

**HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA
PROGRAMACIÓN DE PROYECTO CON EL APOYO DEL SOFTWARE
“PRIMAVERA PROJECT PLANNER P6”**

**BRHAYAM TORRES CASTELLANOS
DIANA MILENA OCHOA RODRIGEZ**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2015**

**HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA
PROGRAMACIÓN DE PROYECTO CON EL APOYO DEL SOFTWARE
“PRIMAVERA PROJECT PLANNER P6”**

**BRHAYAM TORRES CASTELLANOS
DIANA MILENA OCHOA RODRIGEZ**

**DIRECTOR
MSC. LEONARDO BARÓN PÁEZ**

TRABAJO DE GRADO

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2015**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser mi guía en cada paso que doy, por bendecirme y estar presente durante este sueño que emprendí hace 5 años y que hoy se convierte en una realidad.

A mis padres por ese apoyo incondicional, por las enseñanzas y valores inculcados desde la niñez, por ser mi fortaleza en cada una de las pruebas, por darme la maravillosa oportunidad de tener una buena educación y por su amor incondicional.

Al Ingeniero Leonardo Barón Páez por brindar su confianza, dedicación, colaboración y entrega para llevar a cabo este proyecto.

A todos los docentes quienes con sus consejos, enseñanzas, experiencias y sabiduría fueron parte de mi formación profesional y personal.

A la Universidad Pontificia Bolivariana que no solo contribuyó con mi formación a nivel profesional, sino también a mi formación integral haciendo de mí un profesional con sentido humano.

Diana Milena Ochoa Rodríguez

Agradezco a Dios quien en mi diario vivir me da esa Fe y empuje que se necesita para poder culminar uno a uno los sueños que me he trazado durante mi vida.

Agradezco a mi padre que a pesar de no vivir juntos, con su experiencia y capacidad de liderar, me ha sabido guiar y a aconsejar para así poder obtener un triunfo más en mi vida.

Agradezco a mi madre que ha tenido mucha paciencia y desde pequeño me ha inculcado valores, ayudándome a surgir en esta etapa que hoy culmina en éxito.

Agradezco a mi novia Lina Fernanda que siempre directa o indirectamente influyo para el desarrollo de este proceso educativo de mi vida.

Agradezco al Ingeniero Leonardo Barón que nos guio y nos brindó todo su conocimiento y experiencia, ha sido un placer poder contar con un profesional tan ético en todo los aspectos.

Brahayán Torres Castellanos

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	16
2. OBJETIVOS	18
2.1. OBJETIVO GENERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
4. ANTECEDENTES	22
5. ALCANCE	24
6. JUSTIFICACIÓN	25
7. ESTADO DEL ARTE	26
7.1. SISTEMAS DE PLANEACIÓN DE OBRAS	26
7.1.1. Diagrama de Gantt	26
7.1.2. Método del camino crítico, Pert y CPM	27
7.1.3. Camino crítico	28
7.1.4. Método de Roy	29
8. MARCO TEÓRICO	31
8.1. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)	31
8.1.1. Características del ABP	32
8.1.2. Objetivos del ABP	33
8.1.3. ¿Cómo difiere el ABP de otras estrategias didácticas?	34
8.1.4. Pasos del proceso de aprendizaje en el esquema convencional	35
8.1.5. Pasos del proceso de aprendizaje en el ABP	36
9. GUIA METODOLÓGICA PARA APLICAR UN TALLER COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA DE ACUERDO CON EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)	37
9.1. INFORMACION BASE DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS ACTIVIDADES DE UN PROYECTO DE OBRA CIVIL	42
9.1.1. Información a nivel de esquema y teoría	42
9.1.2. Información detallada del Proceso constructivo a nivel de imágenes	83
9.2. PASOS PARA REALIZAR UNA PROGRAMACIÓN DE OBRAS	109
9.2.1. Definir Actividades	109
9.2.2. Secuenciar Actividades	110

9.2.3. Estimar recursos de las actividades	112
9.2.4. Estimar la duración de las actividades	113
9.2.5. Desarrollar el cronograma	114
9.3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA DE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS Y EQUIPO REQUERIDO PARA CADA ACTIVIDAD	
9.3.1. Cimentaciones y Zapatas	116
9.3.2. Vigas	116
9.3.3. Columna	117
9.3.4. Losa de Entrepiso (Placa)	117
9.3.5. Mampostería	118
9.3.6. Acabados (Pisos, Pintura y Fachada)	119
9.4. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA DE DURACIONES Y RENDIMIENTOS DE LAS ACTIVIDADES.....	121
9.4.1. Duraciones y Rendimientos extraídos del proyecto “Estudio de rendimientos para las actividades Estructura y Mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB”	121
9.4.2. Duraciones y rendimientos extraídos del proyecto “Monterredondo” .	125
9.5. PASOS PARA REALIZAR UNA PROGRAMACIÓN GENERAL DE UNA OBRA EN EL SOFTWARE PRIMAVERA PROJECT PLANNER P6	128
9.5.1. Crear una empresa	128
9.5.2. Crear un proyecto.....	129
9.5.3. Establecer calendario	130
9.5.4. Insertar WBS	134
9.5.5. Insertar Actividades.....	136
9.5.6. Asignar relaciones de secuencia.....	137
9.5.7. Asignar predecesoras	138
9.5.8. Asignar sucesoras.....	141
9.5.9. Asignar Hitos	142
9.5.10. Asignar duraciones.....	148
9.5.11. Diagrama de Gantt.....	150
9.6. COMANDOS BÁSICOS DEL SOFTWARE.....	151
9.6.1. Importar un archivo	151
9.6.2. Guardar un archivo.....	152
9.6.3. Imprimir un archivo.....	153
10. CONCLUSIONES	158

12. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	162
---	------------

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Ejemplo de Diagrama de Gantt.....	27
Figura 2.	Ejemplo de Red Pert / CPM.....	28
Figura 3.	Ejemplo del Método de Roy.....	29
Figura 4.	Pasos del proceso de aprendizaje en el esquema convencional.....	35
Figura 5.	Pasos del proceso de aprendizaje en el ABP.....	36
Figura 6.	Trazo a excavación.....	44
Figura 7.	Colocación de una plantilla de concreto.....	45
Figura 8.	Colocación de acero inferior de la zapata.....	45
Figura 9.	Colocación de acero vertical del dado de la columna.....	46
Figura 10.	Colocación de acero vertical de la columna.....	47
Figura 11.	Vigas que enlazan columnas de cimentación.....	47
Figura 12.	Interpretación del plano estructural.....	48
Figura 13.	Medir, cortar y figurar hierro.....	48
Figura 14.	Figuración de los estribos.....	49
Figura 15.	Armado de canasta para viga y columna.....	49
Figura 16.	Trasladar y emplazar la canasta.....	50
Figura 17.	Colocar arranques de columnas.....	50
Figura 18.	Colocar formaleta de madera.....	51
Figura 19.	Fundida de la viga.....	52
Figura 20.	Nivelar corona de la viga.....	52
Figura 21.	Identificación de columnas.....	53
Figura 22.	Armado según detalle en planos.....	54
Figura 23.	Armadura amarrada a la parrilla de la zapata.....	54
Figura 24.	Encofrado de la columna.....	55
Figura 25.	Vaciado y vibrado de concreto.....	56
Figura 26.	Desenmoldado.....	56
Figura 27.	Losas de concreto fundidas monolíticamente.....	57
Figura 28.	Losas de concreto aligeradas.....	58
Figura 29.	Losa de entrepiso vigueta placa.....	59
Figura 30.	Losa de entrepiso lista.....	59
Figura 31.	Entrepiso metaldeck.....	60
Figura 32.	Armado de encofrado o formaleta.....	61
Figura 33.	Colocación del refuerzo.....	61
Figura 34.	Instalación de ductos electricos.....	62
Figura 35.	Instalación de tuberías y desagues.....	63
Figura 36.	Fundida de losa de entrepiso.....	63

Figura 37.	Primera hilada.....	65
Figura 38.	Impermeabilización del sobre cimiento	66
Figura 39.	Colocación de hiladas.....	66
Figura 40.	Preparación de mortero de pega	67
Figura 41.	Preparación de la superficie	70
Figura 42.	Preparación de mortero según dosificación	71
Figura 43.	Localización de puntos maestros.....	71
Figura 44.	Hilar puntos maestros	72
Figura 45.	Faja maestra.....	73
Figura 46.	Llenado de espacios entre fajas maestras.....	73
Figura 47.	Afinar el pañete.....	74
Figura 48.	Rematado y detallado de la superficie	74
Figura 49.	Filos y dilataciones.....	75
Figura 50.	Modulación de la superficie	78
Figura 51.	Preparación de mortero de pega	78
Figura 52.	Aplicación de pegacor.....	79
Figura 53.	Instalación de enchape	79
Figura 54.	Horizontalidad de las hiladas de enchape	80
Figura 55.	Verticalidad de las hiladas de enchape.....	80
Figura 56.	Planitud de las hiladas de enchape	80
Figura 57.	Trazado y corte de salidas	81
Figura 58.	Colocación de accesorios e incrustaciones	82
Figura 59.	Emboquillada	82
Figura 60.	Trazo a excavación	83
Figura 61.	Excavación del terreno	83
Figura 62.	Compactación del terreno.....	84
Figura 63.	Colocación del concreto pobre.....	84
Figura 64.	Colocación de acero inferior de la zapata	84
Figura 65.	Colocación de acero vertical del dado de la columna	85
Figura 66.	Colocación del acero vertical de la columna.....	85
Figura 67.	Interpretar el plano estructural	86
Figura 68.	Medir, cortar y figurar el hierro	86
Figura 69.	La figuración de los estribos	87
Figura 70.	Armar la canasta para la viga y la columna	87
Figura 71.	Trasladar y emplazar la canasta	88
Figura 72.	Armar y colocar formaleta o encofrados de madera	88
Figura 73.	Clavar y arriostrar el encofrado.....	89
Figura 74.	Fundida de la viga.....	89
Figura 75.	Nivelar corona de la viga	90
Figura 76.	Desencofrado y curado.....	90

Figura 77.	Hechura de la armadura según detalle en los planos	91
Figura 78.	Colocación de la armadura amarrándola a la parrilla de la zapata ..	91
Figura 79.	Colocación de los helados de concreto de acuerdo al recubrimiento especificado	92
Figura 80.	Colocación del encofrado de la columna	92
Figura 81.	Vaciado de concreto vibrándolo.....	93
Figura 82.	Desenmoldado.....	93
Figura 83.	Armar encofrado o formaleta	94
Figura 84.	Colocación del refuerzo	94
Figura 85.	Instalación de ductos eléctricos	95
Figura 86.	Colocación de tuberías de desagües.....	95
Figura 87.	Fundida de la losa de entepiso	96
Figura 88.	Curado y protección del hormigón	96
Figura 89.	Desencofrado o retiro de formaletas.....	97
Figura 90.	Primera hilada.....	97
Figura 91.	Impermeabilización del sobre cimiento	98
Figura 92.	Colocación de hiladas.....	98
Figura 93.	Corte de unidades de mampostería	99
Figura 94.	Pega de las unidades	99
Figura 95.	Acabado del muro.....	100
Figura 96.	Regatas de instalaciones.....	100
Figura 97.	Preparar superficie.....	101
Figura 98.	Preparar mortero según dosificación	101
Figura 99.	Localizar puntos maestros (Basado).....	102
Figura 100.	Realizar faja maestra	102
Figura 101.	Afinar el revoque o pañete	102
Figura 102.	Realizar fillos y dilataciones	103
Figura 103.	Curado	103
Figura 104.	Preparación de la superficie	104
Figura 105.	Preparación de materiales.....	104
Figura 106.	Proceso de aplicación del estuco	105
Figura 107.	Preparar la pintura.....	105
Figura 108.	Proteger pisos	106
Figura 109.	Extender pintura con brocha	106
Figura 110.	Verificar la superficie	106
Figura 111.	Modular superficie	107
Figura 112.	Preparar mortero de pega	107
Figura 113.	Instalación del enchape.....	107
Figura 114.	Colocación de remates.....	108
Figura 115.	Colocación de accesorios e incrustaciones.....	108

Figura 116.	Emboquillar	108
Figura 117.	Actividades y sucesoras	110
Figura 118.	FIN – COMIENZO	111
Figura 119.	COMIENZO – COMIENZO	111
Figura 120.	FIN – FIN.....	111
Figura 121.	COMIENZO - FINAL.....	112
Figura 122.	Estructura de desglose de recursos	113
Figura 123.	Listado de Actividades con Duración	114
Figura 124.	Desarrollo del cronograma	115
Figura 125.	Crear una empresa	128
Figura 126.	Asignar nombre de ID de la empresa.....	128
Figura 127.	Crear proyecto.....	129
Figura 128.	Asignar nombre del proyecto.....	129
Figura 129.	Asignar fecha al proyecto	130
Figura 130.	Establecer calendario.....	130
Figura 131.	Asignar periodos laborables y no laborables.....	131
Figura 132.	Asignar nombre del calendario.....	131
Figura 133.	Asignar días no laborales en Colombia-año 2015.....	132
Figura 134.	Asignar horas diarias laborales	133
Figura 135.	Seleccionar el calendario creado	134
Figura 136.	insertar WBS	134
Figura 137.	Dirigirse a la pestaña Work Breakdown Structure	135
Figura 138.	Armar Work Breakdown Structure	135
Figura 139.	Digitar nombre de la WBS.....	136
Figura 140.	Repetir el proceso para insertar todas las WBS.....	136
Figura 141.	Crear actividades	137
Figura 142.	Codificar y nombrar cada actividad	137
Figura 143.	Asignar relaciones de secuencia.....	138
Figura 144.	Asignar predecesoras	139
Figura 145.	Elegir tipo de relación para predecesoras	139
Figura 146.	Lag (retraso) 0.....	140
Figura 147.	Lag (retraso) (-)	140
Figura 148.	Lag (retraso) (+)	140
Figura 149.	Asignar sucesoras.....	141
Figura 150.	Elegir tipo de relación para sucesoras	141
Figura 151.	Asignar hitos.....	142
Figura 152.	Asignar inicio del proyecto (Start Milestone)	143
Figura 153.	Asignar del fin del proyecto (Finish Milestone)	143
Figura 154.	Asignar recursos	144
Figura 155.	Ingresar ID del recurso.....	144

Figura 156.	Definir tipo de recurso	145
Figura 157.	Asignar el valor del día por cuadrilla	145
Figura 158.	Insertar formación personal de la cuadrilla.....	146
Figura 159.	Seleccionar calendario	146
Figura 160.	Seleccionar calendario previamente creado	147
Figura 161.	Recursos asignados.....	147
Figura 162.	Asignar recursos a las actividades del grupo zapatas.....	148
Figura 163.	Asignar duraciones a las actividades	149
Figura 164.	Unidad de tiempo	149
Figura 165.	Duraciones del proyecto.....	150
Figura 166.	Actualizar y generar el diagrama de Gantt	150
Figura 167.	Importar un archivo	151
Figura 168.	Importar formato.....	152
Figura 169.	Guardar archivo paso 1	152
Figura 170.	Guardar archivo paso 2	153
Figura 171.	Imprimir archivo paso 1	153
Figura 172.	Imprimir archivo paso 2	154
Figura 173.	Modificar vista previa.....	155
Figura 174.	Edición de textos del rótulo	155
Figura 175.	Opción de página de impresión.....	156
Figura 176.	Aplicar cambios	156
Figura 177.	Ajustar propiedades de impresión	157

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Aprendizaje tradicional vs ABP	34
Tabla 2.	Diferencias entre el Aprendizaje tradicional y ABP como técnica didáctica	35
Tabla 3.	Acabados (pisos, pintura y fachadas).....	68
Tabla 4.	Dosificación para morteros para Pañete	69
Tabla 5.	Espesor de pañetes.....	70
Tabla 6.	Rendimientos Promedio para Zapatas.	122
Tabla 7.	Rendimientos Promedio para Vigas	122
Tabla 8.	Rendimientos Promedio para Columnas	123
Tabla 9.	Rendimientos Promedio para Mampostería	124
Tabla 10.	Comparativo de Rendimientos.....	124
Tabla 11.	Duraciones y rendimientos para Zapatas	125
Tabla 12.	Duraciones y rendimientos para Vigas	125
Tabla 13.	Duraciones y rendimientos para Columnas	126
Tabla 14.	Duraciones y rendimientos para Placa de Entrepiso	126
Tabla 15.	Duraciones y rendimientos para Mampostería	126
Tabla 16.	Duraciones y rendimientos para Acabados	127

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PROGRAMACIÓN DE PROYECTO CON EL APOYO DEL SOFTWARE "PRIMAVERA PROJECT PLANNER P6".

AUTOR(ES): DIANA MILENA OCHOA RODRÍGUEZ
BRHAYAM TORRES CASTELLANOS

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Leonardo Barón Páez

RESUMEN

El presente trabajo de grado está basado en la elaboración de una guía metodológica para aplicar un taller como estrategia didáctica de acuerdo con el aprendizaje basado en problemas (ABP), dicha metodología se apoya en una herramienta aplicativa que contribuye al aprendizaje del manejo del Software "Oracle Primavera Project Planner P6", enfocado a la programación de procesos constructivos en proyectos de obras civiles. Como complemento a la guía metodológica, se realizó una investigación y recopilación de información cuya documentación referente servirá como información base para el análisis y comprensión de los procesos constructivos por parte de los alumnos, así como la elaboración de una herramienta aplicativa que se dirige exclusivamente a la programación de obra y que se desempeña como un apoyo detallado en el manejo del Software para la solución de problemas reales de los proyectos de construcción. La implementación de los talleres propuestos basados en el método ABP y con el aplicativo como apoyo podrían incluirse como una herramienta didáctica para el desarrollo de los cursos de Programación y Presupuesto de Obras y Herramientas Computacionales en el pregrado de la facultad de Ingeniería Civil y en la Especialización en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles de la Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga.

PALABRAS CLAVES: Programación de obra, primavera, aprendizaje basado en problemas.

VºBº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: TEACHING TOOL FOR THE DEVELOPMENT OF A PROJECT PROGRAMMING WITH THE SUPPORT SOFTWARE "PRIMAVERA PROJECT PLANNER P6".

AUTHOR(S): DIANA MILENA OCHOA RODRÍGUEZ
BRHAYAM TORRES CASTELLANOS

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Leonardo Barón Páez

ABSTRACT

This paper grade is based on the development of a methodological guide to implement a workshop as a teaching strategy in accordance with problem based learning (PBL), the methodology is based on an applicative tool that contributes to learning management Software "Oracle Primavera Project Planner P6" focused on programming construction processes of civil works projects. As a complement to the methodological guide, research and data collection was carried out which serve documentation related will serve as the basis information for the analysis and understanding of the construction process by students, as well as the development of an applicative tool that is intended exclusively for scheduling work and serves as a detailed management support software for solving real problems of construction projects. The implementation of the proposed workshops based on the PBL method and the application for support could be included as an educational tool for the development of the courses Programming and Budget Works and Computational Tools in the undergraduate faculty of Civil Engineering and the Specialization in Management and Supervision of Civil Works of the "Universidad Pontificia Bolivariana" - Bucaramanga section.

KEYWORDS: Work schedule, spring, problem based learning.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

El software Oracle Primavera Project Planner (P6) es una de las herramientas disponibles para elaborar una programación y planeación de proyectos. Este propósito se logra debido a un manejo superior en comparación con otros programas relacionados con la gestión de proyectos.

Primavera P6 es un programa de planificación y seguimiento de grandes proyectos, que contempla toda la casuística posible tanto en la planificación, programación y seguimiento.

Se utiliza en la industria de la minería, en la industria del petróleo, y en grandes proyectos tanto de obras civiles como de edificación residencial o industrial.

Además con P6 se obtiene una alta eficiencia y Control Total en Proyectos de gran escala, se pueden organizar proyectos hasta de 100.000 actividades, incluyendo recursos y planes de forma ilimitada, cuenta con 24 códigos de WBS, 16 campos personalizados adicionales, 19 niveles de orden, 28 niveles de selección de criterios y 31 calendarios. ¹

Este software aplicativo dispone de una opción que permite seleccionar el idioma en el que se desea trabajar. Es decir los informes, calendarios, gráficos etc. aparecerán en el idioma especificado.

Posee una amplia capacidad e integración de información de los proyectos, permite una gran variedad de formatos de intercambio de datos y ofrece un entorno multiusuario.

Adicionalmente, a la referencia de las características principales del software y la disponibilidad del mismo en la sala de modelación de la facultad de Ingeniería Civil de Universidad Pontificia Seccional Bucaramanga, se tiene la oportunidad de presentar una propuesta de trabajo de grado para a través del software diseñar un aplicativo que de soporte y apoyo a la implementación y diseño de problemas que hagan parte de la estrategia didáctica de las asignaturas de Programación y Presupuesto de Obras y de Herramientas Computacionales, fundamentado en la metodología de aprendizaje basado en problemas.

¹ Primavera Product History. Enterprise Management Specialists

Para llevar a cabo el proyecto se va a implementar la nueva metodología de enseñanza – aprendizaje ABP. El Aprendizaje Basado en Problemas, el cual es uno de los métodos que ha tomado más arraigo en las instituciones de educación superior en los últimos años.

El camino que toma el proceso de aprendizaje convencional se invierte al trabajar en el ABP. Mientras tradicionalmente primero se expone la información y posteriormente se busca su aplicación en la resolución de un problema, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema. ²

De esta manera, se va a realizar una herramienta didáctica aplicada en el software Oracle Primavera Project Planner P6, para proporcionar a los estudiantes una metodología de aprendizaje más eficaz y a los profesores de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga – Facultad de Ingeniería Civil una estrategia didáctica como complemento para las clases de Herramientas computacionales y Programación y presupuestos, teniendo como base problemas de obras civiles de la vida real y facilitando la información necesaria del uso, características y funcionalidades del software, para la posterior solución de los problemas planteados.

² El Aprendizaje Basado En Problemas como técnica didáctica. Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un aplicativo del Software Oracle Primavera Project Planner P6 como apoyo para la implementación de una estrategia didáctica basada en la metodología de enseñanza – Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), presentando problemas reales de planeación y brindando la información necesaria de las características y funcionalidades del software para la solución de éstos como documentos guía para el aprendizaje de los estudiantes en las asignaturas de Herramientas computacionales y Programación y presupuestos de Obras. Todo lo anterior como herramienta de apoyo a los docentes y alumnos de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga – facultad de ingeniería civil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar una herramienta didáctica que facilite el aprendizaje a los estudiantes y que sirva de apoyo a los docentes de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga – facultad de ingeniería civil como complemento en sus clases de Herramientas computacionales y Programación y Presupuestos de Obras, mediante la formulación de problemas de obras civiles reales de la Ingeniería Civil.
- Brindar al usuario la información necesaria del manejo del software Primavera Project Planner P6 y de los procesos constructivos de cada ítem que va a ser propuesto, para que sea posible la solución de los problemas planteados en el software de una manera práctica y eficaz.
- Plantear una nueva propuesta de estrategia didáctica dirigida a docentes y los estudiantes con el fin de promover y desarrollar habilidades y actitudes con la facilitación de un tutor que sirva como asesor en el proceso de interacción en el aula para entender y resolver los problemas, además del aprendizaje del conocimiento propio del software Primavera Project Planner P6.

- Ofrecer al usuario una lista de comando básicos y la traducción al idioma español de los términos más importantes del software para facilitar la enseñanza y el aprendizaje del manejo de éste.

- Determinar las ventajas y desventajas de la aplicación de la metodología ABP realizando un detallado análisis y observando los resultados de la aplicación de la misma en los estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga – facultad de ingeniería civil en sus clases de Herramientas computacionales y Programación y presupuestos con ayuda del respectivo docente.

3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Una de las etapas fundamentales en el área de la construcción es la planificación y programación del proyecto para lograr el cumplimiento exitoso de los proyectos y mejorar el desempeño de la producción, teniendo un avance detallado de todas las actividades en cuanto a duraciones, relaciones, recursos.

Es por esto que fue necesaria la creación de software de programación “Oracle Primavera Project Planner P6” que facilite el manejo de la información y administración de recursos, proporcionando al usuario realizar el trabajo en un periodo de tiempo más corto y de forma más ordenada.

En el año 1999, la empresa Primavera Systems Inc., lanza el sistema Primavera Enterprise. En esta versión de Sistema de Gerencia de proyectos, Primavera Systems Inc. pasó a cubrir los conceptos de Software corporativo por proyectos. Tiempo después, Primavera Systems Inc. Lanza su versión más avanzada, llamada Primavera Project Planner P6, la cual se actualiza constantemente y es aplicable en diversas áreas como la arquitectura, construcción e industria de telecomunicaciones, entre otras.³

La educación tradicional desde los primeros años de estudios hasta el nivel de postgrado ha formado estudiantes que se encuentran poco motivados con su forma de aprender, ya que se les obliga a memorizar una gran cantidad de información, que se vuelve un poco irrelevante o en muy corto tiempo se presenta en los alumnos olvido de mucho de lo aprendido y gran parte de lo que logran recordar no puede ser aplicado a los problemas y tareas que se presentan en el momento de afrontar la realidad, de igual forma se presentan dificultades para asumir las responsabilidades correspondientes a la especialidad de sus estudios y al puesto que ocupan.⁴

Por lo anterior, surgió el “Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)”, en este modelo es el alumno quien busca el aprendizaje que considera necesario para resolver los problemas que se plantean. El método tiene implícito en su dinámica de trabajo el desarrollo de habilidades, actitudes y valores benéficos para la mejora personal y profesional del alumno.

El ABP va a ser utilizado como estrategia general para el desarrollo del proyecto que se va a llevar a cabo, ya que nace la necesidad de la creación de una

3 Curso de Primavera Project Planner P6. Lorenzo López Fernández.

4 El Aprendizaje Basado En Problemas como técnica didáctica. Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño.

herramienta didáctica en la cual se darán a conocer de forma general las características y funcionalidades del software, teniendo como base y ejemplo un proyecto de obra civil y de igual manera ofrecerle a los profesores de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga – facultad de ingeniería civil una serie de diferentes formulaciones de problemas con una metodología práctica y didáctica para ser utilizado como complemento de los cursos de Herramientas computacionales y Programación y presupuestos, para lograr un eficiente aprendizaje y manejo del software, el cual muy seguramente les será muy útil en su vida profesional.

4. ANTECEDENTES

La empresa “Primavera Systems Inc.” ha estado en el negocio desde 1983. Su modelo de negocio era construir un software de gestión de proyectos y venderlo a través de una red de distribuidores. Ahora venden directamente a grandes cuentas y agencias gubernamentales.

Hasta el nuevo siglo, “Primavera” se convirtió en la empresa principal en la construcción y las industrias de capital intensivo, utilizado normalmente en grandes proyectos con equipos dedicados al proyecto.

“Primavera Project Planner”, “Primavera Expedition” (Primavera Contract Manager) y “Primavera SureTrak” tienen sus raíces en los primeros días, cuando la atención se centró en los administradores de proyectos profesionales en las grandes industrias de capital intensivo.

“Primavera Project Planner” es un producto multi-usuario y se utiliza en muchos proyectos de construcción. Algunas veces conocido como P3, que es para los planificadores de proyectos experimentados que necesitan todos los CPM (método del camino crítico) y se ha perfeccionado a lo largo de muchos años. Se basa en la tecnología cliente-servidor y utiliza la base de datos “btrieve”, consta de un bajo mantenimiento y una base de datos confiable.

“SureTrak” es un producto de escritorio de usuario único que se integra estrechamente con “Primavera Project Planner”.

“Primavera Expedition” es un producto de administración de proyectos multi-usuario y la administración de los contratos más fuertemente centrado en las industrias de ingeniería y construcción. Incorpora capacidades de gestión de documentos.

Hacia el final de la década de 1990 era evidente que el crecimiento en el mercado de software de gestión de proyectos que iba a ser el trabajador del conocimiento de alta tecnología (bancos, tecnología de la información, etc.). Como proveedor líder de software de gestión de proyectos “Primavera” hizo movimientos hacia este mercado. En 1999 Primavera compró una pequeña compañía llamada “Eagle Ray Software Systems” que había construido un producto dirigido a la zona de desarrollo de tecnología de la información y software.

Primavera lanzó este producto como el “Primavera TeamPlay” y mantuvo su enfoque en el área de TI. “Primavera TeamPlay” tuvo el desarrollo de software y de terminología de características específicas (puntos de función, la gestión de metodología, etc.). También lanzaron una versión paralela del producto de la misma base de código que no era específico de TI llamado Primavera P3E.

Durante varias generaciones, estos productos se han convertido en la Primavera P6gama. Las versiones anteriores fueron llamados: “Primavera Project Manager”, “Primavera Project Management” y “Primavera Enterprise”.

Las primeras versiones de este producto fueron basadas en el uso de “Oracle” o “MS SQL-Server”. Las versiones posteriores han incluido componentes web para hojas de tiempo y colaboración, y, más recientemente, de la gestión de carteras. Hoy en día, la gama “Primavera P6” tiene una arquitectura técnica sofisticada para implementaciones de gestión de proyectos de empresa de gran tamaño. Su planificación de proyectos y capacidades de programación son de clase mundial. “Pinnacle” ha llevado a muchas implementaciones de “Primavera” para “Enterprise Project Management”.

Durante los últimos 5 años los proveedores de software de gestión de proyectos han ido mejorando sus ofertas para apoyar la gestión de la cartera de proyectos como: la gestión simultánea de cientos o miles de proyectos y una cartera de nuevos negocios. “Primavera” ha añadido capacidades de gestión del portafolio de proyectos para su línea de productos P6.

En 2006 Primavera adquiere un producto de Gestión de Riesgo orientado a proyectos sofisticados llamado “Pertmaster”.

Luego “Primavera” comenzó con una alianza con los conceptos de gestión integrada y su producto llamado “Micro-Fusion Milenio”. “Primavera” compró una copia del código fuente de la “IMC” y ahora lo comercializa como “Primavera Cost Manager”.

En el año 2008 “Primavera” dio a conocer un producto llamado “Primavera Inspire” que conecta “Primavera P6” y “SAP”.

El 8 de abril 2013, “Oracle Corporation” anunció el lanzamiento de la versión 8.4 de “Primavera P6 Enterprise Project Portfolio Management”. Esta versión se creó para mejorar y ampliar el trabajo previo, con la mejora de la presentación de informes, la experiencia del usuario e integraciones de aplicaciones.⁵

⁵ Primavera Product History. Enterprise Management Specialists.

5. ALCANCE

Este proyecto de grado se centrará en realizar una herramienta didáctica donde en primer lugar se darán a conocer de forma detallada las diferentes características y funciones del software Primavera Project Planner P6 por medio de ayudas visuales y metodologías prácticas que servirán como guía para el desarrollo de los problemas que posteriormente se van a plantear, utilizando el método de enseñanza “Aprendizaje Basado en Problemas”.

El fin de ésta formulación de problemas es proponer a los estudiantes una nueva metodología de aprendizaje totalmente diferente a la convencional, que les permita desenvolverse con mayor facilidad al momento de adquirir aprendizaje del software, desarrollar actividades que le permitan tener un razonamiento eficaz y creativo al resolver o solucionar los problemas planteados y cualquier tipo de problema que se le presente con el software.

Los estudiantes de Ingeniería Civil al resolver los problemas deben aprender a manejar correctamente el software y a realizar una programación de obra civil, con ayuda de los docentes de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga – facultad de ingeniería civil en sus clases de Herramientas computacionales y Programación y presupuestos que van a estar realizando un monitoreo y orientación a los estudiantes. Esto facilitará de alguna manera tanto la enseñanza como el aprendizaje y será una nueva alternativa que podrá ser implementara en cualquier asignatura o situaciones de la vida.

6. JUSTIFICACIÓN

Debido a la gran competencia en el mercado laboral, la reducción de oportunidades de trabajo y la cantidad de profesionales que logran graduarse, superan el número de empleos disponibles, las facultades de ingeniería civil de diferentes universidades elaboran múltiples planes de estudio para brindarles a sus alumnos niveles superiores de conocimiento, creando competencia entre ellos para lograr un mejor desempeño al momento de competir en el medio profesional.

Aun así, muy pocos graduandos adquieren habilidades en herramientas computacionales que permiten un mejor orden y eficacia al momento de desenvolverse en el cargo laboral. Es por eso que la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga – facultad de ingeniería civil adquirió el software “Primavera Project Planner P6” para promover el uso de éste y la capacitación de sus estudiantes y profesores.

Por esta razón se va a realizar una herramienta didáctico - práctica que permita a los usuarios la capacitación del software mediante la eficaz metodología de aprendizaje basado en problemas que les brindará a los estudiantes y profesores una forma más efectiva de aprender a realizar una programación en el software, resolviendo problemas con ejemplos de la vida real y cualquier tipo de problema que se le presente en el campo laboral. De esta manera, la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga – facultad de ingeniería civil tendrá el orgullo de graduar estudiantes capaces de prosperar en una de las herramientas más eficientes en el campus de la programación y gestión de proyectos en la Ingeniería Civil.

7. ESTADO DEL ARTE

7.1. SISTEMAS DE PLANEACIÓN DE OBRAS

A lo largo de la historia, se han creado diferentes sistemas de planificación que actualmente se utilizan.

Los distintos sistemas se fueron descubriendo en función de las necesidades de realizar los proyectos en el menor tiempo posible. Estos son unos de los sistemas de planeación de proyectos más importantes:

7.1.1. DIAGRAMA DE GANTT

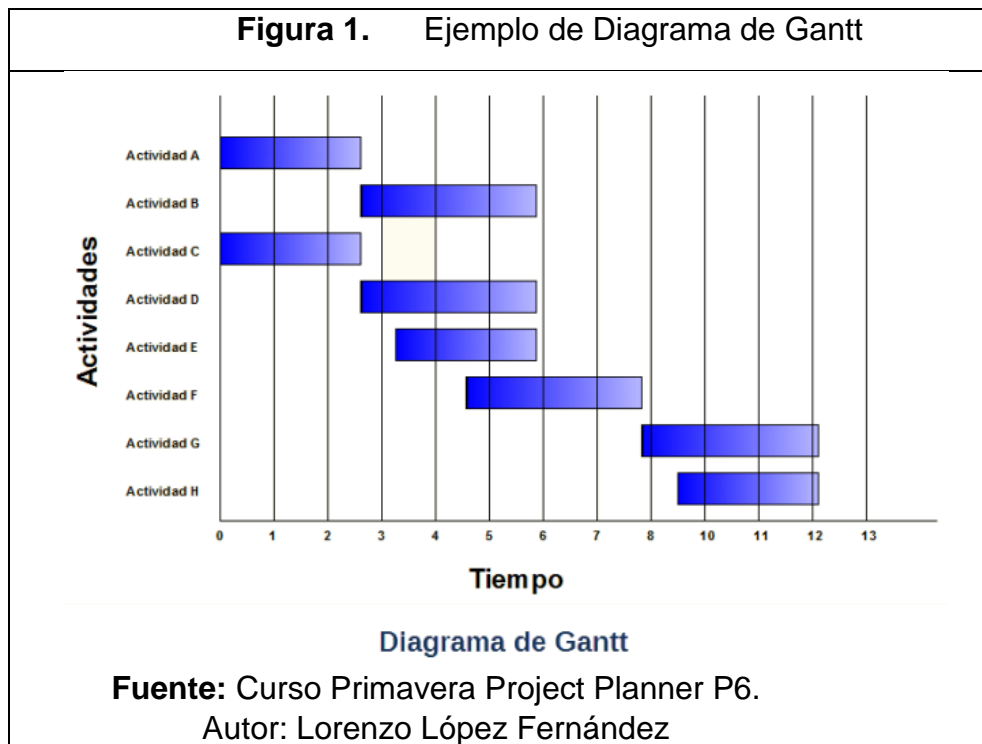
Los cronogramas de barras o gráficos de Gantt, fueron concebidos por el ingeniero norteamericano **Henry L. Gantt**, uno de los precursores de la ingeniería industrial contemporánea.

Gantt trató de resolver el problema de la programación de actividades de un proyecto y su distribución en el tiempo en un calendario, de forma que pudiera visualizar la duración, el comienzo y la finalización, e igualmente el tiempo requerido total. Asimismo, permitir también controlar el grado de avance del proyecto, permitiendo dar un porcentaje de terminación a cada una de las actividades.

El gráfico de Gantt se representa con dos ejes cartesianos:

- el eje vertical para representar las **actividades** del proyecto
- y el eje horizontal para representar el **tiempo**: el comienzo, la finalización y la duración de las actividades. ⁶

⁶ Diagrama de Gantt. Curso de Primavera Project Planner P6. Lorenzo López Fernández.



Aún, a día de hoy, no siendo un método de planificación utilizado, sin embargo su representación gráfica es la más común.

7.1.2. MÉTODO DEL CAMINO CRÍTICO, PERT Y CPM

Dos son los orígenes del método del camino crítico:

El **método Pert** desarrollado por la Armada de los Estados Unidos de América, en 1957, para controlar los tiempos de ejecución de las diversas actividades integrantes de los proyectos espaciales, por la necesidad de terminar cada una de ellas dentro de los intervalos de tiempo disponibles.

Fue utilizado originalmente para el control de tiempos del proyecto Polaris y actualmente se utiliza en todo el programa espacial. La necesidad de controlar a numerosos fabricantes de las distintas piezas no podía ser planificada con el Diagrama de Gantt, hasta ese momento el único medio de programación existente.

El **método CPM**, el segundo origen del método actual, fue desarrollado también en 1957 en los Estados Unidos de América, por un centro de investigación de operaciones para la firma Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos de operación, mediante la planificación adecuada de las actividades componente del proyecto.

Ambos métodos aportaron los elementos administrativos necesarios para formar el método del camino crítico actual, utilizando el control de los tiempos de ejecución y los costos de operación, para buscar que el proyecto total sea ejecutado en el menor tiempo y al menor costo posible.

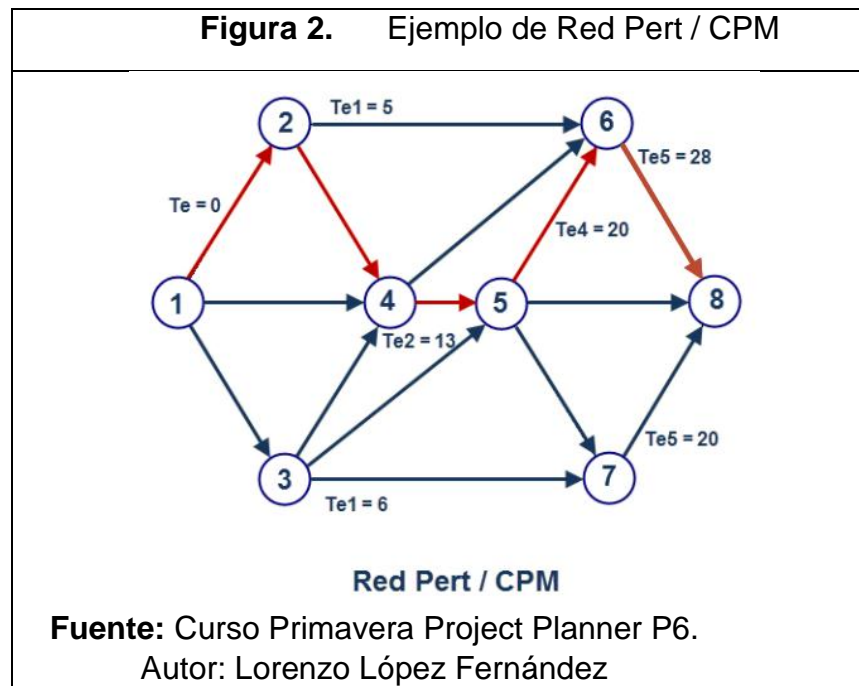
7.1.3. CAMINO CRÍTICO

Una vez analizadas todas las actividades que componen un proyecto. Y relacionadas las mismas unas con otras, hay que calcular cual es el camino cuya duración sea la mayor, es decir el camino crítico.

