



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

“Descripción Técnica del Camino Hacia la Ejecución del Proyecto Arquitectónico”

TESINA y EXAMEN PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LIC. EN ARQUITECTURA

PRESENTA:

JOSÉ SANTIAGO TOBÓN TÉLLEZ

ASESOR: ARQ. MARCIAL ÁLVAREZ SALGADO

NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO, ABRIL DE 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PRÓLOGO.....	4
❖ PLANTEAMIENTO DEL PLAN	4
❖ PROCESOS	4
❖ DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS.....	5
METAS DEL PLAN DE EJECUCIÓN DE OBRA.....	5
PROBLEMÁTICA ACTUAL.....	5
Objetivo General del Tema:.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. ¿Qué Es Contexto?.....	7
1.1.1. Definición.....	7
1.1.2. Concepto, Contexto y Contenido.....	7
1.1.3. Contexto en la Formación del Arquitecto.....	7
1.2. Antecedentes	8
1.2.1. Diagrama de Gantt.....	8
1.2.2. Método PERTT	8
1.2.3. Método CPM.....	8
2. TEMA DE TRABAJO.....	9
2.1. “Descripción Técnica del camino, Hacia la Ejecución del Proyecto”	9
2.1.1. Objetivo General.....	9
2.1.2. Esquema General del Plan	9
2.1.3. Integración de los Componentes Del Plan.....	10
3. MARCO TEÓRICO	11
3.1. Proyecto Ejecutivo.....	11
3.1.1. Definición:.....	11
3.1.2. Objetivo Particular:.....	11

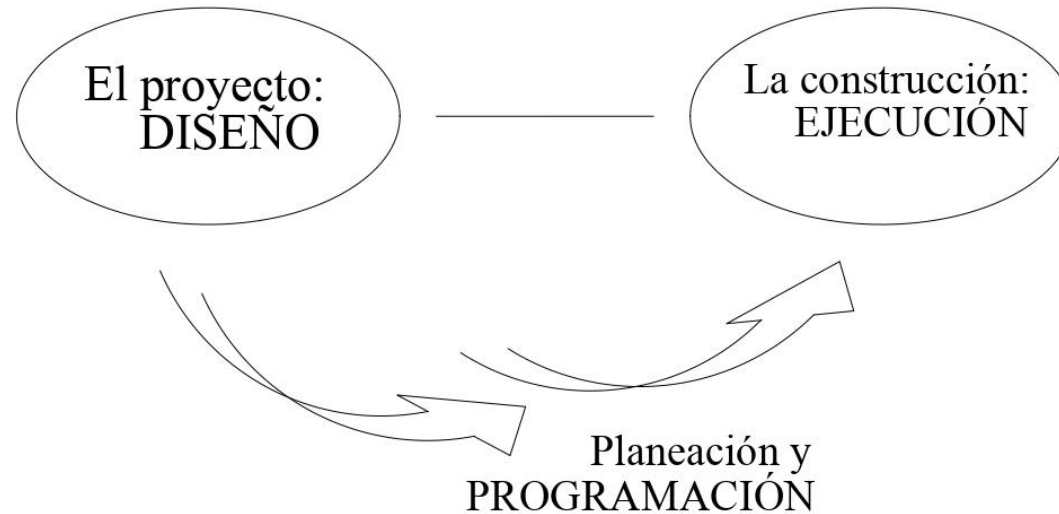
3.1.3.	Planos Ejecutivos (Básicos):.....	11
3.2.	El Presupuesto	12
3.2.1.	Definición.....	12
3.2.2.	Conceptos De Trabajo.....	12
3.2.3.	Normas Y Especificaciones.....	12
3.2.4.	Volúmenes De Obra.....	13
3.2.5.	Objetivo Particular.....	13
3.2.6.	Precios Unitarios.....	13
CAPITULO III	.....	19
4. PLANEACIÓN Y CONTROL	.....	19
4.1.	Generalidades.....	19
4.1.1.	Definición:.....	19
4.1.2.	Relación entre Planeación y Control:.....	20
4.1.3.	Objetivo:.....	20
4.2. Metodología:	.....	20
4.2.1.	El Método de la Ruta Crítica.....	20
4.2.2.	Modelos de Redes.....	20
4.2.3.	Diferencias que existen entre CPM y PERT.....	21
4.3. Consideraciones Para La Aplicación Del Método CPM	.....	21
4.3.1.	El Costo De Obra.....	21
4.3.2.	Frentes De Trabajo.....	21
4.3.3.	Estructuración del Presupuesto Base	21
4.4. El Diagrama de la Red de Flechas o Red de actividades orientadas.	.....	22
4.4.1.	Definición.....	23
4.4.2.	Tabulación de las Actividades y Tiempos de duración.....	23
4.4.3.	Elementos de un Diagrama de Actividades	23
CAPÍTULO IV	.....	26

