores a 1 m <sup>2</sup> área.	0,30	1 albañil + 1 ayudante.	2 horas
entre 1,00 a 2,50 m <sup>2</sup> área.	1,00	1 albañil + 1 ayudante.	3 horas
entre 2,50 a 5,00 m <sup>2</sup> área.	2,50	2 albañiles + 2 ayudantes.	5 horas
entre 5,00 a 9,00 m <sup>2</sup> área.	4,50	2 albañiles + 4 ayudantes	8 horas

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 8 de febrero de 2018.

Para el análisis del rendimiento de la construcción de zapatas, no se consideró el tiempo para armar una columna, el cual es necesario adicionarlo al tiempo que requiere la construcción. En el apartado 3.4.3. (construcción de columnas) se detalla el tiempo necesario para armar una columna según sus dimensiones.

La excavación que requiere la zapata tampoco se consideró en este rendimiento, debe adicionarse según lo explicado en el apartado 3.3.1. (excavación de suelo). Antes de fundir este elemento, la columna debe quedar plomeada en la zapata según lo requiera el diseño, por esto es necesario adicionar este tiempo.

Otro aspecto analizado es el uso de concretera de capacidad 1 pie<sup>3</sup> para fundición de las zapatas, en caso no se utilice, sino camión de concreto premezclado, el tiempo antes dado puede reducirse a un 75 % del tiempo dado en la tabla anterior.

### 3.4.2. Construcción de cimientos corridos

Existen dos formas de cimiento corrido según su forma prismática, esta puede ser una forma rectangular y forma trapezoidal, pero ambas requieren el mismo tiempo para ser construidas, debido a que su armadura y fundición no cambia, solo se necesita de formaletas adicionales para darle la forma trapezoidal al cimiento.

Para el análisis del tiempo que requiere construir este elemento puede diferir por sus dimensiones. A continuación, se presenta el tiempo promedio para elaborar un metro lineal (ml), el cual debe llevar una armadura para luego ser fundido. Se tomó como parámetro de tiempo hora (h) para este análisis.

Tabla XVII. Rendimiento promedio para construcción de cimientos

Sección de cimiento	Nº. trabajadores	Tiempo de ejecución por metro lineal (ml)
0,30 m x 0,15 m	1 albañil + 1 ayudante	0,50 horas
0,40 m x 0,20 m	1 albañil + 1 ayudante	0,75 horas
0,60 m x 0,25 m	1 albañiles + 2 ayudantes	1 hora
1,00 m x 0,40 m	2 albañiles + 4 ayudantes	1 hora

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 8 de febrero de 2018.

Para el análisis del rendimiento de la construcción del cimiento corrido, no se consideró el tiempo para armar una columna, el cual es necesario adicionarlo

al tiempo que requiere la construcción de este elemento, si el diseño así lo estipula. En 3.4.3 (construcción de columnas) se detalla el tiempo necesario para armar una columna según sus dimensiones.

La excavación que requiere el cimiento corrido tampoco se consideró en este rendimiento, debe adicionarse según lo explicado en 3.3.1 (excavación de suelo). Antes de fundir este elemento, los refuerzos verticales que se requieran deben quedar plomeados y alineados a lo largo del cimiento, por esto es necesario sumar este tiempo.

### 3.4.3. Construcción de columnas

Para el análisis del tiempo de ejecución que requiere construir este elemento, puede diferir por la cantidad de varillas corridas que componen la columna y el tipo de estribo; por lo regular, son elaborados con varilla no.2 y varilla no.3. A continuación, se presenta el tiempo promedio para construir un metro lineal (ml). Se tomó como parámetro hora (h) para el siguiente rendimiento.

Tabla XVIII. **Rendimiento promedio para construir el armado de una columna**

<b>Cantidad de varillas</b>	<b>Nº trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución por metro lineal (ml / h)</b>
2 varillas	1 albañil	15 ml / h
4 varillas	1 albañil	8 ml / h
6 varillas	1 albañil	5 ml / h
8 varillas	1 albañil	4 ml / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 8 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado para el armado de columnas no involucra el tiempo requerido para elaborar los estribos o eslabones, dicho tiempo depende del estribo que se desee armar. Otro aspecto por considerar es que se analizó el armado de este elemento con un confinamiento de 0,10 m., este puede variar según el confinamiento dado en diseño. Para analizar el tiempo necesario para elaborar estribos y eslabones, se tomó como parámetro de tiempo hora (h) para medir la cantidad de unidades elaboradas en este tiempo. A continuación, se muestra el tiempo necesario para elaborar estos estribos.

**Tabla XIX. Rendimiento promedio para la elaboración de estribos y eslabones**

<b>Según Nº. Varilla</b>	<b>Nº trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución (unidad / hora)</b>
eslabón no. 2	1 albañil	60 unidades / h
eslabón no. 3	1 albañil	35 unidades / h
estribo no. 2	1 albañil	35 unidades / h
estribo no. 3	1 albañil	20 unidades / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 8 de febrero de 2018.

El tiempo para elaboración de estribos y eslabones no depende de las dimensiones, sino de la varilla que se utilice. Mientras más gruesa es la varilla más tiempo lleva cortada y más tiempo requiere su elaboración. Otro aspecto por considerar para la construcción de una columna es la instalación de la formaleta u obra falsa. Para determinar el tiempo necesario para instalar la formaleta, es necesario tomar varios aspectos como la ubicación dentro de la construcción y la forma que el elemento tiene.



En construcciones de casas habitacionales puede haber columnas de esquina, medias de refuerzo, que enlazan 3 o 4 muros o aisladas, y cada una de ellas requiere un tiempo variado para su elaboración.

A continuación, se muestra el análisis del tiempo necesario para instalar la formaleta, donde se consideró los aspectos antes mencionados y para su análisis se utilizó el factor unidad (u) por cada columna con su formaleta instalada y hora (h) para medir el tiempo que requirió.

Tabla XX. **Rendimiento promedio para la instalación de formaleta en columnas sección menor de 0,20 m x 0,20 m x 3 m altura**

<b>Tipo de columna según ubicación</b>	<b>Nº trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución (h / columna)</b>
columna de esquina	1 albañil	2 horas
columna media de refuerzo	1 albañil	1 hora
columna que enlaza 3 o 4 muros	1 albañil	2 horas
columna mocheta	1 albañil	2 horas
columna aislada	1 albañil	2,50 horas

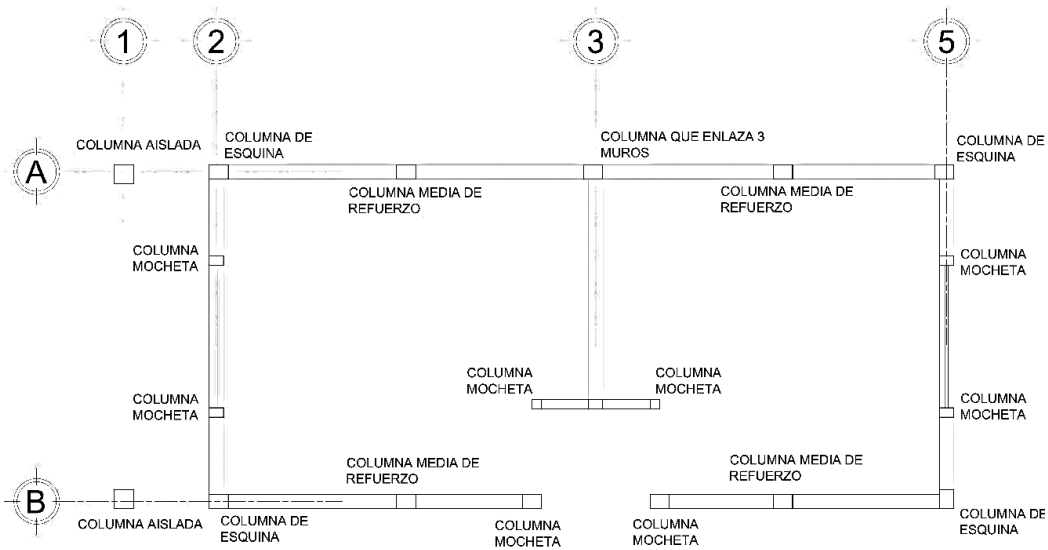
Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 8 de febrero de 2018.

Tabla XXI. Rendimiento promedio para la instalación de formaleta en columnas sección menor de 0,20 m x 0,40 m x 0,40 m x 4 m altura

Tipo de columna según ubicación	Nº trabajadores	Tiempo de ejecución (h / columna)
columna de esquina	1 albañil + 1 ayudante albañil	3 horas
columna media de refuerzo	1 albañil + 1 ayudante albañil	2 horas
columna que enlaza 3 o 4 muros	1 albañil + 1 ayudante albañil	3 horas
columna mocheta	1 albañil + 1 ayudante albañil	3 horas
columna aislada	1 albañil + 1 ayudante albañil	3 horas

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 8 de febrero de 2018.

Figura 3. Clasificación de columnas por ubicación



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Luego de instalar la formaleta sigue la fundición de la columna. Para analizar el tiempo necesario que requiere la fundición se tomó como parámetro metro cubico ( $m^3$ ) para el volumen de fundición y hora (h) para el tiempo.

Tabla XXII. **Rendimiento promedio para la fundición de columnas**

<b>Tipo de concreto según elaboración</b>	<b>Volumen de concreto (<math>m^3</math>)</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución (h)</b>
fabricado en situ	0,20 $m^3$	1 albañil+2 ayudantes	1 hora
fabricado en concretera	0,35 $m^3$	1 albañil+2 ayudantes	1 hora

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 8 de febrero de 2018.

El rendimiento encontrado se analizó en columnas menores a 4 metros de altura y con sección máxima de 0,40 m x 0,40 m, entonces, para calcular el tiempo necesario para construir una columna, debe integrarse el tiempo que requiere la elaboración de estribos y eslabones, según tabla XIX, luego integrar el tiempo necesario para armar una columna según tabla XVIII, Posteriormente, adicionar el tiempo que requiere la instalación de formaleta según tabla XX y XXI, por último, integrar el tiempo necesario para fundir la columna según tabla XXII.