El resto de caminos tienen holgura respecto a la duración total del proyecto que viene fijado por la duración del camino crítico.

Esto permite destinar los recursos de aquellas unidades con holgura a las actividades que forman el camino crítico de forma que se pueda optimizar no sólo los costos sino el tiempo de duración total. Disminuyendo de esta forma el plazo final de la terminación del proyecto. ⁷

Ejemplo de red de Pert / CPM:



- En esta imagen el camino crítico (1 - 2 - 4 - 5 - 6 - 8) está marcado en rojo.

⁷Método del camino crítico, Pert y CPM. Curso de Primavera Project Planner P6. Lorenzo López Fernández.

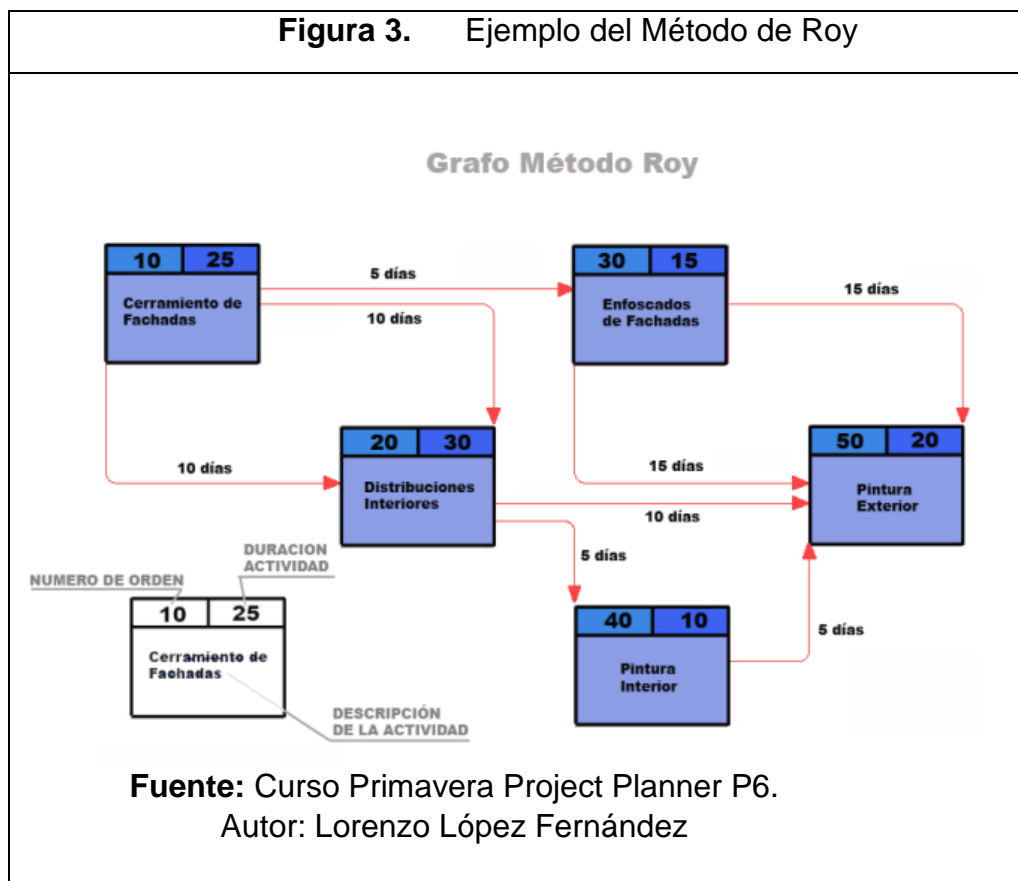
7.1.4. MÉTODO DE ROY

Fue creado en 1.960 por el matemático francés Bernard Roy. Al contrario que la red de Pert o CPM, en los que las actividades se representan por flechas, Roy las representa en los **nudos**. Otra gran diferencia entre ambos métodos es que, con Pert o CPM la única relación posible entre las actividades es la de final - comienzo. Mientras que con el método Roy se pueden relacionar de tres formas distintas:

1. **Inicio > Inicio**. (Cuando comienza una actividad puede comenzar la sucesora)
2. **Fin > Inicio**. (cuando termina una actividad comienza la sucesora)
3. **Fin > Fin**. (hasta que no finalice la actividad antecesora no puede terminar la actividad sucesora)

Dando, además, una duración a dichas relaciones. En la mayoría de los proyectos, es el sistema más adecuado para programar una planificación.⁸

A continuación se observa un ejemplo de gráfico del método de Roy:



⁸ Método de Roy. Curso de Primavera Project Planner P6. Lorenzo López Fernández.

Actualmente, existen diversos software que facilitan la ejecución de la planeación de actividades de obras civiles. “Primavera Systems” es el nombre de marca fundado por Les Seskin, Dick Faris y Joel Koppelman) en virtud del cual una serie de paquetes de software, que en conjunto forman una empresa global de gestión de cartera de proyectos (EPPM). Primavera se puso en marcha en 1983 por “Primavera Systems Inc.” y fue adquirida por “Oracle Corporation” en 2008.

El Software Primavera incluye la gestión de proyectos, capacidades de colaboración y control, y se integra con los software “Oracle” o “SAP ERP”.

A partir de 2012, los productos de Primavera incluyen:

- Primavera P6 Enterprise Project Portfolio Management
- Primavera P6 Professional Project Management
- Primavera P6 Analytics
- Primavera Portfolio Management
- Primavera Unifier
- Primavera Contract Management, Business Intelligence Publisher Edition
- Primavera Risk Analysis
- Primavera Earned Value Management
- Planning & scheduling management
- Resource management

El 8 de abril 2013, “Oracle Corporation” anunció el lanzamiento de la versión 8.4 de “Primavera P6 Enterprise Project Portfolio Management”. Esta versión se creó para mejorar y ampliar el trabajo previo, con la mejora de la presentación de informes, la experiencia del usuario e integraciones de aplicaciones.

En 2012, Primavera P6 EPPM, se lanzó la versión 8.2, añadiendo capacidades para la gestión, participación en el proyecto-equipo, y la visibilidad del proyecto. “PPM móvil” se introdujo a P6 como miembro del Equipo de Primavera para “iPhone” y la Interfaz Web, para agilizar las comunicaciones entre los miembros del equipo del proyecto en el campo y en la oficina. Además, “Primavera P6 Analytics Release 2.0” creó la nueva empresa de informes de herramientas y cuadros de mando para el seguimiento y análisis de los datos de rendimiento, incluyendo el análisis geoespacial . Las organizaciones también podrían investigar tendencias comparativas y de causa y efecto en múltiples proyectos con Primavera Contract Management Release 14” ya que ahora incluye la capacidad de escritura de informes de “Oracle Business Intelligence Editorial” .

8. MARCO TEÓRICO

8.1. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)

El método del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) tiene sus primeras aplicaciones y desarrollo en la escuela de medicina en la Universidad de Case Western Reserve en los Estados Unidos y en la Universidad de McMaster en Canadá en la década de los 60's. Esta metodología se desarrolló con el objetivo de mejorar la calidad de la educación médica cambiando la orientación de un currículum que se basaba en una colección de temas y exposiciones del maestro, a uno más integrado y organizado en problemas de la vida real y donde confluyen las diferentes áreas del conocimiento que se ponen en juego para dar solución al problema. El ABP en la actualidad es utilizado en la educación superior en muy diversas áreas del conocimiento.

La educación tradicional desde los primeros años de estudios hasta el nivel de posgrado ha formado estudiantes que comúnmente se encuentran poco motivados y hasta aburridos con su forma de aprender, se les obliga a memorizar una gran cantidad de información, mucha de la cual se vuelve irrelevante en el mundo exterior a la escuela o bien en muy corto tiempo, se presenta en los alumnos el olvido de mucho de lo aprendido y gran parte de lo que logran recordar no puede ser aplicado a los problemas y tareas que se les presentan en el momento de afrontar la realidad. Como consecuencia de una educación pasiva y centrada en la memoria, muchos alumnos presentan incluso dificultad para razonar de manera eficaz y al egresar de la escuela, en muchos casos, presentan dificultades para asumir las responsabilidades correspondientes a la especialidad de sus estudios y al puesto que ocupan, de igual forma se puede observar en ellos la dificultad para realizar tareas trabajando de manera colaborativa.⁹

En la mayor parte de los casos, los alumnos ven a la educación convencional como algo obligatorio y con poca relevancia en el mundo real o bien, se plantean el ir a la escuela como un mero requisito social y están imposibilitados para ver la trascendencia de su propio proceso educativo.

En un curso centrado sólo en el contenido, el alumno es un sujeto pasivo del grupo que sólo recibe la información por medio de lecturas y de la exposición del profesor y en algunos casos de sus compañeros

⁹ El Aprendizaje Basado En Problemas como técnica didáctica. Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño.

Ante lo anterior, que aún es vigente en buena medida, surgió el ABP, en este modelo es el alumno quien busca el aprendizaje que considera necesario para resolver los problemas que se le plantean, los cuales conjugan aprendizaje de diferentes áreas de conocimiento. El método tiene implícito en su dinámica de trabajo el desarrollo de habilidades, actitudes y valores benéficos para la mejora personal y profesional del alumno.

El ABP puede ser usado como una estrategia general a lo largo del plan de estudios de una carrera profesional o bien ser implementado como una estrategia de trabajo a lo largo de un curso específico, e incluso como una técnica didáctica aplicada para la revisión de ciertos objetivos de aprendizaje de un curso.

8.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL ABP

Una de las principales características del ABP está en fomentar en el alumno la actitud positiva hacia el aprendizaje, en el método se respeta la autonomía del estudiante, quien aprende sobre los contenidos y la propia experiencia de trabajo en la dinámica del método, los alumnos tienen además la posibilidad de observar en la práctica aplicaciones de lo que se encuentran aprendiendo en torno al problema.

La transferencia pasiva de información es algo que se elimina en el ABP, por el contrario, toda la información que se vierte en el grupo es buscada, aportada, o bien, generada por el mismo grupo.¹⁰

A continuación se describen algunas características del ABP:

- Es un método de trabajo activo donde los alumnos participan constantemente en la adquisición de su conocimiento.
- El método se orienta a la solución de problemas que son seleccionados o diseñados para lograr el aprendizaje de ciertos objetivos de conocimiento.
- El aprendizaje se centra en el alumno y no en el profesor o sólo en los contenidos.
- Es un método que estimula el trabajo colaborativo en diferentes disciplinas, se trabaja en grupos pequeños.

¹⁰ El Aprendizaje Basado En Problemas como técnica didáctica. Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño.

- Los cursos con este modelo de trabajo se abren a diferentes disciplinas del conocimiento.
- El maestro se convierte en un facilitador o tutor del aprendizaje.

Al trabajar con el ABP la actividad gira en torno a la discusión de un problema y el aprendizaje surge de la experiencia de trabajar sobre ese problema, es un método que estimula el autoaprendizaje y permite la práctica del estudiante al enfrentarlo a situaciones reales y a identificar sus deficiencias de conocimiento.¹¹

8.1.2. OBJETIVOS DEL ABP

El ABP busca un desarrollo integral en los alumnos y conjuga la adquisición de conocimientos propios de la especialidad de estudio, además de habilidades, actitudes y valores. Se pueden señalar los siguientes objetivos del ABP:

- Promover en el alumno la responsabilidad de su propio aprendizaje.
- Desarrollar una base de conocimiento relevante caracterizada por profundidad y flexibilidad.
- Desarrollar habilidades para la evaluación crítica y la adquisición de nuevos conocimientos con un compromiso de aprendizaje de por vida.
- Desarrollar habilidades para las relaciones interpersonales.
- Involucrar al alumno en un reto (problema, situación o tarea) con iniciativa y entusiasmo.
- Desarrollar el razonamiento eficaz y creativo de acuerdo a una base de conocimiento integrada y flexible.
- Monitorear la existencia de objetivos de aprendizaje adecuados al nivel de desarrollo de los alumnos.
- Orientar la falta de conocimiento y habilidades de manera eficiente y eficaz hacia la búsqueda de la mejora.
- Estimular el desarrollo del sentido de colaboración como un miembro de un equipo para alcanzar una meta común.

¹¹ El Aprendizaje Basado En Problemas como técnica didáctica. Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño.

8.1.3. ¿CÓMO DIFIERE EL ABP DE OTRAS ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS?

Tabla 1. Aprendizaje tradicional vs ABP

En un proceso de aprendizaje tradicional:	En un proceso de Aprendizaje Basado en Problemas:
El profesor asume el rol de experto o autoridad formal.	Los profesores tienen el rol de facilitador, tutor, guía, co-aprendiz, mentor o asesor.
Los profesores transmiten la información a los alumnos.	Los alumnos toman la responsabilidad de aprender y crear alianzas entre alumno y profesor.
Los profesores organizan el contenido en exposiciones de acuerdo a su disciplina.	Los profesores diseñan su curso basado en problemas abiertos. Los profesores incrementan la motivación de los estudiantes presentando problemas reales.
Los alumnos son vistos como “recipientes vacíos” o receptores pasivos de información.	Los profesores buscan mejorar la iniciativa de los alumnos y motivarlos. Los alumnos son vistos como sujetos que pueden aprender por cuenta propia.
Las exposiciones del profesor son basadas en comunicación unidireccional; la información es transmitida a un grupo de alumnos.	Los alumnos trabajan en equipos para resolver problemas, adquieren y aplican el conocimiento en una variedad de contextos. Los alumnos localizan recursos y los profesores los guían en este proceso.
Los alumnos trabajan por separado.	Los alumnos conformados en pequeños grupos interactúan con los profesores quienes les ofrecen retroalimentación.
Los alumnos absorben, transcriben, memorizan y repiten la información para actividades específicas como pruebas o exámenes.	Los alumnos participan activamente en la resolución del problema, identifican necesidades de aprendizaje, investigan, aprenden, aplican y resuelven problemas.
El aprendizaje es individual y de competencia.	Los alumnos experimentan el aprendizaje en un ambiente cooperativo.
Los alumnos buscan la “respuesta correcta” para tener éxito en un examen.	Los profesores evitan solo una “respuesta correcta” y ayudan a los alumnos a armar sus preguntas, formular problemas, explorar alternativas y tomar decisiones efectivas.
La evaluación es sumatoria y el profesor es el único evaluador.	Los estudiantes evalúan su propio proceso así como los demás miembros del equipo y de todo el grupo. Además el profesor implementa una evaluación integral, en la que es importante tanto el proceso como el resultado.

Fuente: Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

En el siguiente cuadro se describen algunas diferencias importantes en cuanto a los elementos propios del aprendizaje entre el método convencional y el ABP como técnica didáctica:

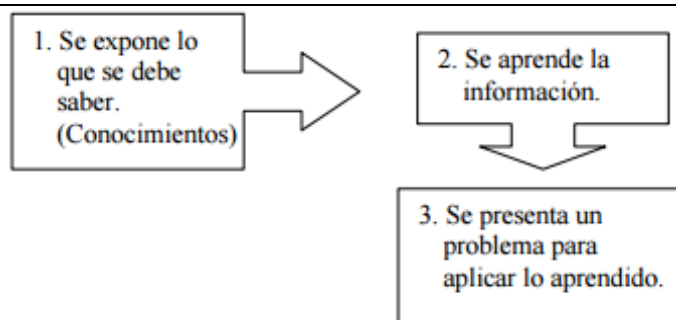
Tabla 2. Diferencias entre el Aprendizaje tradicional y ABP como técnica didáctica

<i>Elementos del aprendizaje</i>	<i>En el Aprendizaje convencional</i>	<i>En el ABP</i>
• Responsabilidad de generar el ambiente de aprendizaje y los materiales de enseñanza.	Es preparado y presentado por el profesor.	La situación de aprendizaje es presentada por el profesor y el material de aprendizaje es seleccionado y generado por los alumnos.
• Secuencia en el orden de las acciones para aprender.	Determinadas por el profesor.	Los alumnos participan activamente en la generación de esta secuencia.
• Momento en el que se trabaja en los problemas y ejercicios.	Después de presentar el material de enseñanza.	Antes de presentar el material que se ha de aprender.
• Responsabilidad de aprendizaje.	Asumida por el profesor.	Los alumnos asumen un papel activo en la responsabilidad de su aprendizaje.
• Presencia del experto.	El profesor representa la imagen del experto.	El profesor es un tutor sin un papel directivo, es parte del grupo de aprendizaje.
• Evaluación.	Determinada y ejecutada por el profesor.	El alumno juega un papel activo en su evaluación y la de su grupo de trabajo.

Fuente: Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

8.1.4. PASOS DEL PROCESO DE APRENDIZAJE EN EL ESQUEMA CONVENCIONAL

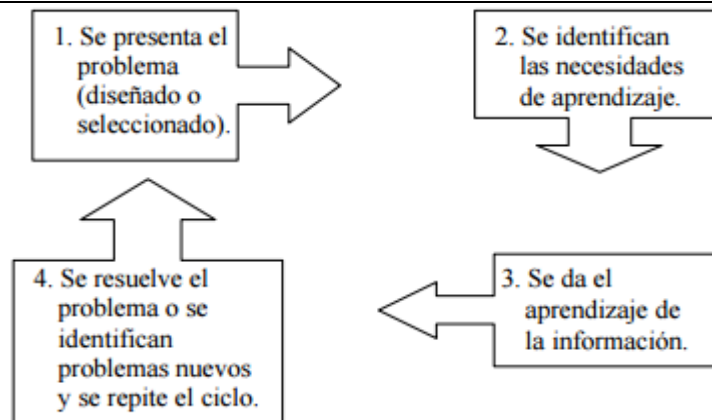
Figura 4. Pasos del proceso de aprendizaje en el esquema convencional



Fuente: Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

8.1.5. PASOS DEL PROCESO DE APRENDIZAJE EN EL ABP

Figura 5. Pasos del proceso de aprendizaje en el ABP



Fuente: Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

9. GUIA METODOLÓGICA PARA APLICAR UN TALLER COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA DE ACUERDO CON EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)

Esta guía metodológica es el producto de la presente investigación y se define como un entregable a nivel de un taller modelo que establece los lineamientos principales del taller a través de una pregunta, la metodología a utilizar en la aplicación de la herramienta, la información de apoyo, las tareas y actividades del docente como guía y asesor del proceso de aprendizaje, la información necesaria sobre el manejo del Software “Oracle Primavera Project Planner P6” para la realización de una programación de obra de un proceso constructivo típico para una edificación y la presentación de los resultados del ejercicio.

Antes de iniciar la guía es preciso aclarar, el alcance del estudio y sobretodo delimitar la aplicación del taller exclusivamente al tema de la gestión del tiempo en la etapa de planificación y su objetivo principal debe ser que el estudiante aprenda a elaborar una programación de obra para un proceso constructivo típico de una edificación y a partir de ella pueda lograr estimar la duración total de dichos procesos constructivos que en este caso particular son:

- Zapatas
- Vigas
- Columnas
- Losas de entrepiso
- Mampostería
- Acabados

El problema seleccionado o diseñado por el docente debe tender a lograr que el estudiante sea competente en el saber, hacer y ser sobre el objetivo específico del curso.

En este caso, el estudiante debe ser competente en saber programar (planear en el tiempo) un proceso constructivo, hacer una programación de obra para un proceso constructivo y ser finalmente un programador de obra que responda ante un requerimiento real en una obra civil.

En la práctica, al momento de plantear el problema o situación problemática se debe tener en cuenta que el alumno debe investigar en un marco referencial que viene adjunto en el problema, que el docente estará disponible para guiarlo y asesorarlo y que luego tendrá un software como apoyo para responder a la pregunta base del problema.

➤ Paso 1

Se plantea el problema a través de preguntas típicas que apoyan al docente en el inicio del taller, esta debe ser clara, concisa y debe establecer que debe entregar. Se proponen algunos ejemplos que no son camisa de fuerza, y donde se aclara que pueden ser diferentes mientras cumplan con los postulados del ABP:

- A través de la información disponible en las siguientes lecturas y referencias bibliográficas sobre el proceso de construcción de zapatas; realice una estimación de ¿cuánto tiempo puede durar un constructor (x) en ejecutar dicha actividad?
- Cuanto tiempo mínimo consume un constructor de obras civiles en construir la cimentación de la edificación (x) de acuerdo con los planos de construcción que entrego el grupo diseñador (x).

➤ Paso 2

Se debe indicar claramente la información que se pone a disposición de los alumnos para que investiguen en un grupo de trabajo y se estimula en este caso que la investigación vaya dirigida hacia conseguir la información relevante que se necesita para resolver el problema.

En este paso, las lecturas de apoyo, fotografías del proceso constructivo, incluso videos de apoyo de la construcción de zapatas y las referencias de artículos en bases de datos donde se pueda acceder de forma virtual son un aporte clave para que el alumno sea competente en saber que actividades de obra se deben ejecutar para realizar una construcción.

Para resolver este paso, en el presente trabajo de grado se realizó una compilación a nivel de un marco teórico en imágenes (para los procesos constructivos: Zapatas, Vigas, Columnas, Losas de entrepiso, Mampostería y Acabados) del paso a paso que se debe realizar en cada proceso constructivo. Información que se deja a disposición de los docentes para incluirla como información de apoyo en cada taller. Igualmente quien se encargue de aplicar esta metodología puede incluir o excluir la información que considere que sea relevante o la que no sea relevante para resolver el problema.

Por otro lado, el juicio de los expertos es una información base para cualquier proceso y sobre todo para el proceso de la gestión del tiempo; este papel en el aula lo debe realizar el docente con un apoyo en tiempo real mientras el alumno está investigando y como resultado de esa actividad tendrá preguntas en las cuales el

docente debe actuar como guía y asesor para que el estudiante tenga la base para resolver el problema.

➤ Paso 3

En la gestión del costo como proceso se deben realizar una serie de actividades para llegar finalmente a realizar una programación de obra.

En la presente investigación se referencia al Project Management Institute (PMBOK, 5 edición) y se establece un capítulo donde se extrae los entregables de cada actividad para que el alumno y docente lo tengan como referencia. Sin embargo, la propuesta está dirigida a que el alumno con apoyo del Software “Oracle Primavera Project Planner P6” realice cada una de estas etapas y llegue finalmente a la elaboración de una programación de obras para un proceso constructivo y que pueda estimar cuantas unidades de tiempo se consumen para realizarla.

Para efectos prácticos se entrega en la presente investigación un paso a paso de cómo realizar las actividades de la elaboración de una programación de obra en el Software “Oracle Primavera Project Planner P6”. Lo anterior, a manera de instructivo de un paso a paso, en este caso, la propuesta se dirige a cambiar la forma tradicional de enseñar a manejar un software como una manual de instrucciones por la propuesta de ir directamente a la elaboración de un programa de obra y aprender los comandos claves y relevantes para esto y las funciones adicionales las aprenderá el alumno en sus horas de trabajo independiente.

Finalmente el paso 3 obedece a un paso a paso para la elaboración de un programa de obra en el Software “Oracle Primavera Project Planner P6” como apoyo para que el alumno sea competente en el hacer.

➤ Paso 4

En la propuesta este paso tiene una participación clave del docente y del alumno en la discusión que surge al trabajar en la propuesta de solución del problema real; lo anterior, para analizar por parte del alumno la importancia del trabajo colaborativo, a que se desarrolle su razonamiento, a que se autoevalúe verificando si logro el objetivo o no, que identifique lo que le falta mejorar y que finalmente sea un programador de obra.

En la práctica, al final del taller se debe evaluar la actividad, para esto, el docente debe monitorear la existencia o cumplimiento de los objetivos de aprendizaje adecuados al nivel de desarrollo de los alumnos. En este caso, lo alumnos deben

estar en la capacidad de autoevaluarse éticamente individualmente y en grupo y el docente debe verificar el proceso y no solo el resultado.

El taller que se propuso está planteado y estructurado de la siguiente manera:

TRABAJO DE CLASE – PRIMAVERA P6

- A.** A través de la información disponible en las siguientes lecturas y referencias bibliográficas sobre el proceso de construcción de zapatas; realice una estimación de ¿cuánto tiempo puede durar un constructor en ejecutar dicha actividad?
- B.** Calcule el tiempo mínimo (ruta crítica) que puede tardar en ejecutarse esta actividad.

INFORMACIÓN DEL PROYECTO:

- **Nombre del Proyecto:** MONTERREDONDO
- **Descripción del proyecto:** Construcción de una sede de recreación pasiva del adulto mayor ubicada en la calle 64 con carrera 16, barrio Monterredondo del Municipio de Bucaramanga.
- El proyecto maneja un horario de lunes – Sábado, los Domingos no se labora.
- El lote de la obra consta de un Área de 60 m², se requiere realizar excavación de 270 m³ de material común y 1 m³ de zapatas en concreto de 3000 Psi.

INFORMACIÓN BASE:

Para ejecutar el proceso de planeación de la programación del proyecto se tiene como base la siguiente información:

- Listado que actividades que se realizan para la construcción de una zapata (Esquema y Teoría). **Página 43.**
- Listado que actividades (secuencia) para la construcción de una zapata (Imágenes reales). **Página 84.**
- Procesos para realizar una programación (PMI Guide). **Página 110.**
- Información sobre rendimientos y duraciones. **Página 122.**

- Procesos para realizar la programación de una ZAPATA en el Software “Oracle Primavera Project Planner P6”. **Anexo 3.**

C. Investigar y obtener información propia.

D. Obtenga y plantee conclusiones y recomendaciones a partir del ejercicio realizado.

E. Realice una Autoevaluación teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Usted supo utilizar el software?
- Usted pudo hacer la programación en el software?
- Al resolver el problema, se considera usted un Programador?

9.1. INFORMACION BASE DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS ACTIVIDADES DE UN PROYECTO DE OBRA CIVIL

9.1.1. INFORMACIÓN A NIVEL DE ESQUEMA Y TEORÍA

9.1.1.1. CIMENTACIONES Y ZAPATAS

Las cimentaciones son las bases que sirven de sustentación al edificio; se calculan y proyectan teniendo en consideración varios factores tales como la composición y resistencia del terreno, las cargas propias del edificio y otras cargas que inciden, tales como el efecto del viento o el peso de la nieve sobre las superficies expuestas a los mismos.

Todos los edificios poseen un peso propio dado por:

- La Estructura
- Elementos Constructivos: Paredes, Techos, Carpinterías, etc.
- Todo aquello que se coloca al momento de habitarlo, es decir: mobiliario, electrodomésticos, etc.
- Otras cargas: Del mismo modo, influyen en los edificios cargas importantes como el peso de la nieve sobre las cubiertas o la incidencia de los vientos en fachadas o sobre superficies expuestas a los mismos.

El edificio debe estar proyectado contemplándose estas variables para evitar agrietarse, hundirse, inclinarse o colapsar.

La estructura del edificio se compone de elementos tales como pilares, vigas, paredes, techos, etc., y ha de tener la suficiente resistencia para soportar estos pesos.¹²

La estructura del edificio se sostiene y logra estabilidad a través de sus cimientos. Los cimientos pues, son las bases donde apoya un edificio y son los que transmiten y distribuyen las cargas del edificio al terreno.

Después de efectuar los movimientos de tierra en una obra, y de transportar las tierras extraídas, se ejecuta la construcción de los cimientos sobre los que se asentará la edificación realizando previamente el replanteo.

Las zapatas son miembros estructurales que se encargan de transmitir la carga total de columnas, pilares o muros, incluyendo su peso propio sobre un área de terreno

¹² Construmática. Arquitectura, construcción e ingeniería.

suficiente para que los esfuerzos transmitidos estén dentro de los límites permitidos para el suelo que la soporta.

Los esfuerzos críticos que se provocan en las zapatas son:

- Esfuerzos de Compresión
- Presión del suelo
- Esfuerzo de corte
- Momento flector

En general son de planta cuadrada, pero en la proximidad las colindancias suelen hacerse rectangulares. Se hacen de concreto armado para que sean capaces de distribuir fuertes cargas en una superficie importante. Esta solución será satisfactoria mientras las zapatas no se junten demasiado; de ocurrir esto será mejor la cimentación corrida. Está formada por concreto armado, esto quiere decir que está conformada por concreto y acero, el cual debe ir armado según los cálculos de las cargas que reciba dicha cimentación. Este tipo de cimentación se utiliza en obras donde el área de construcción es grande y en donde las zapatas aisladas se juntan.¹³

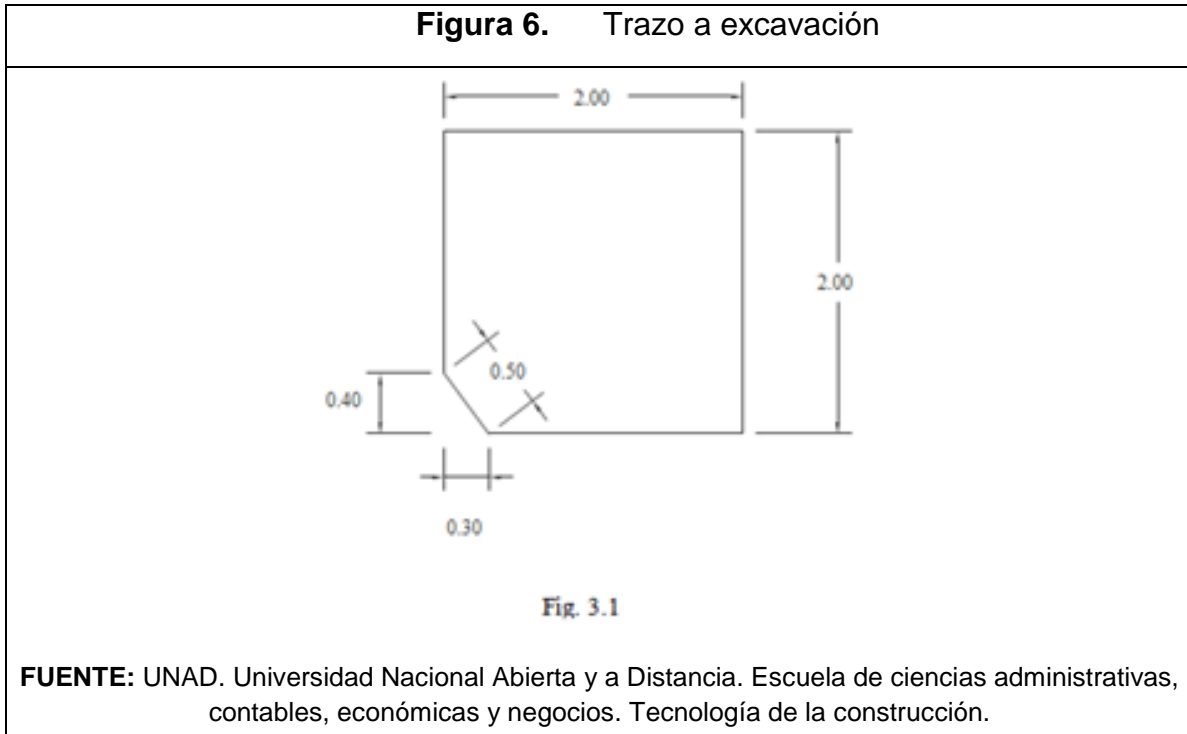
Los tipos de zapatas pueden ser:

- Aisladas.
- Combinadas.
- Continúas bajo pilares.
- Continúas bajo muros.
- Arriostradas.

¹³ PROCESO CONSTRUCTIVO EN EDIFICACIONES. FONDO NACIONAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.

9.1.1.1.1. PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA ZAPATA AISLADA CONSTRUIDA EN OBRA

- a) Trazo a excavación: El trazo de la zapata se hace utilizando la regla 3-4-5 para que los lados queden Perfectamente perpendiculares. Esta regla consiste en medir de un costado 30 cm., del Otro costado 40 cm. y la diagonal según el teorema de Pitágoras debe de dar 50 cm.



Una vez hecho el trazo de la zapata se procede a excavar hasta llegar al terreno resistente. En caso de que exista estudio de mecánica de suelos se deberá llegar a la profundidad que dicte el estudio. Al llegar al estrato resistente se procederá a compactar con una compactadora de motor excéntrico para que vibre y comprima con el objeto de que el terreno obtenga deformaciones de cero y de esta manera evitar que el terreno se deforme con las cargas de la zapata.¹⁴

- b) Colocación de una plantilla de concreto: Una vez compactado el terreno se procede a colar una plantilla de concreto con una resistencia a la compresión de $f'c = 100 \text{ Kg. /cm}^2$ y un espesor de 5 cm. sin armado, esto con el objeto de evitar que se deteriore el suelo que ya está preparado y compactado y en caso de lluvia que la estructura del terreno no se modifique.

¹⁴ Proceso constructivo en edificaciones. Fondo nacional de formación profesional de la industria de la construcción.

Figura 7. Colocación de una plantilla de concreto

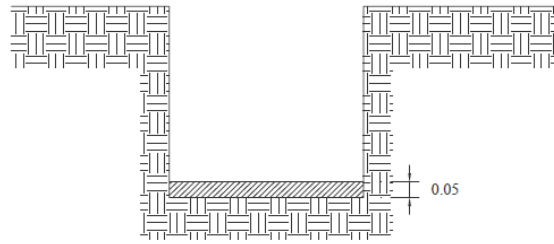


Fig. 3.2 Plantilla de Concreto sin armado $F'c=100\text{kg/cm}^2$

FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

c) Colocación de acero inferior de la zapata: Se procede a colocar el acero inferior de la zapata utilizando varilla de marcas reconocidas que garanticen una resistencia de $f_y = 4200 \text{ Kg. /cm}^2$ y en caso de utilizar varillas de laminadoras no conocidas se deberá de pedir una prueba de laboratorio con el objeto de cerciorarse que la fatiga de fluencia de la varilla de esa laminadora no sea menor de $f_y = 4200 \text{ Kg. /cm}^2$. La varilla deberá de tener un doblez en los extremos para garantizar la adherencia y el anclaje.¹⁵

Figura 8. Colocación de acero inferior de la zapata

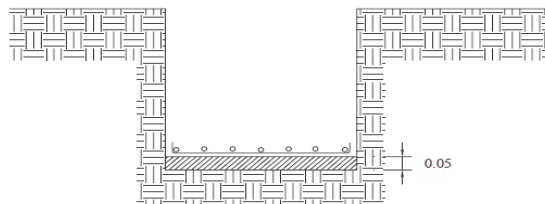
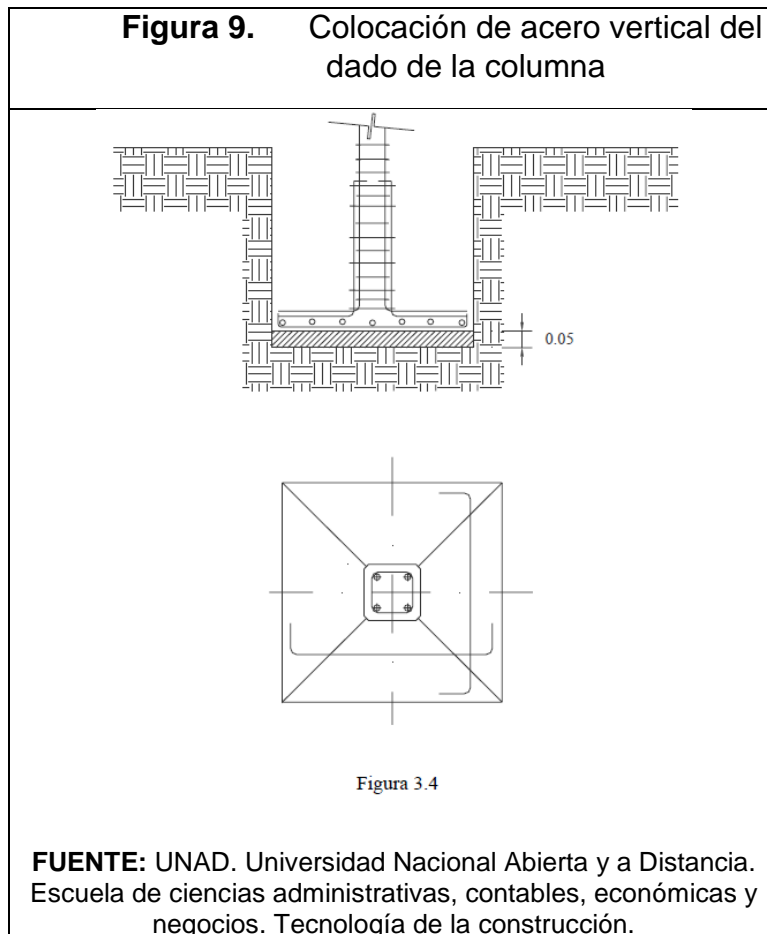


Fig. 3.3 Isométrico de parrilla

FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

¹⁵ Proceso constructivo en edificaciones. Fondo nacional de formación profesional de la industria de la construcción.

d) Colocación de acero vertical del dado de la columna: Se arma el acero del dado de la columna con sus respectivos estribos de varilla dejando la longitud de anclaje del dado hacia los vértices de la zapata, se coloca el dado y se amarra alambre recocido a la varilla de la parrilla de la zapata.



e) Colocación del acero vertical de la columna: Se armara la columna, si la columna es de concreto se construirá con su altura final más el anclaje de apoyo en el acero inferior de la zapata, si la columna es de acero el armado de la columna se cortara a la altura del dado y deberá de tener incluida una placa metálica de apoyo de la columna con sus anclas.¹⁶

¹⁶ Proceso constructivo en edificaciones. Fondo nacional de formación profesional de la industria de la construcción.

Figura 10. Colocación de acero vertical de la columna

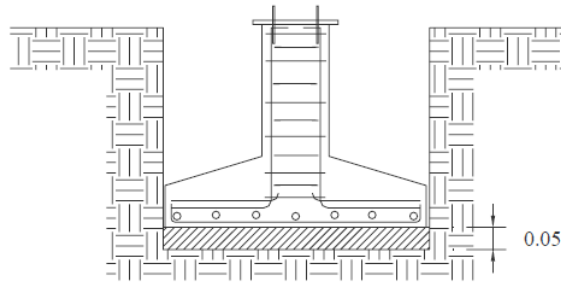


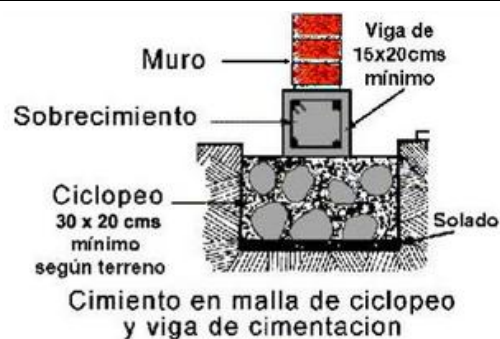
Fig. 3.5

FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

9.1.1.2. VIGAS

Son las vigas que enlazan las columnas a nivel de cimentación. En el caso de cimentación en concreto ciclópeo o zapatas continuas, las vigas se ubican sobre el cimiento. En el caso de zapatas aisladas o dados de cimentación de pilotes, las vigas cumplen una función de articular estos elementos a nivel de cimentación. Se construyen en concreto de 3000 PSI (210 Kg/cms²) y se refuerzan con el hierro indicado en los planos estructurales de cimentación. Su unidad de medida es el metro cúbico.¹⁷

Figura 11. Vigas que enlazan columnas de cimentación

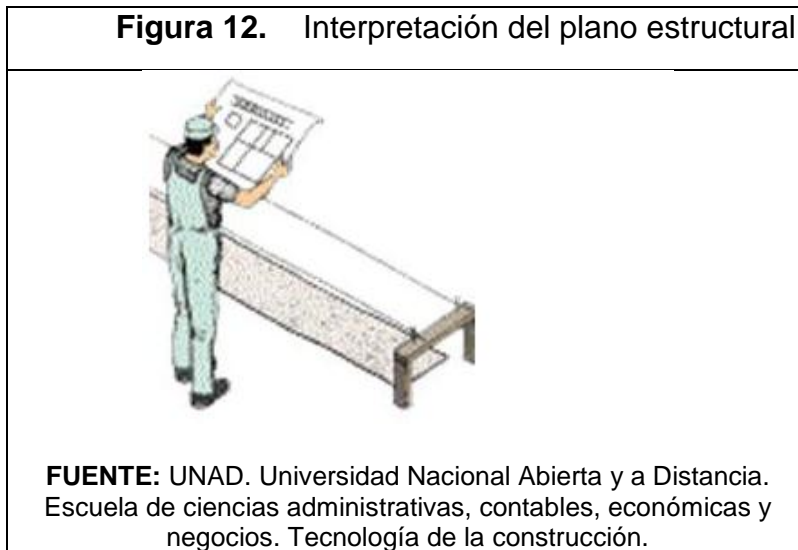


FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

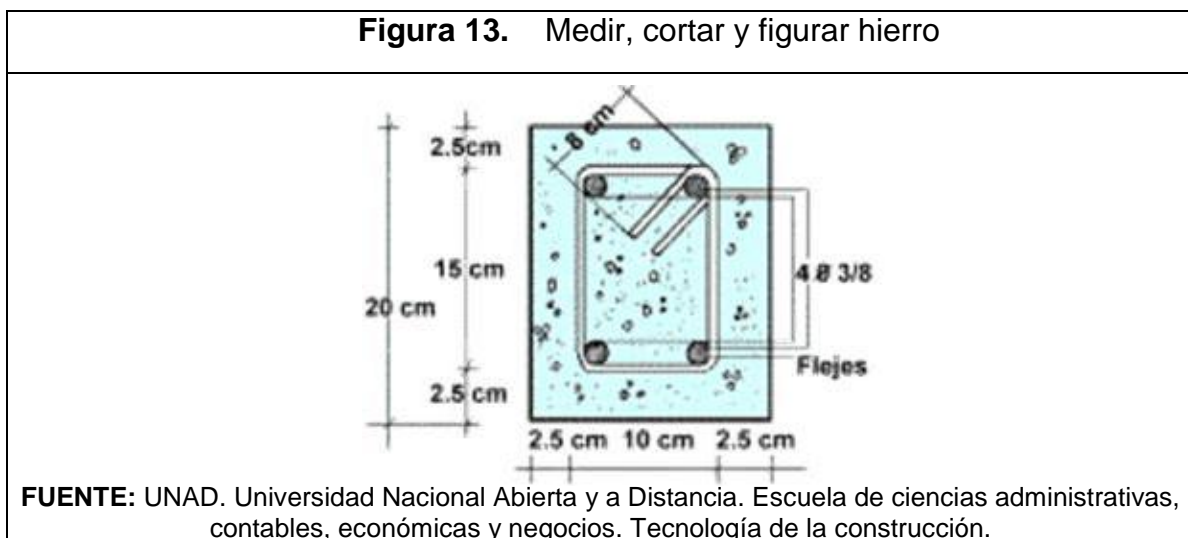
¹⁷ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

9.1.1.2.1. PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA VIGA

- a) Interpretar el plano estructural: En éste se puede ver: dimensiones, localización de armadura y sus diámetros, distancias y flejes. También figuran en el plano los anclajes entre vigas, así como los anclajes para los cimientos y las columnas.



- b) Medir, cortar y figurar el hierro: Teniendo como base las especificaciones que dan los planos estructurales proceda a medir y cortar el hierro principal para la viga, el de los flejes, y el de las columnas. Para la viga de la figura se requieren 4 varillas de $3/8$ como refuerzo principal y varilla de $1/4$ para estribos o flejes.¹⁸



¹⁸ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- c) La figuración de los estribos: Se realiza teniendo en cuenta el recubrimiento del hierro con hormigón. En el caso de una viga de 15 cm de ancho por 20 cm de alto, se debe hacer el estribo dejando 2.5 cm para recubrimiento a cada lado, lo que hace que el estribo quede de 10 cm de ancho por 15 cm de alto y un gancho interno de 8 cm para que se ancle en el hormigón. Por lo tanto se debe cortar la varilla para este estribo de una longitud igual a: $15+10+15+10+8+8= 66$ cm.

Figura 14. Figuración de los estribos



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- d) Armado de la canasta para la viga y la columna: Se preparan hilos de alambre dulce # 18 en longitudes de 20 cm y con el bichiroque o gancho para amarrar se procede a armar la canasta teniendo en cuenta que los estribos van más juntos a los extremos de la viga, cerca de las columnas, por lo tanto allí se colocan a 10 cm y en los centros a 20 cm.¹⁹

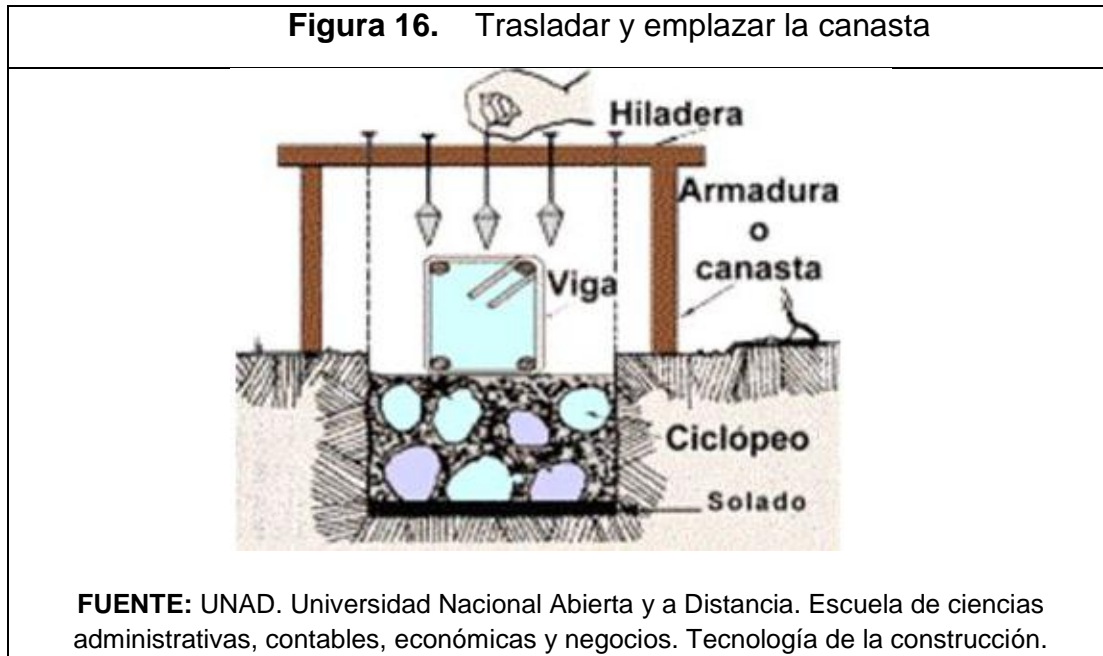
Figura 15. Armado de canasta para viga y columna



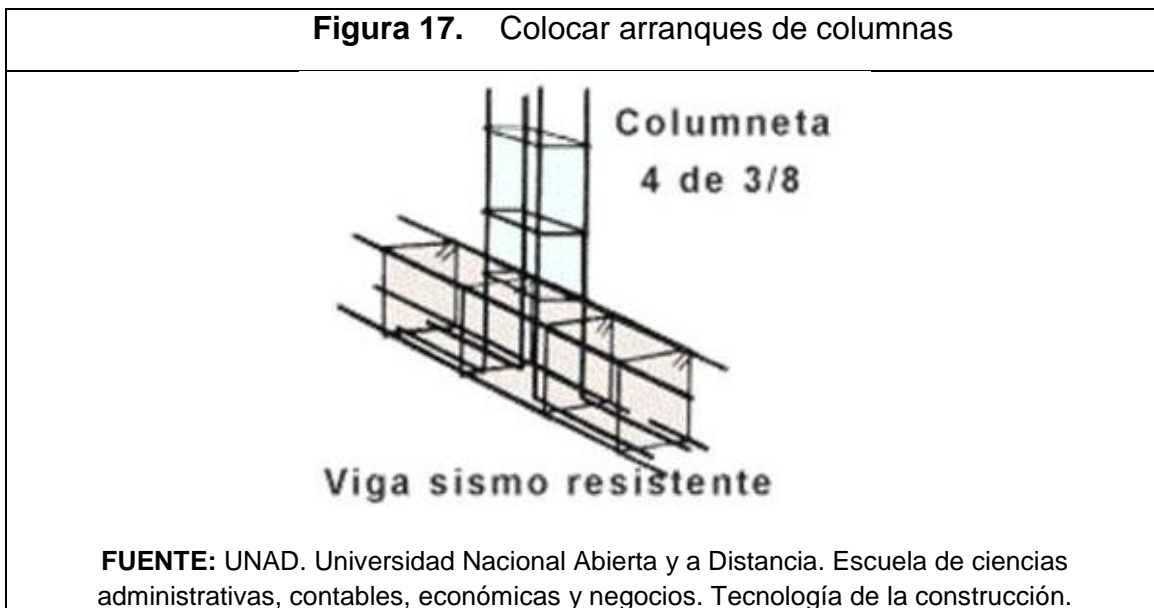
FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

¹⁹ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- e) Trasladar y emplazar la canasta: Se lleva la canasta y se coloca sobre el cimiento (concreto ciclópeo, zapata o dado de pilotes); y se realiza los empalmes o traslapes necesarios con el cimiento de acuerdo con las especificaciones.



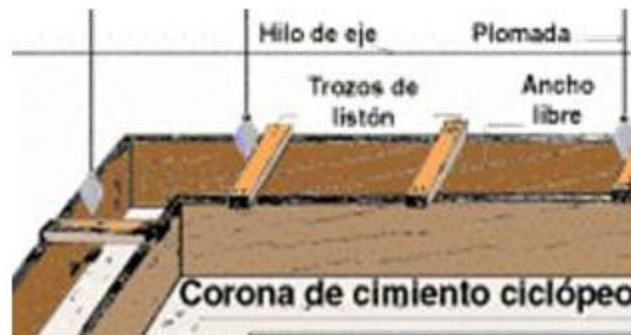
- f) Colocar arranques de columnas: Los arranques de columnas se anclan o amarran después de colocada la canasta de la viga de cimentación.²⁰



²⁰ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- g) Armar y colocar formaleta o encofrados de madera: Se untan con aceite quemado o con parafina con acpm los testeros de la formaleta para que el hormigón no se pegue del encofrado. Se procede a localizar la formaleta teniendo como guía los ejes de la viga, se colocan a plomo los tableros o testeros en las orillas, y se clavan listones en la parte superior para que el ancho de la viga se mantenga uniforme.

Figura 18. Colocar formaleta de madera



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- h) Clavar y arriostrar el encofrado: Es necesario colocar, como se muestra en el dibujo, riostras o diagonales clavadas en las orillas para que resistan el empuje lateral del hormigón durante al vaciarlo. La canasta se levanta sobre unas piedras o panelas para que quede separada del fondo y completamente embebida en el hormigón. Se marcan los niveles, estableciendo la altura de la viga y se fijan unos clavos para enrasar la corona del cimiento.
- i) Fundida de la viga: Se procede a fundir la viga para lo cual se utiliza un concreto de 3000 PSI. Durante el vaciado se debe chuzar el hormigón con una varilla de 1/2 o 5/8 de pulgada y vibrar con una maceta de caucho mediante golpes suaves sobre la formaleta, o vibrar con vibrador mecánico sin excederse para no causar disgregación de los materiales.²¹

²¹ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

Figura 19. Fundida de la viga



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- j) Nivelar corona de la viga: Colocando un hilo entre los clavos de nivelación y con la ayuda del palustre se procede a emparejar el concreto u hormigón hasta el tope que marca el hilo para que así quede nivelada la corona.²²

Figura 20. Nivelar corona de la viga



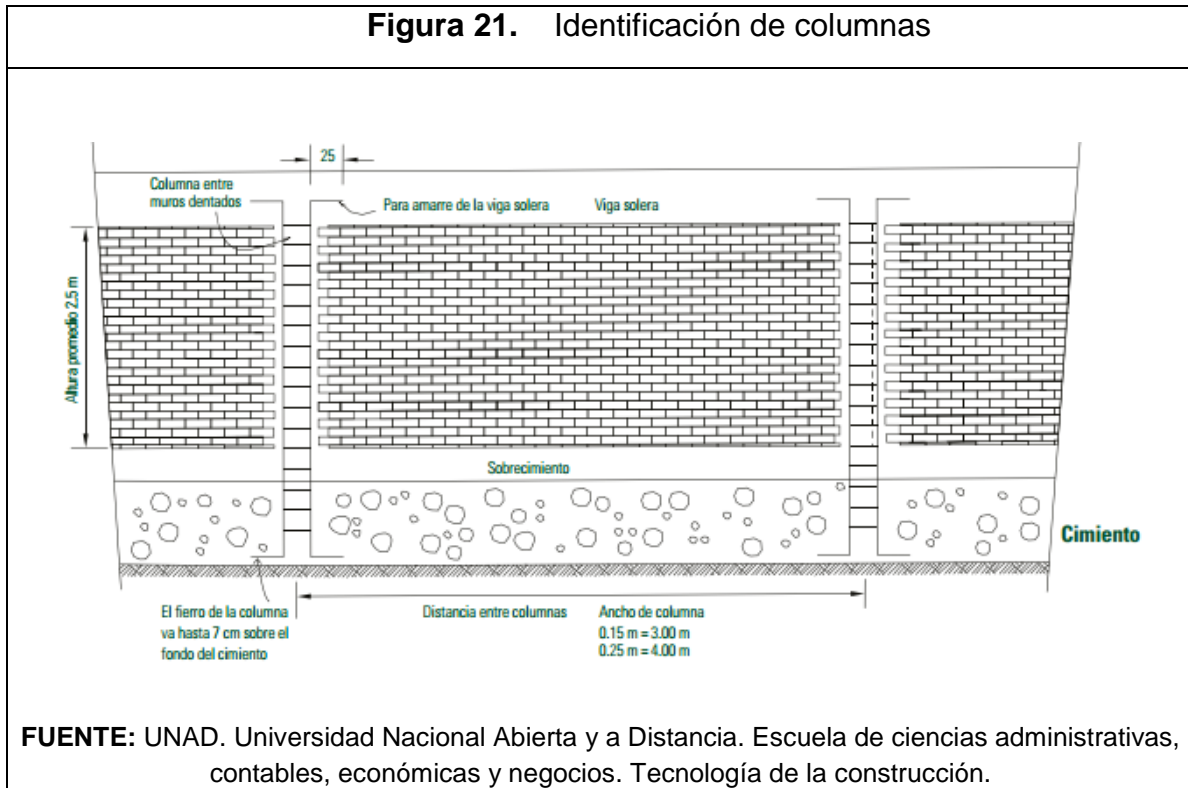
FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- k) Desencofrado y curado: Después de pasadas 12 horas, o al día siguiente de fundida la viga de cimentación se procede a desencofrarla, quitando con mucho cuidado la formaleta y luego rociando con agua la viga por 7 días consecutivos, como mínimo, según lo establece la norma NSR-98.

²² UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

9.1.1.3. COLUMNA

Las columnas son refuerzos de concreto armado (concreto y fierro) indispensables para que el muro sea resistente. Se construyen entre paños de muros a los que se ha dejado dentados los ladrillos de los extremos. Deben ser vaciadas íntegramente con el muro y se inicia del lomo del cimiento, nunca del sobrecimiento.



9.1.1.3.1. PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA COLUMNA

- a) Hechura de la armadura según detalle en los planos: Para el primer paso se debe contar con un plano (Diseños estructurales de la edificación), no se construirán columnas solo porque sí, será debido a que se debe construir un piso, y las columnas serán las encargadas de que efectuarán la acción.²³

Para empezar a dar inicio, se traza el espacio entre columnas y las medidas que tomarán cada una, luego se procede a armar los refuerzos con varillas, de tal manera que los refuerzos exteriores (varillas horizontales) rodearán las varillas internas (varillas verticales), se sueldan las varillas para que no haya

²³ Manual de construcción. Cemento lima S.A.

movimiento y se dará continuación al refuerzo hasta que se alcanza la medida indicada del plano.

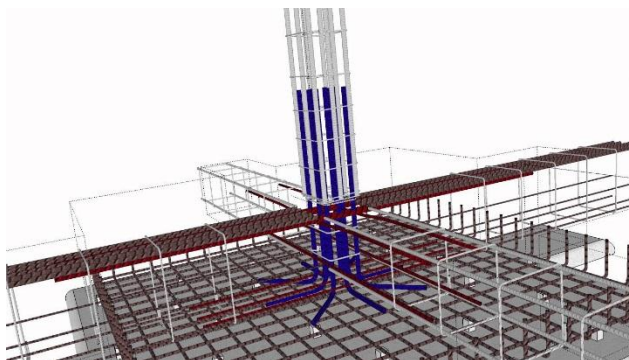
Figura 22. Armado según detalle en planos



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

b) Colocación de la armadura amarrándola a la parrilla de la zapata.

Figura 23. Armadura amarrada a la parrilla de la zapata

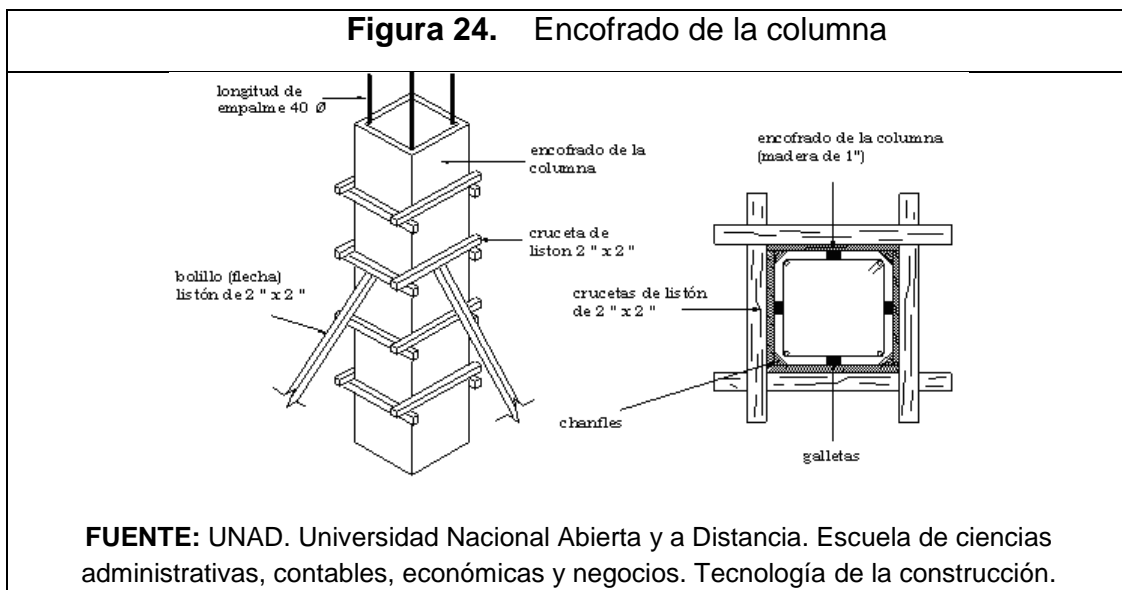


FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

c) Colocación de los helados de concreto de acuerdo al recubrimiento especificado.

d) Colocación del encofrado de la columna: Las *formaletas laterales serán necesarias para que al verter el cemento o la mezcla, esta no se derrame*, es como una pared que evitará el paso de la sustancia, para crear una formaleta, se necesitará láminas de aluminios o tablonces de madera y entre cada tablón se ubicará un bocel para evitar la dilatación entre cada lámina o tablón.

La formaleta se colocará de tal forma que rodee la estructura metálica y se colocarán "form clamps" que son pequeños tubos que permiten la unión de una formaleta con otra.



e) Vaciado de concreto vibrándolo: Posteriormente se vierte la mezcla de arena, agua y cemento y se golpearán las tablillas de la construcción para evitar que queden burbujas de aire y de esta manera que la columna sea más segura.²⁴

²⁴ Manual de construcción. Cemento lima S.A.

Figura 25. Vaciado y vibrado de concreto



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- f) **Desenmoldado:** Para finalizar la columna, solo se esperará que la mezcla se endurezca por completo y pasada esta acción, se retirarán las formaletas laterales.²⁵

Figura 26. Desenmoldado



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

²⁵ Manual de construcción. Cemento lima S.A.

9.1.1.4. LOSA DE ENTREPISO (PLACA)

Las losas o placas de entrepiso cumplen las siguientes funciones:

-Función arquitectónica: Separa los espacios verticales, formando los diferentes pisos de una construcción; de igual manera, pueden funcionar como placa de cubierta. Para que esta función se cumpla de una manera adecuada, la losa debe garantizar el aislamiento del ruido, del calor y de visión directa, es decir, que no deje ver las cosas de un lado a otro.

-Función estructural: Las losas o placas deben ser capaces de sostener las cargas de servicio como el mobiliario y las personas, lo mismo que su propio peso y el de los acabados como pisos y revoques. Además forman un diafragma rígido intermedio, para atender la función sísmica del conjunto.

La unidad de medida de las losas de entrepiso es el metro cuadrado. Pueden construirse en: Concreto reforzado, fundido monolíticamente; concreto aligerado con casetón de madera, ladrillo icopor o metálicas, y en placas prefabricadas de concreto. A continuación se describirá cada tipo:

- Losas de concreto reforzado, fundido monolíticamente: Conocidas como losas macizas. Tienen un espesor entre 8- 15 cm. Se funden en sitio y están armadas con barras de acero que forman una parrilla en las dos direcciones, y vigas de amarre perimetrales a través de las cuales se apoya la placa en los muros o columnas de carga.²⁶

Figura 27. Losas de concreto fundidas monolíticamente

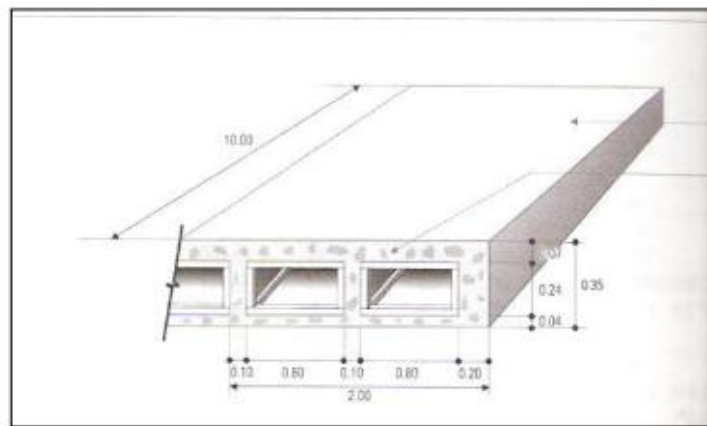


FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

²⁶ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- **Losa de entrepiso aligerada:** Este tipo de losa, también se funde en sitio. Se realiza colocando en los intermedios de las vigas y viguetas, bloques, ladrillos, casetones de madera o metálicos (cajones) o icopor con el fin de reducir el peso de la estructura e incrementar el espesor para darle mayor rigidez transversal a la losa. Su espesor varía entre 30-60 cms.

Figura 28. Losas de concreto aligeradas

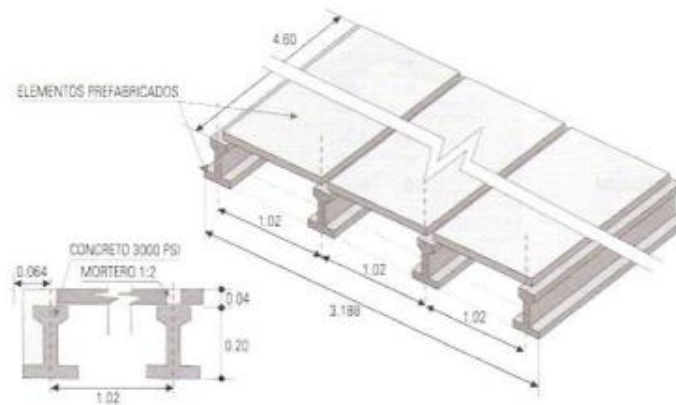


FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- **Losa en placas prefabricadas de concreto:** es la que se construye en obra o fuera de ésta utilizando los mismos materiales que las losas anteriores y luego de un tiempo en el cual ha endurecido el concreto, son montadas a los muros fundiendo después la viga de amarre perimetral. A continuación se muestran algunos ejemplos de losas prefabricadas:
 - **Losa de entrepiso vigueta placa:** placa prefabricada en concreto de 4-5 cm, apoyada en viguetas de concreto prefabricadas.²⁷

²⁷ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

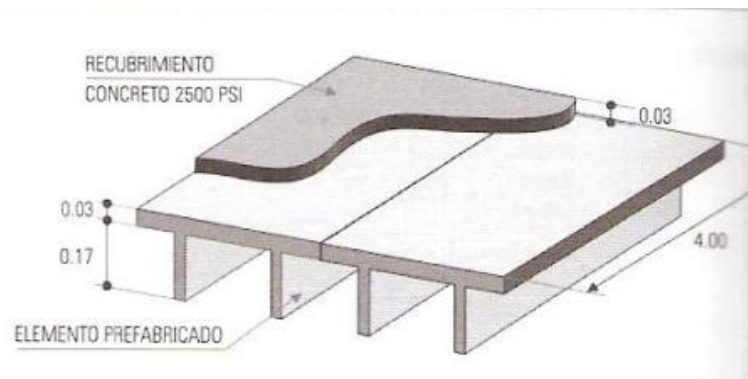
Figura 29. Losa de entrepiso vigueta placa



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- **Losa de entrepiso placa lista:** placa prefabricada en concreto de 3 cm, apoyada en viguetas de concreto prefabricadas.

Figura 30. Losa de entrepiso lista

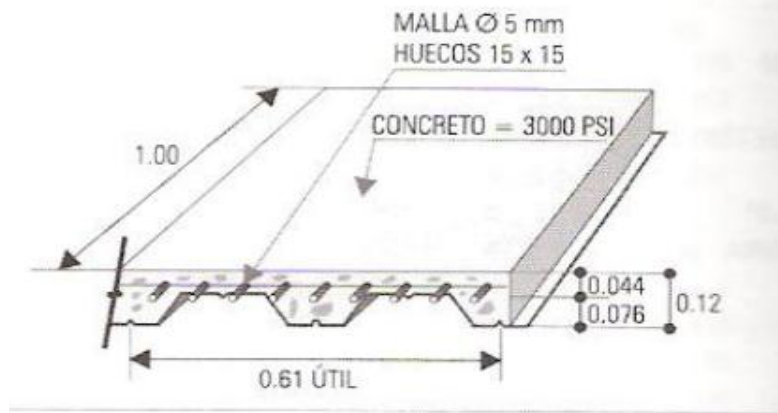


FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- **Entrepiso metaldeck:** losa maciza en concreto de 4-5 cm de espesor apoyada en lámina de metaldeck. La lámina de metaldeck hace las veces de viguetas.²⁸

²⁸ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

Figura 31. Entrepiso metaldeck



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

9.1.1.4.1. PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA PLACA

a) Preparar el puesto de trabajo:

-Herramientas: Serrucho, escuadra, martillo, marco de sierra con segueta, gancho para amarrar el acero (bichiroque), pala, pica, palustre, boquillera, grifa (perro), flexómetro, hilo, lápiz.

-Equipo: Mezcladora, andamio, escalera, baldes, banco para figurar el acero, carretilla.

-Materiales: Madera, (tablas, largueros, tacos), clavos de 3", 2", 2 1/2", acero de refuerzo, tuberías PVC sanitaria y eléctrica, alambre cocido No. 18, cemento, arena, triturado, agua, impermeabilizante.

b) Amar encofrado o formaleta: El encofrado es la estructura temporal que sirve para darle al concreto la forma definitiva. Su función principal es ofrecer la posibilidad de que el acero de refuerzo sea colocado en el sitio correcto, darle al concreto la forma y servirle de apoyo hasta que endurezca, está constituido por el molde y los puntales (tacos), que pueden ser metálicos o de madera.²⁹

²⁹ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

Figura 32. Armado de encofrado o formaleta



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

c) Colocación del refuerzo:

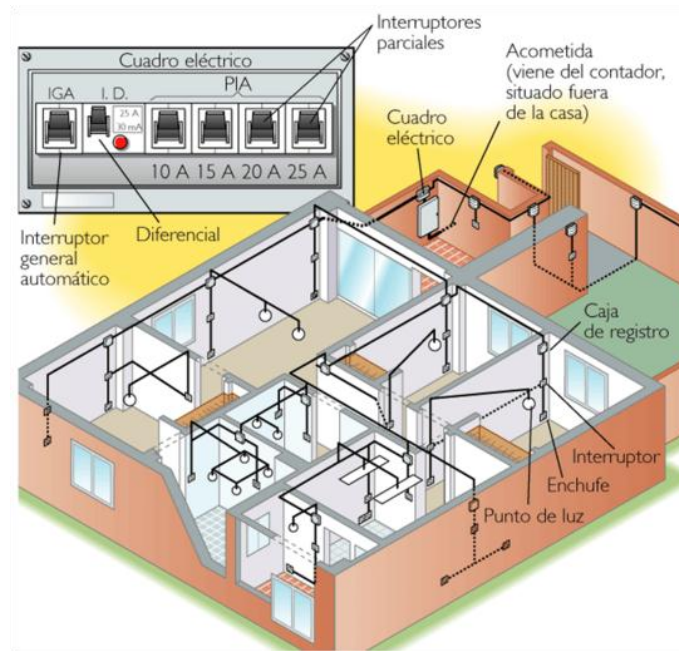
Figura 33. Colocación del refuerzo



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- d) Instalación de ductos eléctricos: Estos son los tubos que se colocan entre la losa para luego introducir los cables de energía. Se inicia la labor, colocando las cajas hexagonales coincidiendo con el centro de las alcobas. Luego, se unen todas las cajas con tubería saliendo desde la caja de entrada. Finalmente, para los interruptores y tomacorrientes se saca un tubo desde cada caja hasta cada una de las paredes.

Figura 34. Instalación de ductos electricos

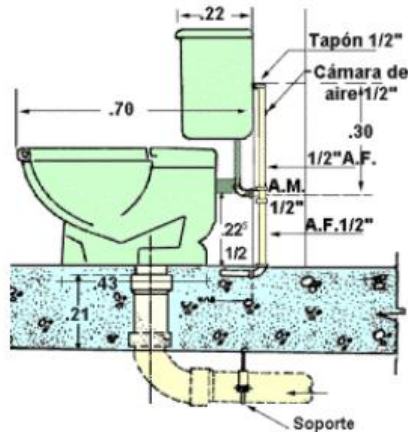


FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- e) Colocación de tuberías de desagües: Estas se colocan de acuerdo a los planos, pero es importante recalcar que en losas que tienen poco grosor (macizas) no se deben colocar tuberías que atraviesen vigas; en este caso, es mejor dejarlas colgadas por debajo de la losa y luego colocar un cielo falso para taparlas.³⁰

³⁰ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

Figura 35. Instalación de tuberías y desagues



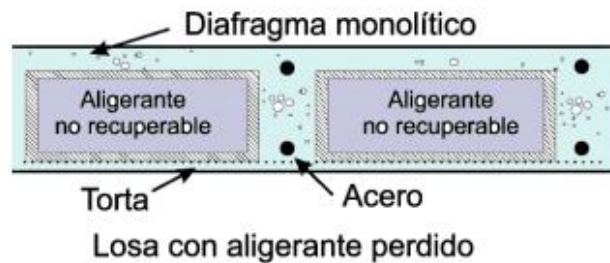
FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- f) Fundida de la losa de entrepiso: En losas macizas, el concreto u hormigón se coloca de forma uniforme a lo largo de toda la placa. En losas aligeradas, se debe iniciar con la fundida de la torta inferior con un espesor de 3 cm reforzada con malla electrosoldada; luego, se ubican los casetones y se funden las vigas y viguetas; finalmente, se funde la torta superior con un espesor de 5 cm. En ambos tipos de losas, durante la fundida, se debe estar chuzando el concreto con una varilla o con un vibrador de aguja el cual se coloca en forma perpendicular y a distancias no mayores de 60 cm.

Figura 36. Fundida de losa de entrepiso



Fundida de losa maciza



Fundida losa aligerada

FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- g) Curado y protección del hormigón:** Deberá hacerse el curado cubriendo totalmente las superficies expuestas con costales o gantes saturados de agua, o regando arena encima de la losa y saturarla con agua, o al menos manteniendo mojada la losa con una manguera. El humedecimiento deberá ser 84 continuo mínimo durante 7 días y el agua que se utilice para el curado deberá ser agua limpia.
- h) Desencofrado o retiro de formaletas:** El desencofrado se realiza siguiendo las siguientes recomendaciones, según las condiciones de clima en el sitio:

Tiempos mínimos de retiro de formaletas cuando no se disponen de estudios según comité del ACI:

- Tapas de columnas y testeros de muros y losas:
 - En clima cálido: 9 horas
 - En clima frío: 12 horas

- Tacos o puntales de losas vigas y escaleras:
 - En clima cálido: 11 días
 - En clima frío: 15 días
 - Luces que se consideren grandes: 21 días

9.1.1.5. MAMPOSTERIA

Cuando se habla de mampostería, el documento se está refiriendo a los muros que dividen los espacios en una edificación y que se construyen con unidades de mampostería perforadas verticalmente (bloques) o macizas (ladrillos). Estas unidades de mampostería, pueden ser en concreto o en arcilla. En un plano de planta o distribución, los muros son representados por medio de dos líneas que representan el grueso del muro, las ventanas son representadas por una o dos líneas en el centro del muro y las puertas se representan por un cuarto de circunferencia y una o dos líneas rectas, el espacio donde no se coloca puerta y sirve de pasillo se llama vano.³¹

Los muros de mampostería, según su función estructural pueden ser:

³¹ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

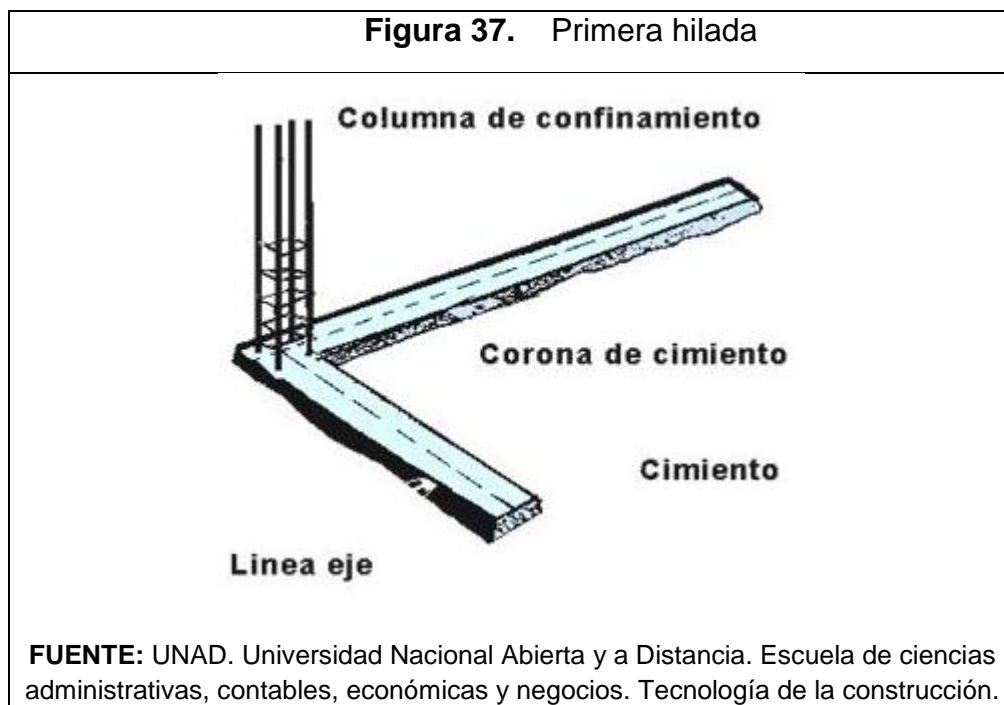
- Muros estructurales: Son aquellos que además de servir de muros divisorios, soportan su propio peso, las losas y techos de la edificación, y resisten las fuerzas horizontales causadas por un sismo o el viento.
- Muros no estructurales: Son los muros que solo sirven para separar espacios de la vivienda y no soportan más carga que la de su propio peso.

También, los muros se pueden clasificar según el sitio donde se colocan. Pueden ser:

- Muros de Fachada: los del frente de la edificación.
- Muros divisorios: los que separan un espacio de otro.
- Muros medianeros: los que separan una construcción con la del vecino.

9.1.1.5.1. PROCESO CONSTRUCTIVO DE MAMPOSTERIA

- a) Primera hilada: Se debe ubicar la línea exterior del borde de la primera hilada, marcándola sobre la viga de fundación, con referencia a los ejes de la construcción.³²

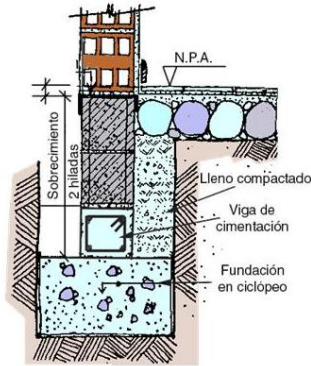


- b) Impermeabilización del sobre cemento: se define el sobre cemento como las hiladas de bloques que quedan debajo del nivel de piso. Por esto, debe ser

³² UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

impermeabilizado, para evitar el ascenso por capilaridad de aguas a través de la parte inferior del muro.