#### **3.4.4. Construcción de solera (refuerzo horizontal)**

Para el análisis del tiempo de ejecución que requiere construir el armado de una solera puede diferir por la cantidad de varillas corridas que compone la solera y el tipo de estribo que lo compone. Por lo regular estos son hechos con varilla no.2 y varilla no.3. A continuación, se presenta el tiempo promedio para construir

un metro lineal (ml) de armado de una solera. Se tomó como parámetro metros lineales (ml) para medir la cantidad de trabajo en una hora (h)

Tabla XXIII. **Rendimiento promedio para armado de solera**

<b>Cantidad de varillas</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución por metro lineal (ml / h)</b>
2 varillas	1 albañil	15 ml / h
4 varillas	1 albañil	8 ml / h
6 varillas	1 albañil	5 ml / h
8 varillas	1 albañil	4 ml / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 8 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado para el armado de solera no involucra el tiempo requerido para elaborar los estribos o eslabones. Otro aspecto por considerar es que se analizó el armado de este elemento con un confinamiento de 0,15 m., este puede variar según el confinamiento por diseño. La información detallada en la tabla XIX (Rendimiento promedio para la elaboración de estribos y eslabones) da a conocer el tiempo necesario para la elaboración de estos elementos.

Otro aspecto por considerar para la construcción de una solera es la instalación de la formaleta u obra falsa. El tiempo para su instalación depende de las dimensiones del elemento, así como del material a emplear, el cual puede ser madera de 1 pie de ancho, o plancha metálica. A continuación, se muestra el análisis del tiempo necesario para instalar la formaleta en una solera, donde se utilizó el factor metro lineal (ml) para la instalación de formaleta en una hora (h).

Tabla XXIV. **Rendimiento promedio para la instalación de formaleta en solera**

<b>Sección de solera (m)</b>	<b>Nº. Trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución (ml / h)</b>
sección menor de 0,20 m x 0,20 m	1 albañil	3 ml / h
sección menor de 0,40 m x 0,40 m	1 albañil	2 ml / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 8 de febrero de 2018.

Luego de instalar la formaleta sigue la fundición de la solera. Para analizar el tiempo necesario que requiere la fundición se tomó como parámetro metro cubico ( $m^3$ ) para el volumen de fundición y hora (h) para el tiempo.

Tabla XXV. **Rendimiento promedio para la fundición de solera**

<b>Volumen de concreto (<math>m^3</math>)</b>	<b>Nº. Trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución (h)</b>
0,20 $m^3$	1 albañil+2 ayudantes	1 h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 12 de febrero de 2018.

Entonces, para obtener el tiempo final para la construcción de una solera es necesario integrar el tiempo que requiere la elaboración de estribos y eslabones, según tabla XIX, luego integrar el tiempo que requiere el armado de solera según tabla XXIII, después integrar el tiempo que requiere la instalación de formaleta

según tabla XXIV y por último integrar el tiempo necesario para fundir el elemento según tabla XXV.

### 3.4.5. Construcción de vigas

Por lo regular, las vigas son fundidas en conjunto con la losa para mejorar su rigidez, por ello en el siguiente análisis solo se analiza el tiempo que requiere armar y encofrar la misma. Para determinar el tiempo que requiere la fundición de este elemento puede considerarse únicamente el volumen de concreto que conforma según tabla XXVIII (Rendimiento promedio para colocación de concreto en losas y vigas).

Para el análisis del tiempo de ejecución que requiere construir una viga puede diferir por las dimensiones de base – altura del elemento. A continuación, se presenta el tiempo promedio para construir un metro lineal (ml) de armadura y encofrar (sin fundir) en un tiempo dado en horas (h).

Tabla XXVI. Rendimiento promedio para construcción de vigas

<b>Peralte viga</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución para un metro lineal ( h / ml)</b>
menor a 25 cm	1 albañil + 1 ayudante	2 h/ ml
entre 25 a 40 cm	2 albañiles + 1 ayudante	3 h/ml
entre 40 a 60 cm	3 albañiles + 1 ayudante	4 h/ml

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 12 de febrero de 2018.

El análisis se realizó en vigas situadas a 3,00 m de altura sobre piso.

### 3.4.6. Construcción de losa para techo o entrepiso

A continuación, se analiza el tiempo que requiere la construcción de este elemento, considerando la obra falsa, armado de acero para losa tradicional o instalación de losa prefabricada donde se considera metro cuadrado ( $m^2$ ) como unidad de trabajo para un determinado tiempo, hora (h).

Tabla XXVII. Rendimiento promedio para construcción de losas

Tipo losa	Nº. Trabajadores	Tiempo de ejecución ( $m^2 / h$ )
losa tradicional	2 albañil + 1 ayudante	1 $m^2$ / hora
losa prefabricada	2 albañil + 1 ayudante	1,25 $m^2$ / hora

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 12 de febrero de 2018.

El rendimiento antes mencionado solo considera el armado propio de la losa (obra falsa e instalación de acero), el armado de solera corona debe considerarse el tiempo construirlo según tabla XXIII (Rendimiento promedio para armado de solera), si hubiesen armado de columnas debe considerarse el tiempo necesario para armarlo según tabla XVIII (Rendimiento promedio para construir el armado de una columna) y tabla XIX (Rendimiento promedio para la elaboración de estribos y eslabones). Si existieran vigas dentro del entrepiso o cubierta debe considerarse el tiempo necesario para construir estos elementos según 3.4.5 (Construcción de vigas).

Después de armar este elemento tomando en cuenta lo antes mencionado, procede la fundición. El concreto puede realizarse *in situ* con una concretora o puede ser más eficiente el uso de concreto premezclado dependiendo de la

cantidad de metros que se tenga. A continuación, se detalla el tiempo, hora (h) necesario que requiere una losa para ser fundida en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

Tabla XXVIII. **Rendimiento promedio para la fundición de una losa**

<b>Tipo de concreto</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución (m<sup>3</sup> / h)</b>
concreto <i>in situ</i> (manual).	7 trabajadores	1 m <sup>3</sup> / h
concreto <i>in situ</i> (concretera).	7 trabajadores	2,50 m <sup>3</sup> / h
concreto premezclado.	6 trabajadores	6 m <sup>3</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Armando Requena, maestro de obra, 12 de febrero de 2018.

Entonces, para construir una losa, debe integrarse el tiempo que requiere armar la solera corona, el tiempo necesario para armar la losa, el tiempo para armar posibles columnas del nivel superior, el tiempo para realizar la instalación de ducto eléctrico, el tiempo de fundición de losa y después de 21 días el tiempo para retirar la obra falsa (puntales, tendal y tablonés).

### **3.4.7. Construcción de módulo de gradas**

A continuación, se muestra el rendimiento para construir un módulo de gradas, donde se analiza el tiempo que requiere la ejecución de un módulo completo de gradas según diseño, en un determinado tiempo, hora (h).



Tabla XXIX. **Rendimiento promedio para la construcción de módulo de gradas ancho máx. 1,00 m, altura máx. 2,00 m, grada ordinaria**

<b>Diseño de grada</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución (h)</b>
Recta	1 albañil + 1 ayudante	10 h
L	1 albañil + 1 ayudante	12 h
U	1 albañil + 1 ayudante	15 h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 12 de febrero de 2018.

Tabla XXX. **Rendimiento promedio para la construcción de módulo de gradas ancho máx. 1,00 m, altura máx. 2,00 m, grada con nariz**

<b>Diseño de grada</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución (h)</b>
Recta	1 albañil + 1 ayudante	13 h
L	1 albañil + 1 ayudante	15 h
U	1 albañil + 1 ayudante	18 h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 12 de febrero de 2018.

Tabla XXXI. **Rendimiento promedio para la construcción de módulo de gradas ancho máx. 2,00 m, altura máx. 4,00 m, grada ordinaria**

<b>Diseño de grada</b>	<b>Nº. Trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución (h)</b>
Recta	1 albañil + 1 ayudante	18 h
L	1 albañil + 1 ayudante	23 h
U	1 albañil + 1 ayudante	28 h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 12 de febrero de 2018.

Tabla XXXII. **Rendimiento promedio para la construcción de módulo de gradas ancho máx. 2,00 m altura máx. 4,00 m grada con nariz**

<b>Diseño de grada</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución (h)</b>
Recta	1 albañil + 1 ayudante	14 h
L	1 albañil + 1 ayudante	17 h
U	1 albañil + 1 ayudante	20 h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 12 de febrero de 2018.

El rendimiento antes mostrado no contempla el tiempo necesario para la fundición de dicho elemento, este tiempo está en función del volumen de concreto requerido y puede utilizarse el rendimiento mostrado en la tabla XXVIII. (Rendimiento promedio para la fundición de una losa).

Para identificar mejor los tipos de módulo de gradas, consultar figura 2 (clasificación de módulo de gradas según diseño) de capítulo 2.4.7. (construcción de módulo de gradas).

### **3.4.8. Construcción de elementos estructurales con electro-panel**

A continuación, se muestra el rendimiento en la instalación de electro-panel, donde se analizó los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) trabajados en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla XXXIII. **Rendimiento promedio para instalación de electro-panel**

<b>Aplicación</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Tiempo de ejecución (m<sup>2</sup> / h)</b>
muro de carga	2 albañiles + 1 ayudante	2,5 m <sup>2</sup> / hora
losa	2 albañiles + 1 ayudante	1,5 m <sup>2</sup> / hora

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 12 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado anteriormente para la instalación de electro-panel en muros y losa solo contempla la instalación, no el llenado con mortero en ambas caras en el caso de muros y fundición en el caso de losas. Para realizar estas actividades considerar el tiempo según tabla XLIII (Rendimiento promedio para repello) y tabla XXVIII (Rendimiento promedio para la fundición de una losa), respectivamente.

También este material es utilizado para varios tipos de construcciones como, por ejemplo, gabinetes, molduras o decoraciones en edificaciones entre otros. El rendimiento para la construcción de estos elementos puede variar considerablemente con el rendimiento antes mostrado.

### **3.5. Rendimiento para instalación de mampostería**

Actualmente existe amplia variedad de mampuestos, siendo los más comunes, block, ladrillo, fachaleta, teja, adoquines, piso granito.

### 3.5.1. Instalación de block

A continuación, se muestra rendimiento promedio para la colocación de blocks según su aplicación. Se analiza los metros cuadrados ( $m^2$ ) trabajados para un determinado tiempo, hora (h).

Tabla XXXIV. **Rendimiento promedio para la colocación de blocks, 09 x 19 x 39 cm**

<b>F'm block</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (<math>m^2 / h</math>)</b>
25 kg	2 albañiles + 1 ayudante	2,5 $m^2 / h$

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Rudy Carias, maestro de obra, 13 de febrero de 2018.

Tabla XXXV. **Rendimiento promedio para la colocación de blocks, 14 x 19 x 39 cm**

<b>F'm block</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (<math>m^2 / h</math>)</b>
25 kg	2 albañiles + 1 ayudante	3,5 $m^2 / h$
35 kg	2 albañiles + 1 ayudante	3,5 $m^2 / h$
50 kg	2 albañiles + 1 ayudante	3,5 $m^2 / h$
75 kg	2 albañiles + 1 ayudante	3,5 $m^2 / h$

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Rudy Carias, maestro de obra, 13 de febrero de 2018.

Tabla XXXVI. **Rendimiento promedio para la colocación de blocks, 19 x 19 x 39 cm**

<b>F'm block</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h )</b>
25 kg	2 albañiles + 1 ayudante	3,5 m <sup>2</sup> / h
35 kg	2 albañiles + 1 ayudante	3,5 m <sup>2</sup> / h
50 kg	2 albañiles + 1 ayudante	3,00 m <sup>2</sup> / h
75 kg	2 albañiles + 1 ayudante	3,00m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Rudy Carias, maestro de obra, 13 de febrero de 2018.

Tabla XXXVII. **Rendimiento promedio para sisado de block**

<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
1 albañil	8 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Rudy Carias, maestro de obra, 13 de febrero de 2018.

Los rendimientos mostrados son promedio considerando los pormenores mencionados anteriormente, por largo y altura de muro. Esto quiere decir que el levantado de un muro de 15 m de largo por 1 m de altura está sobre el promedio del rendimiento mostrado anteriormente. Los rendimientos dados no contemplan block sisado, solo block limpio al momento de colocarlo.

### 3.5.2. Instalación de ladrillo

A continuación, se detalla el rendimiento para la colocación de ladrillo en sus dos tipos explícitamente para el levantado de muros. Se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) trabajados en un tiempo determinado, hora (h).

Tabla XXXVIII. Rendimiento promedio para la colocación de ladrillos

Tipo de ladrillo	Nº. trabajadores	Metros cuadrados / hora (m <sup>2</sup> / h)
ladrillo tayuyo 6,50 x 11 x 23 cm 11 cm esp. muro	2 albañiles + 1 ayudante	0,50 m <sup>2</sup> / h
ladrillo tubular 14 x 9 x 29 cm 14 cm esp. muro	2 albañiles + 1 ayudante	1,50 m <sup>2</sup> / h
sisado de ladrillo	1 albañil	2,00 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Rudy Carias, maestro de obra, 13 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado anteriormente contempla únicamente la colocación del ladrillo limpio, si el ladrillo es sisado debe considerarse el tiempo para sisarlo.

### 3.5.3. Instalación de fachaleta barro cocido

A continuación, se presenta el rendimiento, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) instalados de fachaleta tradicional de 5 x 6,5 x 23 cm y 5 x 9 x 29 cm en un tiempo determinado, hora (h).

Tabla XXXIX. **Rendimiento promedio para la instalación de fachaleta barro cocido**

<b>Dimensión de fachaleta</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
fachaleta 5 x 6,5 x 23 cm	2 albañiles + 1 ayudante	0,50 m <sup>2</sup> / h
fachaleta 5 x 9 x 29 cm	2 albañiles + 1 ayudante	0,80 m <sup>2</sup> / h
aplicación de sellador en fachaleta	1 albañil	4 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Rudy Carias, maestro de obra, 13 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado anteriormente contempla únicamente la colocación de fachaleta, si esta se desea con aspecto brillante debe considerarse el tiempo para aplicar el sellador.

#### **3.5.4. Instalación de teja**

El rendimiento para la instalación de este mampuesto está sujeto a las siguientes condiciones, la altura donde se necesita instalar, si es sobrepuesta sobre otra cubierta o será la cubierta principal y la inclinación de la pendiente del techo donde será instalada. En el presente rendimiento, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) instalados de teja en sus diversos estilos en un tiempo determinado, hora (h).

Tabla XL. **Rendimiento promedio para la instalación de teja**

<b>Tipo de teja</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
Teja tradicional	2 albañiles + 1 ayudante	1,50 m <sup>2</sup> / h
Teja prefabricada	2 albañiles + 1 ayudante	4,00 m <sup>2</sup> / h
aplicación de sellador en teja	1 albañil	4,00 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Rudy Carias, maestro de obra, 13 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado anteriormente contempla la instalación de teja sobre una cubierta previa, por ejemplo, una losa de concreto. Si la teja se desea con aspecto brillante debe considerarse el tiempo para aplicar el sellador.

### **3.5.5. Instalación piso granito**

A continuación, se presenta el rendimiento de la instalación de piso granito, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de nivelación, compactación e instalación en un determinado tiempo, hora (h).



Tabla XLI. **Rendimiento promedio para la instalación de piso granito**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
nivelación + compactación (manual)	1 albañil + 1 ayudante	4 m <sup>2</sup> / h
instalación de piso granito	1 albañil + 1 ayudante	3 m <sup>2</sup> / h
llenado de juntas	1 ayudante	5 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado anteriormente contempla la nivelación y compactación manual con un mazo de 40 cm por 40 cm y 50 lb de peso, no contempla cortes y extracción de suelo que sea necesario reemplazar. La compactación puede ser más eficiente si se utiliza una compactadora de mano.

### **3.5.6. Instalación de adoquín en aceras**

A continuación, se presenta el rendimiento para la instalación de adoquín, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de nivelación, compactación e instalación de adoquín en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla XLII. Rendimiento promedio para la instalación de adoquín

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
nivelación + compactación (compactadora de mano).	1 albañil + 1 ayudante	15,00 m <sup>2</sup> / h
instalación de adoquín.	1 albañil + 1 ayudante	1,50 m <sup>2</sup> / h
construcción de bordillo (30 cm peralte máximo).	1 albañil + 1 ayudante	3,00 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado anteriormente contempla la nivelación y compactación con compactadora de mano, no contempla cortes y extracción de suelo que sea necesario reemplazar. En dado caso se tenga áreas considerables por trabajar, es aplicable las tablas del capítulo 3.3.2.2 (compactación de rellenos). El armado y fundición de llaves se consideró dentro del tiempo de instalación de adoquín.

### **3.6. Rendimientos para trabajos de acabados artesanales**

Los acabados artesanales más prácticos para su aplicación son repello, cernido, martelinado, granito lavado y aplicación de pintura.

#### **3.6.1. Repello**

A continuación, se detalla el rendimiento para la aplicación de repello, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) trabajados en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla XLIII. Rendimiento promedio para repello

Actividad	Nº. Trabajadores	Metros cuadrados / hora (m <sup>2</sup> / h)
repello de paredes 1 cm máximo.	2 albañil + 1 ayudante	5 m <sup>2</sup> / h
repello de paredes 2 cm máximo.	2 albañil + 1 ayudante	3 m <sup>2</sup> / h
repello de losa 1 cm máximo.	2 albañil + 1 ayudante	4 m <sup>2</sup> / h
repello de losa 2 cm máximo.	2 albañil + 1 ayudante	2 m <sup>2</sup> / h
repello manual de talud 8 cm mínimo.	2 albañil + 1 ayudante	1 m <sup>2</sup> / h
repello con bomba de talud 8cm mínimo.	2 albañil + 1 ayudante	4 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado anteriormente contempla el repello de muros y losas de 3 m altura máximo sobre piso, la elaboración de obra falsa, andamios o tarimas necesarias para trabajar pasado 1,80 en pared o losa, no están contemplados en el rendimiento anterior.

### 3.6.2. Cernido

A continuación, se detalla el rendimiento para la aplicación de cernido, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) trabajados en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla XLIV. **Rendimiento promedio para cernido**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
cernido remolineado	2 albañil + 1 ayudante	5 m <sup>2</sup> / h
cernido vertical	2 albañil + 1 ayudante	4 m <sup>2</sup> / h
cernido alisado	2 albañil + 1 ayudante	3 m <sup>2</sup> / h
cernido para protección de muros (humedad)	2 albañil + 1 ayudante	6 m <sup>2</sup> / h
cernido plástico (bombeado)	2 albañil + 1 ayudante	8 m <sup>2</sup> / h

. Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado anteriormente contempla el cernido de muros y losas de 3 m altura máximo sobre piso, la construcción de andamios o tarimas necesarias para trabajar pasado 1,80 en pared o losa, no están contemplados en el rendimiento anterior.

### **3.6.3. Martelinado y granito lavado**

A continuación, se detalla el rendimiento para la aplicación de martelinado y granito lavado, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) trabajados en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla XLV. **Rendimiento promedio para ejecutar martelinado y granito lavado**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
repello para martelinado granito lavado 2 cm espesor.	1 albañil + 1 ayudante	4,00 m <sup>2</sup> / h
ejecución de martelinado.	1 albañil + 1 ayudante	1,25 m <sup>2</sup> / h
ejecución de granito lavado.	1 albañil + 1 ayudante	6,00 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018.

### 3.6.4. Aplicación de pintura en acabados

A continuación, se muestra el rendimiento para la aplicación de pintura en acabados, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de cernido en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla XLVI. **Rendimiento promedio para la aplicación de pinturas**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Rendimiento (m<sup>2</sup> / h)</b>
aplicación de pintura sobre muros (látex o agua con rodillo).	1 albañil	10 m <sup>2</sup> / h
aplicación de pintura sobre muros (aceite con compresor).	1 albañil	15 m <sup>2</sup> / h
aplicación de pintura epóxica en muros (brocha y rodillo).	1 albañil	10 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018.

El rendimiento anterior puede variar dependiendo el grado de porosidad de la superficie que se desea pintar. El rendimiento antes mostrado fue analizado sobre una superficie con un sellado previo. También es aplicable en caso se desea pintar sobre una superficie que ya tiene pintura previa en buen estado.