Figura 38. Impermeabilización del sobre cimiento

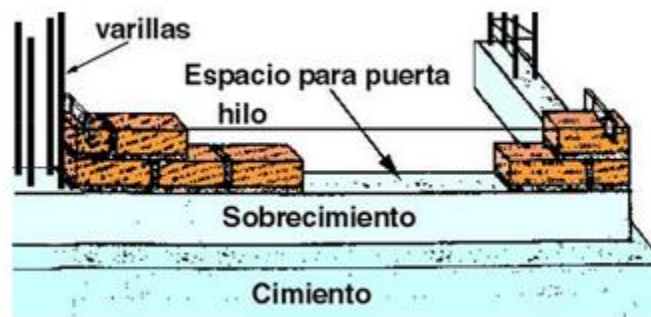


FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

c) Colocación de hiladas: Para la colocación de las unidades de mampostería, se debe tener en cuenta que:

- La superficie de apoyo debe estar limpia, seca y bien nivelada.
- las unidades de mampostería deben estar limpias y secas al momento de Pegarse.
- Las unidades de mampostería no deben presentar grietas ni desbordes.³³

Figura 39. Colocación de hiladas



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

³³ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- d) Corte de unidades de mampostería: las unidades que lo requieran, se cortarán empleando cortadoras de disco y pulidoras eléctricas para evitar la figuración del material.
- e) Pega de las unidades: Para la colocación de las hiladas en el muro, se debe:
- Preparar el mortero de pega, con arena y cemento con una dosificación 1:6 (una unidad de cemento por seis unidades de arena). El mortero se prepara en seco y luego se le va agregando agua en la batea de mezclar (artesa). El mortero debe cumplir con tres características: plasticidad (fácil de distribuir en las superficies de las juntas); consistencia (conserva la forma y el tamaño al ser colocado); retención del agua (que conserve el agua requerida para la hidratación del cemento). El mortero preparado debe usarse antes de 45 minutos-1 hora. Evitar utilizar morteros después de 2.5 horas de mezclado en seco.³⁴

Figura 40. Preparación de mortero de pega



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- Preparar las juntas de los bloques, antes de la pega de las unidades en la hilada, procediendo de la siguiente manera:

Las juntas verticales se preparan aplicando mortero en uno de sus extremos, después de haberlos apoyado en una superficie externa al muro, sobre su otro

³⁴ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

extremo. La preparación de las juntas verticales permite un relleno más adecuado y eficiente de éstas. Las juntas horizontales se preparan formando un canal con dos palustres e incorporando el mortero, o con la palma de la mano, a lado y lado de la arista horizontal superior externa de las unidades.

- Posteriormente, se procede a colocar los bloques previamente preparados de la siguiente hilada, verificando su posición correcta de alineamiento y de nivel. El espesor de las juntas de mortero de pega entre bloques es de 10 mm.
 - El reacomodo de unidades sólo se puede hacer cuando el mortero de pega esté aún fresco; por lo cual los bloques deben colocarse con mortero fresco.
- f) Acabado del muro: El acabo de las juntas debe hacerse antes que el mortero de pega se endurezca, pero que sea capaz de resistir la presión de un dedo para poder eliminar inmediatamente el excedente de mortero que escurra o sobresalga de la pared de cada unidad.
- g) Regatas de instalaciones: se ejecutarán solamente tres días después de hecho el muro, evitando así el fraguado incorrecto de los morteros de pega.

9.1.1.6. ACABADOS (PISOS, PINTURA Y FACHADA)

Los acabados están constituidos por aquellos elementos constructivos que se realizan para proporcionar la terminación del edificio y para que pueda ser puesta al servicio de quienes lo van a habitar, proporcionándoles satisfacción en cuanto a la comodidad y apariencia visual, así como protección a las mismas partes constitutivas de la edificación.

Tabla 3. Acabados (pisos, pintura y fachadas)	
	
<p>FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.</p>	

- **Pañete:** Es el revestimiento de **muros y techos** con una o varias capas de mezcla de arena lavada fina y cemento, llamada mortero, y cuyo fin es el de emparejar la superficie que va a recibir un tipo de acabado tal como pinturas, forros etc.; dándole así mayor resistencia y estabilidad a los muros. Este proceso también es llamado revoque o repello.

Clase de pañetes:

- Pañete liso: Es el que se hace para obtener una superficie lisa y pareja. Se utiliza normalmente en espacios interiores como salas, comedores, alcoba y en exteriores como fachadas y patios.
- Pañete rústico: Es el que se hace para obtener una superficie dispereja y se le da a ciertos tipos de superficies que van a quedar expuestas sin más recubrimientos. El pañete rústico puede tener diferentes modalidades como: el pañete rústico áspero, rústico asentado, rústico con gravilla, rústico ganteado, etc. y se utiliza normalmente en patios, cielorrasos y fachadas.³⁵

Tabla 4. Dosificación para morteros para Pañete

Tabla 1. Dosificación para morteros para Pañete		
Uso del Pañete	Cemento y arena por volumen	Factor agua /cemento
Muros interiores	1:5	Menor que 0.5
Muros exteriores	1:3	Menor que 0.5
Superficies de concreto	1:5	Menor que 0.5
Losas de concreto	1:4	Menor que 0.5
Cielos rasos	1:4	Menor que 0.5
Pañete rústico	1:5	Menor que 0.5

FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

³⁵ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

El factor agua cemento es la cantidad de agua medida en litros, que se le debe agregar a la mezcla por cada kilo de cemento utilizado de tal forma que se hidrate adecuadamente el cemento. En este caso, el factor agua cemento 0.5 recomendado en la tabla anterior, quiere decir que se debe agregar menos de 1/2 litro de agua por cada kilo de cemento ($1/2 = 0.5$) Esta cantidad puede variar de acuerdo a la humedad que tenga la arena.

Tabla 5. Espesor de pañetes

Tabla 2. ESPESORES DE LOS PAÑETES		
Base en el cual se coloca	Espesor en muro en mm	Espesor en cielos en mm
Malla de refuerzo	22	16
Muros	13	10
Concreto	13	13

FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

9.1.1.6.1. Proceso constructivo de un pañete

- a) Preparar superficie: Se retiran las protuberancias o partes salientes ocasionadas por sobrantes de material, con la hachuela o maceta y cincel y todo aquello que interfiera con la aplicación de mortero.³⁶

Figura 41. Preparación de la superficie



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

³⁶ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- b) Preparar mortero según dosificación: Se inicia cerniendo la arena en una zaranda y midiendo: primero la arena y luego el cemento; se revuelve en seco y se le agrega el agua en la artesa.

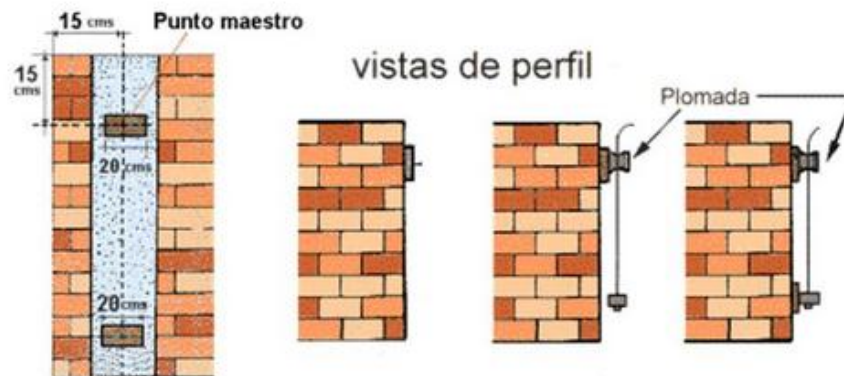
Figura 42. Preparación de mortero según dosificación



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- c) Localizar puntos maestros (Basado): Se localizan los puntos de referencia untando mortero a 15 cm del techo y a 15 cm de la pared contigua, colocando luego un pedazo de baldosín o madera para determinar el grueso del pañete; en seguida se busca la verticalidad con la plomada de pirulí o plomada de castaña con el punto de la parte inferior.³⁷

Figura 43. Localización de puntos maestros

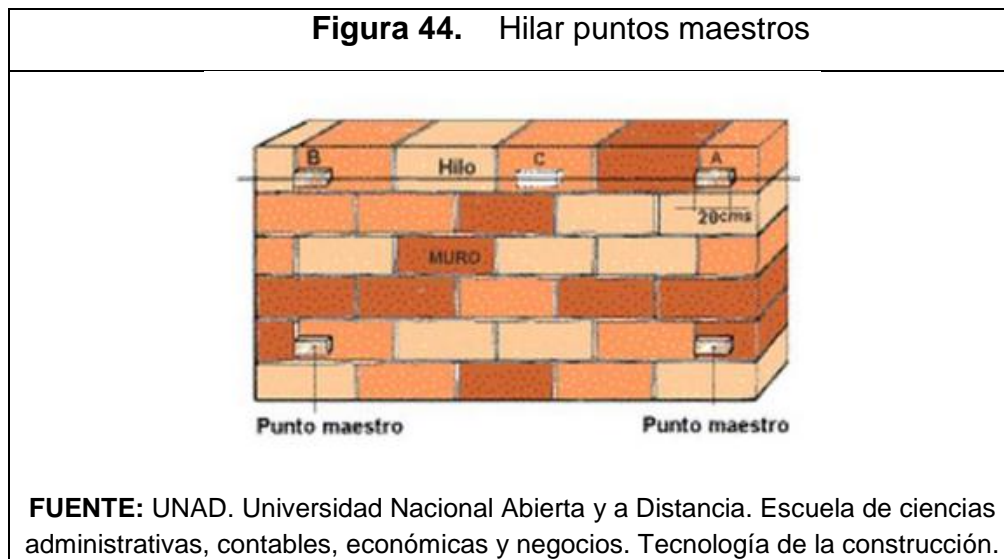


FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

³⁷ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- d) Hilar puntos maestros: Después de localizados los puntos maestros en un extremo del muro, se pasa al otro extremo y se hace lo mismo. Luego para colocar los puntos centrales se coloca el hilo entre los puntos orilleros y se localizan los puntos centrales colocando otros pedazos de baldosín que lleguen hasta el hilo, sin tocarlo.

Los puntos centrales se colocan a una distancia menor de la longitud que tenga el codal, así, si el codal mide 2 m, los puntos se colocan a 1.70 ó 1.80 mts.



- e) Realizar faja maestra: Primero se humedece el muro y se lanza mortero entre los dos puntos maestros hasta llenarlos, formando entre ellos una faja que luego es tallada por medio del codal o boquillera entre los dos puntos, esto se hace después de que el mortero a fraguado un poco, moviendo el codal suavemente de arriba hacia abajo y al mismo tiempo en forma horizontal.

Si quedan huecos se rellenan con mortero y se pasa nuevamente el codal hasta que la superficie quede plana.³⁸

³⁸ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

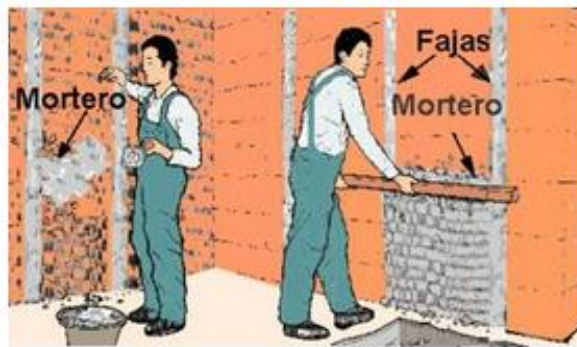
Figura 45. Faja maestra



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- f) Llenado de espacios entre fajas maestras: Luego se remoja el muro tratando que no quede muy saturado, luego con el palustre se lanza mortero entre las fajas hasta llenarlo completamente, y con la ayuda de un codal se recorta el mortero sobrante, tallando el codal entre las fajas maestras. Si quedan huecos se rellenan con mortero y se vuelve a tallar.

Figura 46. Llenado de espacios entre fajas maestras



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- g) Afinar el revoque o pañete: Una vez tallado el mortero, se procede a afinar, para lo cual se usa un mortero más plástico y con la ayuda de una llana de madera humedecida se va afinando o aplanando el pañete, haciendo movimientos circulares repetidos hasta lograr una superficie homogénea y compacta.³⁹

³⁹ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

Figura 47. Afinar el pañete

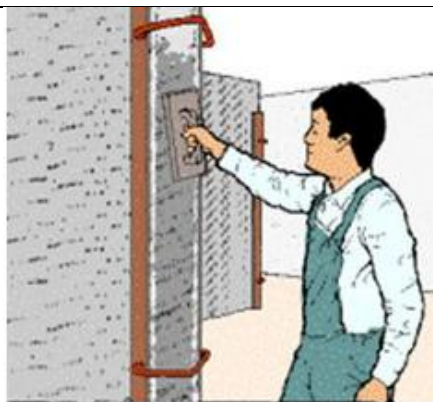


FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- h) Rematar y detallar la superficie: Consiste en retirar de los rincones los sobrantes de mortero y dejar bien definidos estos sitios a 90 grados.

Los remates en esquinas se confeccionan colocando dos codales aplomados, sostenidos por dos ganchos (hechos de varilla de 3/8) y rellenando el centro con mortero; luego tallando el mortero entre los dos codales con otro codal o con la misma llana de madera.⁴⁰

Figura 48. Rematado y detallado de la superficie



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

⁴⁰ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- i) Realizar fillos y dilataciones: Los fillos se hacen en las esquinas de los muros. Las dilataciones se realizan cuando hay empate de dos materiales diferentes en los muros; por ejemplo: En la unión de muros y columnas, o muros y vigas, o losas. Las dilataciones en el pañete del muro se realizan haciendo una pequeña ranura horizontal o vertical según el caso con un ancho y profundidad de 1 cm.

Figura 49. Fillos y dilataciones



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- j) Curado: Las superficies de pañete se deben curar rociándolas con agua todos los días por lo menos durante una semana inmediatamente después de ejecutado.

Antes de aplicar estuco se debe dejar secar el pañete unas dos o tres semanas dependiendo del clima y del lugar donde se realizó el pañete.

9.1.1.6.2. Proceso constructivo del Estuco

- a) Preparación de la superficie: Lo primero que se hace para enyesar o estucar una superficie que está con pañete, es "turriar" la pared, proceso que consiste en recorrer el pañete con la cara áspera de un pedazo de baldosa, para quitarle los granos gruesos que hayan quedado sobresaliendo de la superficie.⁴¹
- b) Preparación de materiales: Cada producto trae en el empaque recomendaciones que se deben acatar al pie de la letra, los dos productos más utilizados son el yeso y el "estucor"

⁴¹ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

c) Proceso de aplicación estuco tradicional:

- Se limpia la superficie del pañete de polvo o grasas
- Se humedece con agua la superficie, sin saturarla
- Se extiende el material a aplicar, en capas sucesivas y delgadas, en las dos direcciones, de abajo hacia arriba y de derecha a izquierda, haciendo una leve presión sobre la superficie hasta dejarla totalmente tersa y lisa.
- Se molduran los filos y dilataciones a la orilla de puertas y ventanas y en las esquinas de los muros.

d) Proceso de aplicación estuco plástico: Es un material que ya viene listo y que sus componentes básicos son rellenos minerales y un ligante acrílico o vinílico. La aplicación se realiza por capas más bien delgadas, dando de dos a tres "manos" con tiempo de secamiento entre ellas de 4 horas. La superficie así acabada resulta similar a la del estuco tradicional, pero más pulida y blanca.

9.1.1.6.3. Proceso constructivo de la Pintura

a) Preparar la pintura: Si es pintura vinilo, se diluye con agua; pero si es pintura esmalte o barniz, se disuelve con Tiner. Lo anterior, con el fin de facilitar la aplicación, mejorar la adherencia, regular el secamiento, ayudar a obtener buenos acabados.

b) Proteger pisos: Se protege el piso extendiendo papeles o plásticos, para evitar salpicaduras de pintura.

c) Extender pintura con brocha: Se sumerge la brocha en el tarro hasta la mitad de las fibras, para evitar chorreos y se limpia suavemente sobre el borde del tarro; luego se extiende en la pared con tres movimientos:

- Verticalmente con presión para pegar la pintura.
- Horizontalmente con menos presión para distribuir la capa.
- Verticalmente, de nuevo, para pulir la capa.⁴²

Para un acabado final se requieren de 2 a 3 manos de pintura y cada mano se debe dar a intervalos según recomendación del fabricante y tipo de pintura.⁴³

⁴² UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

⁴³ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

Generalmente, se da la segunda mano después de que ha secado bien la primera y el tiempo depende del tipo de pintura; puede ser de 2 a 3 horas.

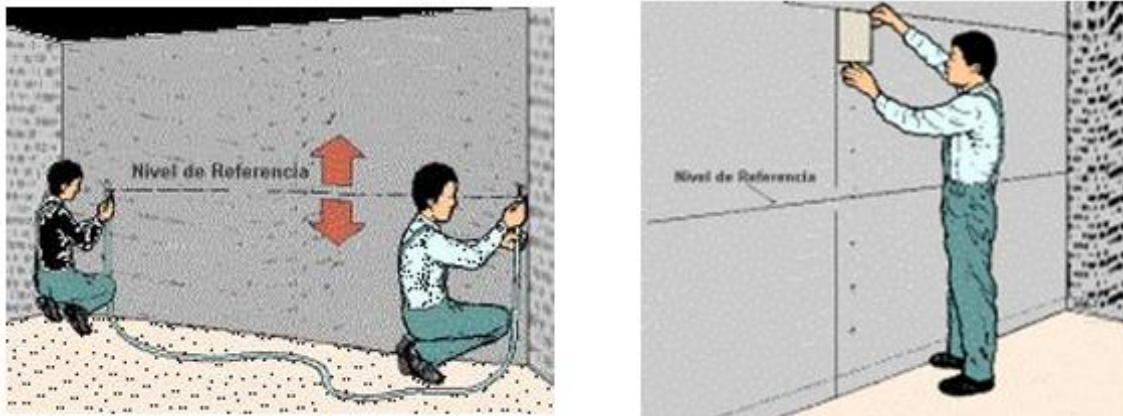
- d) Lavar brocha: con agua si la pintura es vinilo, o con disolvente Tiner si es barniz o esmalte.

9.1.1.6.4. Proceso constructivo de Enchape en cerámica

- a) Alinterpretar plano: En este paso, se interpretan los detalles y los sitios de colocación lo mismo que las especificaciones técnicas que se tengan con respecto a la colocación.
- b) Seleccionar recursos:
Materiales: Pegante (pegacor), enchape, color, Cemento blanco bióxido de titanio, agua.
- c) Colocación de remates: Estos - Herramientas: Palustre, boquillera o codal, llana dentada, cortadora de enchapes, nivel de burbuja, manguera transparente para pasar niveles, maceta de caucho, plumada de punta, espátula, garra de caucho, espuma, flexómetro, hachuela, cincel, maceta, escuadra, hilo, tenazas, cepillo de cerda o plástico, brocha , estopa y trapeador.
Equipo: Artesa, baldes plásticos.
- d) Verificación la superficie: En este paso se revisan algunas condiciones técnicas como planitud, nivel y plomo, escuadra en las esquinas y condiciones físicas como: adherencia, resistencia del pañete, limpieza, humedad o resecamiento.
Si la superficie está muy lisa se hacen pequeños piques con la hachuela.
- e) Modular superficie: Es la distribución, en forma vertical y horizontal, de las piezas buscando que al colocarlas resulte el menor número posible de cortes.

Esto se hace pasando niveles a una altura de más o menos un metro y calculando el número de baldosas que cabrían, tanto hacia arriba como hacia abajo.

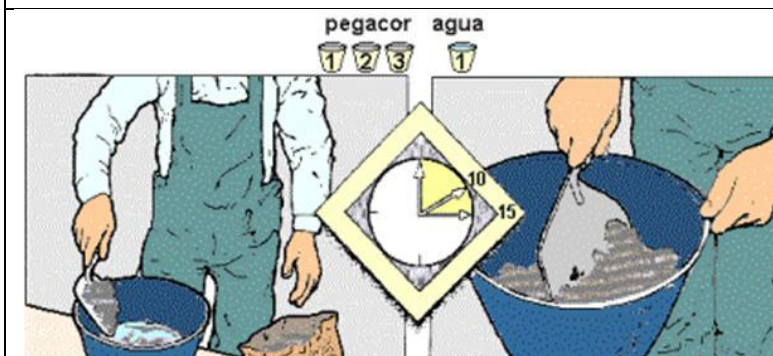
Figura 50. Modulaci3n de la superficie



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, econ3micas y negocios. Tecnologa de la construcci3n.

- f) Preparar mortero de pega: Se prepara el pegador que es un producto pegante que ya viene listo para ser utilizado y solo basta agregarle 1 parte de agua por 3 de pegador, se revuelve y se deja reposar de 10 a 15 minutos, antes de ser utilizado se revuelve de nuevo.⁴⁴

Figura 51. Preparaci3n de mortero de pega



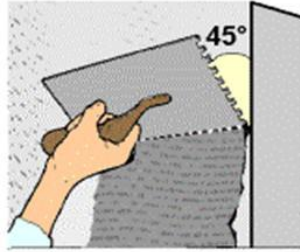
FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, econ3micas y negocios. Tecnologa de la construcci3n.

⁴⁴ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, econ3micas y negocios. Tecnologa de la construcci3n.

Forma de aplicar el pegacor sobre el muro:

- Se humedece la superficie.
- Se aplica con la llana dentada formando un ángulo de 45 grados con la pared.
- Se extiende la mezcla en áreas no mayores de 1 m².
- Se debe gastar el material preparado en un tiempo máximo de 45.⁴⁵

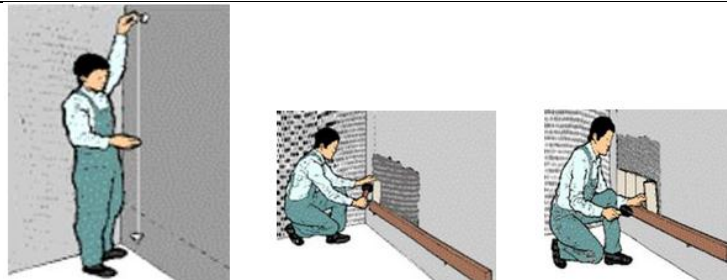
Figura 52. Aplicación de pegacor



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- g) Instalación del enchape: Una vez definida la distribución del enchape y trazado sobre la superficie los puntos de terminación e iniciación vertical y horizontalmente, se procede a instalar la primera hilada así: Se coloca una boquillera o codal con clavos sobre el trazo, se extiende el pegacor y se colocan las baldosas sin mojarlas solo limpiándolas con un trapo húmedo, golpeándolas suavemente con la maceta de caucho. Luego se continúa pegando, dejando 2 mm de separación entre piezas.

Figura 53. Instalación de enchape



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- h) Una vez colocada la primera hilada se continúa pegando las demás hiladas verificando horizontalidad, verticalidad y planitud cada 3 hiladas.

⁴⁵ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

Figura 54. Horizontalidad de las hiladas de enchape



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

Figura 55. Verticalidad de las hiladas de enchape



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

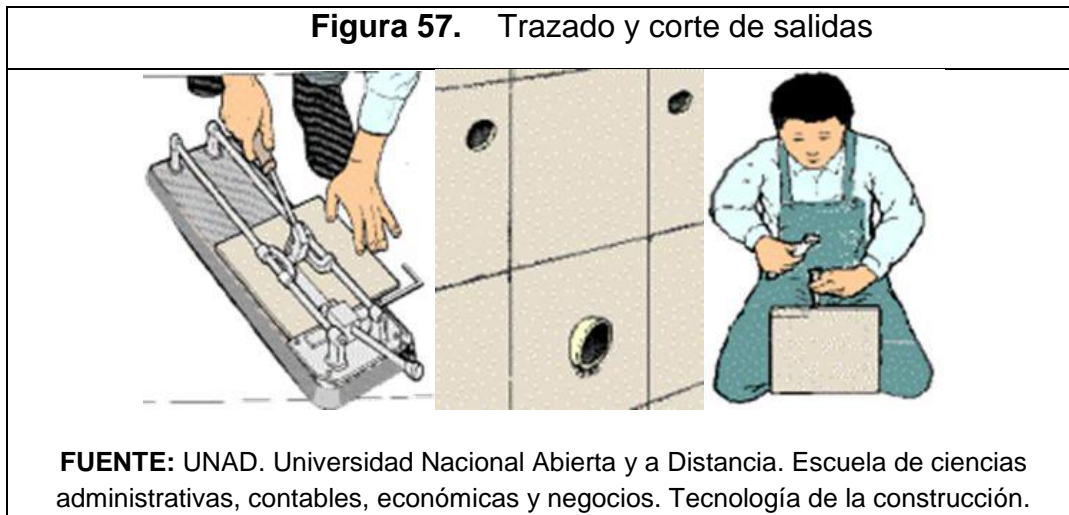
Figura 56. Planitud de las hiladas de enchape



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

- a) se colocan en las orillas procediendo a trazarlos y cortarlos con corta vidrios o con la máquina cortadora cuando son piezas de ajuste. En caso de ser para salidas de puntos hidráulicos, se realizan las perforaciones con un taladro. Además para las esquinas se deben realizar los

acolillados o biselados, estos pueden ser preparados a mano o con una máquina biseladora o pulidora manual.
Trazado y corte salidas acolillado.⁴⁶



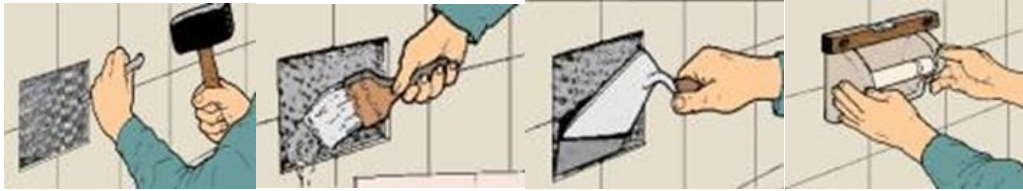
b) Colocación de accesorios e incrustaciones: Se conoce con este nombre aquellos elementos de dotación complementarios de un ambiente de baño como las jaboneras, papeleras, ganchos, cepilleras etc. Las alturas recomendadas para estas incrustaciones son:

- Papeleras 40 cm o 0.40 metros desde piso acabado
- Gancho 170 cm o 1.70 metros desde piso acabado
- Jabonera del lavamanos 85 cm o 0.85 metros desde piso acabado
- Jabonera de la ducha 110 cm o 1.10 metros desde piso acabado
- Vasera cepillera 85 cm o 0.85 metros desde piso acabado
- Toallero 110 cm o 1.10 metros desde piso acabado

Para su instalación, se trazan a la altura recomendada y se perfora el baldosín con el cincel y maceta en un ancho igual al de la base del accesorio, se remoja, se unta pegacor y se coloca la incrustación nivelándola por la parte superior.⁴⁷

⁴⁶ UNAD. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA. ESCUELA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, CONTABLES, ECONÓMICAS Y NEGOCIOS. TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.

Figura 58. Colocación de accesorios e incrustaciones



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

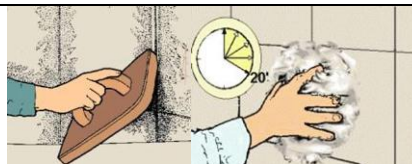
Si los accesorios son fijados con tornillos, se colocan chazos de plástico a la altura recomendada y luego se sujetan las incrustaciones mediante tornillos y se rematan los cantos con silicona en pasta.

- c) **Emboquillar:** Al finalizar la instalación del enchape cerámico y una vez haya fraguado el pegacor, se procede a llenar las juntas con una lechada preparada con 10 partes de cemento por una parte de bióxido de titanio, revueltas con agua y color. El titanio es para fijar de manera permanente el color del cemento; antiguamente se utilizaba el blanco de zinc.⁴⁸

El proceso para la emboquillada es el siguiente:

- Se limpian profundamente las juntas entre baldosines
- Se prepara la lechada
- Se esparce la lechada sobre la superficie procurando que ingrese en las juntas utilizando para ello una espátula de caucho (garra) hasta llenar las juntas.
- Después de un tiempo prudencial, apenas comience a secar luego de unos 20 minutos, se limpia con la estopa y espuma la parte sobrante de la lechada.

Figura 59. Emboquillada



FUENTE: UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

⁴⁸ UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y negocios. Tecnología de la construcción.

9.1.2. INFORMACIÓN DETALLADA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO A NIVEL DE IMÁGENES

9.1.2.1. ZAPATAS

9.1.2.1.1. Trazo a excavación

Figura 60. Trazo a excavación



FUENTE: Portal de Gobierno del Estado Aguascalientes.

9.1.2.1.2. Excavación del terreno

Figura 61. Excavación del terreno



FUENTE: Portal de Gobierno del Estado Aguascalientes.

9.1.2.1.3. Compactación del terreno

Figura 62. Compactación del terreno.



FUENTE: Portal de Gobierno del Estado Aguascalientes.

9.1.2.1.4. Colocación del concreto pobre

Figura 63. Colocación del concreto pobre.



FUENTE: Portal de Gobierno del Estado Aguascalientes.

9.1.2.1.5. Colocación de acero inferior de la zapata

Figura 64. Colocación de acero inferior de la zapata



FUENTE: ALARIO – Arquitectura Técnica.

9.1.2.1.6. Colocación de acero vertical del dado de la columna

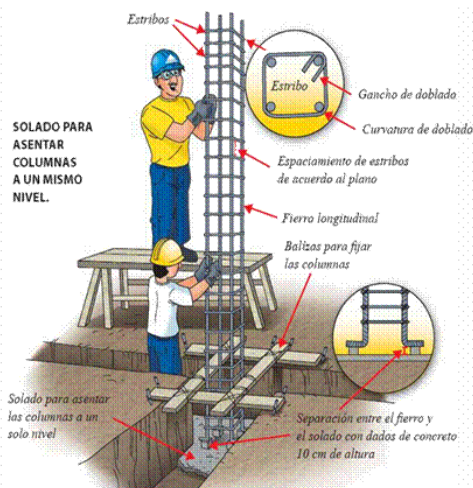
Figura 65. Colocación de acero vertical del dado de la columna



FUENTE: IARQUITECTOS – Encofrados de aluminio.

9.1.2.1.7. Colocación del acero vertical de la columna

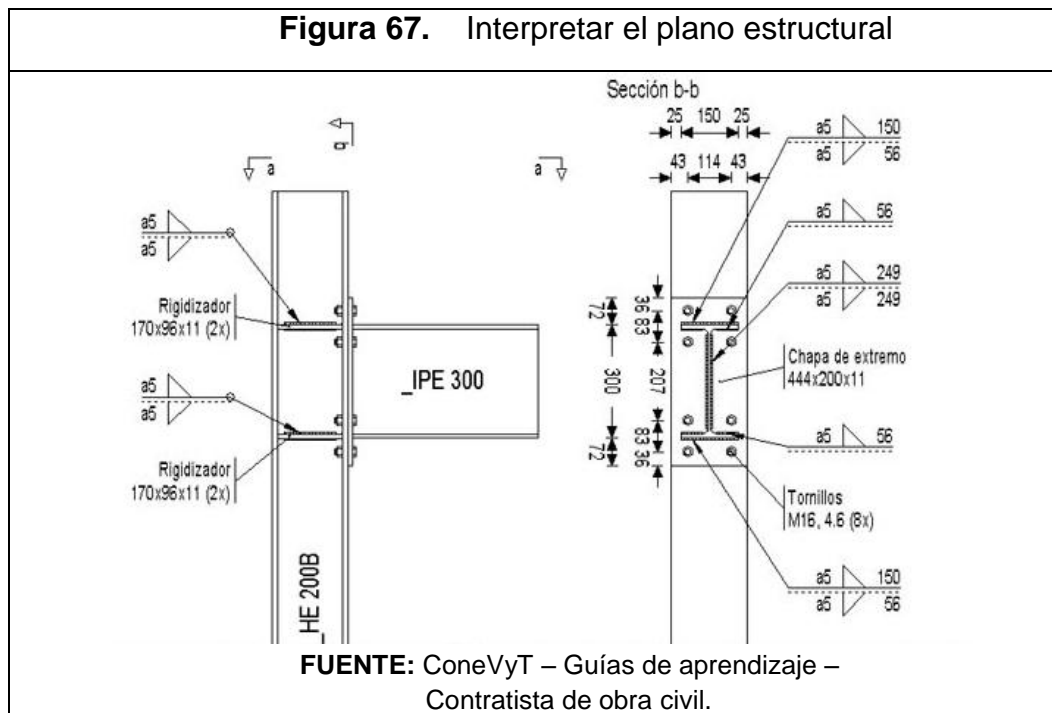
Figura 66. Colocación del acero vertical de la columna



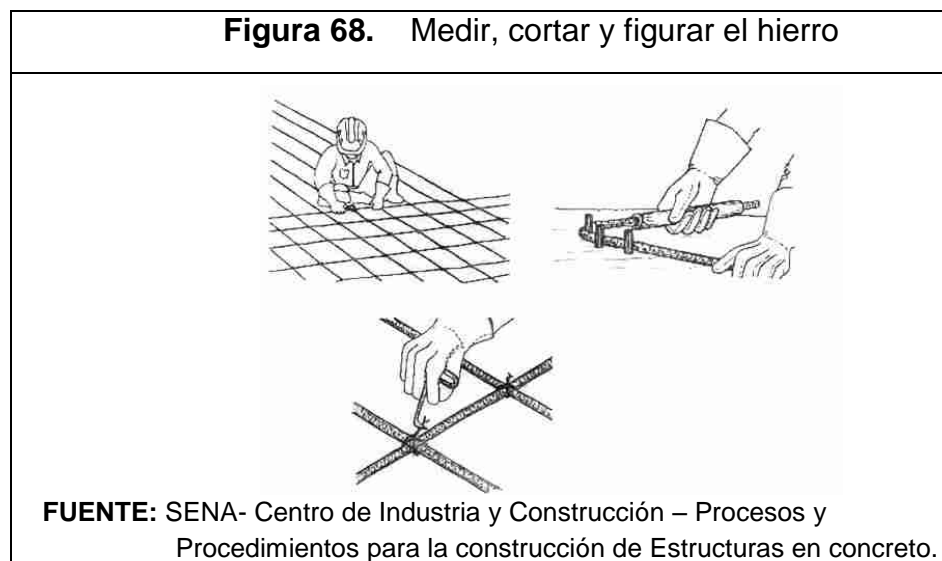
FUENTE: Manual Básico de construcción - Arquitectura y Diseño.

9.1.2.2. VIGAS

9.1.2.2.1. Interpretar el plano estructural



9.1.2.2.2. Medir, cortar y figurar el hierro



9.1.2.2.3. La figuración de los estribos

Figura 69. La figuración de los estribos



FUENTE: Estribo para hormigones –
Rogerio Lavarda.

9.1.2.2.4. Armar la canasta para la viga y la columna

Figura 70. Armar la canasta para
la viga y la columna



FUENTE: UNAD – Universidad Abierta
y a Distancia- Lección 7 - Cimentación

9.1.2.2.5. Trasladar y emplazar la canasta

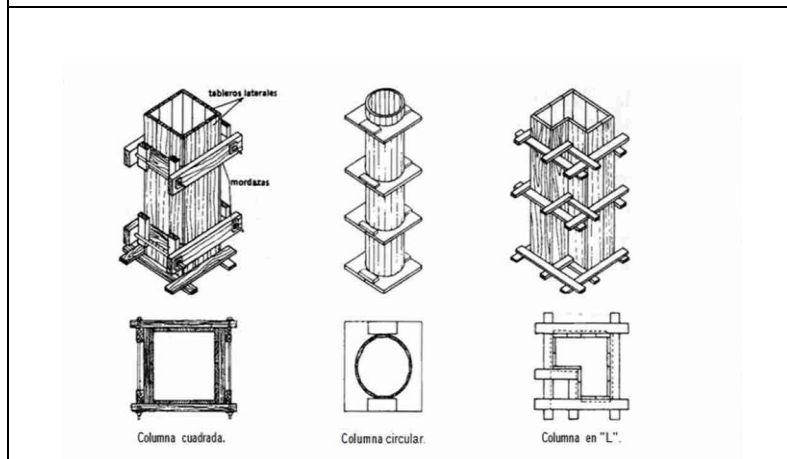
Figura 71. Trasladar y emplazar la canasta



FUENTE: SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN Y DE ESTIMACIÓN – Carolina Estivenson.

9.1.2.2.6. Armar y colocar formaleta o encofrados de madera

Figura 72. Armar y colocar formaleta o encofrados de madera



FUENTE: SENA- Centro de Industria y Construcción – Procesos y Procedimientos para la construcción de Estructuras en concreto.

9.1.2.2.7. Clavar y arriostrar el encofrado

Figura 73. Clavar y arriostrar el encofrado



FUENTE: SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN Y DE ESTIMACIÓN – Carolina Estivenson.

9.1.2.2.8. Fundida de la viga

Figura 74. Fundida de la viga



FUENTE: UNAD – Universidad Abierta y a Distancia- Lección 7 - Cimentación

9.1.2.2.9. Nivelar corona de la viga

Figura 75. Nivelar corona de la viga



FUENTE: UNAD – Universidad Abierta y a Distancia- Lección 7.

9.1.2.2.10. Desencofrado y curado

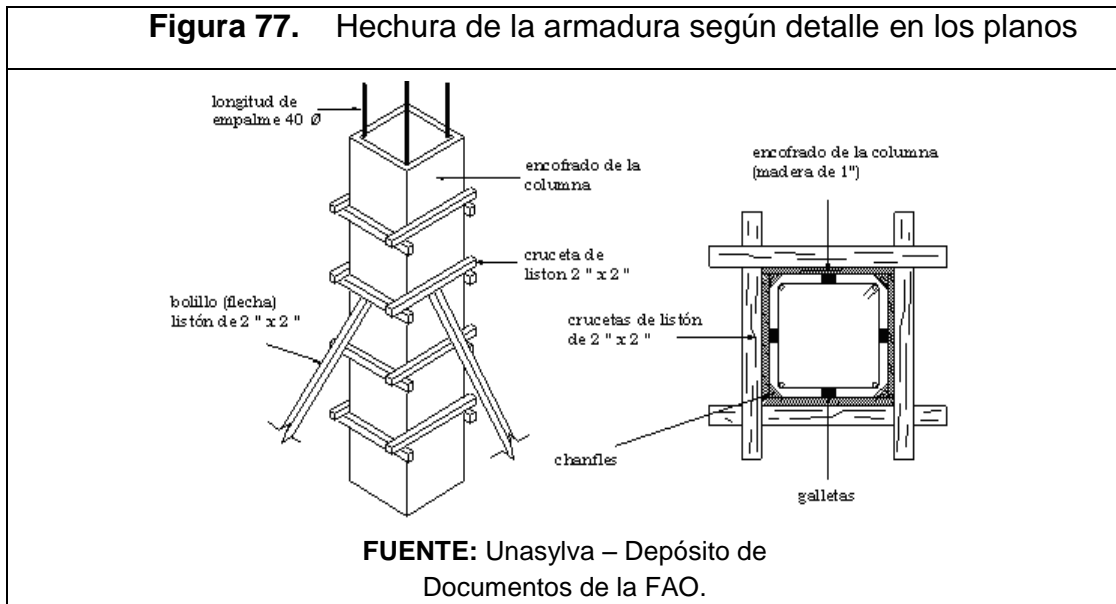
Figura 76. Desencofrado y curado



FUENTE: ACEROS AREQUIPA – Manual del Maestro Constructor

9.1.2.3. COLUMNA

9.1.2.3.1. Hechura de la armadura según detalle en los planos

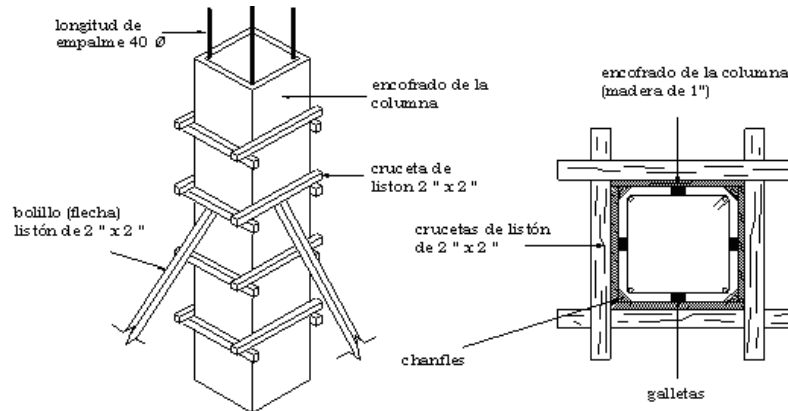


9.1.2.3.2. Colocación de la armadura amarrándola a la parrilla de la zapata



9.1.2.3.3. Colocación de los helados de concreto de acuerdo al recubrimiento especificado

Figura 79. Colocación de los helados de concreto de acuerdo al recubrimiento especificado



FUENTE: ARQHYS - ARQUITECTURA

9.1.2.3.4. Colocación del encofrado de la columna

Figura 80. Colocación del encofrado de la columna



FUENTE: ACEROS AREQUIPA – Constructor

Manual del Maestro

9.1.2.3.5. Vaciado de concreto vibrándolo

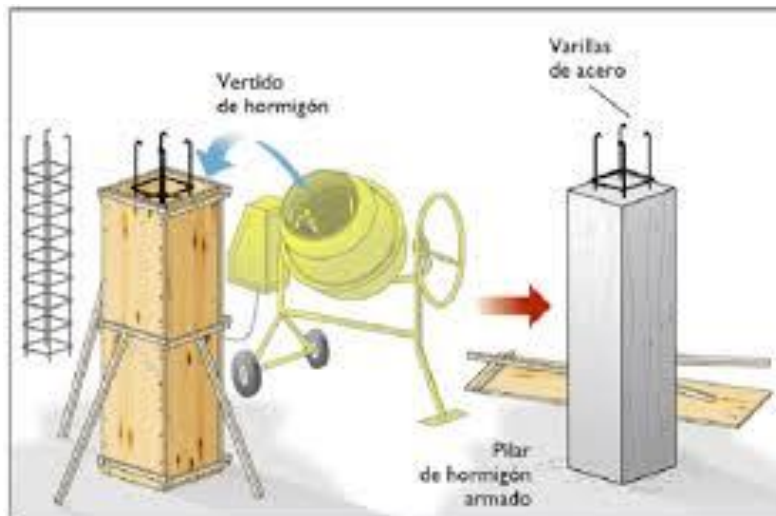
Figura 81. Vaciado de concreto vibrándolo



FUENTE: Manual de especificaciones técnicas
De diseño y construcción de parques y
Escenarios públicos de Bogotá D.C.

9.1.2.3.6. Desenmoldado

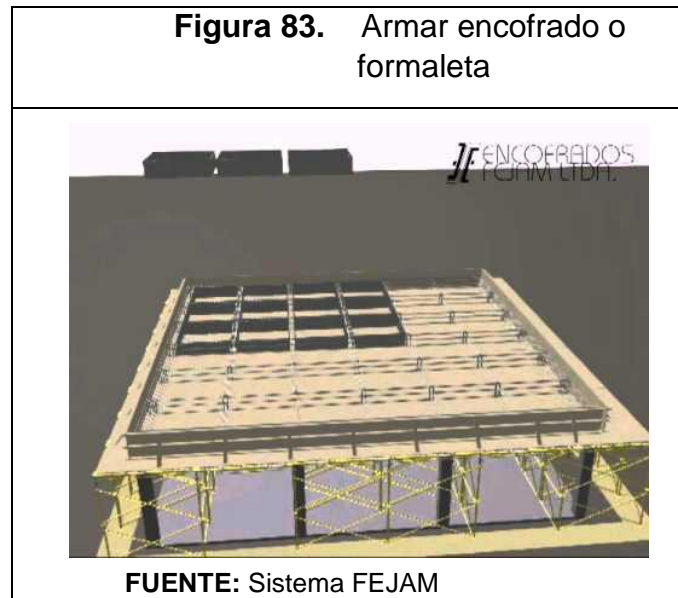
Figura 82. Desenmoldado



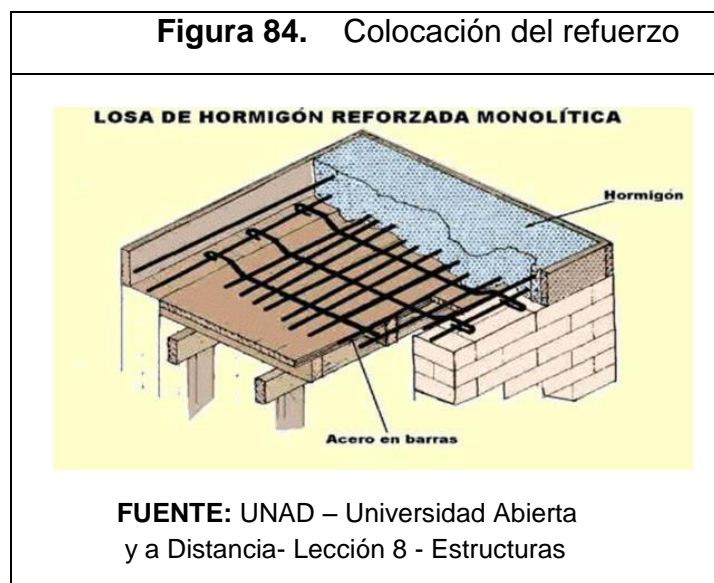
FUENTE: ARQHYS - ARQUITECTURA

9.1.2.4. LOSA DE ENTREPISO (PLACA)

9.1.2.4.1. Armar encofrado o formaleta



9.1.2.4.2. Colocación del refuerzo



9.1.2.4.3. Instalación de ductos eléctricos

Figura 85. Instalación de ductos eléctricos



FUENTE: ACEROS AREQUIPA – Manual del Maestro Constructor.

9.1.2.4.4. Colocación de tuberías de desagües

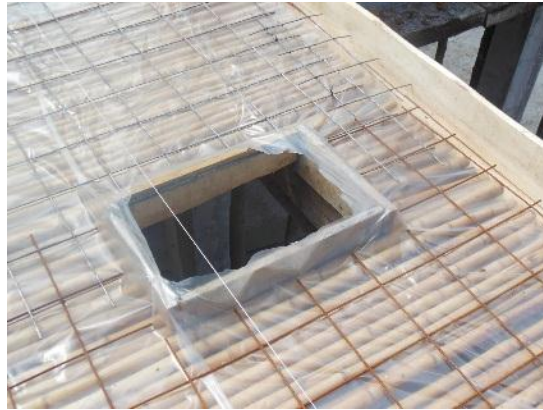
Figura 86. Colocación de tuberías de desagües



FUENTE: ACEROS AREQUIPA – anual del Maestro Constructor

9.1.2.4.5. Fundida de la losa de entrepiso

Figura 87. Fundida de la losa de entrepiso



FUENTE: ACEROS AREQUIPA –
anual del Maestro Constructor

9.1.2.4.6. Curado y protección del hormigón

Figura 88. Curado y protección del hormigón



FUENTE: TECNOLOGÍA DEL CONCRETO –
Importancia del curado.

9.1.2.4.7. Desencofrado o retiro de formaletas

Figura 89. Desencofrado o retiro de formaletas



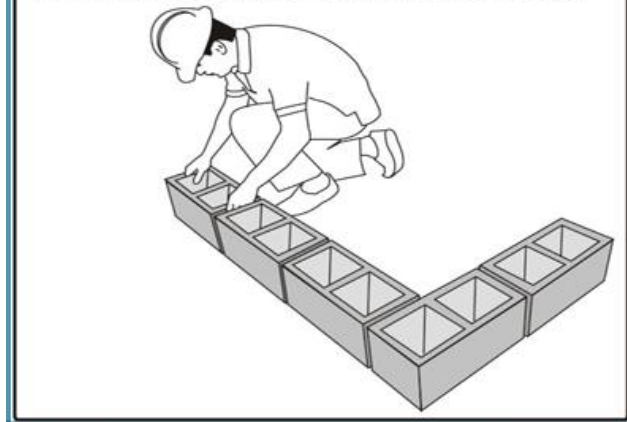
FUENTE: Portal de Gobierno del Estado Aguascalientes.

9.1.2.5. MAMPOSTERIA

9.1.2.5.1. Primera hilada

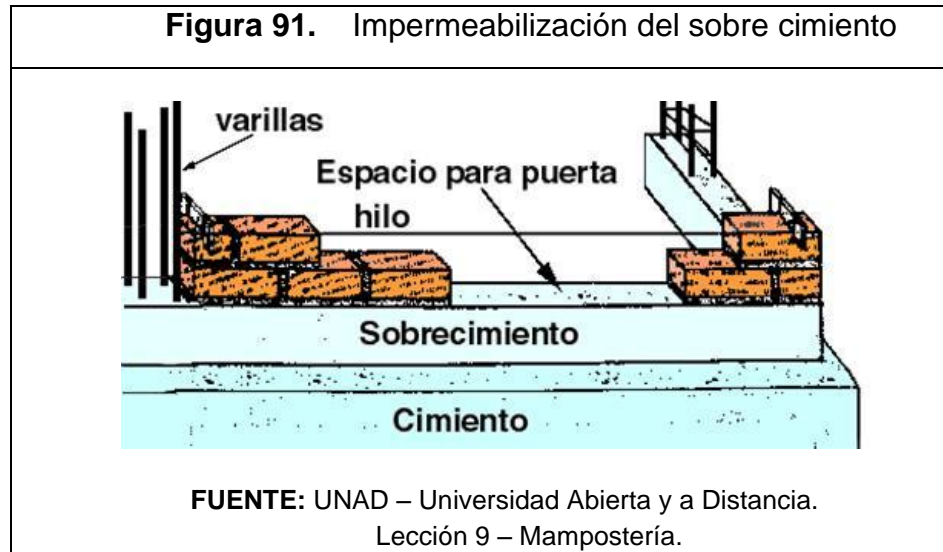
Figura 90. Primera hilada

Presentación en seco de la primera hilada

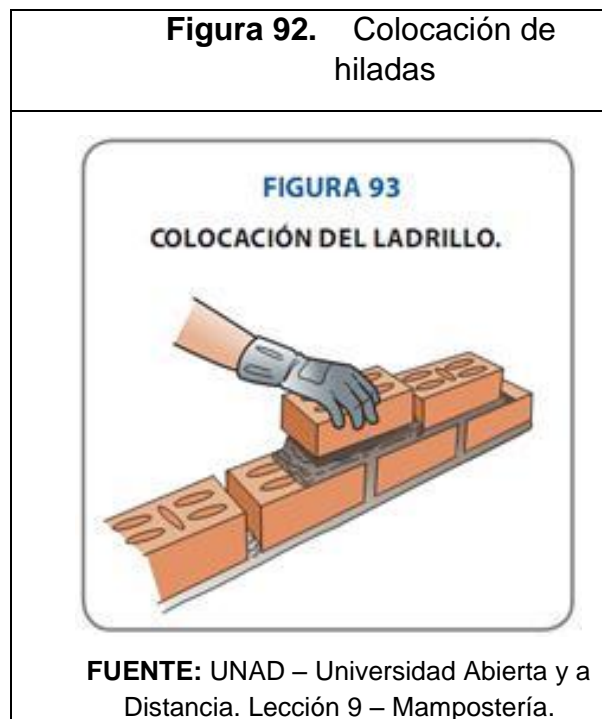


FUENTE: Centro Constructor – Guía práctica
Para la mano de obra

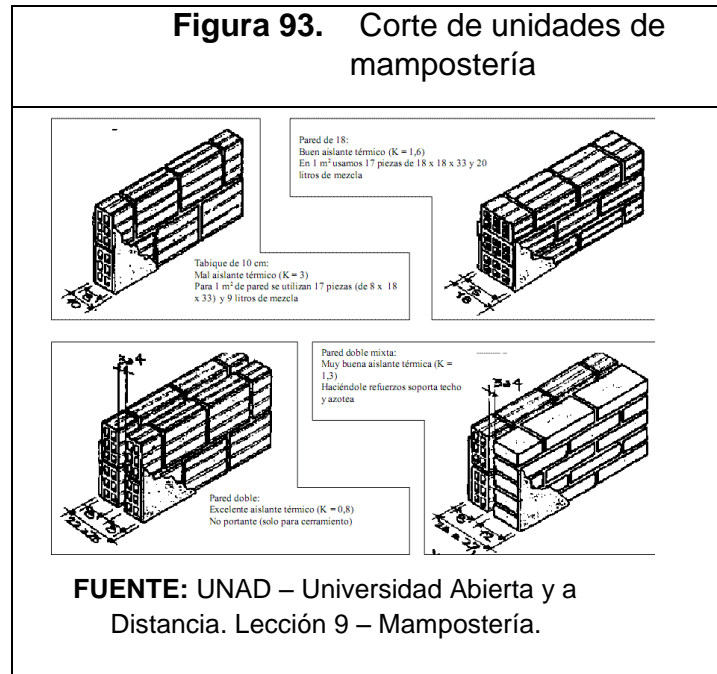
9.1.2.5.2. Impermeabilización del sobre cimiento



9.1.2.5.3. Colocación de hiladas



9.1.2.5.4. Corte de unidades de mampostería



9.1.2.5.5. Pega de las unidades



9.1.2.5.6. Acabado del muro

Figura 95. Acabado del muro



FUENTE: UNAD – Universidad Abierta y a Distancia. Lección 9 – Mampostería.

9.1.2.5.7. Regatas de instalaciones

Figura 96. Regatas de instalaciones

 **DETALLES DE TÉCNICAS PARA HACER REGÁTAS**



FUENTE: CANALIZACIONES EN VIVIENDAS – Tipos de canalizaciones en viviendas.

9.1.2.6. ACABADOS

9.1.2.6.1. PAÑETE

9.1.2.6.1.1. Preparar superficie

Figura 97. Preparar superficie



FUENTE: UNAD – Universidad Abierta y a Distancia. Lección 12 – Acabados.

9.1.2.6.1.2. Preparar mortero según dosificación

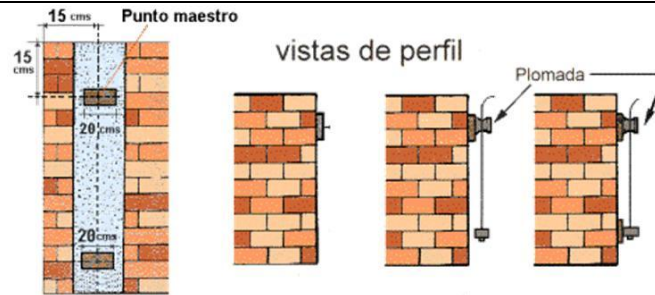
Figura 98. Preparar mortero según dosificación



FUENTE: Tecno Brico – Preparación de un mortero.

9.1.2.6.1.3. Localizar puntos maestros (Basado)

Figura 99. Localizar puntos maestros (Basado)



FUENTE: UNAD – Universidad Abierta y a Distancia. Lección 12 – Acabados.

9.1.2.6.1.4. Realizar faja maestra

Figura 100. Realizar faja maestra



FUENTE: UNAD – Universidad Abierta y a Distancia. Lección 12 – Acabados.

9.1.2.6.1.5. Afinar el revoque o pañete

Figura 101. Afinar el revoque o pañete



FUENTE: CERRAJERO YA – Cerrajería, Plomería y ornamentación.

9.1.2.6.1.6. Realizar fillos y dilataciones

Figura 102. Realizar fillos y dilataciones



FUENTE: UNAD – Universidad Abierta y a Distancia. Lección 12 – Acabados.

9.1.2.6.1.7. Curado

Figura 103. Curado



FUENTE: Construdata – fabricreto – Recomendaciones de colocación y curado.

9.1.2.6.2 ESTUCO

9.1.2.6.2.1. Preparación de la superficie

Figura 104. Preparación de la superficie



FUENTE: REIVAX Constructora – Como estucar la Pared de una casa.

9.1.2.6.2.2. Preparación de materiales

Figura 105. Preparación de materiales



FUENTE: HOMECENTER – Vive tu casa – Paredes blancas con estuco (paso a paso).

9.1.2.6.2.3. Proceso de aplicación estuco tradicional

Figura 106. Proceso de aplicación del estuco



FUENTE: HOMECENTER – Vive tu casa –
Paredes blancas con estuco (paso a paso).

9.1.2.6.3. PINTURA

9.1.2.6.3.1. Preparar la pintura

Figura 107. Preparar la pintura



FUENTE: HOMECENTER – Vive tu casa –
Pintura (paso a paso).

9.1.2.6.3.2. Proteger pisos

Figura 108. Proteger pisos



FUENTE: HOMECENTER – Vive tu casa – Pintura (paso a paso).

9.1.2.6.3.3. Extender pintura con brocha

Figura 109. Extender pintura con brocha

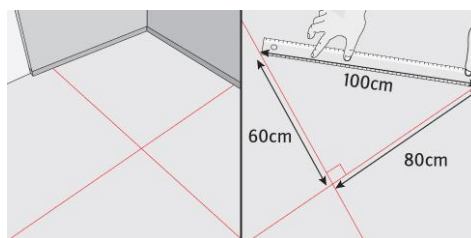


FUENTE: HOMECENTER – Vive tu casa – Pintura (paso a paso).

9.1.2.6.4. CERÁMICA

9.1.2.6.4.1. Verificar la superficie

Figura 110. Verificar la superficie



FUENTE: SODIMAC – Como instalar piso vinílico.

9.1.2.6.4.2. Modular superficie

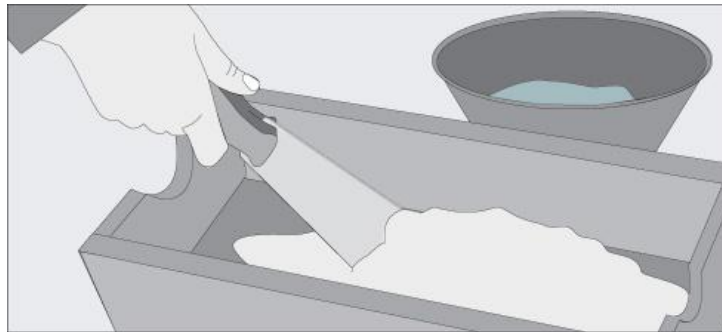
Figura 111. Modular superficie



FUENTE: SODIMAC – Como instalar piso vinílico.

9.1.2.6.4.3. Preparar mortero de pega

Figura 112. Preparar mortero de pega



FUENTE: SODIMAC – Como instalar piso vinílico.

9.1.2.6.4.4. Instalación del enchape

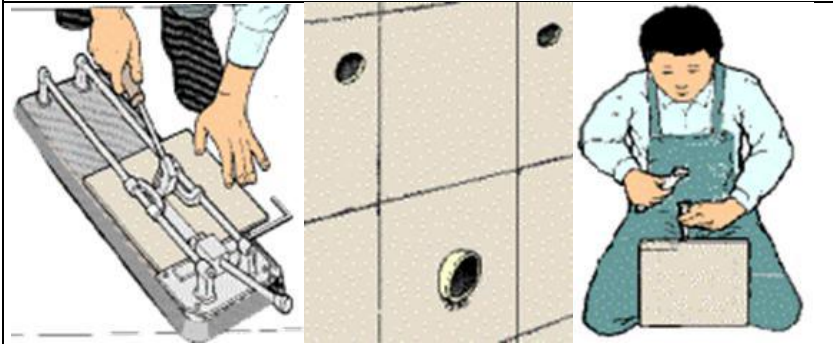
Figura 113. Instalación del enchape



FUENTE: SODIMAC – Como instalar piso vinílico.

9.1.2.6.4.5. Colocación de remates

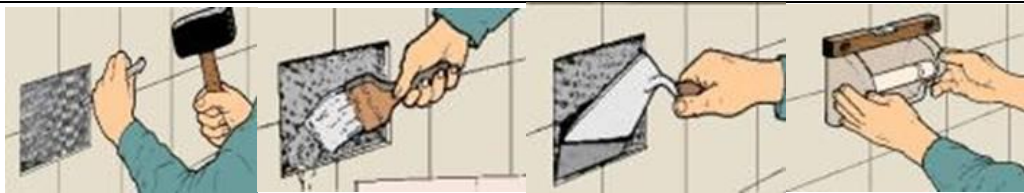
Figura 114. Colocación de remates



FUENTE: UNAD – Universidad Abierta y a Distancia. Lección 12 – Acabados.

9.1.2.6.4.6. Colocación de accesorios e incrustaciones

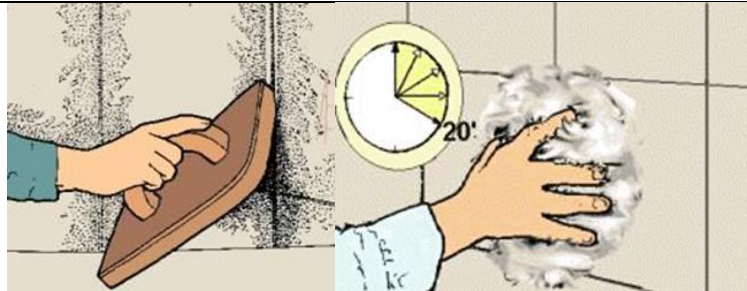
Figura 115. Colocación de accesorios e incrustaciones



FUENTE: UNAD – Universidad Abierta y a Distancia. Lección 12 – Acabados.

9.1.2.6.4.7. Emboquillar

Figura 116. Emboquillar



FUENTE: UNAD – Universidad Abierta y a Distancia. Lección 12 – Acabados.

9.2. PASOS PARA REALIZAR UNA PROGRAMACIÓN DE OBRAS

9.2.1. DEFINIR ACTIVIDADES

Identificar las acciones específicas a ser realizadas para elaborar los entregables del proyecto (WBS o EDT de actividades del Tiempo).

Se debe tener clara toda la información técnica de la obra que se va a programar y el conocimiento necesario para realizar un óptimo proceso de seguimiento y planeación.

Se requiere tener presente la siguiente información:

- Alcance del proyecto
- Planos
- Cantidades
- Rendimientos
- Presupuestos
- Claridad sobre las metas desde el punto de vista del tiempo (cliente)
- Información de otras fuentes
- Políticas, procedimientos y lineamientos
- Registro histórico de proyectos anteriores (información análoga o paramétrica).

Las siguientes herramientas son útiles para la definición de actividades:

- Descomposición o subdivisión de actividades.
- Planeación Gradual (Corto plazo → Futuro)
- Plantillas (Descomposición de las actividades)
- Juicio de los expertos (La opinión de los conocedores del tema)
- Lluvia de ideas
- Definir a que nivel de detalle se va a programar
- Verificar si lo que está en la lista realmente se necesita
- No olvidar actividades como: suministro, legales, financieras, comerciales, etc.⁴⁹

⁴⁹ PMI. A guide to de Project Management Body of Knowledge (PMBOK GUIDE). Fifth Edition.

9.2.2. SECUENCIAR ACTIVIDADES

- Identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto.
- Definir las actividades que preceden o que se siguen entre si y si es posible realizarlas simultáneamente.
- La secuencia de actividades se establece mediante relaciones lógicas.
 - Predecesor – Sucesor
 - Adelantos – Retrasos (posposición)

Figura 117. Actividades y sucesoras

PRECEDE	ACTIVIDAD	SIGUE
Excavaciones	Cimientos	Muros
Cimientos	Muros	Cubierta
Muros	Cubierta	---
Cimientos	Columnas	Cubierta

FUENTE: Noriega Santos, Jorge. Administración y Gerencia: Biblioteca de la construcción. 4ª Ed.

La imagen anterior es el ejemplo de una manera fácil pero efectiva de realizar un listado de actividades con sus respectivas sucesoras y predecesoras y se pueden determinar las actividades que se pueden realizar al mismo tiempo (las que tienen como sucesoras y predecesoras las mismas actividades).

Esta metodología es una herramienta útil para optimizar la programación y tomar decisiones en el momento de asignar relaciones finales.

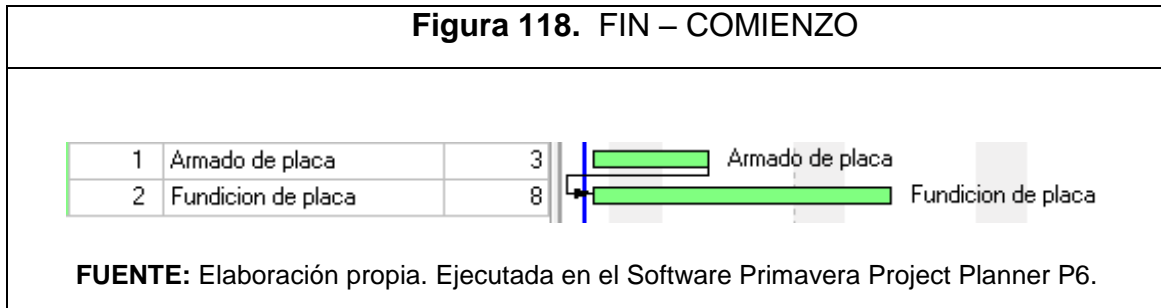
9.2.2.1. HERRAMIENTAS (Métodos y técnicas)

- Casillas rectangulares / circulares(nodos) → actividades.
- Flechas que conectan las actividades → precedencias.⁵⁰

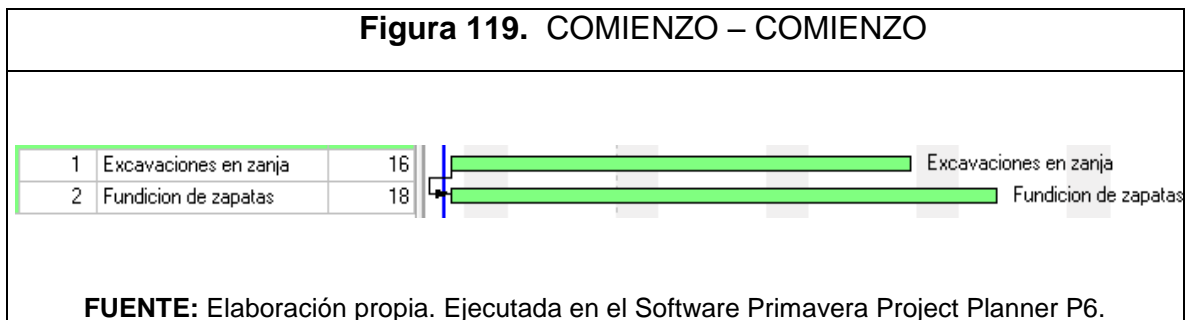
⁵⁰ PMI. A guide to de Project Management Body of Knowledge (PMBOK GUIDE). Fifth Edition.

9.2.2.2. TIPOS DE PRECEDENCIA

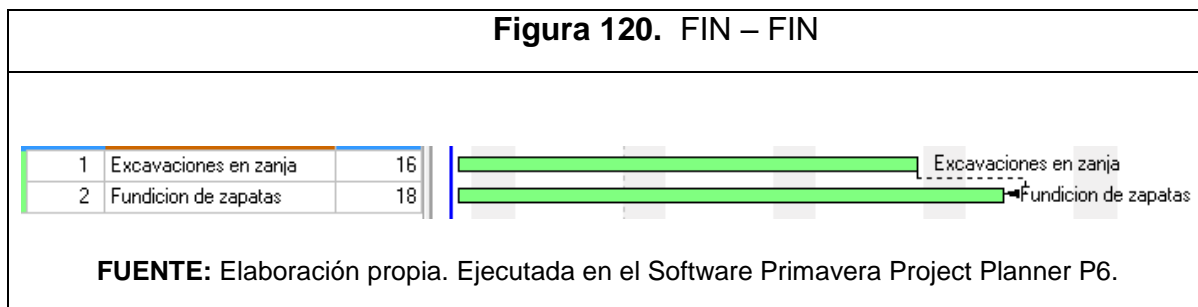
- FIN – COMIENZO



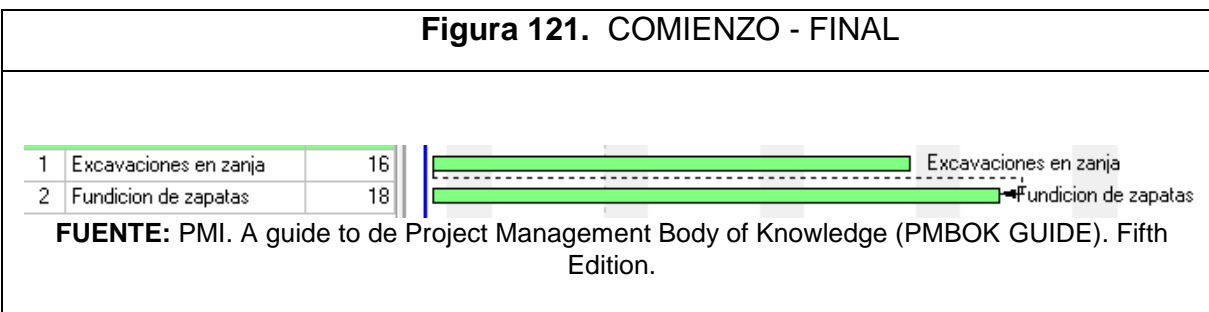
- COMIENZO – COMIENZO



- FIN – FIN



- COMIENZO – FINAL



- Determinación de dependencias:
 - ✓ Obligatorias
 - ✓ Discrecionales
 - ✓ Externas
- Plantillas de red de cronogramas (registro histórico de red de cronogramas de proyectos análogos o paramétricos).

9.2.2.3. RED DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO

- El modelo permite visualizar el proyecto desde que inicia hasta que termina.
- Analizar y evaluar diferentes alternativas.
- Se puede saber: ¿Qué se va a hacer? y ¿Cómo se va a hacer?

9.2.3. ESTIMAR RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES

Proceso que consiste en estimar el tipo y las cantidades de materiales, personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad.

Se requiere tener presente la siguiente información:

- Lista de actividades.
- Atributos de cada actividad.
- Recursos necesarios para ejecutar la actividad.
- Sistemas internos de la organización.
- Activos de la organización.⁵¹

Las siguientes herramientas son útiles para la estimación de recursos:

⁵¹ PMI. A guide to de Project Management Body of Knowledge (PMBOK GUIDE). Fifth Edition.

- Juicio de los expertos
- Análisis de alternativas
- Datos del presupuesto
- Desagregación de la actividad
- Software de Programación de proyectos
- Lista de recursos por actividad
- EDR (estructura de desglose de recursos)

Figura 122. Estructura de desglose de recursos

1					
2		FRENTE PRETRATAMIENTO	Trabajo	F	100%
3		FRENTE PRETRATAMIENTO TUBERIAS	Trabajo	F	100%
4	⚠	FRENTE PRETRATAMIENTO ACCESORIOS	Trabajo	F	100%
5		FRENTE REACTOR UASB	Trabajo	F	100%
6		FRENTE REACTOR UASB ACCESORIOS	Trabajo	F	100%

FUENTE: PMI. A guide to de Project Management Body of Knowledge (PMBOK GUIDE). Fifth Edition.

9.2.4. ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

El proceso consiste en establecer aproximadamente la cantidad de periodos de trabajo necesarios para finalizar cada actividad con los recursos estimados.

Se requiere tener presente la siguiente información:

- Listado de actividades
- Listado de recursos asignados

Las siguientes herramientas son útiles para la estimación de las duraciones:

- Cantidades de obra
- Rendimiento
- Juicio de Expertos⁵²
- Cálculo de duraciones

⁵² PMI. A guide to de Project Management Body of Knowledge (PMBOK GUIDE). Fifth Edition.

- Listado de actividades cada una con su duración (sin retrasos pueden incluir un rango).
- Listado de supuestos tenidos en cuenta por el programador.

Figura 123. Listado de Actividades con Duración

Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	Schedule % Complete	Start	Finish
PO	Programación de Ob	136	136	0%	20-Jul-15	11-Aug-15
PO.1	ZAPATA	24	24	0%	20-Jul-15	22-Jul-15
01	Inicio de la obra	0	0	0%	20-Jul-15	
1.1	Trazo a excavación	4	4	0%	20-Jul-15	20-Jul-15
1.2	Excavación del terreno	8	8	0%	20-Jul-15	21-Jul-15
1.3	Compactación del terreno	4	4	0%	21-Jul-15	21-Jul-15
1.4	Colocación de una plantilla	4	4	0%	22-Jul-15	22-Jul-15
1.5	Colocación de acero inferio	4	4	0%	22-Jul-15	22-Jul-15
1.7	Colocación del acero vertic	4	4	0%	22-Jul-15	22-Jul-15
1.8	Fundicion del concreto de z	8	8	0%	20-Jul-15	20-Jul-15
PO.2	VIGAS	81	81	0%	20-Jul-15	03-Aug-15
2.1	Medir, cortar y figurar el hier	4	4	0%	20-Jul-15	20-Jul-15
2.2	La figuración de los estribos	4	4	0%	20-Jul-15	20-Jul-15
2.3	Armar la canasta para la vig	2	2	0%	20-Jul-15	20-Jul-15
2.4	Trasladar y emplazar la can	1	1	0%	20-Jul-15	20-Jul-15
2.5	Armar y colocar formaleta o	8	8	0%	20-Jul-15	21-Jul-15
2.6	Clavar y arriostrar el encofra	4	4	0%	21-Jul-15	21-Jul-15
2.7	Fundida de la viga	8	8	0%	21-Jul-15	22-Jul-15
2.8	Nivelar corona de la viga	2	2	0%	22-Jul-15	23-Jul-15
2.9	Desencofrado y curado	56	56	0%	23-Jul-15	03-Aug-15
PO.3	COLUMNAS	80	80	0%	20-Jul-15	31-Jul-15
3.1	Hechura de la armadura se	8	8	0%	20-Jul-15	20-Jul-15
3.2	Colocación de la armadura	4	4	0%	21-Jul-15	21-Jul-15
3.3	Colocación de los helados c	2	2	0%	21-Jul-15	21-Jul-15
3.4	Colocación del encofrado d	8	8	0%	21-Jul-15	21-Jul-15

FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el Software Primavera Project Planner P6.

9.2.5. DESARROLLAR EL CRONOGRAMA

Se completan los pasos anteriores:

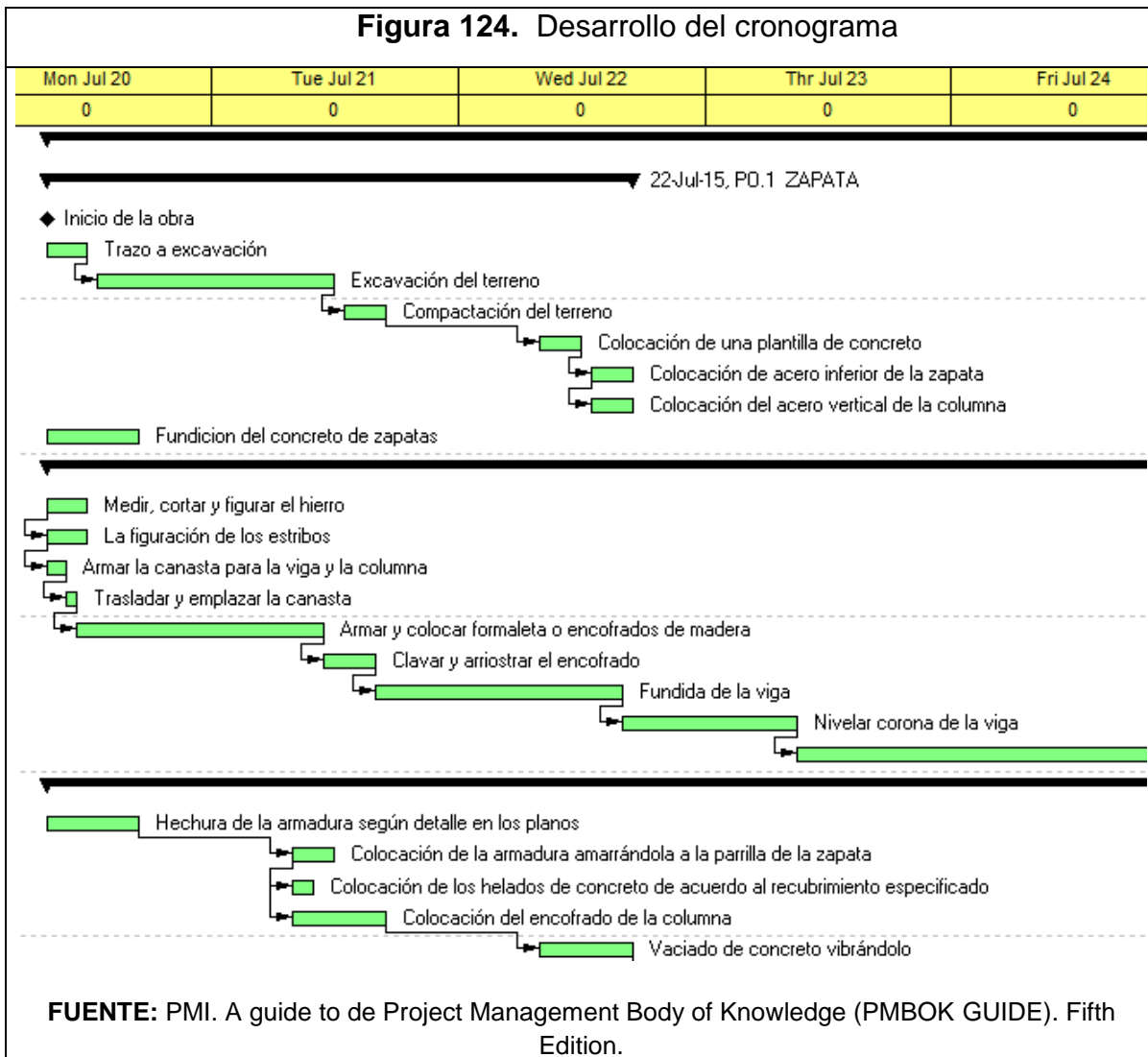
- Lista de actividades
- Atributos de la actividad
- Diagramas de red
- Recursos (requisitos y EDR)
- Estimativos de duración

- Sistemas internos de la organización
- Activos de la organización

Las siguientes herramientas son útiles para desarrollar el cronograma:

- Método de la ruta crítica
- Cadena crítica
- Nivelación de recursos
- Aplicación de adelantos y retrasos
- Compresión del cronograma
- Herramientas de planificación

Figura 124. Desarrollo del cronograma



9.3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA DE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS Y EQUIPO REQUERIDO PARA CADA ACTIVIDAD

9.3.1. CIMENTACIONES Y ZAPATAS

Materiales herramientas y equipos a utilizar:

- Regla 3-4-5.
- Varillas laminadoras.
- Cal para el trazo.
- Plantilla de concreto.
- Bichiroque.
- Acero según especificaciones.
- Alambre comercial.
- Retroexcavadora según requiera.
- Palas.
- Compactador.