### **3.7. Rendimiento para instalación de cerámicos y porcelanatos.**

Los cerámicos y porcelanatos son materiales prácticos para su instalación, por ello tienen una alta demanda en cualquier edificación.

#### **3.7.1. Instalación de piso cerámico o porcelanato**

Antes de instalar un piso cerámico o porcelanato, es necesario trabajar una base nivelada para facilitar la instalación de este, esto garantiza que el piso quedar nivelado, sin imperfecciones y su instalación será practico. Dependiendo el uso del piso, para una vivienda, garaje o bodega, se definirá la resistencia de la base por trabajar. Actualmente se trabaja con arena amarilla tipo mezclón para pisos de viviendas, entrepisos, y concreto para pisos con grado estructural para garajes o bodegas.

A continuación, se detalla el rendimiento para la construcción de base para instalación de pisos, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) trabajados en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla XLVII. **Rendimiento promedio para la construcción de base nivelada para instalar piso**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h )</b>
construcción de base – piso mezcla de arena amarilla, cal, cemento 5 cm espesor.	2 albañiles + 1 ayudante	4,00 m <sup>2</sup> / h
construcción de base – piso concreto tradicional 5 cm espesor.	2 albañiles + 1 ayudante	3,50 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado anteriormente para la construcción de la base depende del lugar a trabajar. Si se construye para una bodega con un área considerable, el rendimiento es de 6 m<sup>2</sup> / h considerando 2 albañiles y 1 ayudante, pero si este se trabaja para una casa habitacional el rendimiento promedio es de 4 m<sup>2</sup> / h. El material por usar debe estar próximo no más de 20 m de distancia al lugar de aplicación. A continuación, se presenta el rendimiento para la instalación de piso cerámico y porcelanato, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) instalados en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla XLVIII. **Rendimiento promedio para la instalación de piso cerámico**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
instalación de piso cerámico 31,6 cm x 31,6 cm	2 instaladores + 1 ayudante.	2,50 m <sup>2</sup> / h
instalación de piso cerámico 44 cm x 44 cm	2 instaladores + 1 ayudante.	3,00 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018.

Tabla XLIX. **Rendimiento promedio para la instalación de piso porcelanato**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. Trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
instalación de piso porcelanato 19 cm x 66 cm	2 instaladores + 1 ayudante	3 m <sup>2</sup> / h
instalación de piso porcelanato 90 cm x 90 cm	2 instaladores + 1 ayudante	5 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018.

El rendimiento antes mostrado es un promedio para las siguientes situaciones; la instalación de piso en una bodega e instalación de piso en una casa habitacional. En una bodega con un área considerable, el rendimiento es de 4 m<sup>2</sup> / hora para un piso nominal de 31,60 x 31,60, mientras en una casa el rendimiento promedio es de 2 m<sup>2</sup> / hora para el mismo tamaño.

Esta variación se debe a las divisiones o muros intermedios que hay en una casa, a diferencia que en una bodega no hay divisiones, es un solo salón y esto evita cortes en piso para cerrar ambientes.

Después de la instalación del piso, es necesario llenar las sisas con mortero de color, a continuación, se muestra el rendimiento para el llenado de sisas, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) trabajados para un determinado tiempo, hora (h).



Tabla L. **Rendimiento promedio para llenado de sisas en piso**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
llenado de sisa en piso de 31,60 cm x 31,60 cm	1 ayudante	8 m <sup>2</sup> / h
llenado de sisa en piso de 44 cm x 44 cm	1 ayudante	11 m <sup>2</sup> / h
llenado de sisa en piso de 90 cm x 90 cm	1 ayudante	15 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018.

### 3.7.2. **Instalación de azulejo**

A continuación, se presenta el rendimiento para la instalación de azulejo, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) instalados en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla LI. **Rendimiento promedio para la instalación de azulejos**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
instalación de azulejo 9 cm x 9 cm	1 instalador + 1 ayudante	0,80 m <sup>2</sup> / h
instalación de azulejo 20 cm x 32 cm	1 instalador + 1 ayudante	2,00 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018.

Por lo regular, el azulejo es un acabado para los servicios sanitarios, servicios de lavandería o cocina, se decora al instalar franjas horizontales de listelo o mosaico, intermedio o al final después de la última fila de azulejo. A

continuación, se presenta el rendimiento para la instalación de azulejo, se analiza los metros lineales (ml) instalados en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla LII. **Rendimiento promedio para la instalación de listelo**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros lineales / hora (ml / h)</b>
instalación de listelo 20 cm x 8 cm	1 instalador + 1 ayudante	6 ml / h
Instalación de mosaico	1 instalador + 1 ayudante	5 ml / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018.

Después de la instalación del piso, es necesario llenar las sisas con mortero de color; véase el rendimiento para el llenado de sisas, se analiza los metros lineales (ml) trabajados para un determinado tiempo, hora (h).

Tabla LIII. **Rendimiento promedio para llenado de sisas en azulejo**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
llenado de sisa en azulejo 9 cm x 9 cm	1 ayudante	1,50 m <sup>2</sup> / h
llenado de sisa en azulejo de 20 cm x 32 cm	1 ayudante	4,00 m <sup>2</sup> / h
llenado de sisa en mosaico	1 ayudante	4,00 ml / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018

Debe considerarse el tiempo para la nivelación vertical de la pared, según tabla XLII (Rendimiento promedio para repello).

### 3.7.3. Instalación de fachaleta cerámica

En la siguiente tabla se presenta el rendimiento para la instalación de fachaleta, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) instalados en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla LIV. **Rendimiento promedio para la instalación de fachaleta cerámica**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
instalación de fachaleta 25 cm x 44 cm máximo	1 albañil + 1 ayudante	1,50 m <sup>2</sup> / h
instalación de fachaleta 16 cm x 66 cm máximo	1 albañil + 1 ayudante	1,50 m <sup>2</sup> / h
llenado de sisa en fachaleta	1 albañil + 1 ayudante	4,00 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Josué Mateo, maestro de obra, 22 de febrero de 2018.

### 3.8. Rendimientos para instalación de techos

La instalación de techos se divide en dos fases, construir la estructura metálica y la instalación de la cubierta.

### 3.8.1. Construcción de estructura metálica para soporte techo en viviendas

Ahora se presenta el rendimiento para la elaboración de estructura metálica en techos de viviendas, se analiza los metros cuadrados ( $m^2$ ) construidos en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla LV. Rendimiento promedio para la elaboración de estructura de techo

Actividad	Nº. trabajadores	Metros cuadrados / hora ( $m^2 / h$ )
armado de estructura metálica techo 1 agua	1 herrero + 1 ayudante	4 $m^2 / h$
armado de estructura metálica techo 2 aguas	1 herrero + 1 ayudante	2 $m^2 / h$

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Byron López, supervisor de herrería y ventanería, 26 de febrero de 2018

El rendimiento antes mostrado no contempla construcción de desniveles sobre muros, instalación de lámina ni pintura en estructura. El rendimiento dado anteriormente es únicamente para elaboración de estructura. Se analizó la estructura a 4 m de altura sobre nivel de piso.

### 3.8.2. Instalación de lámina acanalada y troquelada

A continuación, se presenta el rendimiento para la instalación de lámina en techos de viviendas, se analiza los metros cuadrados ( $m^2$ ) instalados en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla LVI. **Rendimiento promedio para la instalación de lámina**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Metros cuadrados / hora (m<sup>2</sup> / h)</b>
instalación de lámina acanalada tradicional	1 instalador + 1 ayudante	4 m <sup>2</sup> / h
instalación de lámina troquelada	1 instalador + 1 ayudante	4 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Byron López, supervisor de herrería y ventanería, 26 de febrero de 2018.

El rendimiento antes mostrado no contempla pintura en lámina. El tiempo considerado es únicamente para instalación. Se analizó a 4 m de altura sobre nivel de piso. En dado caso se trabaje el techado de un segundo nivel o posterior, se debe adicionar el tiempo necesario para trasladar la lámina hasta el nivel requerido, o considerar más ayudantes explícitamente para el traslado.

### **3.9. Rendimientos para trabajos de instalaciones hidrosanitarias**

Los servicios sanitarios cuentan con instalaciones de agua potable, así mismo, una instalación que evacúe el agua servida.

#### **3.9.1. Instalación de agua potable en viviendas**

Para el siguiente rendimiento, solo se analiza la instalación de tuberías de agua potable desde la tubería de distribución hasta la espera de cada artefacto con su respectiva llave de paso y contra llave. Ahora se detallan los metros lineales (ml) de tubería instalados bajo nivel de piso que conducen el agua potable de la acometida hacia los artefactos, para un determinado tiempo, hora (h).

Tabla LVII. **Rendimiento promedio para la instalación de tubería agua potable bajo piso**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Rendimiento</b>
Instalación de tubería en suelo 0,40 m corte máx.	1 instalador + 1 ayudante	1,50 ml / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Aroldo López, maestro de obra y plomero, 26 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado para la instalación de tubería en suelo contempla zanjeo para un suelo arcilloso limoso consolidado, instalación de tubería, relleno y compactación. El tiempo en la instalación de tubería de agua potable se puede reducir si se trabaja junto con la instalación de tubería de drenajes. A continuación, se detalla el tiempo necesario, hora (h) para colocar la tubería de agua potable en cada espera para cada artefacto, unidad (uni).

Tabla LVIII. **Rendimiento promedio para la instalación de tubería agua potable en esperas de artefactos**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Rendimiento</b>
espera de lavamanos	1 instalador	45 min / uni
espera de sanitario	1 instalador	30 min / uni
espera de lavatrastos	1 instalador	45 min / uni
espera de ducha	1 instalador	1,50 horas / uni

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Aroldo López, maestro de obra y plomero, 26 de febrero de 2018.

El tiempo en la instalación de tubería de agua potable puede reducir si se trabaja junto con la instalación de tubería de drenajes. El rendimiento para ejecutar la espera de cada artefacto considera la colocación del tubo entre el muro antes que este sea levantado, si la instalación se ejecuta después, debe considerarse el tiempo necesario para ejecuta cada corte y perforaciones para introducir cada tubería entre el muro y su resanado. El tiempo mostrado para las esperas de lavamanos, lavatrastos y ducha contempla la colocación de llaves de paso, contra llaves y tubería de agua caliente.

### 3.9.2. Instalación de drenajes domiciliars

Para el siguiente rendimiento, solo se analiza la instalación de tuberías de drenajes desde la candela domiciliar hasta la espera de cada artefacto. A continuación, se detallan los metros lineales (ml) de tubería instalados bajo nivel de piso que conducen las aguas negras y pluviales hacia la candela colectora.

Tabla LIX. **Rendimiento promedio para la instalación de tubería de drenajes bajo piso**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Rendimiento</b>
Instalación de tubería en suelo 0,60 m máx.	1 instalador + 1 ayudante	1,25 ml / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Aroldo López, maestro de obra y plomero, 26 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado para la instalación de tubería en suelo contempla zanjeo para un suelo arcilloso limoso consolidado, instalación de tubería, relleno y compactación. El tiempo en la instalación de tubería de drenajes puede reducirse si se trabaja junto con la instalación de tubería de agua potable.

Obsérvese el detalle del tiempo necesario, hora (h) para colocar la tubería de drenaje en cada espera para cada artefacto, unidad (uni).

Tabla LX. **Rendimiento promedio para la instalación de tubería de drenaje en esperas de artefactos**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Rendimiento</b>
espera de lavamanos	1 instalador	30 min / uni
espera de sanitario	1 instalador	30 min / uni
espera de lavatrastos	1 instalador	30 min / uni
espera de ducha	1 instalador	30 min / uni
espera de lavadora	1 instalador	30 min / uni

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Aroldo López, maestro de obra y plomero, 26 de febrero de 2018.

El rendimiento para ejecutar la espera de cada artefacto considera la colocación del tubo antes de ser construido el muro, si la instalación se ejecuta después, debe considerarse el tiempo necesario para ejecutar cada corte, perforaciones y resanado del mismo. Toda red de drenajes debe disponer de cajas de unión, cajas reposadera, cajas sifón, cajas de registro para facilitar el mantenimiento preventivo para evitar colapsos por taponamientos. A continuación, se detalla el rendimiento para la construcción de estas cajas para un determinado tiempo, hora (h).



Tabla LXI. **Rendimiento promedio para la construcción de cajas en red de drenajes domiciliarios**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Rendimiento</b>
construcción de caja unión o registro. (con tapadera) **	1 albañil	12 h / uni
construcción de caja sifón	1 albañil	10 h / uni
construcción caja trampa de grasa	1 albañil	16 h / uni
construcción de caja colectora pila	1 albañil	4 h / uni
instalación de reposadera (prefabricada)	1 albañil	2 h / uni

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Aroldo López, maestro de obra y plomero, 26 de febrero de 2018.

El rendimiento mostrado para construcción de caja unión o registro contempla cajas de 50 x 50 cm y 60 cm profundidad máximo, si la caja por construir es más grande de las dimensiones dadas, puede variar con el rendimiento dado. También debe considerarse que una red de drenajes cuenta con bajadas de aguas sanitarias de servicios de niveles posteriores, o bajadas pluviales de techos o cubiertas, estos por lo regular quedan entre muros en el caso de una vivienda. A continuación, se detalla el rendimiento para la instalación de bajadas en un tiempo determinado (h).

Tabla LXII. **Rendimiento promedio para la instalación de bajadas en muros**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Rendimiento</b>
instalación de bajada en muros	1 albañil	1 h / uni

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Aroldo López, maestro de obra y plomero, 26 de febrero de 2018.

La instalación de bajadas de aguas negras o pluviales en muros debe realizarse antes de levantar muros, fundir columnas y soleras, el rendimiento mostrado no contempla cortes, perforaciones ni resanados para introducir bajadas en muros.

### **3.10. Rendimiento para instalación de artefactos varios**

Todo inmueble requiere la instalación de artefactos que son inherentes a un inmueble, sin embargo, no se fabrican en sitio. A continuación, se mencionan los siguientes.

#### **3.10.1. Instalación de artefactos sanitarios**

Ahora se presenta el rendimiento para la instalación de artefactos sanitarios, se analiza el tiempo necesario, hora (h) para instalar cada uno de ellos.

Tabla LXIII. **Rendimiento promedio para la instalación de artefactos sanitarios**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Rendimiento</b>
instalación de sanitario	1 plomero	1,50 h / uni
instalación de lavamanos	1 plomero	2,00 h / uni
instalación de mingitorio	1 plomero	2,50 h / uni
instalación de tina 80,00 x 1,50 cm	1 plomero	3,00 h / uni
instalación de regadera	1 plomero	2,00 uni / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Aroldo López, maestro de obra y plomero, 26 de febrero de 2018.

El tiempo mostrado para la instalación de tina no contempla el tiempo para trabajar muros tabiques para base del mismo, acabados o decoraciones que este lleve, solamente contempla la instalación de la tina sobre una base previa. La instalación de sanitario, lavamanos, mingitorio o tina requiere un tiempo adicional de secado previo a utilizar cada artefacto, el cual puede ser de 24 a 36 horas. Esto se debe al secado del material adherente utilizado para la instalación de cada artefacto.

El rendimiento antes mencionado solo representa el tiempo necesario para instalar cada artefacto, pero después de instalarlo no se puede utilizar y es necesario esperar para que el material adherente seque para ponerlo en funcionamiento.

### 3.10.2. Instalación de puertas y portones

Ahora se presenta el rendimiento para la instalación de una puerta y un portón, se analiza el tiempo necesario, hora (h) para instalar cada uno de ellos.

Tabla LXIV. **Rendimiento promedio para la instalación de puertas, portones y persianas**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Rendimiento</b>
instalación de puerta de metal 1 m ancho máx. x 2,10 altura	1 herrero + 1 ayudante	3 h / uni
instalación de puerta de madera 1 m ancho máx. x 2,10 altura	1 herrero + 1 ayudante	5 h / uni
instalación de puerta pvc + vidrio 1 m ancho máx. x 2,10 altura	1 herrero + 1 ayudante	3 h / uni
instalación de portón 4 m ancho máx., 2,50 m altura 4 hojas	1 herrero + 2 ayudantes	8 h / uni
instalación de portón corredizo 4 m ancho máx., 2,50 m altura	1 herrero + 2 ayudantes	14 h / uni

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Byron López, supervisor de herrería y ventanería, 26 de febrero de 2018.

En el presente rendimiento solo se considera el tiempo aproximado para la instalación de una puerta, portón o persiana en su marco respectivo, el tiempo para la elaboración de cada uno depende del fabricante. También es necesario considerar el tiempo para resanar los posibles cortes en las mochetas del marco para su fijación, si este fuera necesario. Actualmente, los instaladores prefieren introducir pines o barras de acero con póxicos adherentes al concreto para facilitar la instalación de una puerta.

### 3.10.3. Instalación de ventanas

Obsérvese el rendimiento para la instalación de una ventana, se analiza el tiempo necesario, hora (h) para instalar cada uno de ellos.

Tabla LXV. Rendimiento promedio para la instalación de ventanas

Actividad	Nº. trabajadores	Rendimiento
instalación de ventana pvc vidrio fijo + hoja corrediza 1,40 ancho x 1,20 altura.	1 instalador + 1 ayudante	2 h / uni
instalación de ventana pvc vidrio fijo + hoja corrediza 1,80 ancho x 1,80 altura.	1 instalador + 1 ayudante	3 h / uni
instalación de ventana aluminio + paletas 1,40 ancho x 1,20 altura. (doble paleta)	1 instalador + 1 ayudante	3 h / uni
Instalación de ventana sifón 1,00 m ancho x 0,60 m ancho	1 instalador + 1 ayudante	2 h / uni
instalación de ventana tipo balcón pvc vidrio fijo + hoja corrediza 1,40 ancho x 1,20 altura	1 instalador + 1 ayudante	6 h / uni
instalación de ventanas ordinarias angular de acero + vidrio (celosías) 1,40 ancho x 1,20 altura	1 instalador + 1 ayudante	4 h / uni

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Byron López, supervisor de herrería y ventanería, 26 de febrero de 2018.

En el presente rendimiento solo se considera el tiempo aproximado para la instalación de una ventana en su marco respectivo, el tiempo para la elaboración de cada ventana depende del fabricante. También es necesario considerar el tiempo para resanar los posibles cortes en las mochetas del marco para su fijación, si fuera necesario.

### 3.11. Rendimientos para trabajos de demoliciones

Demoler una edificación conlleva separar cada elemento que compone una edificación para proceder de una forma ordenada.

#### 3.11.1. Demolición de muros

A continuación, se detalla el rendimiento para la demolición de muros, se analiza los metros cuadrados ( $m^2$ ) en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla LXVI. **Rendimiento promedio para la demolición de muros de adobe 30 cm espesor máximo**

<b>Nº. trabajadores / máquina</b>	<b>Rendimiento (<math>m^2</math> / h)</b>
1 peón	2,50 $m^2$ / h
Excavadora convencional 230 hp, 170 kw, 30 000 kPa 1,10 $m^3$ cucharón	15,00 $m^2$ / h
Retroexcavadora convencional 60 kw, 22 000 kPa 0,30 $m^3$ cucharón	9,00 $m^2$ / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Carlos Pérez, maestro de obra, 05 de marzo de 2018

Tabla LXVII. **Rendimiento promedio para la demolición de muros de block pomez f'm 25 kg, 15 cm espesor máximo**

<b>Nº. trabajadores / máquina</b>	<b>Rendimiento (m<sup>2</sup> / h)</b>
1 peón	1,50 m <sup>2</sup> / h
Excavadora convencional 230 hp, 170 kw, 30 000 kPa 1,10 m <sup>3</sup> cucharón	12,00 m <sup>2</sup> / h
Retroexcavadora convencional 60 kw, 22 000 kPa 0,30 m <sup>3</sup> cucharón	6,00 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Carlos Pérez, maestro de obra, 05 de marzo de 2018

En el presente rendimiento contempla la demolición de refuerzos de concreto armado como columnas, soleras, vigas que forman parte del muro, pero es aplicable únicamente para un sistema combinado. Si se demuele un muro de contención donde su estructura es completamente de concreto armado, no es válido el rendimiento mostrado anteriormente. La herramienta que se usó para el análisis del rendimiento de demoliciones con peones fue punta, cincel, martillo, macho de 2 lb, almágana de 10 lb.