9.3.2. VIGAS

Materiales herramientas y equipos a utilizar:

- Manguera de agua.
- Tubo doblador o llave.
- Palas.
- Maceta.
- Bichiroque.
- Nivel de manguera.
- Nivel de burbuja.
- Hilos.
- Lápiz.
- Flexómetro.
- SERRUCHO mango sierra.
- Escuadra.
- Chuzo de vibrar.
- Maceta de caucho.
- Llana de madera.
- Carretilla.
- Baldes.

- Adera aserrada (tablas de formaleta y listonería).
- Hierro en varilla (diámetros especificados según planos) liso o corrugado.
- Alambre dulce.
- Puntillas.
- Arena.
- Gravilla.
- Cemento.
- Agua.
- Aceite quemado.

9.3.3. COLUMNA

Materiales herramientas y equipos a utilizar:

- Varillas
- Soldadura.
- Láminas de aluminio o Tablones.
- Bocel.
- Form Clamps.
- Arena.
- Agua.
- Cemento.
- Chuzo de vibrar.
- Aceite quemado.

9.3.4. LOSA DE ENTREPISO (PLACA)

Materiales herramientas y equipos a utilizar:

- SERRUCHO.
- Escuadra.
- Martillo.
- Marco de sierra con segueta.
- Gancho para amarrar el acero (bichiroque).
- Placa.
- Pica.
- Palustre.
- Boquillera.
- Grifa (perro).

- Flexómetro.
- Hilo.
- Lápiz.
- Mezcladora
- Andamio.
- Escalera.
- Baldes.
- Banco para figurar el acero, carretilla.
- Madera.
- Tablas, largueros, tacos.
- Clavos de 3",2",21/2.
- Acero de refuerzo.
- Tuberías PVC sanitaria y eléctrica.
- Alambre cocido No 18.
- Cemento.
- Arena.
- Triturado.
- Agua.
- Impermeabilizante.

9.3.5. MAMPOSTERÍA

Materiales herramientas y equipos a utilizar:

- Unidades de mampostería.
- Cemento.
- Arena de peña.
- Agua.
- Palustre.
- Regla.
- Escuadra.
- Nivel.
- Hilo.
- Ranuradores.
- Plomada.
- Escantillones.
- Cincel.
- Hachuela.
- Maceta.

- Paleta.
- Llanas.
- Metro.
- Flexómetro.
- Pala.
- Escaleras.
- Andamios.
- Batea para mezclar.
- Carretilla.
- Cortadora de ladrillo.

9.3.6. ACABADOS (PISOS, PINTURA Y FACHADA)

Materiales herramientas y equipos a utilizar:

- Arena.
- Cemento.
- Agua.
- Cal.
- Palas.
- Palustre.
- Llanas de madera.
- Llanas metálicas.
- Boquilla o codal.
- Clavos e hilos.
- Nivel de burbuja.
- Martillo de uña.
- Maceta.
- Cincel.
- Hachuela.
- Plomada.
- Pirulí.
- Escuadra.
- Flexómetro.
- Manguera transparente para pasar niveles.
- Carretas.
- Andamios.
- Tarros.

- Artesa.
- Zaranda.

9.4. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA DE DURACIONES Y RENDIMIENTOS DE LAS ACTIVIDADES

9.4.1. DURACIONES Y RENDIMIENTOS EXTRAÍDOS DEL PROYECTO “ESTUDIO DE RENDIMIENTOS PARA LAS ACTIVIDADES DE ESTRUCTURA Y MAMPOSTERÍA PARA UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN EN EL CAMPUS DE LA UPB”

La siguiente información es extraída de un estudio realizado por el Ingeniero Aldemar Remolina Millan y su estudiante Lina María Polanco, titulado como: “Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB”. El análisis se realizó en base a la construcción real del edificio J en el campus de la universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga con el fin de realizar un estándar de rendimiento que permita la comparación en actividades de estructura y mampostería que se puedan adoptar por obras que adquieran características similares. Para este proyecto se toma los análisis de resultados correspondientes a los tipos de mediciones que se están investigando.

Teniendo en cuenta que el estudio del “edificio J” lo integraron las actividades con mayor representación en los procesos constructivos en estructura y mampostería se anexan los análisis de resultados que por ende se consultan en el Proyecto actual.⁵³

9.4.1.1. ZAPATAS

En la tabla 1 se puede observar que en promedio los rendimientos para estos tres procesos fueron de 0.03, 2.7 y 0.71 horas por metro cúbico respectivamente. En suma estos tres procesos totalizan 3.44 h/m³ sin contar con el tiempo de fundida de la zapata.

⁵³ “Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB”. Aldemar Remolina Millán – Lina María Polanco.

Tabla 6. Rendimientos Promedio para Zapatas.

ACTIVIDAD / PROCESO	MEDICIONES	VOLUMEN m ³	RENDIMIENTO h/m ³
Desencofrado	3	9,86	0,71
Zapata Z5	2	5,81	0,62
Zapata Z6	1	4,06	0,88
Encofrado	2	1,73	2,7
Zapata Z1	2	1,73	2,7
Refuerzo	2	6,96	0,03
Zapata Z5	1	2,9	0,02
Zapata Z6	1	4,06	0,04
Total general	7	18.55	1,09

FUENTE: “Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB”. Aldemar Remolina Millán – Lina María Polanco.

9.4.1.2. VIGAS

En lo referente a las vigas de concreto se puede observar en la siguiente tabla un resumen de los rendimientos obtenidos en cada uno de las actividades que conforman el proceso constructivo.⁵⁴

Tabla 7. Rendimientos Promedio para Vigas

ACTIVIDAD / PROCESO	MEDICIONES	VOLUMEN m ³	RENDIMIENTO h/m ³
Desencofrado	5	3,14	1,41
Viga 0,4*0,4	5	3,14	1,41
Encofrado	1	0,77	1,93
Viga 0,4*0,4	1	0,77	1,93
Fundida	4	2,95	2,45
Viga 0,4*0,4	4	2,95	2,45
Refuerzo	17	10,88	3,93
Viga 0,4*0,4	17	10,88	3,93
Total	27	17,74	3,17

FUENTE: “Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB”. Aldemar Remolina Millán – Lina María Polanco.

⁵⁴ “Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB”. Aldemar Remolina Millán – Lina María Polanco.

9.4.1.3. COLUMNAS

En la tabla 2 se pueden detallar los rendimientos obtenidos para cada tipo de columna observada.

Tabla 8. Rendimientos Promedio para Columnas

ACTIVIDAD / PROCESO	MEDICIONES	VOLUMEN m ³	RENDIMIENTO h/m ³
Desencofrado	8	8,25	1,03
C. Rectangular	8	8,25	1,03
Encofrado	14	12,36	2,54
C. Circular	3	1,44	3,76
C. Rectangular	11	10,93	2,21
Fundida	1	0,96	2,18
C. Rectangular	1	0,96	2,18
Refuerzo	14	13,9	3,47
C. Rectangular	14	13,9	3,47
Total general	37	35,48	2,55

FUENTE: "Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB". Aldemar Remolina Millán – Lina María Polanco.

9.4.1.4. MAMPOSTERÍA

En lo correspondiente a la medición de rendimientos para las actividades de mampostería, se puede observar en la siguiente tabla un resumen de los rendimientos obtenidos en cada uno de las actividades que conforman el proceso constructivo.⁵⁵

⁵⁵ "Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB". Aldemar Remolina Millán – Lina María Polanco.

Tabla 9. Rendimientos Promedio para Mampostería

ACTIVIDAD / PROCESO	MEDICIONES	VOLUMEN m ³	RENDIMIENTO h/m ³
Bloque H-10	5	3,14	1,41
Muro	5	3,14	1,41
Muro Divisorio	1	0,77	1,93
Murete	1	0,77	1,93
Ladrillo M29	4	2,95	2,45
Enchape Columna	4	2,95	2,45
Muro a la Vista	17	10,88	3,93
Total	27	17,74	3,17

FUENTE: “Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB”. Aldemar Remolina Millán – Lina María Polanco.

En la tabla 6, se consolidan en primer lugar los resultados de los rendimientos promedio obtenidos para las actividades Zapatas, Columnas, Vigas y Muros de Contención, en los procesos de Refuerzo (R), Encofrado (E), Fundida (F) y Desencofrado (D) calculado en horas por metro cúbico de concreto; se proceden en el caso de las actividades de Mampostería en Bloque H10 y Ladrillo M29.⁵⁶

Tabla 10. Comparativo de Rendimientos

ACTIVIDAD	R	E	F	D	TOTAL
Zapata	0,03	2,7		0,71	3,44
Columnas	3,47	2,54	2,18	1,03	9,22
Vigas	3,93	1,93	2,45	1,41	9,71
Muros de contención	0,42	1,36	0,52	0,71	3,02
Mampostería en bloque H10					0,33
Mampostería en bloque M29					0,55

FUENTE: “Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB”. Aldemar Remolina Millán – Lina María Polanco.

⁵⁶ “Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB”. Aldemar Remolina Millán – Lina María Polanco.

9.4.2. DURACIONES Y RENDIMIENTOS EXTRAÍDOS DEL PROYECTO “MONTERREDONDO”

La siguiente información es extraída de los rendimientos del proyecto titulado “CONSTRUCCIÓN DE BATERIAS SANITARIAS, BODEGA Y COCINA EN LA SEDE DE RECREACIÓN PASIVA DEL ADULTO MAYOR UBICADO EN LA CALLE 64 CON CARRERA 16W BARRIO MONTERREDONDO DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA”; y la duración de las actividades es calculada por el ingeniero Luis Alberto Burgos a partir de su experiencia como director y residente de obras.⁵⁷

9.4.2.1. ZAPATAS

Tabla 11. Duraciones y rendimientos para Zapatas					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO	No. DE CUADRILLA	DURACION
CONCRETO DE LIMPIEZA E = 5 CM	M2	15.00	12.00	1.00	2.00
ZAPATAS EN CONCRETO 3.000 P.S.I.	M3	1.00	4.00	1.00	1.00

FUENTE: “Construcción de baterias sanitarias, bodega y cocina en la sede de recreación pasiva del adulto mayor ubicado en la Calle 64 con carrera 16w barrio Monterredondo del Municipio de Bucaramanga”. Secretaría de Infraestructura - Alcaldía de Bucaramanga.

9.4.2.2. VIGAS

Tabla 12. Duraciones y rendimientos para Vigas					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO	No. DE CUADRILLA	DURACION
VIGA DE AMARRE 0,3 X0,3 MT	ML	18.00	4.00	1.00	5.00
ZAPATAS EN CONCRETO 3.000 P.S.I.	M3	1.00	4.00	1.00	1.00

FUENTE: “Construcción de baterias sanitarias, bodega y cocina en la sede de recreación pasiva del adulto mayor ubicado en la Calle 64 con carrera 16w barrio Monterredondo del Municipio de Bucaramanga”. Secretaría de Infraestructura - Alcaldía de Bucaramanga.

⁵⁷ “Construcción de baterias sanitarias, bodega y cocina en la sede de recreación pasiva del adulto mayor ubicado en la Calle 64 con carrera 16w barrio Monterredondo del Municipio de Bucaramanga”. Secretaría de Infraestructura - Alcaldía de Bucaramanga.

9.4.2.3. COLUMNAS

Tabla 13. Duraciones y rendimientos para Columnas

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO	No. DE CUADRILLA	DURACION
COLUMNAS 0,35 X 0,35 MT	ML	10.00	4.00	1.00	3.00

FUENTE: “Construcción de baterías sanitarias, bodega y cocina en la sede de recreación pasiva del adulto mayor ubicado en la Calle 64 con carrera 16w barrio Monterredondo del Municipio de Bucaramanga”. Secretaría de Infraestructura - Alcaldía de Bucaramanga

9.4.2.4. PLACA (LOSA)

Tabla 14. Duraciones y rendimientos para Placa de Entrepiso

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO	No. DE CUADRILLA	DURACION
PLACA CONCRETO DE 3000 PSI	M2	2.00	3.00	1.00	1.00

FUENTE: “Construcción de baterías sanitarias, bodega y cocina en la sede de recreación pasiva del adulto mayor ubicado en la Calle 64 con carrera 16w barrio Monterredondo del Municipio de Bucaramanga”. Secretaría de Infraestructura - Alcaldía de Bucaramanga

9.4.2.5. MAMPOSTERIA

Tabla 15. Duraciones y rendimientos para Mampostería

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO	No. DE CUADRILLA	DURACION
MAMPOSTERIA EN LADRILLO TEMOSA SOBRE CIMENTO	ML	30.00	8.00	1.00	4.00
MAMPOSTERIA EN LADRILLO PRENSADO PERFORADO 12X25X6 CM	M2	130.00	8.00	2.00	9.00

FUENTE: “Construcción de baterías sanitarias, bodega y cocina en la sede de recreación pasiva del adulto mayor ubicado en la Calle 64 con carrera 16w barrio Monterredondo del Municipio de Bucaramanga”. Secretaría de Infraestructura - Alcaldía de Bucaramanga

9.4.2.6. ACABADOS

Tabla 16. Duraciones y rendimientos para Acabados

CAP. 5 FRISOS, PISOS Y ENCHAPE					
FRISOS SOBRE MUROS MORTERO 1:3 E= 2 CM	M2	130.00	12.00	1.00	11.00
MORTERO 1:4 DE NIVELACION E = 4 CM	M2	35.00	10.00	2.00	2.00
ENCHAPE CERAMICA TRAFICO PESADO No 5 ANTIDESLIZANTE	M2	10.00	13.00	1.00	1.00
PISO EN TABLETA GRES 25X25 MATIZADO	M2	25.00	10.00	1.00	3.00
ENCHAPE CERAMICA 15X30 MUROS	M2	55.00	12.00	1.00	5.00
CAP. 8 PINTURA					
PINTURA GRIS BASALTO ELEMENTOS ESTRUCTURALES	ML	130.00	20.00	1.00	7.00
ESTUCO Y PINTURA SOBRE MUIROS INT. WC	M2	130.00	15.00	1.00	9.00
PINTURA ESMALTE PUERTAS Y VENTANAS, INCLUYE DOS CARAS	M2	10.00	15.00	1.00	1.00
PINTURA EN LACA PARA ESTRUCTURA EN MADERA, INCLUYE DOS CARAS	M2	40.00	15.00	1.00	3.00

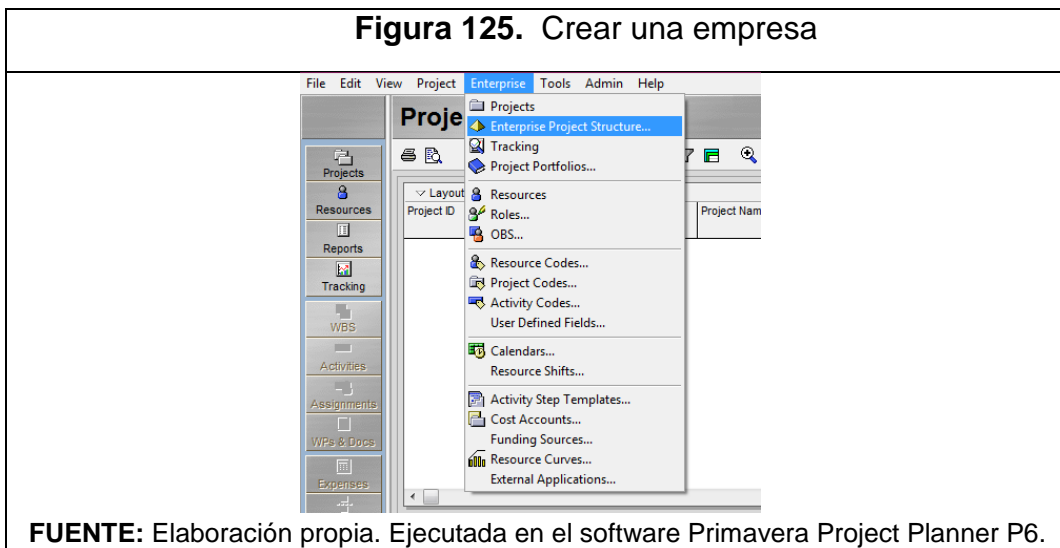
FUENTE: "Construcción de baterías sanitarias, bodega y cocina en la sede de recreación pasiva del adulto mayor ubicado en la Calle 64 con carrera 16w barrio Monterredondo del Municipio de Bucaramanga". Secretaría de Infraestructura - Alcaldía de Bucaramanga

9.5. PASOS PARA REALIZAR UNA PROGRAMACIÓN GENERAL DE UNA OBRA EN EL SOFTWARE PRIMAVERA PROJECT PLANNER P6

9.5.1. CREAR UNA EMPRESA

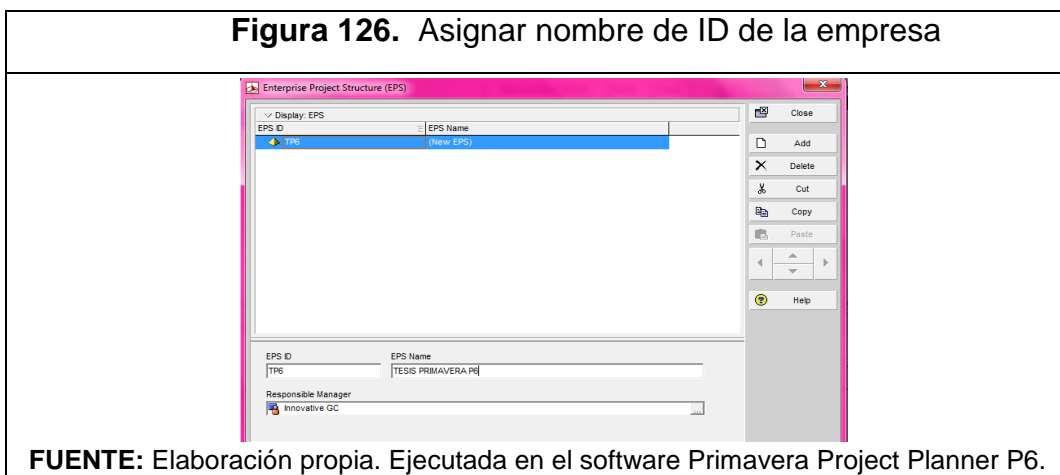
Para empezar a trabajar en la interfaz de Primavera Project Planner P6, es necesario crear una empresa donde se van a archivar todos los proyectos creados. Para crear la empresa debo ir a Menú → Enterprise → Enterprise Project Structure

Figura 125. Crear una empresa



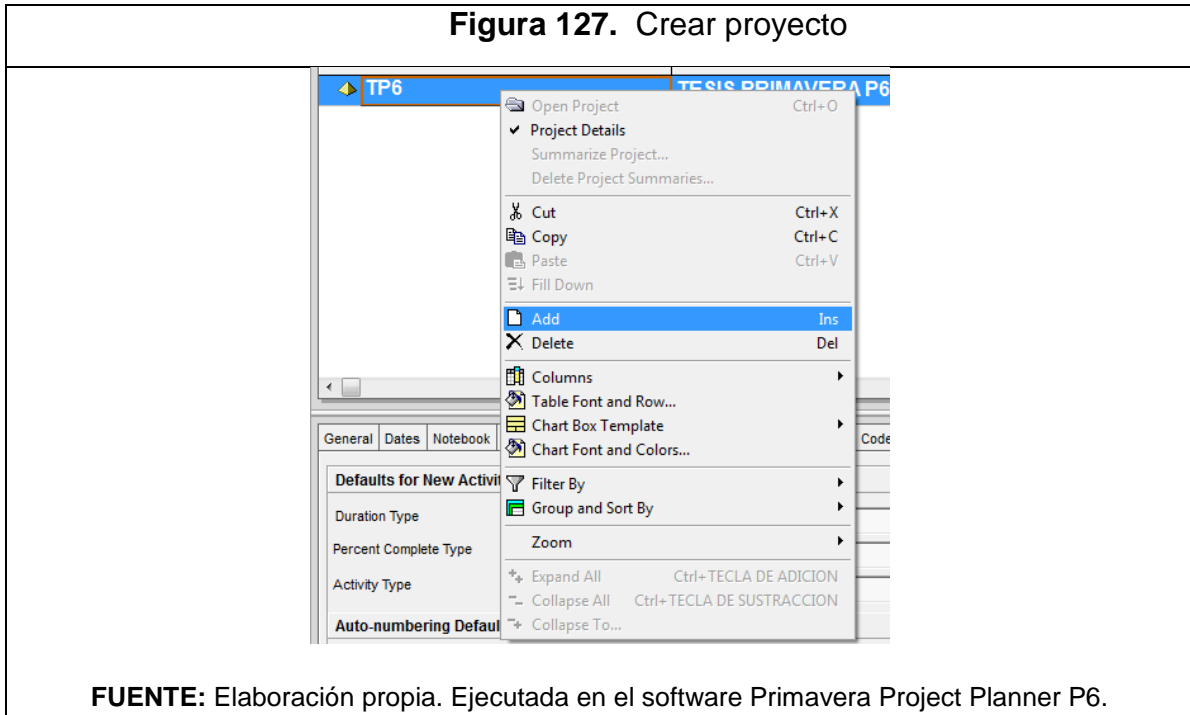
→ Add → Insertar ID y Nombre de la empresa → Close.

Figura 126. Asignar nombre de ID de la empresa

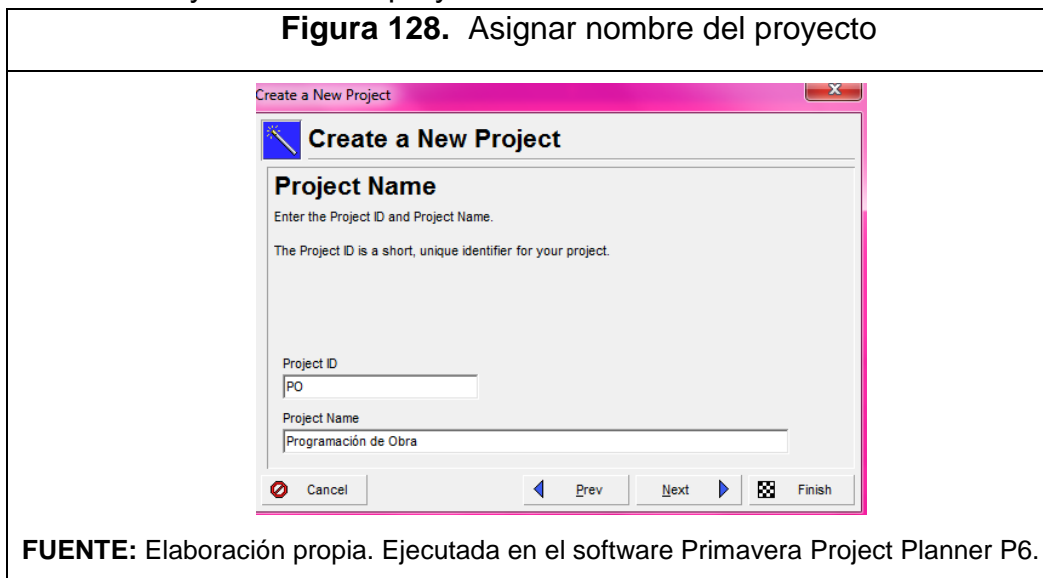


9.5.2. CREAR UN PROYECTO

Para crear la programación, se crea primero el proyecto, dando click derecho en la empresa → Add → Next

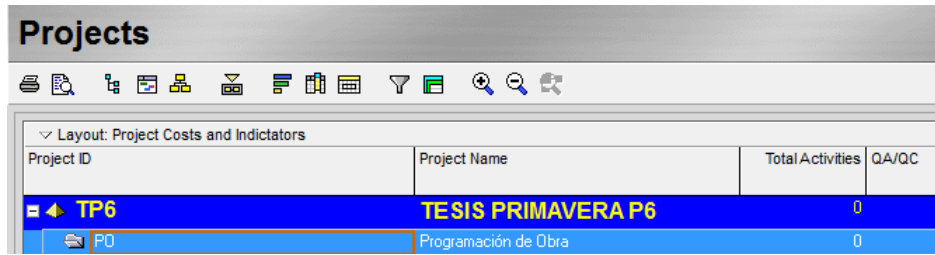


→ Insertar ID y Nombre del proyecto → Next



→ Insertar fecha → Next → Next → Rate Type: Price/unit → Next → Project Architect → NO → Next → Finish.

Figura 129. Asignar fecha al proyecto



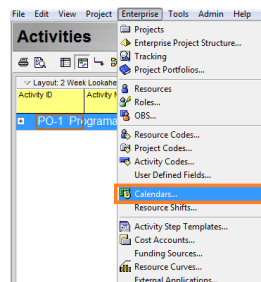
Project ID	Project Name	Total Activities	QA/QC
TP6	TESIS PRIMAVERA P6	0	
PO	Programación de Obra	0	

FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

9.5.3. ESTABLECER CALENDARIO

Ahora bien, se debe definir el calendario con el que se va a trabajar en el proyecto, se trabajara con el año 2015, asumiendo los festivos y días de no trabajo en Colombia, y se llamará Calendario PO programación de obra; Para crearlo se debe dirigir al panel principal, ubicado en la parte superior, buscar el icono la empresa “ENTERPRISE”, y luego Calendario “*Calendars*”.

Figura 130. Establecer calendario

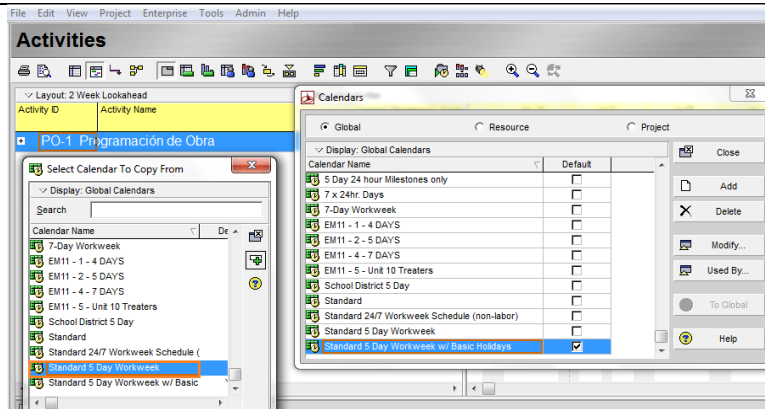


FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Antes que nada hay que crear un nuevo calendario, oprimiendo el botón añadir “+ Add”, Se abre una nueva ventana llamada: Seleccionar calendario Para copiar desde “*Select calendar To copy from*”, en esta ventana se selecciona, STANDARD – 5 DAY WORKWEEK, “ 5 días de trabajo”, el software tomará como base el seleccionado, y este será el nuevo calendario con los cambios según se necesiten, horas de trabajo, días de trabajo, días festivos y fines de semana.

Nota: en este caso se tomara los días laborales de lunes a viernes, 7am a 12 y 1 a 5pm, los sábados no será registrado ya que en este proyecto no se labora, se tomara los días festivos oficiales del año 2015 en Colombia.

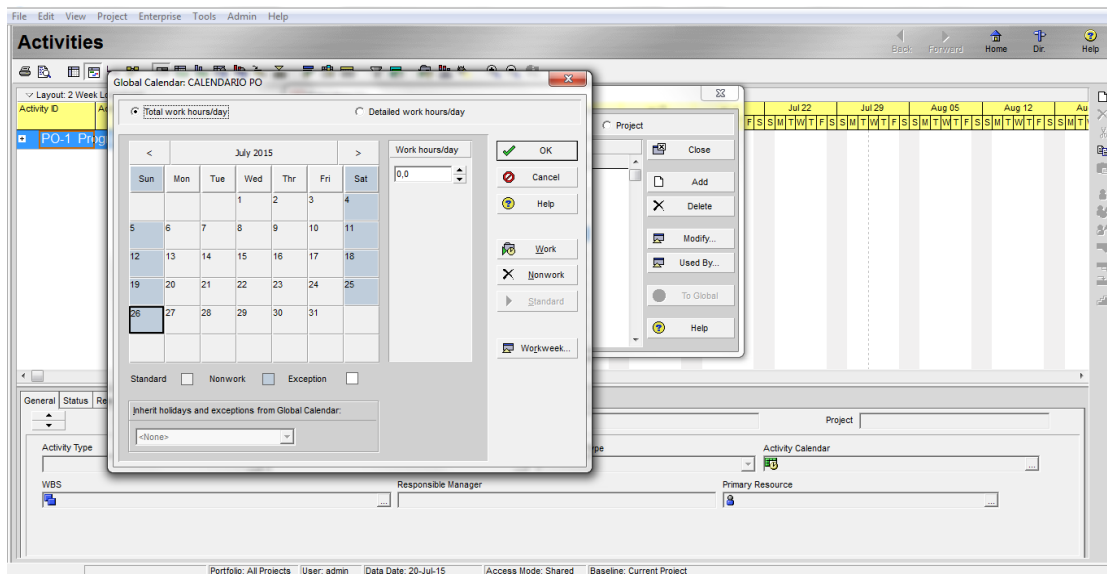
Figura 131. Asignar periodos laborables y no laborables



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Se le da el nombre que se dijo anteriormente, CALENDARIO PO y este quedará listo para realizar los cambios, oprimiendo en botón “Modify”.

Figura 132. Asignar nombre del calendario

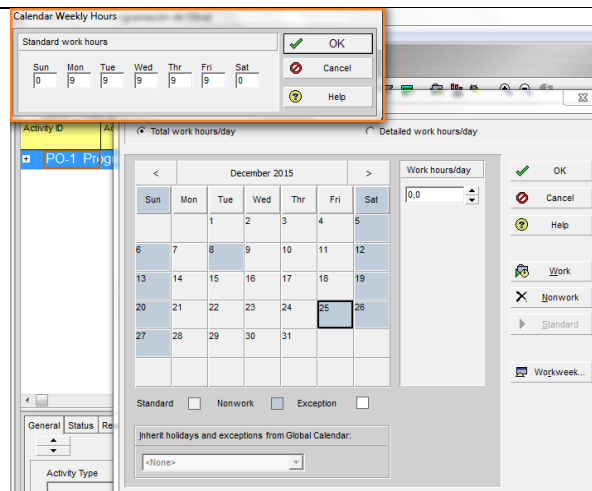


FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Se seleccionan “WORK” o “NONWORK”, es decir días laborales o no laborales, a continuación se da el listado de los días oficiales festivos en Colombia para el año 2015.

Jueves, 1 de Enero 2015, Año Nuevo
Lunes, 12 de Enero 2015, Día de los Reyes Magos
Lunes, 23 de Marzo 2015, Día de San José
Jueves, 2 de Abril 2015, Jueves Santo
Viernes, 3 de Abril 2015, Viernes Santo
Domingo, 5 de Abril 2015, Domingo de Pascua
Viernes, 1 de Mayo 2015, Día del Trabajo
Lunes, 18 de Mayo 2015, La Ascensión del Señor (Jueves de Ascensión)
Lunes, 8 de Junio 2015, Corpus Christi
Lunes, 15 de Junio 2015, El Sagrado Corazón de Jesús
Lunes, 29 de Junio 2015, San Pedro y San Pablo
Lunes, 20 de Julio 2015, Grito de Independencia
Viernes, 7 de Agosto 2015, Batalla de Boyacá
Lunes, 17 de Agosto 2015, Asunción de la Virgen
Lunes, 12 de Octubre 2015, Día de la Raza
Viernes, 23 de Octubre 2015, Madre Laura Montoya
Lunes, 2 de Noviembre 2015, Todos los Santos
Lunes, 16 de Noviembre 2015, Independencia de Cartagena
Martes, 8 de Diciembre 2015, Inmaculada Concepción
Viernes, 25 de Diciembre 2015, Navidad

Figura 133. Asignar días no laborales en Colombia-año 2015

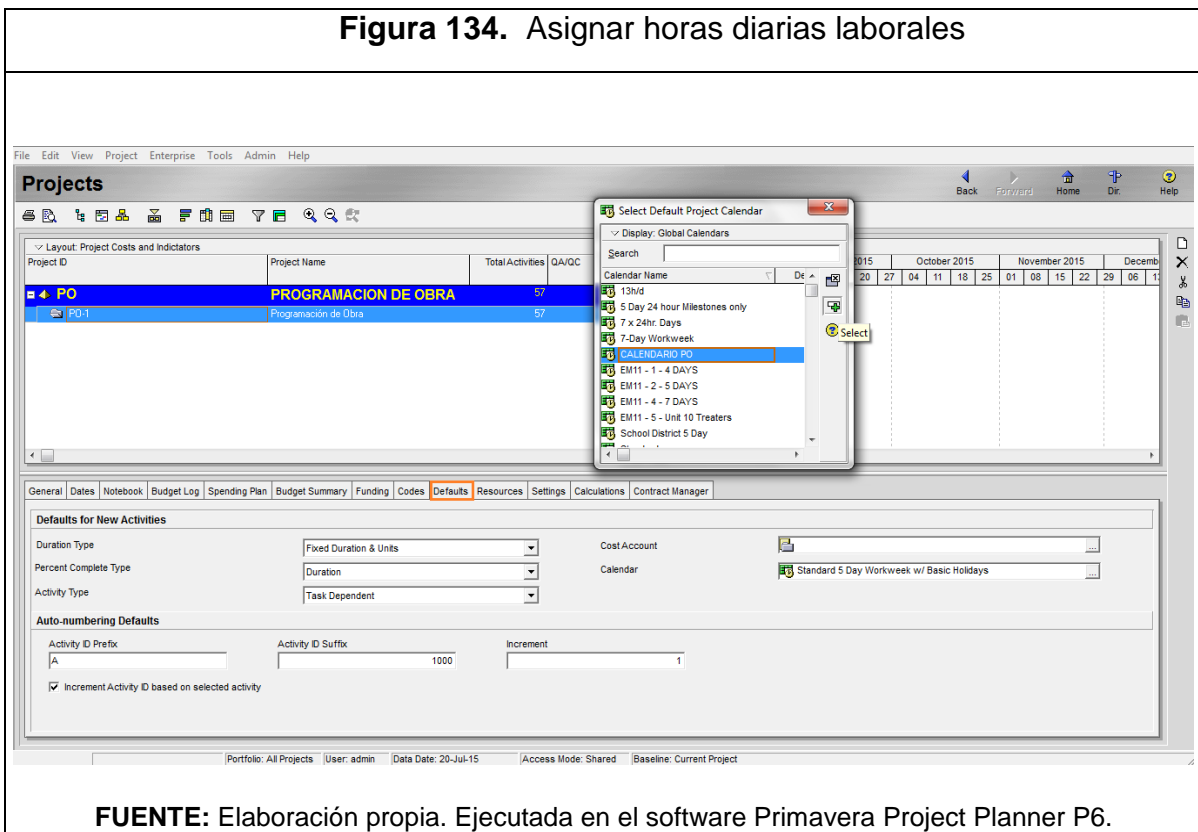


FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Después de definir los días festivos y fines de semana (sábado y domingo) como días no laborales, se definen las horas diarias de trabajo, se busca en el panel derecho un botón llamado “**WORKWEEK**” y se seleccionan 9 horas diarias.

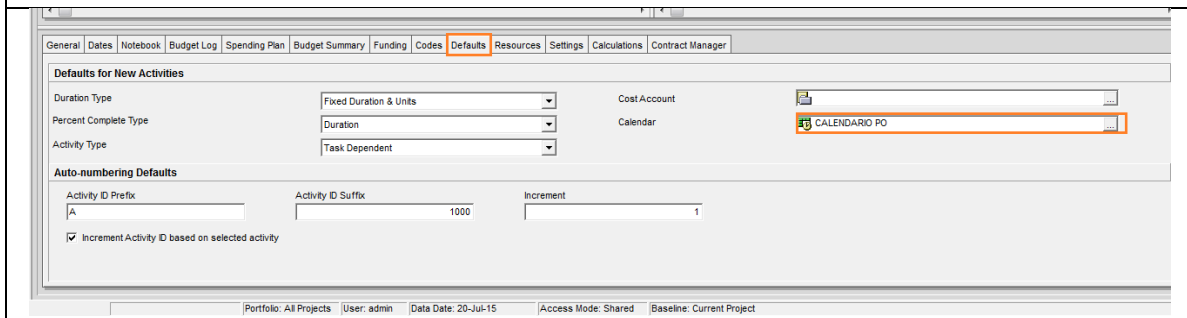
Luego de haber realizado la creación del calendario de forma satisfactoria, se procede a seleccionar el calendario PO, al proyecto que se está realizando. En el panel inferior del módulo de proyecto “**Projects**”, se encuentran varias pestañas, y se busca por defecto “**Defaults**”, en esta se busca calendario “**calendar**” y se selecciona el previamente creado “**calendario PO**”

Figura 134. Asignar horas diarias laborales



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Figura 135. Seleccionar el calendario creado



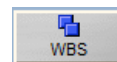
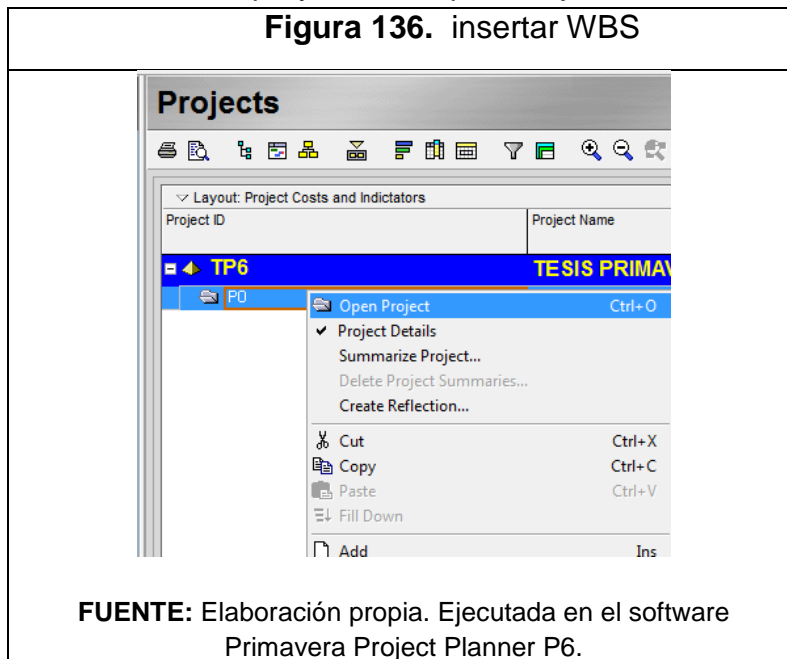
FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

9.5.4. INSERTAR WBS

La WBS (Work Breakdown Structure) es la estructura de descomposición del trabajo, es decir, las actividades que se realizan en la obra sin ser desglosadas, éstas se deben crear primero, para luego empezar a insertar las actividades correspondientes a cada una.