El rendimiento mostrado anteriormente solo contempla apilar el ripio en el lugar donde se demuele, al momento de extraer del lugar todo el ripio, debe considerarse el tiempo para ejecutar esta tarea según tabla LXXIII (Rendimiento promedio para carga de ripio en camiones).

### **3.11.2. Demolición de elementos estructurales**

A continuación, se detalla el rendimiento para la demolición de elementos de concreto, se analiza los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) demolidos en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla LXVIII. **Rendimiento promedio para demolición de losas, cubiertas, entrepisos y losas de cimentación**

<b>Nº. trabajadores / máquina</b>	<b>Rendimiento (m<sup>3</sup> / h)</b>
1 peón con herramienta manual (cincel, punta, martillo, macho, almágana)	0,10 m <sup>3</sup> / h
1 peón con rotomartillo eléctrico	0,25 m <sup>3</sup> / h
1 peón con roto martillo de compresión.	0,50 m <sup>3</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Augusto Pérez, maestro de obra, 05 de marzo de 2018.

Tabla LXIX. **Rendimiento promedio para demolición de vigas, altura máxima analizada 4 m piso a cielo**

<b>Nº. trabajadores / máquina</b>	<b>Rendimiento (m<sup>3</sup> / h)</b>
1 peón con herramienta manual (cincel, punta, martillo, macho, almágana)	0,08 m <sup>3</sup> / h
1 peón con rotomartillo eléctrico	0,12 m <sup>3</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Augusto Pérez, maestro de obra, 05 de marzo de 2018.

Tabla LXX. **Rendimiento promedio para demolición de columnas, altura máxima analizada 4 m piso a cielo**

<b>Nº. trabajadores / máquina</b>	<b>Rendimiento (m<sup>3</sup> / h)</b>
1 peón con herramienta manual (cincel, punta, martillo, macho, almágana)	0,08 m <sup>3</sup> / h
1 peón con rotomartillo eléctrico	0,15 m <sup>3</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Augusto Pérez, maestro de obra, 05 de marzo de 2018.



Tabla LXXI. **Rendimiento promedio para demolición de base de piso de concreto, 5 - 7 cm esp.**

<b>Nº. trabajadores / máquina</b>	<b>Rendimiento (m<sup>3</sup> / h)</b>
1 peón con herramienta manual (cincel, punta, martillo, macho, almágana)	0,20 m <sup>3</sup> / h
1 peón con rotomartillo eléctrico	0,35 m <sup>3</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Augusto Pérez, maestro de obra, 5 de marzo de 2018.

El presente rendimiento está en función del volumen de concreto que compone el elemento a demolerse, entonces es necesario calcular el volumen del elemento para determinar el tiempo aproximado que requiere para demolerse. El rendimiento puede ser mayor si el elemento por demolerse no se demuele en su totalidad, si no se demuele en secciones para retirarlo por partes. Tal es el caso para una columna de cuatro metros de altura, si este se corta por secciones de un metro, se conseguirá demoler esta columna en menor tiempo al rendimiento mostrado anteriormente.

La desventaja en ejecutarlo de esta forma es tener mayores probabilidades de sufrir accidentes por caída de objetos, o pedazos de elementos estructurales. La demolición debe considerarse como una actividad que requiere experiencia para minimizar accidentes.

### **3.11.3. Demolición de acabados**

A continuación, se detalla el rendimiento para la demolición de acabados, se analiza los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) remozados en un determinado tiempo, hora (h).

Tabla LXXII. **Rendimiento promedio para la demolición de acabados**

<b>Actividad</b>	<b>Nº. trabajadores</b>	<b>Rendimiento (m<sup>2</sup> / h)</b>
retiro de fachaleta de arcilla, barro cocido baldosa cerámica en muros	1 albañil	5 m <sup>2</sup> / h
retiro de piso cerámico sobre piso	1 albañil	4 m <sup>2</sup> / h
retiro de repello y cernido plástico sobre muros y cielos (mal estado)	1 albañil	4 m <sup>2</sup> / h
retiro de pintura de muros y cielos (mal estado)	1 albañil	7 m <sup>2</sup> / h

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Augusto Pérez, maestro de obra, 5 de marzo de 2018.

El rendimiento mostrado para el retiro de fachaleta puede variar dependiendo la base donde esté instalado. El rendimiento mostrado para esta actividad se analizó sobre una pared de mampostería, con su respectiva base o repello nivelador, el cual puede variar si este se encuentra instalado sobre una superficie más rugosa y de mayor adherencia.

En el caso del piso, se analizó el retiro de piso cerámico sobre una base de concreto alisado, el cual puede variar el rendimiento antes mostrado si la base posee mayor rugosidad y adherencia. En el caso del retiro del repello y cernido sobre muros y cielos, se analizó el rendimiento cuando este se encuentra en mal estado. Con el tiempo, la humedad introduce aire en la junta fría, material – muro, facilitando a su vez el retiro de este formando una cáscara sobre el muro donde fue aplicado. Si en dado caso se deseara retirar un repello o cernido que se encuentra en buen estado, puede llevar aún más tiempo del mostrado en el rendimiento respectivo.

### 3.11.4. Extracción de ripio

A continuación, se detalla el rendimiento para la extracción de ripio, se analiza los metros cúbicos (m<sup>3</sup>) cargados en un camión para un determinado tiempo, hora (h).

Tabla LXXIII. Rendimiento promedio para carga de ripio en camiones

Tipo de máquina	Volumen m <sup>3</sup> / h	Camión/h 8 m <sup>3</sup>	Camión/h 10 m <sup>3</sup>	Camión/h 12 m <sup>3</sup>
3 peones con pala	10	1,25	1,00	0,83
Excavadora convencional 230 hp (170 kW) potencia, 65 000 lb (30 000 kPa) presión, 1,10 m <sup>3</sup> tamaño cucharón	90	11	9	7
Retroexcavadora convencional 60 kW potencia, 22 000 kPa presión, 1,00 m <sup>3</sup> tamaño cargador	50	6	5	4

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de Héctor del Cid, representante legal constructora CONSEDE Guatemala, 15 de febrero de 2018.

Los rendimientos dados anteriormente se han analizado para un radio de desplazamiento máximo a 10 metros en el caso de las retroexcavadoras, y para las excavadoras no aplica desplazamiento sobre el suelo, únicamente el desplazamiento a través del giro del cucharón del material apilado suelto al camión por llenar. Esta es la forma óptima para agilizar la carga de material a los camiones, disminuir el desplazamiento de las máquinas cargadoras a los

camiones, pero no siempre es posible obtener la accesibilidad al punto donde se carga el ripio. En estos casos es necesario realizar traslados de material internos para trasladar el material a puntos accesibles para cargar los camiones. Este proceso requiere maquinaria y tiempo adicional para ejecutarse.

## **4. DESARROLLO DE CRONOGRAMA DE TIEMPO PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS**

### **4.1. Aspectos por evaluar para elaborar un cronograma de tiempo**

Siempre la visión de cualquier proyecto constructivo es crear infraestructura de la mejor calidad, en cuanto a material, mano calificada, mejor precio y mejor tiempo de entrega para llenar las expectativas del cliente. Sin embargo, el aspecto que determina esta visión es el costo y tiempo. El material de calidad está al alcance para su aplicación, la mano de obra calificada se puede obtener fácilmente, pero determinar un buen precio y determinar el tiempo de entrega es una tarea compleja, pero no imposible de determinar.

El costo total de un proyecto se compone por costos directos e indirectos. Se considera costo directo a aquellos gastos que están directamente relacionados con la obra de construcción.<sup>82</sup>

Por ejemplo, adquisición de la propiedad, traslados y renta de maquinaria, equipo y herramienta, compra de materiales y mano de obra para la ejecución de la infraestructura, entre otros. Costo indirecto son aquellos que permiten la ejecución de los trabajos que conciernen al proyecto. Entre ellos se puede mencionar gastos administrativos, dirección técnica, organización, vigilancia, construcción de instalaciones temporales en general, publicidad y costos de operación que están sujetos al tiempo que requiera todo el proyecto para su ejecución.

---

<sup>82</sup> D. MATTOS, Aldo y VALDERRAMA, Fernando. *Métodos de planificación*. p.27 – 36.

Entre los costos de operación se puede mencionar los gastos de artículos de consumo como lubricantes, combustibles, copias, artículos de limpieza, los cargos técnicos y administrativos ya sean los honorarios, contadores, sueldos de administrativos, y otros.

También se generan costos indirectos en oficina como papelería, útiles de escritorio, copias e impresiones, servicios de oficina entre otros. A final de un proyecto, los costos indirectos tienen un porcentaje considerable dentro del proyecto y es por ello que el tiempo adicional de lo estimado se considera pérdida. Estas causas hacen necesario la agilización de todas las fases que compone un proyecto para su culminación, sin embargo, el avance no solo depende de un buen rendimiento de mano de obra o mayor cantidad de obreros para obtener excelentes resultados.<sup>83</sup>

Se centra en una buena planificación por parte de la constructora a cargo y buena coordinación por parte de los proveedores (contratistas) para coordinar a cada uno de sus trabajadores en cada tarea asignada. Después de una buena planificación y coordinación, se necesita de buena voluntad, actitud e iniciativa para conseguir, en conjunto, la meta propuesta para la culminación pronta del proyecto a construir. Dentro de la planificación debe presentarse un cronograma de ejecución. La logística se desarrolla a través de experiencia, obtenida a través de éxitos y fracasos de ejecuciones de proyectos similares.

“Para desarrollar un criterio, conocimiento y toma de decisiones se necesita de iniciativa para involucrarse dentro del ámbito de ejecución de proyectos, con base a criterios de profesionales con experiencia en esta área y a la vez siendo parte de la ejecución de estos proyectos.”<sup>84</sup>

---

<sup>83</sup> D. MATTOS, Aldo y VALDERRAMA, Fernando. *Métodos de planificación*. p.205-217.

<sup>84</sup> *Ibíd.* p.27.

## **4.2. Logística para el desarrollo de una construcción**

Todo proyecto debe disponer de un orden lógico, por ejemplo, si se desea construir una casa habitacional de mampostería reforzada, primero se limpia el lugar, luego se realiza los trazos respectivos sobre el terreno para delimitar los puntos de excavación y profundidades de cortes. Después de trazado el terreno se procede a excavar el terreno, luego se trabaja la cimentación en conjunto con el armado de columnas. Posterior al armado e instalación de estructura se funde el cemento y después se inicia el levantado de muros y todas las divisiones de ambientes.

Luego de finalizar los muros con sus refuerzos estructurales construidos, soleras y columnas, se construye la losa de entrepiso o techo, dependiendo si es de uno o más niveles. Después de finalizar la obra gris de la vivienda, se procede a trabajar las instalaciones de agua, drenajes y electricidad con todos sus registros necesarios. Luego de las instalaciones, se procede a la aplicación de enlucidos tanto en techos, muros, pisos, jardinería y, por último, se trabaja la instalación de artefactos, puertas, ventanas, gabinetes, sanitarios, entre otros. Este orden lógico debe mantenerse para trabajar de una forma fácil y adecuada cada etapa que conforma un proyecto.

No se puede iniciar la construcción de una vivienda con el movimiento de tierras si no existe previo una limpieza del terreno por trabajar con su respectivo trazo topográfico. Otro aspecto muy importante es determinar cuántos obreros requiere un proyecto para que se ejecute pronto sin que se vea afectado el presupuesto de mano de obra. A diferencia del ámbito de producción en un área industrial, la construcción tiene un límite de obreros para que sea funcional desde un aspecto económico, según la magnitud del proyecto. En ámbito de producción,

se desea alcanzar una meta de producción para un determinado tiempo, basta con doblar o triplicar personal y equipo para obtener la meta propuesta.<sup>85</sup>

En la construcción es distinto, según la magnitud del proyecto, se determina la cantidad de obreros necesarios para que el proyecto pueda ejecutarse en el menor tiempo con un costo bajo. Esto quiere decir que el avance de un proyecto no consiste en disponer de una gran cantidad de obreros para que se trabaje más, sino disponer de una cantidad necesaria adecuada a la tarea por ejecutarse. Por ejemplo, se desea construir una casa habitacional que consta de 120 m<sup>2</sup> de construcción, pero si se analiza el trabajo por renglones, se tiene 100 m<sup>2</sup> de construcción de losa tradicional. La tabla XXVII (Rendimiento promedio para construcción de losas) indica que el rendimiento es de 1 m<sup>2</sup> / hora para un albañil y un ayudante.

Esto no quiere decir que, si se desea obtener esta losa lo más pronto posible, sea correcto emplear 15 albañiles y 15 ayudantes para que se ejecute en un día. La mayoría de los trabajos dentro de la construcción tiene la misma característica. Todo este procedimiento y criterios son aplicados en la logística del proyecto para determinar el tiempo mínimo necesario para construir cada fase del proyecto.

#### **4.3. Ejecución de actividades simultaneas para minimizar tiempos**

La ejecución de tareas simultaneas es una buena opción para agilizar el avance de la construcción en conjunto. Por ejemplo, cuando se inicia un movimiento de tierras de una construcción masiva, no es necesario finalizar todo el trazo topográfico para que dé inicio dicha actividad, ambas actividades pueden ejecutarse simultáneamente, siempre que el trazo topográfico dé lugar al

---

<sup>85</sup> D. MATTOS, Aldo y VALDERRAMA, Fernando. *Métodos de planificación*. p.39- 52.



movimiento de tierras. Para iniciar la armadura de las zapatas, cimientos y columnas no necesariamente debe esperar a que la excavación esté concluida, ambas actividades pueden trabajarse simultáneamente.

Una buena organización por parte del contratista a cargo de cada tarea con los obreros ejecutantes, da lugar a un gran avance del proyecto. Mientras un grupo de obreros trabaja la armadura de las zapatas, cimientos y columnas, otros se encargan de la excavación para los cimientos y otros de colocar la armadura para la cimentación. Estas tareas mencionadas pueden ejecutarse simultáneamente si se dispone de obreros para que las lleven a cabo.

Esta modalidad de trabajo favorece el avance del proyecto. Por lo regular, los contratistas que están a cargo de la construcción de viviendas en serie para residenciales trabajan con esta modalidad para agilizar su construcción.

“Dentro del proyecto, organizan grupos o cuadrillas que se dedican explícitamente a ejecutar una sola actividad dentro del proyecto.”<sup>86</sup> Entre estos grupos pueden mencionarse excavadores, armadores de estructuras, fundidores de elementos estructurales con hormigón, constructores de muros, constructores de losas, aplicadores de enlucidos, instaladores de servicios eléctricos y fontanería, instaladores de pisos, puertas y ventanas. La ventaja de trabajar con esta modalidad es la facilidad de trabajar varias tareas a la vez y así conseguir culminar más rápidamente una construcción.

Otras tareas que pueden ejecutarse simultaneas son el levantado de muros con el armado de refuerzos horizontales. Mientras un grupo se dedica al levantado de muros, otro se dedica al armado de soleras de refuerzo y otro se dedica a la fundición de columnas y soleras. De igual forma, hay otras tareas que

---

<sup>86</sup> D. MATTOS, Aldo y VALDERRAMA, Fernando. *Métodos de planificación*. p.89.

pueden ejecutarse simultáneamente con otras, pero para su planificación se necesita de experiencia para considerar todos los pormenores que pueden afectar la ejecución de estas tareas en conjunto, como disponibilidad de área para trabajar y abastecimiento de material para mantener a los todos los obreros activos.

“La cantidad de trabajadores de un grupo designados para trabajar cierta tarea, está en función de la magnitud del proyecto”.<sup>87</sup> Formar grupos de trabajo puede ser una forma para obtener un buen avance del proyecto, pero si este cuenta con muchos, puede ser una desventaja en el aspecto económico; existiría un incremento para la mano de obra.

#### **4.4. Estructura de cronograma de ejecución de un proyecto constructivo**

Para elaborar un cronograma de tiempo es necesario separar todas las actividades que conlleva ejecutar un proyecto, estas deben de ser evaluadas al momento de trabajar los unitarios o renglones de trabajo, obtener la cantidad de trabajo del renglón; metros lineales (ml), metros cuadrados ( $m^2$ ), metros cúbicos ( $m^3$ ) y con ello determinar los obreros necesarios para trabajar cada actividad o renglón en el menor tiempo con base a los rendimientos mostrados en los capítulos anteriores. También es necesario evaluar las actividades que pueden trabajarse simultáneamente, según lo mencionado anteriormente, para reducir el tiempo total de ejecución del proyecto, siempre considerando imprevistos en tiempo.<sup>88</sup>

Un buen cronograma de obra debe contener:

---

<sup>87</sup> D. MATTOS, Aldo y VALDERRAMA, Fernando. *Métodos de planificación*. p.90.

<sup>88</sup> *Ibíd.* p.205-210.

- “Todas las partes generales de la obra”<sup>89</sup>, por ejemplo, limpieza, topografía, movimiento de tierras, construcción de obra gris, y otros.
- “Tiempos previstos de inicio de cada parte y final de la ejecución de cada una de estas partes”<sup>90</sup>.
- “Determinar las tareas críticas. Estos trabajos críticos son aquellos que no tienen flexibilidad respecto de su tiempo de inicio y finalización, ya que de ellos depende el resto”<sup>91</sup>. Por ejemplo, sin finalizar la obra gris de una vivienda no es posible iniciar con los enlucidos, pero sí trabajar simultáneamente instalación de ductos o tuberías de instalaciones entre la obra gris.
- “Otro aspecto que se debe definir son los hitos o puntos de control. El propósito de cada hito y la incidencia dentro del proyecto servirá para marcar el estado real de los plazos establecidos”<sup>92</sup>, tiempos de ejecución y costos.

La manera más sencilla de presentar un cronograma de ejecución es usar Diagrama de Gantt. (DE FRUTOS LLORENTE, 2019)

---

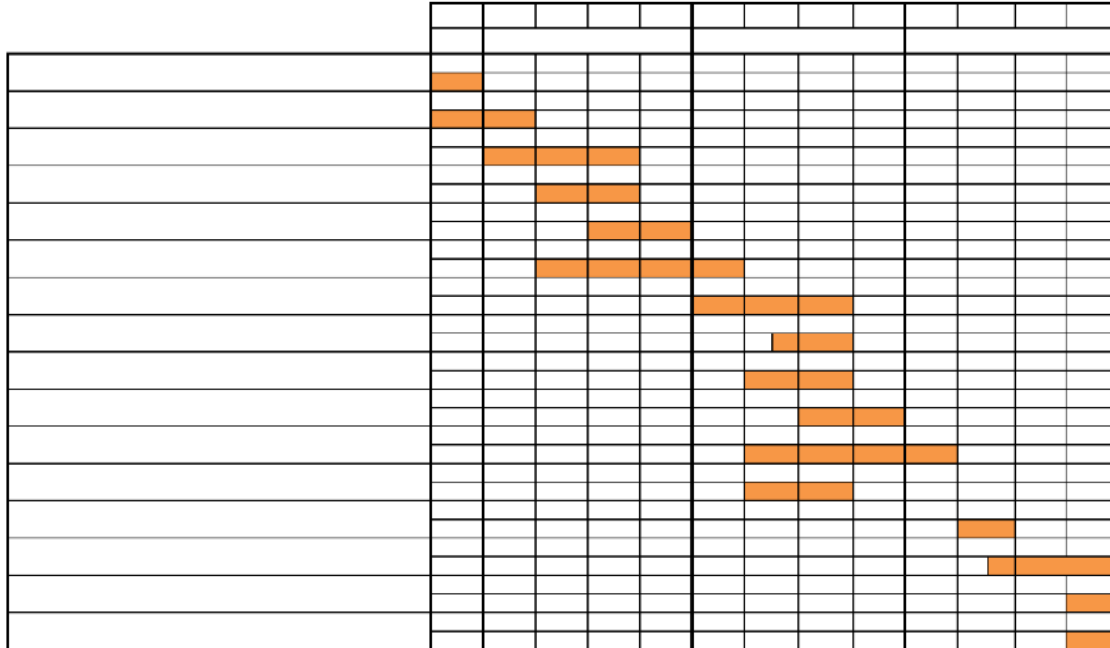
<sup>89</sup> DE FRUTOS LLORENTE, Elena. *Cronograma de obra.*  
<https://arquisejos.com/cronograma-de-obra/>

<sup>90</sup> *Ibíd.*

<sup>91</sup> *Ibíd.*

<sup>92</sup> *Ibíd.*

Figura 4. **Esquema para cronogramas de tiempo**



Fuente: de Frutos Llorente, Elena. Cronograma de obra. <https://arquisejos.com/cronograma-de-obra/>. Consulta: 6 de noviembre de 2019.