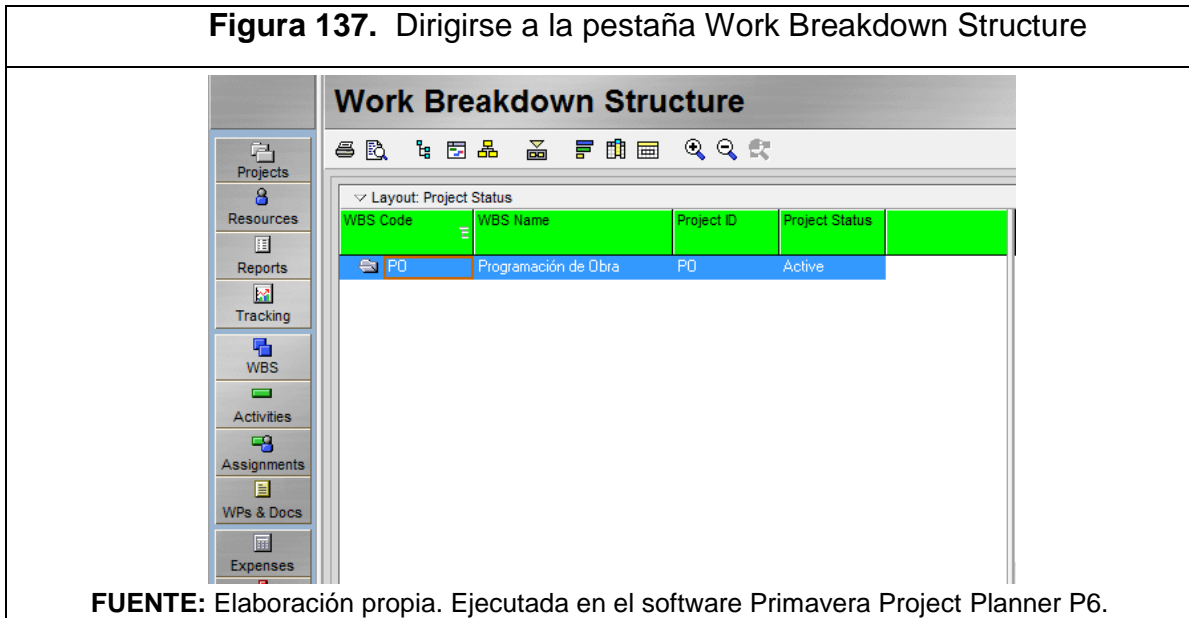
Dar Click derecho en el proyecto → Open Project

Figura 136. insertar WBS



→ Click en WBS → Work Breakdown Structure

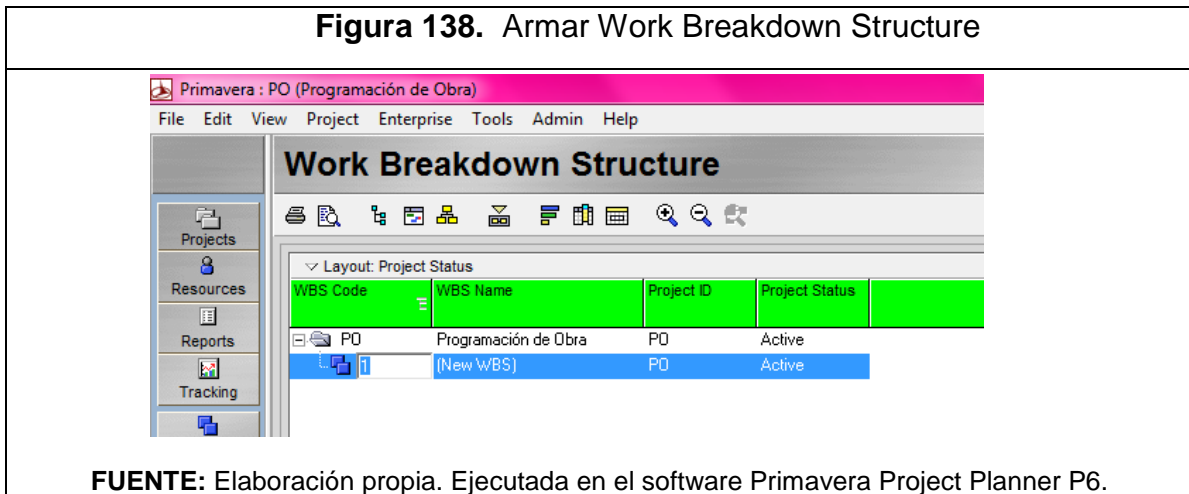
Figura 137. Dirigirse a la pestaña Work Breakdown Structure



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Amar WBS: Click en el proyecto → **insert** → Digitar el nombre

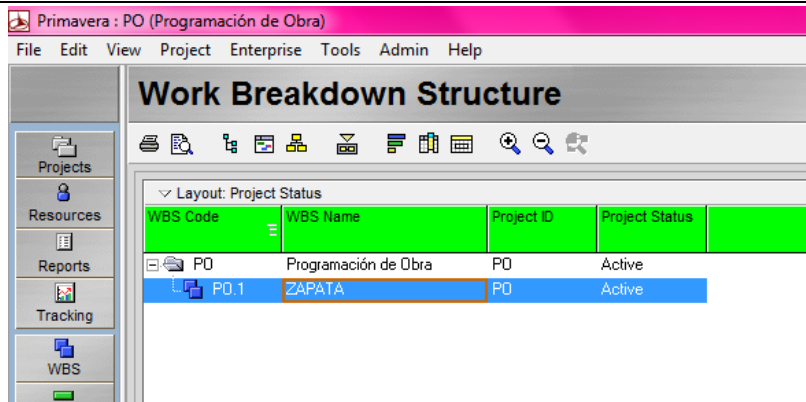
Figura 138. Armar Work Breakdown Structure



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

→ Click de nuevo en el proyecto → **insert** → Digitar nombre

Figura 139. Digitar nombre de la WBS



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

→ Se realiza el mismo proceso para insertar todas las WBS.

Figura 140. Repetir el proceso para insertar todas las WBS

WBS Code	WBS Name	Project ID	Project Status
PO	Programación de Obra	PO	Active
PO.1	ZAPATA	PO	Active
PO.2	VIGA	PO	Active
PO.3	COLUMNA	PO	Active
PO.4	LOSA DE ENTREPISO (PLAC	PO	Active
PO.5	MAMPOSTERÍA	PO	Active
PO.6	ACABADOS	PO	Active

FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

→ Para ordenar en número de ID en orden, hacer click en WodeBS C ▼

9.5.5. INSERTAR ACTIVIDADES

Las actividades es el desglose de las WBS, es decir, las actividades específicas de cada ítem. Para insertar las actividades dirigirse al ícono “Activities”

Figura 141. Crear actividades

Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration
	PO Programación de Obra	0	0
	PO.1 ZAPATA	0	0
	PO.2 VIGA	0	0
	PO.3 COLUMNA	0	0
	PO.4 LOSA DE ENTREPISO (PLACA)	0	0
	PO.5 MAMPOSTERÍA	0	0
	PO.6 ACABADOS	0	0

FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

→ Click en la WBS → **insert** → Codificar y Nombrar cada Actividad.

Figura 142. Codificar y nombrar cada actividad

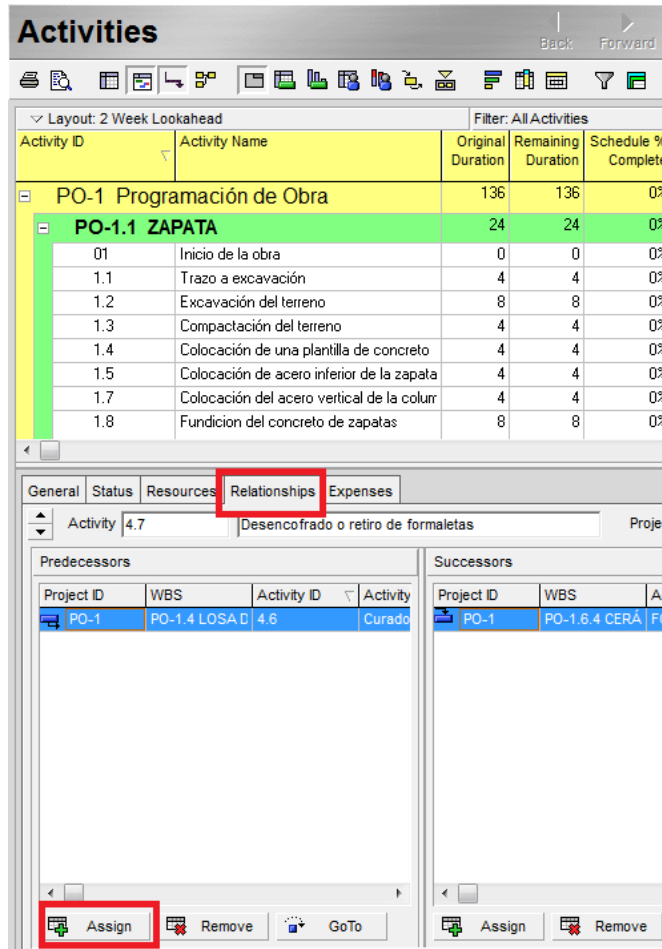
Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration
	PO Programación de Obra	1	
	PO.1 ZAPATA	1	
1	Trazo a excavación	1	
2	New Activity	1	
3	New Activity	1	
4	New Activity	1	
5	New Activity	1	
6	New Activity	1	
7	New Activity	1	
	PO.2 VIGA	0	

FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

9.5.6. ASIGNAR RELACIONES DE SECUENCIA

Las actividades se tienen que relacionar unas con otras para darle secuencia al proyecto, desde el comienzo hasta el fin, de esta manera poder conocer la duración de todo el proyecto y la ruta crítica de éste. Para asignar las relaciones se debe dar click en la actividad → Click en la pestaña Relationships → Assign

Figura 143. Asignar relaciones de secuencia

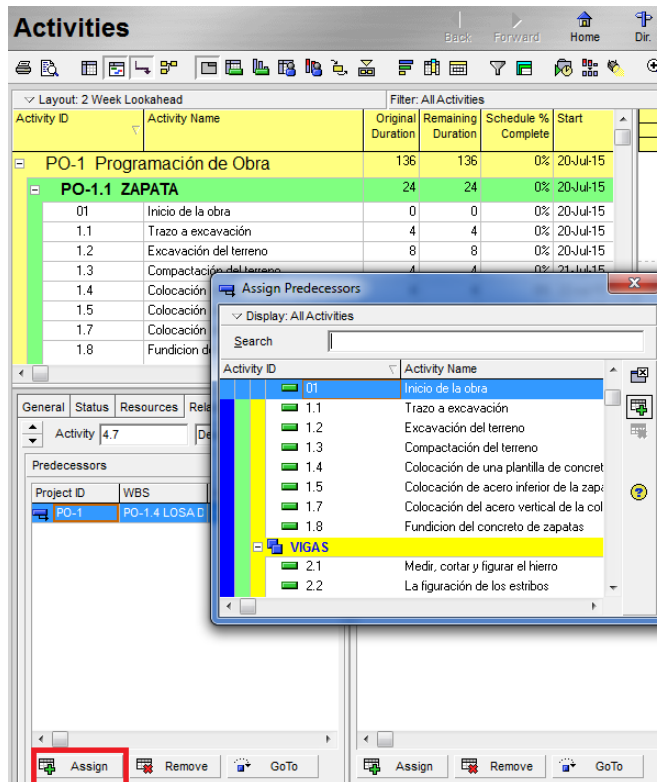


FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

9.5.7. ASIGNAR PREDECESORAS

Las predecesoras son las actividades que van antes de otras, es decir, las que le preceden, para asignar las predecesoras se debe hacer click en la actividad a la cual se le va a asignar predecesora → Assign → Doble click en la actividad que se va a colocar como predecesora.

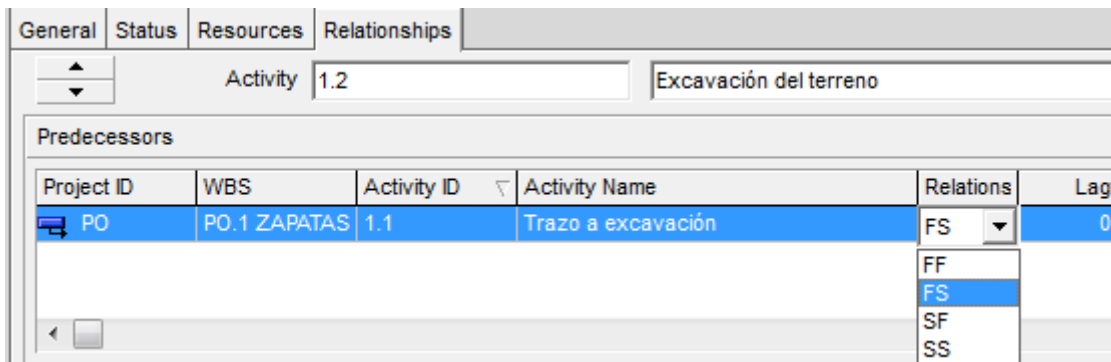
Figura 144. Asignar predecesoras



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

→ Elegir el tipo de relación: (FF – FS – SF – SS)

Figura 145. Elegir tipo de relación para predecesoras



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

→ Asignar el número de **Lag** (Retraso), dependiendo del tipo de relación. El Lag puede ser Positivo (+), Negativo (-) o puede ser 0 si no hay retraso.

Figura 146. Lag (retraso) 0

The screenshot shows the 'Relationships' tab in Primavera Project Planner P6. The current activity is 1.2, 'Excavación del terreno'. The 'Predecessors' table shows a relationship with activity 1.1, 'Trazo a excavación', with a relationship type of 'FS' and a lag of 0. The lag value '0' is highlighted with a red box.

Project ID	WBS	Activity ID	Activity Name	Relations	Lag	Activity Status	Primary I
PO	PO.1 ZAPATAS	1.1	Trazo a excavación	FS	0	Not Started	

FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Figura 147. Lag (retraso) (-)

The screenshot shows the 'Relationships' tab in Primavera Project Planner P6. The current activity is 1.3, 'Colocación de una plantilla de concreto'. The 'Predecessors' table shows a relationship with activity 1.2, 'Excavación del terreno', with a relationship type of 'FS' and a lag of -4. The lag value '-4' is highlighted with a red box.

Project ID	WBS	Activity ID	Activity Name	Relations	Lag	Activity Status	Primary I
PO	PO.1 ZAPATAS	1.2	Excavación del terreno	FS	-4	Not Started	

FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Figura 148. Lag (retraso) (+)

The screenshot shows the 'Relationships' tab in Primavera Project Planner P6. The current activity is 1.5, 'Colocación de acero vertical del dado de la columna'. The 'Predecessors' table shows a relationship with activity 1.4, 'Colocación de acero inferior de la zapat', with a relationship type of 'SS' and a lag of 1. The lag value '1' is highlighted with a red box.

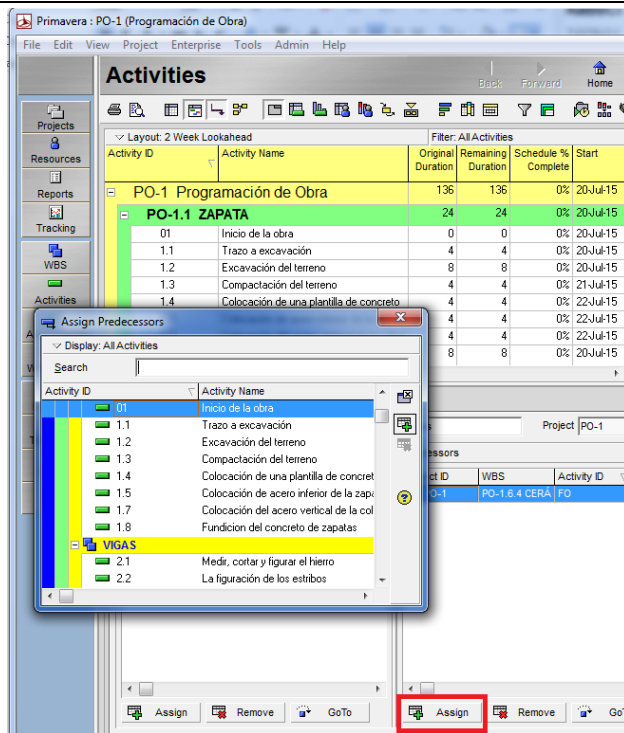
Project ID	WBS	Activity ID	Activity Name	Relations	Lag	Activity Status	Primary I
PO	PO.1 ZAPATAS	1.4	Colocación de acero inferior de la zapat	SS	1	Not Started	

FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

9.5.8. ASIGNAR SUCESORAS

Las sucesoras son las actividades que van después de otras, es decir, las que le siguen, para asignar las sucesoras se debe hacer click en la actividad a la cual se le va a asignar sucesora → Assign → Doble click en la actividad que se va a colocar como sucesora.

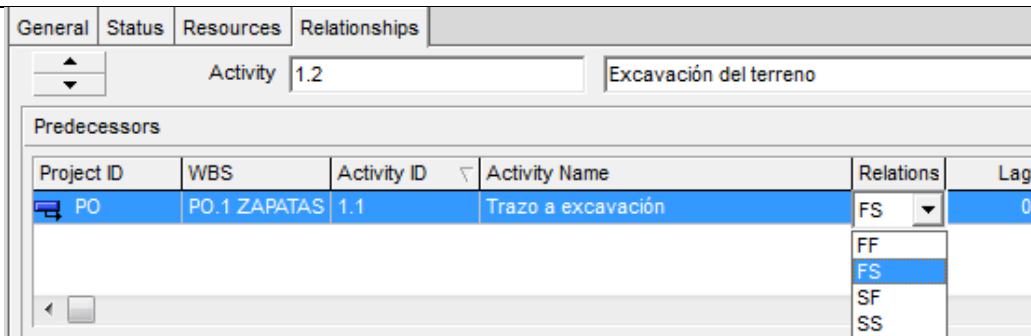
Figura 149. Asignar sucesoras



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

→ Elegir el tipo de relación: (FF – FS – SF – SS)

Figura 150. Elegir tipo de relación para sucesoras



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

→ Asignarle en número de **Lag** (Retraso), dependiendo del tipo de relación. El Lag puede ser Positivo (+), Negativo (-) o puede ser 0 si no hay retraso.

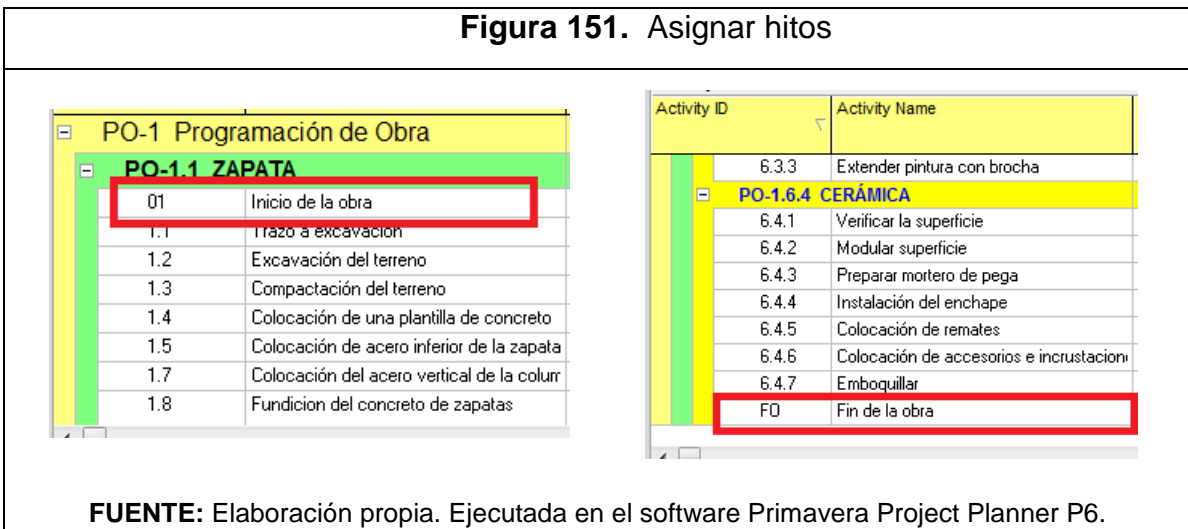
NOTA: Todas las actividades deben tener Predecesora y Sucesoras.

9.5.9. ASIGNAR HITOS

Los hitos son etapas dentro de un mismo proyecto. Serían como proyectos dentro del proyecto, no pre entregas.

Los hitos permiten organizar el proyecto por etapas. Gestionar mejor el resultado final mediante el cumplimiento de pequeños objetivos. Además permite avanzar paso a paso con el profesional. Hacer revisiones periódicas y seguir un cronograma que permita terminar el proyecto en la fecha determinada.

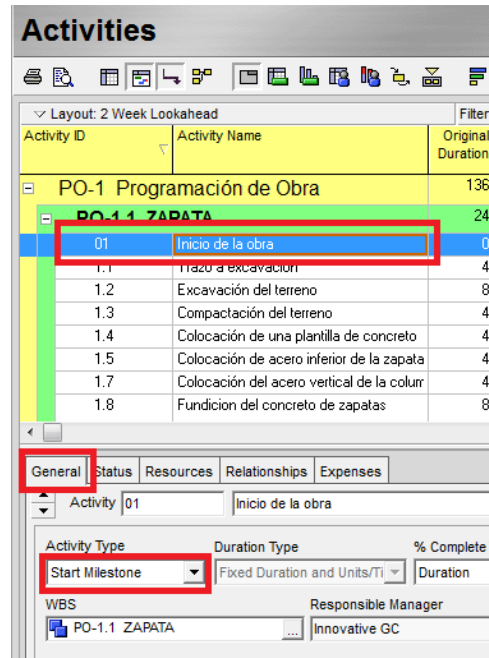
Para asignar los hitos se deben introducir las Actividades que se van a tomar como hitos. En este caso el inicio y fin de la obra (Siempre se van a introducir como hitos). Se les asigna una **Duración de 0**.



→ El inicio y fin de la obra se relacionan con la primera y la última actividad, respectivamente.

→ Click en la actividad **Inicio de la obra** → click en la pestaña General → Activity Type: *Start Milestone*

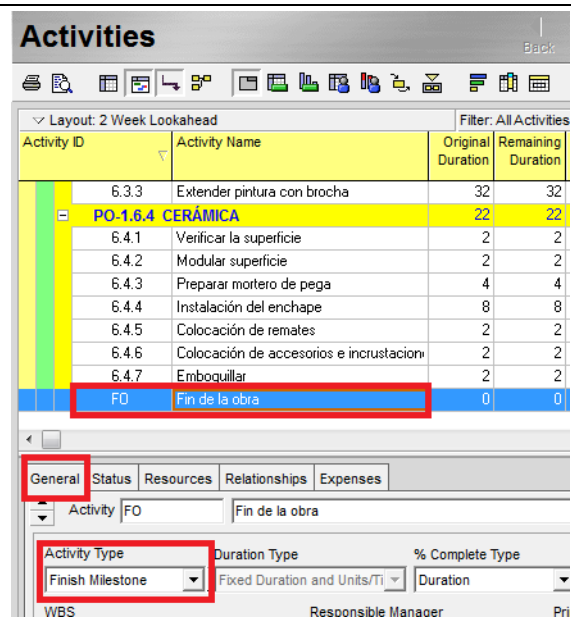
Figura 152. Asignar inicio del proyecto (Start Milestone)



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

→ Click en la actividad **Fin de la Obra** → click en la pestaña General → Activity Type: *Finish Milestone*

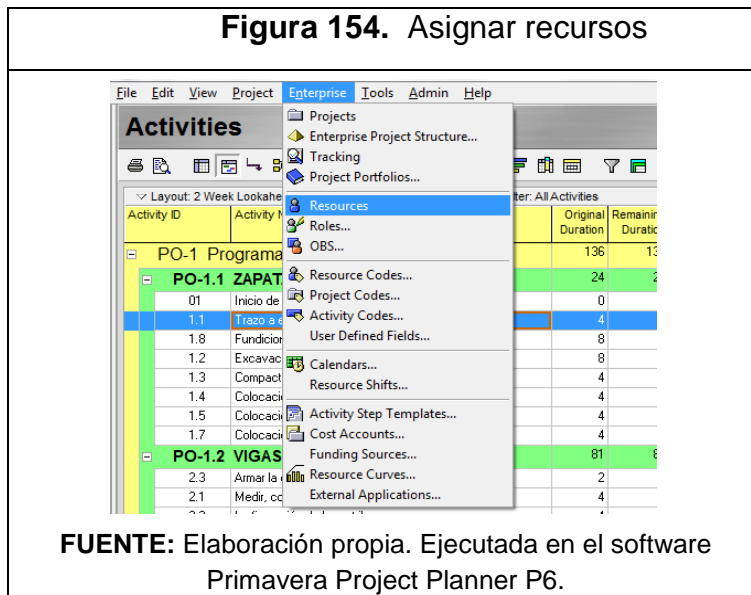
Figura 153. Asignar del fin del proyecto (Finish Milestone)



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Para asignar recursos a las actividades, primero se debe hacer la creación del mismo, en este caso se creara recurso de mano de obra, oficial y ayudante.

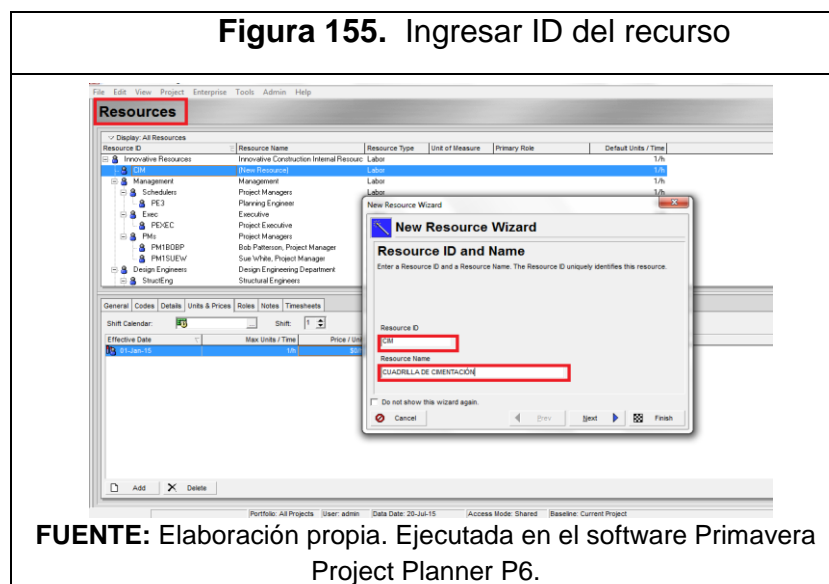
Figura 154. Asignar recursos



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

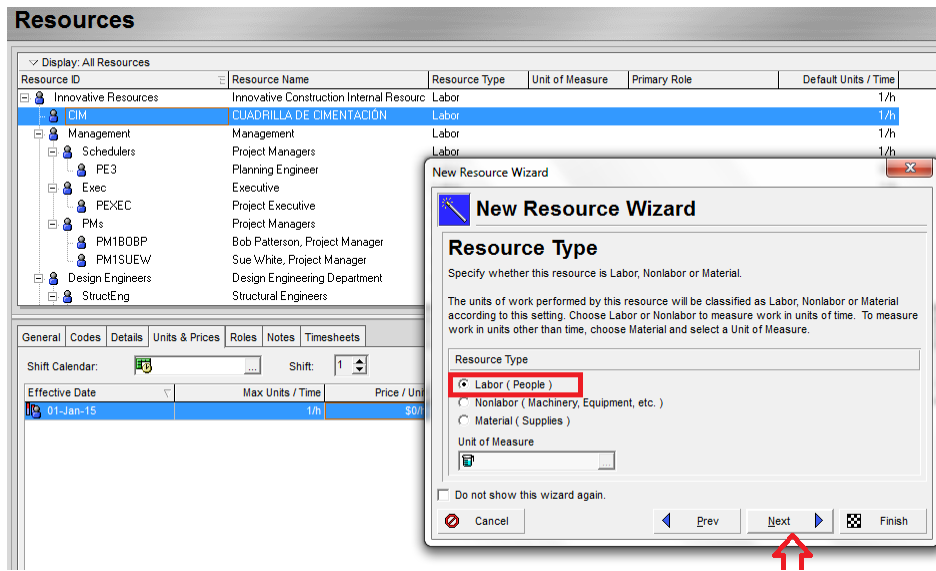
Ahora bien, se ingresa al módulo de Recursos, se despliega una serie de recursos que el programa trae por defecto, luego dirigirse al ícono “add”, se escribe el ID del recurso “ID resource”, en este caso es CIM, que debe ser tres letras que identifiquen el mismo, y el nombre del recurso “resource name”, la descripción de éste, que en este caso sería CUADRILLA DE CIMENTACIÓN y se oprime “Next”.

Figura 155. Ingresar ID del recurso



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

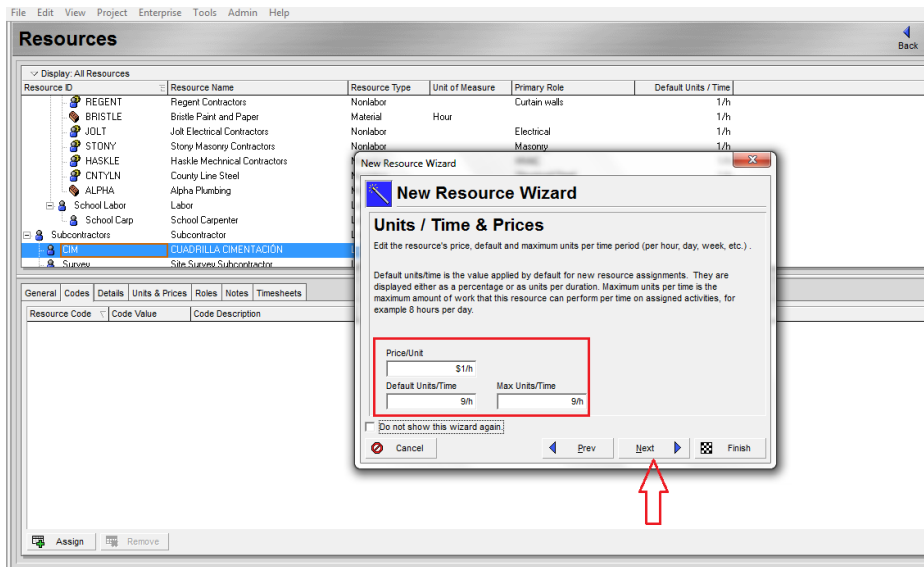
Figura 156. Definir tipo de recurso



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Se ingresa en Price units, el número 1, en defaults units/Time, se coloca: 9h, en Max units/time: 9h, pues es la jornada máxima que se está manejando en este ejemplo.

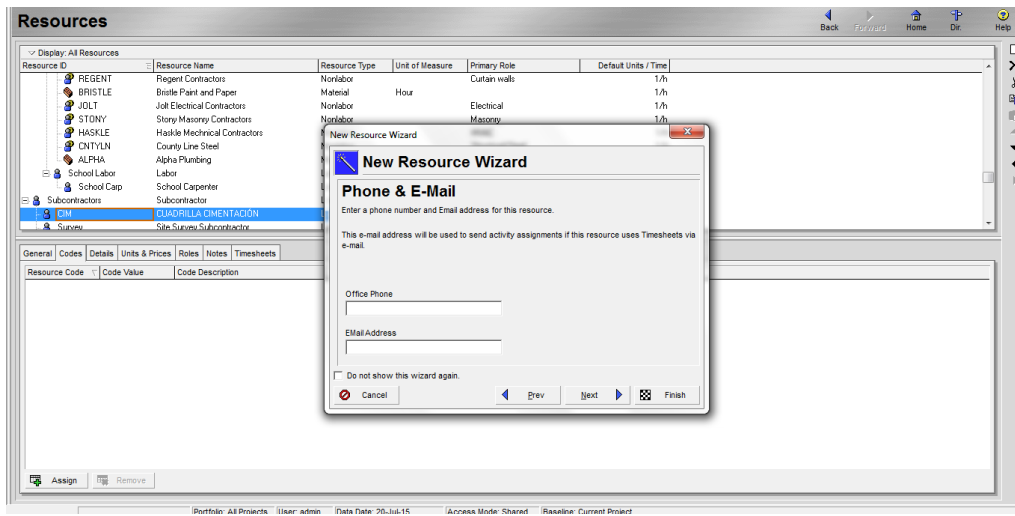
Figura 157. Asignar el valor del día por cuadrilla



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Se ingresa la información personal, de la cuadrilla, si se tiene, si no se oprime next "siguiente".

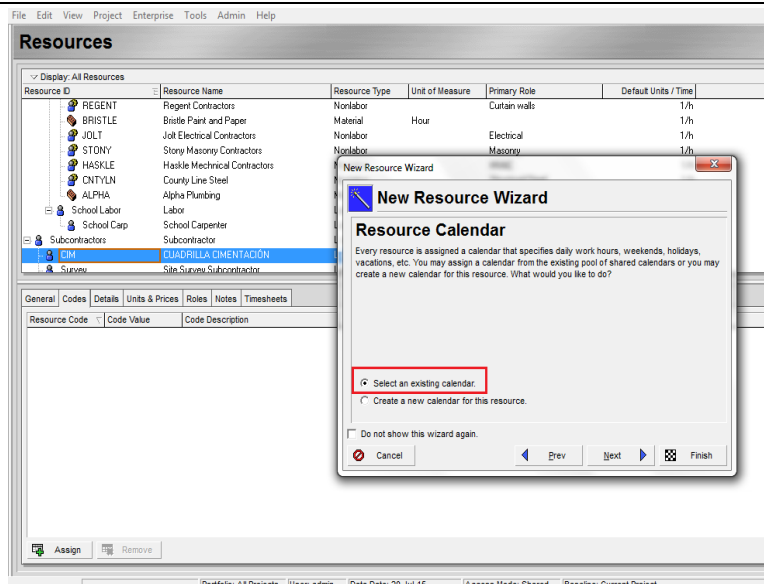
Figura 158. Insertar formación personal de la cuadrilla



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

→ “next”, → seleccionar calendario existente → next.

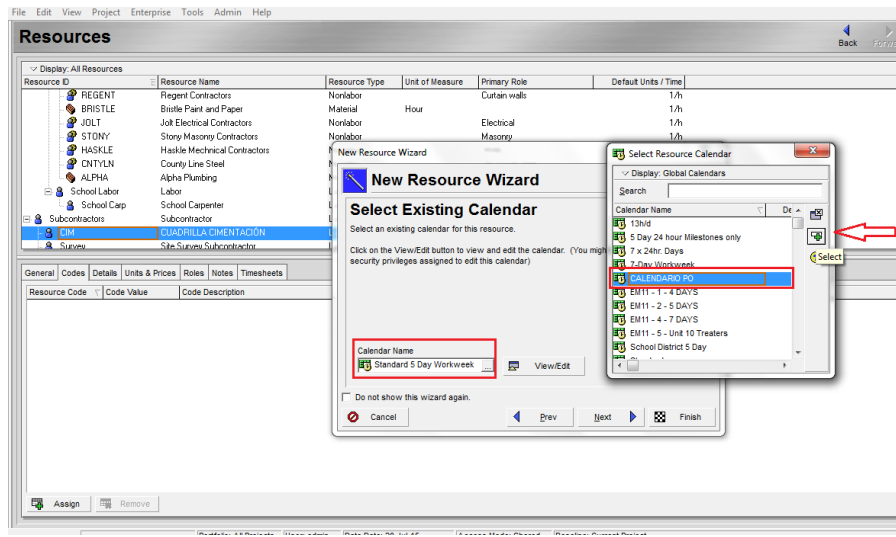
Figura 159. Seleccionar calendario



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

En esta ventana se selecciona el calendario previamente creado

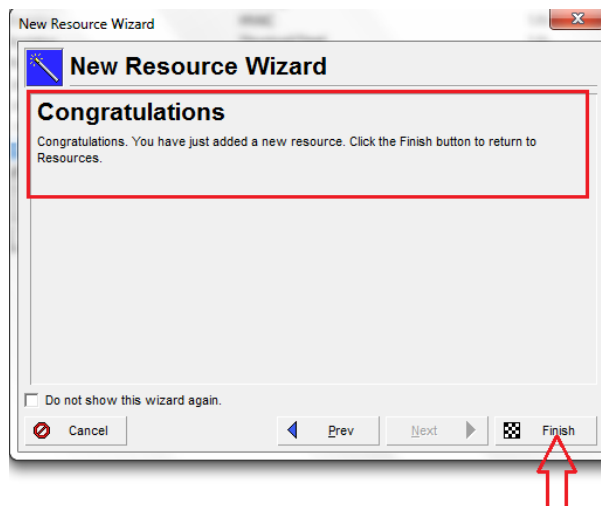
Figura 160. Seleccionar calendario previamente creado



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

→ Next → finish (de esta manera se crean todos los recursos).

Figura 161. Recursos asignados

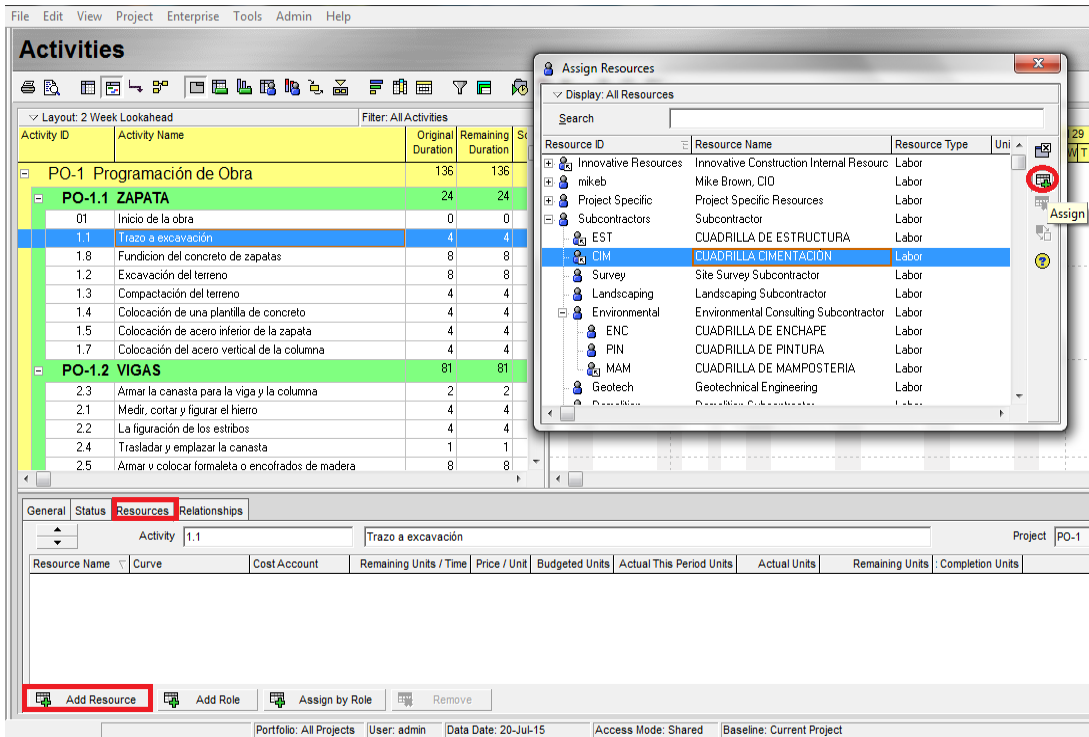


FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Ahora se debe asignar el recurso a cada actividad del grupo zapatas. A continuación se presentará el proceso para una actividad.