El diagrama de Gantt consiste en una tabla, donde en las filas se anota la lista de las actividades del proyecto y en las columnas, el tiempo que durará. Una vez que se tenga establecidos los tiempos, según rendimientos de mano de obra, determinadas las “tareas críticas” y marcados los hitos de control se puede proyectar con más certeza el tiempo que conllevará la ejecución de un proyecto.<sup>93</sup>

<sup>93</sup> DE FRUTOS LLORENTE, Elena. *Cronograma de obra*. <https://arquisejos.com/cronograma-de-obra/>.

## CONCLUSIONES

1. Lo primero que debe realizarse para elaborar un cronograma de tiempo es definir todas las actividades que este involucra. Cada actividad que conlleva la ejecución de una construcción puede estimarse, como rendimientos para la mano de obra, estas actividades en conjunto forman renglones de trabajo, que deben estar detallados en tiempo y costo en el cronograma de actividades. Con ello se definen plazos de cumplimiento para obtener la construcción en el tiempo estimado.
2. Para gestionar correctamente un proyecto constructivo, sus renglones de trabajo deben estar perfectamente definidos con tiempos reales. Este tiempo está sujeto a diversos factores que pueden afectarlo, sin embargo, un estudio preliminar puede ayudar a conocer estos posibles factores para evitar imprevistos. La experiencia en ejecución de proyectos similares con rendimientos de mano de obra son herramientas para definir el tiempo real del proyecto.
3. Después de definir todas las actividades que compone el cronograma de tiempo, hay que establecer su secuencia, el orden en que se ejecuten y qué tipo de dependencia o precedencia existirá entre ellas. Este paso de la planificación tiene que ser bien ejecutado, porque el producto final (el cronograma con las fechas estimadas de cada actividad) está directamente afectado por la secuencia definida. La definición de la duración y el establecimiento de la interdependencia entre las actividades son los puntos claves de la planificación.

4. La mejor forma para avanzar la ejecución de un proyecto es plantear la ejecución de tareas simultáneas a través de grupos dedicados a realizar una sola actividad, mientras un grupo ejecuta una tarea, otro avanza con la ejecución de otra. Para que esta forma sea efectiva, debe existir una buena comunicación entre ambos, ya que en muchos casos el inicio de una actividad depende de la culminación de la que antecede, y sin una buena organización se generan atrasos en los grupos de trabajo.
5. Dentro de la ejecución de un proyecto, la comunicación es una herramienta vital. La comunicación permite una buena organización en cuanto al desarrollo de todas las actividades en conjunto, y con una buena organización es más fácil conseguir las metas de tiempo propuestas. De esta forma es posible cumplir con el cronograma planteado.
6. La visión de un proyecto de obra civil es crear infraestructura para que el cliente quede satisfecho y, a su vez, el proyecto ejecutado sea un medio para recomendación de trabajos posteriores. Por consiguiente, obtener la mayor ganancia, la cual puede lograrse con la reducción de desperdicios en la aplicación de materiales y reducción de costos de operación minimizando en lo posible el tiempo de ejecución.

## RECOMENDACIONES

1. Para elaborar un cronograma de tiempo con un margen de error mínimo es recomendable subdividirlo en partes más pequeñas. A través de esta descomposición, será más sencillo analizar y considerar todos los aspectos que pueden afectar el tiempo de esta actividad. Los grandes bloques se descomponen sucesivamente, y así se crean paquetes de trabajo más pequeños, hasta que se alcance un nivel de detalle que permita planificar, es decir, asignar duraciones y recursos a las actividades y facilitar la atribución de responsabilidades para su ejecución.
2. La identificación de todas las actividades de una construcción no debe ser el trabajo de una sola persona. Se requiere de la colaboración de todos los profesionales con experiencia involucrados en el proyecto. Lo que no se haya identificado y enumerado como actividad no aparecerá en el cronograma, un problema que puede adquirir proporciones enormes en el futuro, ya que dará lugar a retrasos y sobrecostos.
3. Toda empresa dedicada a la construcción de proyectos de obra civil, debe disponer con personal competente y comprometido para cada área, desde la gerencia, analistas, supervisores residentes, maestros de obra y albañiles, para que en conjunto se obtenga el crecimiento empresarial y estabilidad a través de construcciones de calidad, que demuestren la capacidad que se tiene como empresa.

4. Dentro del programa de ejecución, debe planificarse tiempo para la capacitación continua del personal contratado para la construcción, esto con el objetivo de transmitir ideales como empresa, reforzar conocimientos básicos para la ejecución de actividades, concientizar los riesgos que son parte inherente del desarrollo de las actividades. Esto mejora la comunicación en todas las áreas y contribuye a un buen avance.
  
5. Antes de establecer un cronograma de tiempo para la ejecución de un proyecto, debe definirse con qué personal se cuenta para ejecutarlo. Cuando se ejecuta un proyecto cerca de un poblado, fácilmente puede reunirse el personal requerido, pero cuando está retirado, debe considerarse el personal disponible previo a su ejecución.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ARGOS S.A. *Manual para maestros de obra, 360 en concreto*. Colombia: Argos luz verde, 2015. 26 p.
2. ARQHYS. *Revista de limpieza y nivelación del terreno*. [en línea]. <<https://www.arqhys.com/construcciones/limpieza-nivelacion-terreno.html>. 12>. [Consulta: 10 de junio de 2017].
3. ARTHUR H., Nilson. *Diseño de estructuras de concreto*. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill, Emma Ariza H, 2001. 722 p.
4. BOTERO BOTERO, Luis Fernando. *Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción*. Medellín Colombia: Revista Universidad EAFIT, 2002. Vol. 128. 21 p.
5. CONTRERAS MOTTA, Ricardo Israel. *Acabados más utilizados en remozamientos de edificaciones de la república de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2017. 97 p.
6. COOLL, Alberto. *et al. Albañilería práctica*. Argentina: PEM-OEA/760, 1987. 22 p.

7. CORIHUELA, Pablo. *et al. Manual del maestro constructor, Corporación Aceros Arequipa S.A.* Perú: Motiva S.A, 2010. 120 p.
8. CRUZ, Carlos. *et al. Estructuración, análisis y diseño estructural de elementos de techo con perfiles metálicos utilizando el método LRFD.* Trabajo de graduación, Universidad de El Salvador, El Salvador 2012. 446 p.
9. D. MATTOS, Aldo y VALDERRAMA, Fernando. *Métodos de planificación y control de obras.* Barcelona: Reverté S.A, 2014. 305 p.
10. DE ARKITEKTURA. *¿Qué son las demoliciones?* [en línea]. <<http://dearkitectura.blogspot.com/2012/06/que-son-las-demoliciones.html>>. [Consulta: 8 de octubre de 2017].
11. DE FRUTOS LLORENTE, Elena. *Cronograma de obra: qué es, para qué sirve y cómo hacerlo.* [en línea]. <<https://arquisejos.com/cronograma-de-obra/>>. ISSN. [Consulta: 05 de noviembre de 2019].
12. EIMINTERNACIONAL. *Herramientas para martelinar mármol y concreto.* [en línea]. <<https://www.martelina.com.mx>>. [Consulta: 12 de septiembre de 2017].
13. INSIVUMEH, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. *Meteorología, zonas climáticas de Guatemala.* [en línea]. <<http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/zonas%20climaticas.htm>>. [Consulta: 25 de octubre de 2016].

14. LADRILLOS LAS CRUCES. *Instalación de fachaleta, ladrillos Las Cruces.* [en línea]. <<https://ladrilloslascruces.com/instalacion/fachaletas/>>. [Consulta: 10 de septiembre de 2017].
15. MARIANI, Christian. *Manual de albañilería, las instalaciones sanitarias de la casa.* Perú: SINCO editores, 2008. 51 p.
16. MERRIT, Fredericks. et al. *Manual del ingeniero civil.* 4a ed. México: McGraw-Hill, 1999. 790 p.
17. MEXALIT, Eureka. *Manual de Instalación lámina ondulada.* México: Elementia, 2016. 30 p.
18. Ministerio de Economía. *Así se hace - Licencia de cambio de uso de suelo para construcción y plan operativo anual (INAB).* [en línea]. <<https://asisehace.gt/procedure/584/616/step/4069?l=es>>. [Consulta: 27 de agosto de 2017].
19. Ministerio de Trabajo y Previsión Social. *Código de trabajo de Guatemala,* actualización CENADOJ 30 abril 2014, Guatemala. 182 p.
20. MONOLIT. *Panel Monolit, Manual de instalación.* Guatemala: Datakraft, 2015. 9 p.

21. OLIVA MAZARIEGOS, Roberto. *Rendimientos de mano de obra en renglones básicos para la construcción, en viviendas de mampostería de un nivel, en el área metropolitana guatemalteca*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlo de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2013. 97 p.
22. PINTURAS CÓNDOR S.A. *Manual academia del pintor - Línea Arquitectónica Sherwin Williams*. Quito Ecuador: Departamento de Capacitación MKT, 2016. 135p.
23. RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. 129 p.
24. VERDUQUE, Carlos Marcos. *Proyectos, dirección y ejecución de obras*. [en línea]. <<https://carlosmarcosverduque.files.wordpress.com/2013/05/demoliciones-por-elementos-y-voladuras1.pdf>>. [Consulta: 15 de octubre de 2017].
25. VILLAGRÁN, Gustavo. *Portal electrónico del Diario de Centro América*. [en línea]. Diario de Centro América, artículo del 25 de octubre de 2016. <<https://dca.gob.gt/noticias-guatemala-diario-centro-america/nuevos-horarios-para-el-ingreso-de-transporte-pesado-a-la-capital/>>. [Consulta: 12 de julio de 2017].