En el módulo de actividades “activities”, se selecciona la actividad → “resources”, → “add resource” → se abre una ventana donde se busca el recurso asignar, en este caso CIM- CUADRILLA DE CIMENTACION → “assign”, y de esta manera se realiza lo mismo con cada actividad.

Figura 162. Asignar recursos a las actividades del grupo zapatas



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

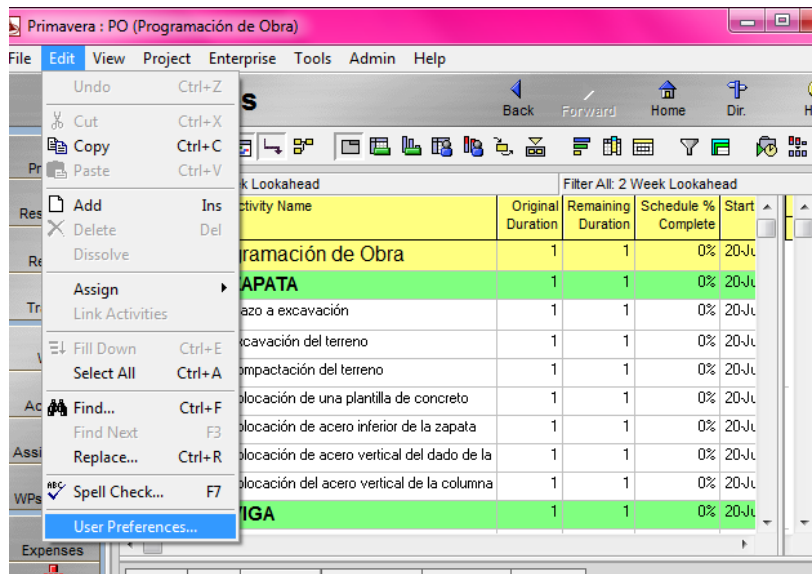
9.5.10. ASIGNAR DURACIONES

Las duraciones son el tiempo que demora cada actividad en ejecutarse. Se puede trabajar en años, meses, días y horas.

NOTA: En el ejemplo se utiliza la unidad de tiempo en horas, ya que es una obra pequeña y las actividades están bastante desglosadas. En la mayoría de las programaciones que se realizan para otros proyectos no es necesario hacer un desglose tan puntual de las actividades, se generaliza y puntualiza más (principalmente cuando se trata de obras de mayor tamaño o dimensiones).

Para asignar las duraciones se hace click en la barra "Edit" → User preferences

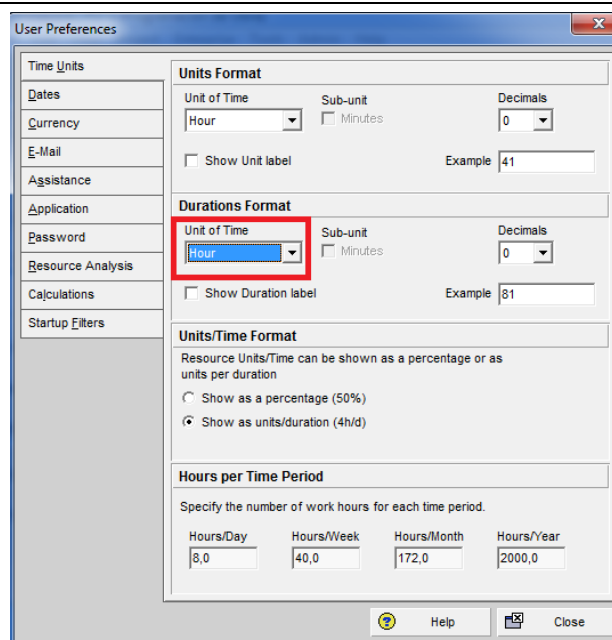
Figura 163. Asignar duraciones a las actividades



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

→ Time units → Durations Format: Day → Close

Figura 164. Unidad de tiempo



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

→ Colocar duraciones en Original Duration

Figura 165. Duraciones del proyecto

Activities						
Layout: 2 Week Lookahead Filter: All Activities						
Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	Schedule % Complete	Start	
PO-1	Programación de Obra	136	136	0%	20-Jul-15	
PO-1.1	ZAPATA	24	24	0%	20-Jul-15	
01	Inicio de la obra	0	0	0%	20-Jul-15	
1.1	Trazo a excavación	4	4	0%	20-Jul-15	
1.2	Excavación del terreno	8	8	0%	20-Jul-15	
1.3	Compactación del terreno	4	4	0%	21-Jul-15	
1.4	Colocación de una plantilla de concreto	4	4	0%	22-Jul-15	
1.5	Colocación de acero inferior de la zapata	4	4	0%	22-Jul-15	
1.7	Colocación del acero vertical de la columna	4	4	0%	22-Jul-15	
1.8	Fundición del concreto de zapatas	8	8	0%	20-Jul-15	

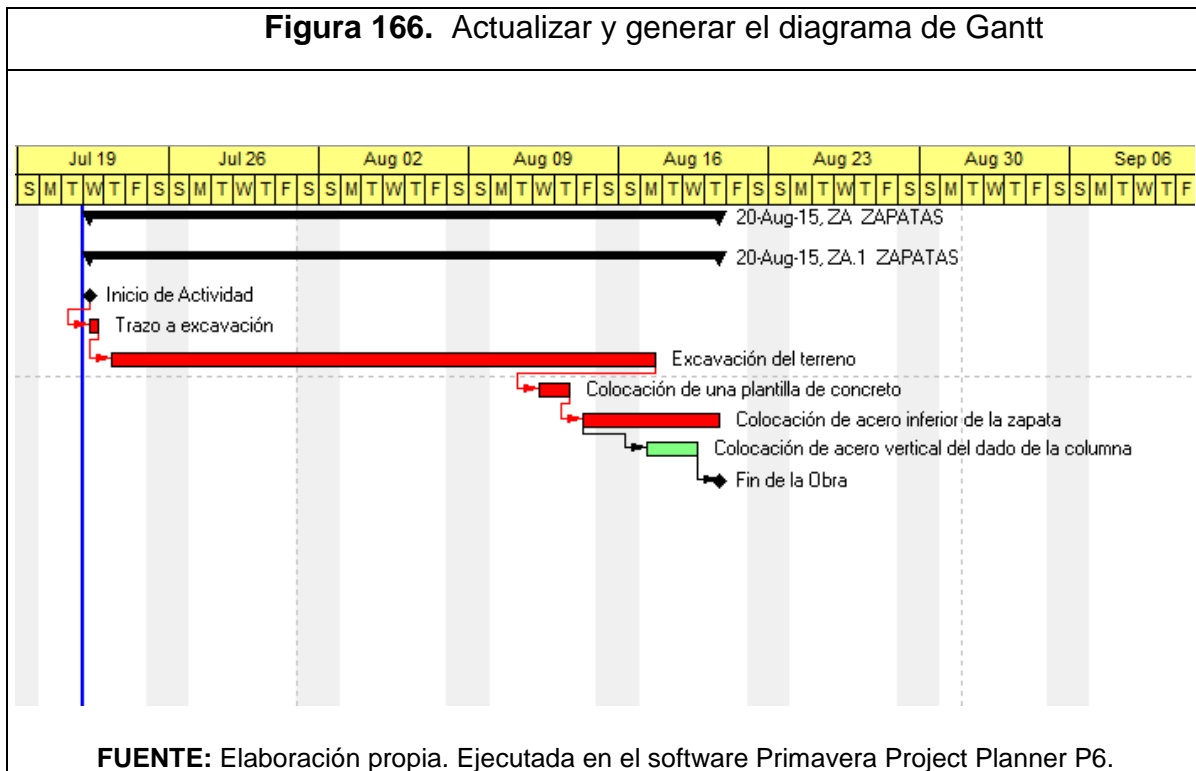
FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

9.5.11. DIAGRAMA DE GANTT

Para crear el diagrama de Gantt, es necesario actualizar todo lo que se ha realizado, haciendo click en F9 → Schedule → Fecha del día → Schedule

→ Diagrama de Gantt:

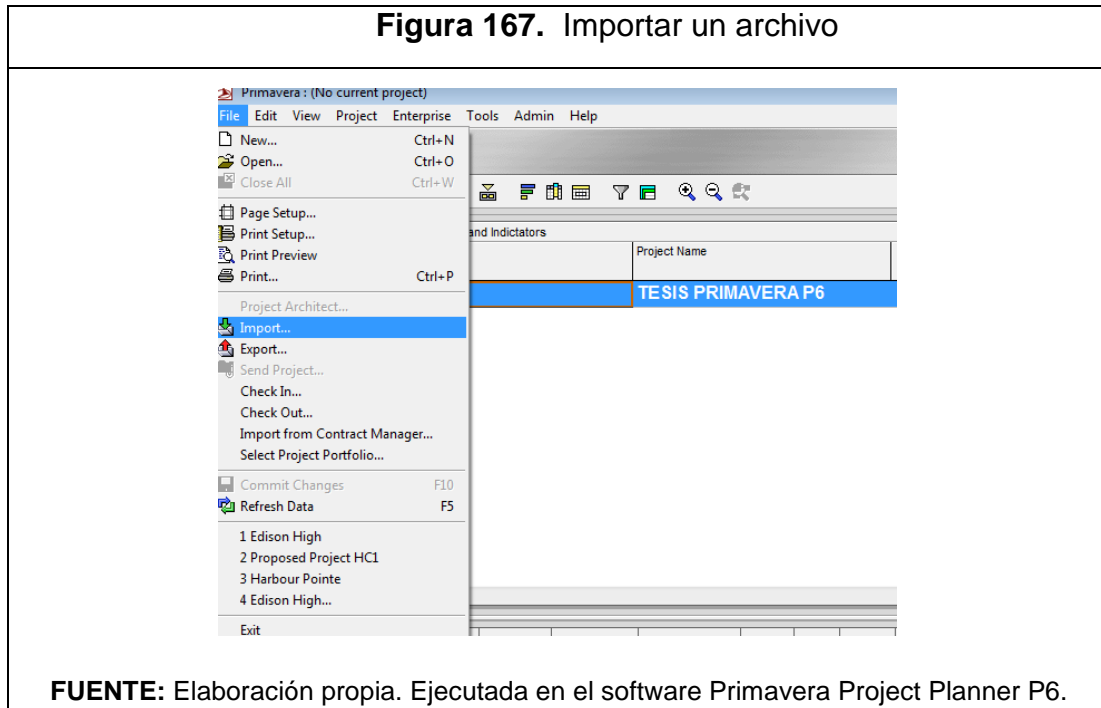
Figura 166. Actualizar y generar el diagrama de Gantt



9.6. COMANDOS BÁSICOS DEL SOFTWARE

9.6.1. IMPORTAR UN ARCHIVO

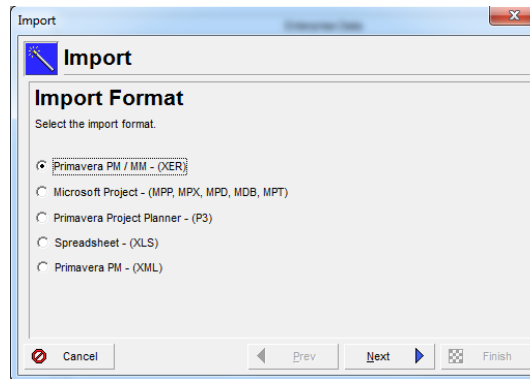
Dirigirse a la pestaña File → Import



Aparece una ventana (import) donde se van a seleccionar las siguientes opciones:

- **Import Format:** Primavera PM / MM – (XER) → Next
- **Import Type:** Project → Next
- **File Name** → Se busca el documento que se va a importar → Next
- **Import Project Options:**
 - Import Action: Create New Project
 - Import To: (Buscar la empresa ya creada donde se quiera importar el archivo) → Next
- **Update Project Options** → Yes → Next → Finish

Figura 168. Importar formato

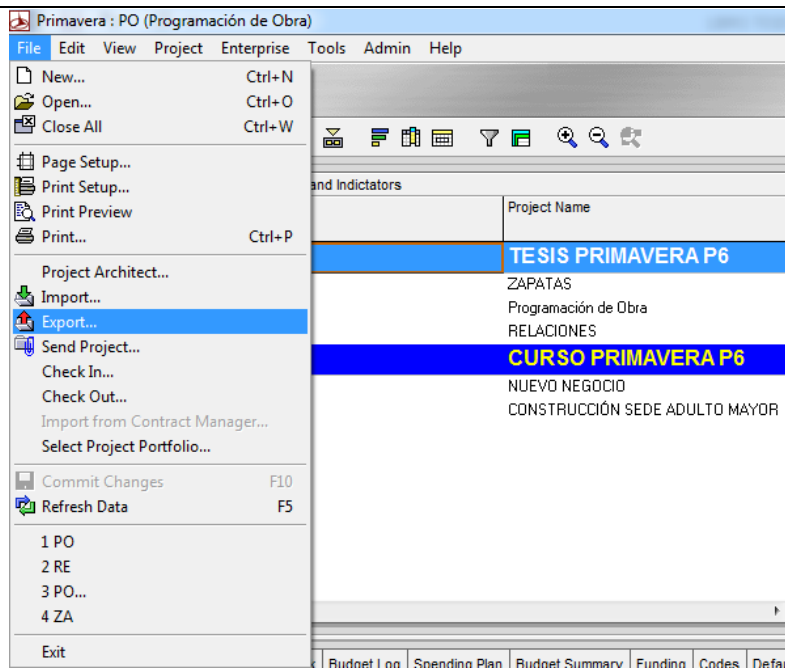


FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

9.6.2. GUARDAR UN ARCHIVO

Dirigirse a la pestaña File → export

Figura 169. Guardar archivo paso 1

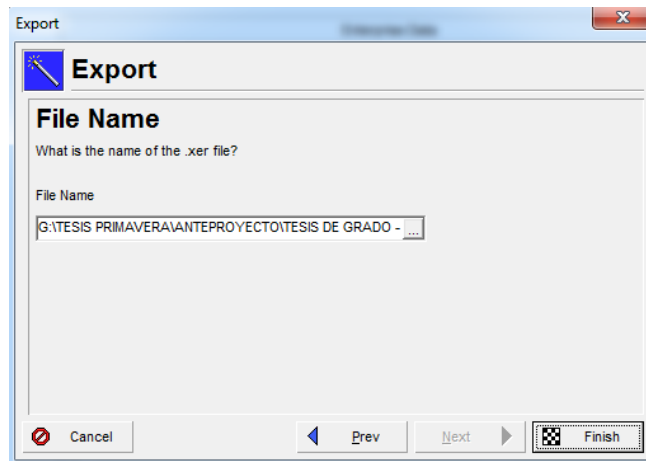


FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Aparece una ventana (export) donde se van a seleccionar las siguientes opciones:

- **Export Format:** Primavera PM / MM – (XER) → Next
- **Export Type:** Project → Next
- **Projects to Export** → Se selecciona el documento que se va a guardar → Next
- **File Name** → Se busca la ubicación donde se va a guardar el documento
- Finish

Figura 170. Guardar archivo paso 2

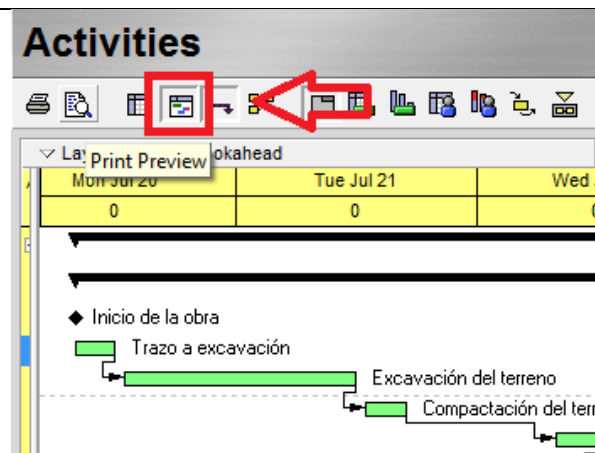


FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

9.6.3. IMPRIMIR UN ARCHIVO

Dirigirse al ícono “Print Preview”

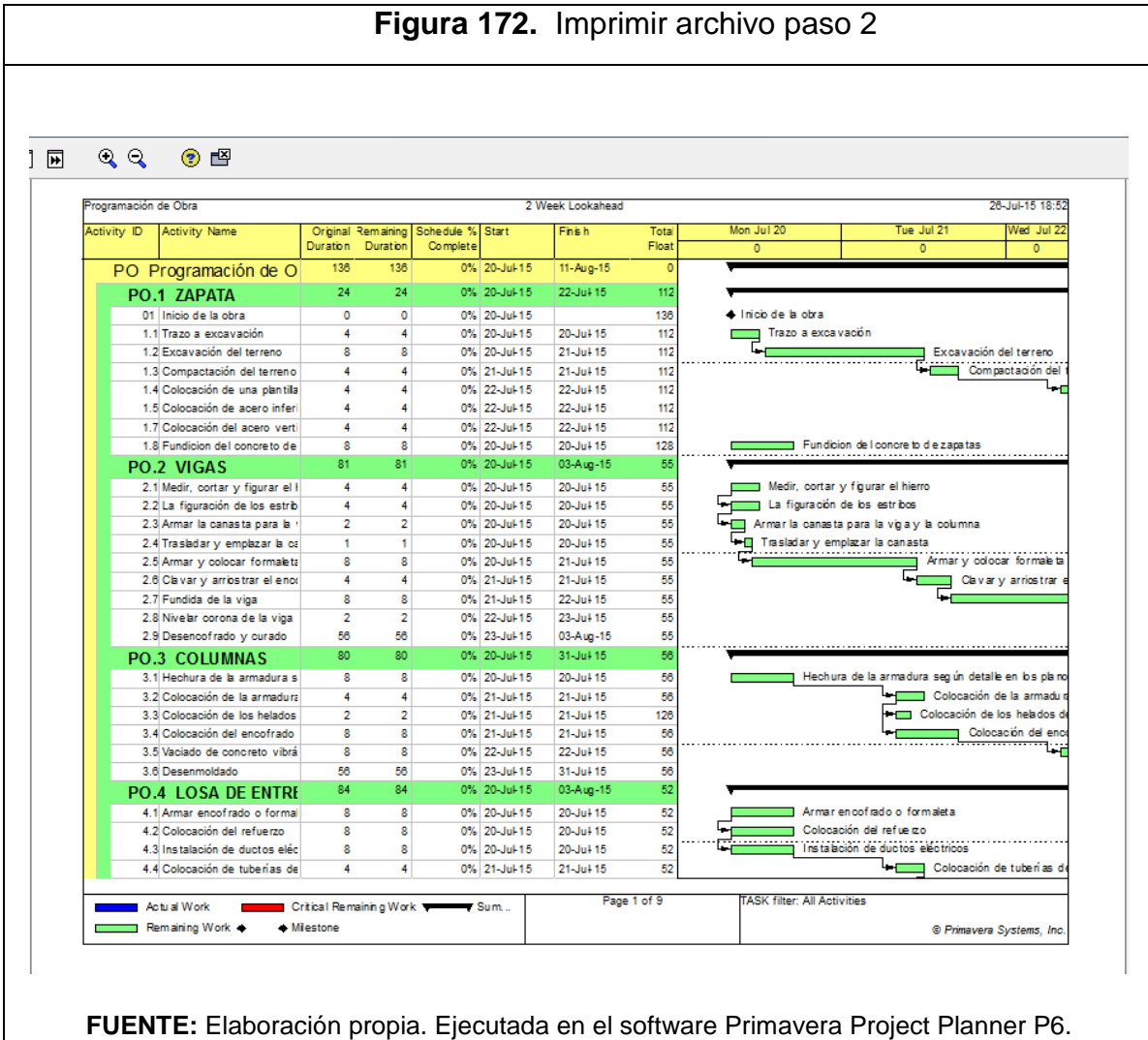
Figura 171. Imprimir archivo paso 1



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Aparece la vista de lo que va a salir en la impresión, esta se debe modificar de acuerdo a lo que se quiera imprimir y al tamaño y los márgenes que se desean utilizar.

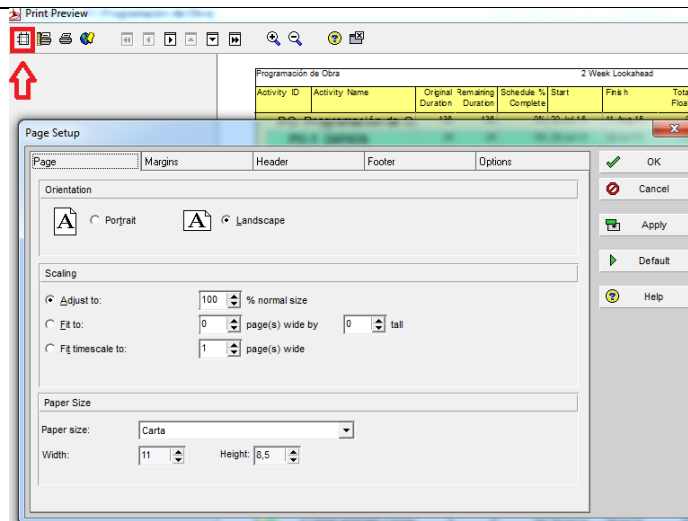
Figura 172. Imprimir archivo paso 2



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Para modificar la vista previa hay que dirigirse al ícono “Paje Setup”

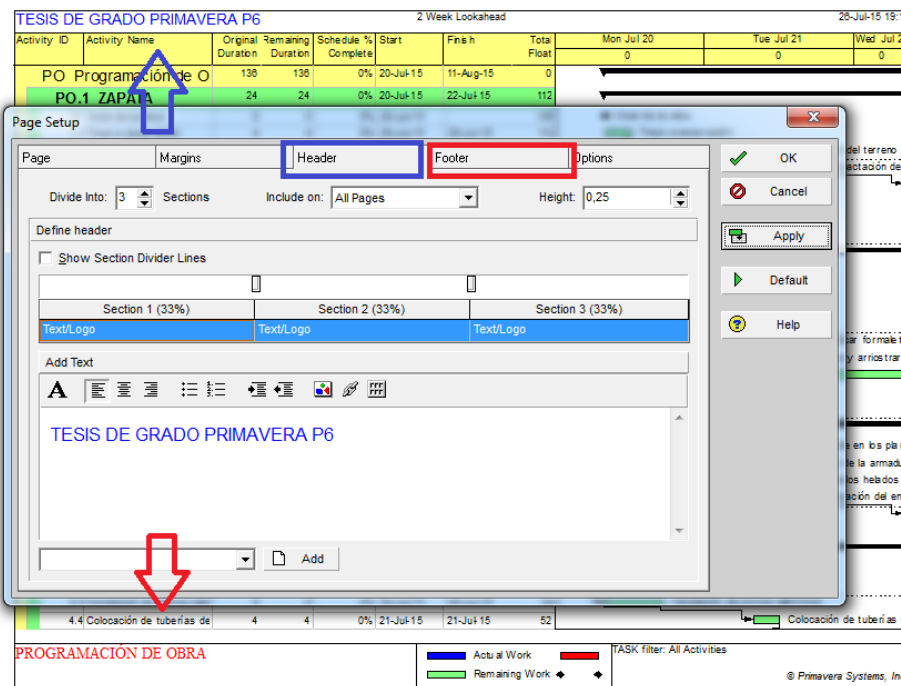
Figura 173. Modificar vista previa



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

En la pestaña “Header” se editan los textos que van a salir en el rótulo de arriba y en la pestaña “Footer” se editan los textos que van a salir en el rótulo de la parte de debajo de la plancha.

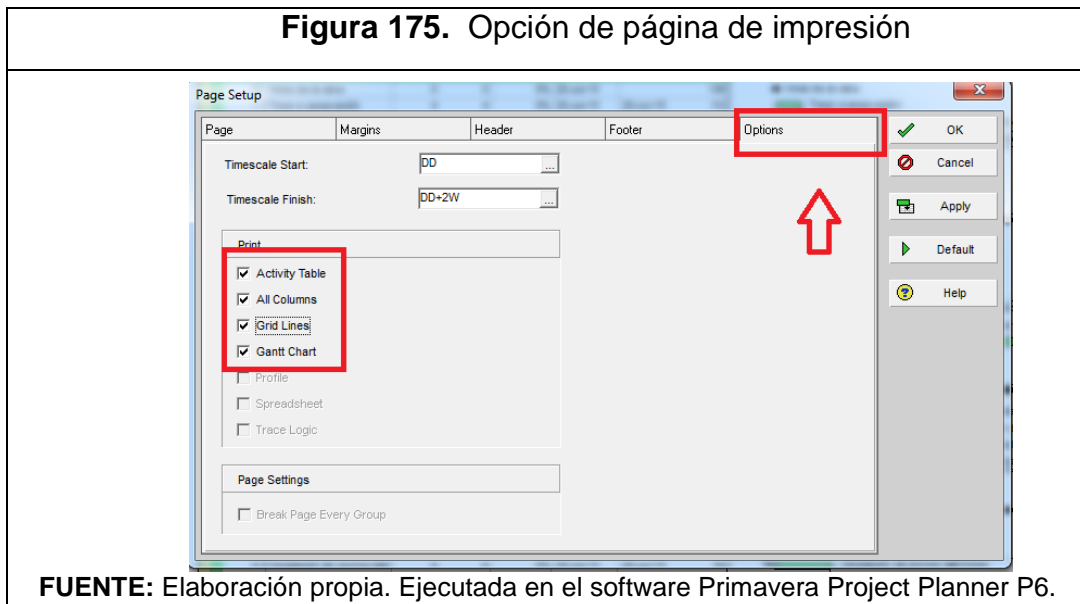
Figura 174. Edición de textos del rótulo



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

En las pestaña “Options” se escoge lo que va a salir en la página de la impresión (Activity Table, All Columns, Grid Lines, Gantt Chart).

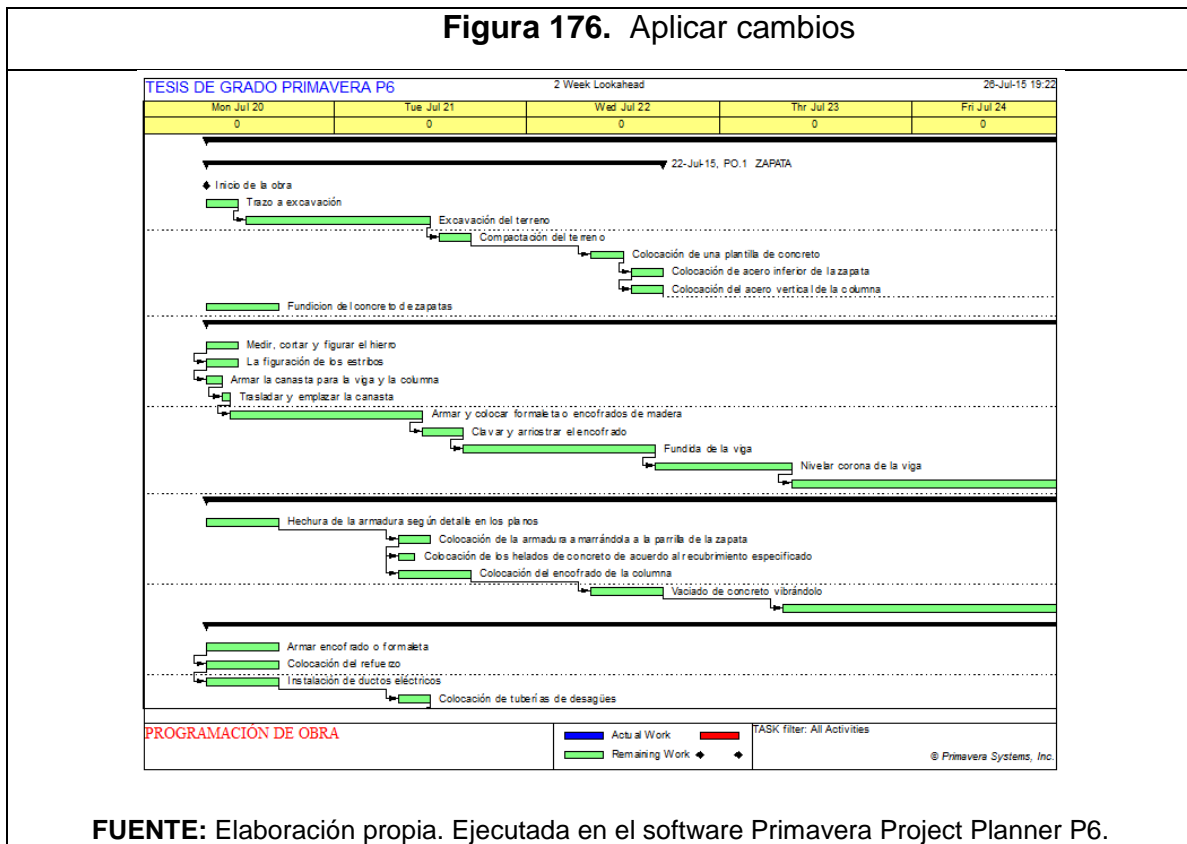
Figura 175. Opción de página de impresión



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

Se edita y ajusta lo que se va a imprimir → Apply → OK

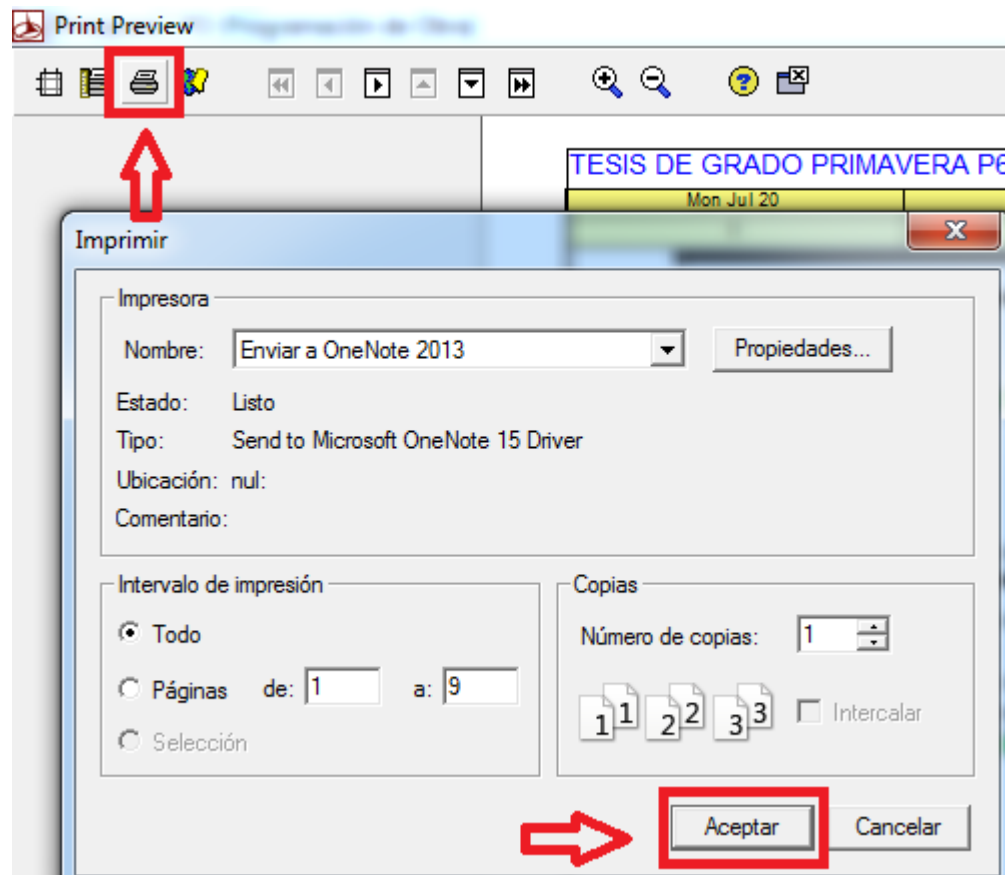
Figura 176. Aplicar cambios



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

En este caso vamos a imprimir únicamente en Diagrama de Gantt. Ya teniendo todo ajustado, se procede al ícono “Print”, se ajustan las propiedades → Aceptar

Figura 177. Ajustar propiedades de impresión



FUENTE: Elaboración propia. Ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.

10. CONCLUSIONES

- Como resultado de la investigación de la metodología de aprendizaje ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) y la metodología convencional, se observó que la implementación de las diferentes herramientas que se crearon para la realización del proyecto son útiles y esenciales para llevar a cabo un adecuado desarrollo de la explicación y la facilitación del aprendizaje de la programación ejecutada en el software Primavera Project Planner P6.
- Las herramientas prácticas, el material y el manual que se le van a entregar al estudiante interesado en adquirir aprendizaje del software Primavera Project Planner P6, impulsan directamente al alumno a realizar un análisis lógico, tomando decisiones con criterio propio, basadas en el conocimiento y la experiencia de cada persona, lo cual contribuye a la formación y el desarrollo personal del alumno, ya que es un hecho que el alumno aprende practicando, desarrollando actividades y resolviendo problemas.
- Se va a dejar el manual y el paquete de información realizado como herramienta útil para que sea aplicada por los docentes de Ingeniería Civil de la Universidad Pontificia Bolivariana en sus clases de Herramientas computacionales, Programación y Presupuestos y la especialización de Gerencia e interventoría de obras civiles, con el fin de ampliar y complementar sus metodologías de aprendizaje, de igual manera facilitar las clases, ya que el estudiante va a requerir únicamente una guía del docente.
- El manual y el paquete de información puede ser utilizado por el docente para cualquier tipo de ejercicio o problema que vaya a proponer, con cualquier tipo de obra (desde pequeños proyectos hasta proyectos más robustos), teniendo la posibilidad de modificar o ampliar la información, dependiendo de las necesidades y en caso de actualizaciones del software.
- La programación que se ejecutó como ejemplo para el paso a paso, es muy detallada de un proceso constructivo, con el fin de enseñar a los alumnos desde lo más básico hasta lo más avanzado, mostrando de manera detallada y desglosada cada actividad con su respectivo proceso, basándose en la experiencia en obra y teóricamente. Pero vale aclarar que al momento de realizar una programación hay pasos o actividades que se asumen como obvias y se resumen, convirtiendo el proyecto con una estructura más general y puntual.

- En el transcurso del desarrollo del proyecto en el software Primavera Project Planner P6, se realizó un comparativo con el software Project y se observó que primavera tiene mayor capacidad para proyectos más robustos, también se pueden realizar todas las etapas de la gestión del tiempo de PMI y que con Project es posible modificar y manipular la información al mismo tiempo que se van asignando las relaciones y duraciones, mientras que la interfaz de Primavera no se presta para manipular, cambiar o modificar información sin haber actualizado.
- El software Primavera Project Planner P6 permite mostrar la programación y los entregables de ésta (Diagrama de Gantt y Diagrama de Pert) de una forma más ordenada y llamativa visualmente, se permite ajustar a los gustos y diferentes modelos, permite personalizar los Diagramas, las columnas, entre otras cosas.

11. RECOMENDACIONES

A los profesores que van a utilizar esta herramienta, se les deja las siguientes recomendaciones:

- Al momento de poner en práctica esta herramienta en sus clases, los profesores deben hacer un seguimiento continuo y solución de dudas e inconvenientes que presenten los alumnos, ya que su conocimiento y experiencia es una herramienta clave y elemental para el desarrollo de los problemas que se van a proponer y del desarrollo del estudiante.
- El profesor debe actualizarse constantemente a medida de que el software avance y se actualicen las versiones, de igual manera actualizar el documento guía, con el fin de darles a conocer a los estudiantes, el uso de del software en tiempo real.
- Los profesores pueden complementar y complicar los ejercicios, adicionando información extra o proponiendo problemas de programación de obras más grandes y de mayor dimensión, con el fin de que el alumno practique y aprenda haciendo y resolviendo problemas.

A los futuros estudiantes o profesionales interesados en continuar la investigación de este proyecto, se les recomienda crear un proyecto más completo y global, que puedan abarcar varios proyectos en uno solo, varias duraciones para cada proyecto y unificar la información.

A la Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga se le realizan las siguientes recomendaciones:

- Adquirir más licencias del software, con el fin de que un aula completo de clase pueda presenciar y practicar en una clase de Primavera Project Planner P6.
- Actualizar constantemente el software con las últimas versiones que se actualizan.

- La Universidad Pontificia Bolivariana debería complementar el pensum con algún software, como por ejemplo, Primavera Project Planner P6. Ya que son realmente útiles y facilitan el desarrollo de ciertas actividades y acortan el tiempo de trabajo del estudiante
- La metodología ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) es una buena opción que se recomienda a los profesores que quieren cambiar su metodología convencional y que están interesados por ofrecerle a los estudiantes un óptimo aprendizaje.

12. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- CURSO DE PRIMAVERA PROJECT PLANNER P6. Cursos subvencionados para trabajadores. <<http://www.adrformacion.com/cursos/primavera/primavera.html>> [citado en 6 de abril de 2015].
- PRIMAVERA P6. Manual de referencia. Raúl Rojas Vera. <<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/manual-primavera/manual-primavera.pdf>> [citado en 6 de abril de 2015].
- CURSO DE PRIMAVERA PROJECT PLANNER P6. Lorenzo López Fernández. <<http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/07/Primavera-Project-Planner-P6-Procedimientos-Generales.pdf>> [citado en 6 de abril de 2015].
- PRIMAVERA PROJECT PLANNER P6. Manual Avanzado en español. Raúl Rojas Vera. <<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/primavera-project-planner/primavera-project-planner.pdf>> [citado en 6 de abril de 2015].
- PRIMAVERA PRODUCT HISTORY. Enterprise Management Specialists. <<http://www.pinnaclemanagement.com/primavera-product-history/162>> [citado en 6 de abril de 2015].
- EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS COMO TÉCNICA DIDÁCTICA. Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño. <<http://sitios.itesm.mx/va/dide/documentos/inf-doc/abp.pdf>> [citado en 6 de abril de 2015].
- PMI. A guide to de Project Management Body of Knowledge (PMBOK GUIDE). Fifth Edition. Project Management Institute, Inc. [citado en 20 de julio de 2015].