5. APLICACIÓN DEL MÉTODO	26
5.1. Ubicación del Proyecto: Jardín de Niños de (6 aulas), Bosques de “LOS HÉROES IV”, Tecámac Edo. de México.	26
5.1.1. Planta de Conjunto y Frentes de Trabajo.....	26
5.1.2. Fachadas y Cortes Estructurales.....	27
5.2. Estructuración del Presupuesto Base.....	28
5.3. Tabulación de las Actividades y tiempos de Duración.....	29
5.4. Diagrama de la Red de Actividades. Calcular el Tiempo más Próximo de las Actividades, (TMP).....	30
5.5. Tiempo de duración Más Tardío (TMT) y localización de “La Ruta Crítica”	31
5.6. Identificación de la Ruta Crítica.....	32
5.7. Tabla de Datos para la Programación de Actividades.....	32
5.8. Relaciones entre los tiempos de las actividades y los tiempos flotantes de las mismas:.....	32
5.9. Resumen de Datos para la programación de Actividades de la Obra: Jardín de Niños (De 6 aulas), Bosques de “Los Héroes IV”, Tecámac Edo. De México.	33
5.10. Gráfica de Barras:.....	34
5.10.1. Muestra los Resultados de las Duraciones y Tiempos Flotantes de la Red	34
5.10.2. Indica las Actividades Críticas.....	34
5.10.3. La Información Obtenida en la Etapa de Programación es Importante para Controlar el Proyecto y útil durante la Planeación.....	34
6. PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA	35
7. GRÁFICA DE COSTO – TIEMPO	37
8. PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	38

PRÓLOGO

❖ PLANTEAMIENTO DEL PLAN

Dos son los campos de acción esenciales en Arquitectura: “LOS PROYECTOS Y LA CONSTRUCCIÓN” y dentro de esta Dualidad, aparece como punto de enlace el Proceso de Planeación, Programación y Control de Obra



❖ PROCESOS

- ✓ *PROYECTO EJECUTIVO: Es un conjunto de planos Técnicos, clasificados y ordenados para cada proceso constructivo del Proyecto. A través de la información que nos proporcionan se dará inicio al Proceso Analítico para formular el Presupuesto de Obra.*
- ✓ *PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN: Se fundamenta en el costo de Obra para aplicar la Metodología.*
- ✓ *EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO DE OBRA: Proceso de Construcción y Registro de Avances de obra.*
- ✓ *CONTROL DE OBRAS: Mide y compara con Programa, retroalimenta y toma acciones correctivas.*
- ✓ *TERMINACIÓN DE OBRA: Evaluación de resultados.*

“En estos procesos se fundamenta un Plan de Ejecución y en una buena planeación está el éxito de la construcción”.

❖ DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

EL COSTO DE LA OBRA (Se describe en CAPIT. II, MARCO TEÓRICO): Es el resultado de todo un proceso analítico que refleja el PRESUPUESTO con todos sus puntos y fundamentos que lo integran: CONOCIMIENTO DEL PROYECTO EJECUTIVO, FORMULACIÓN DEL CATÁLOGO DE CONCEPTOS, CUANTIFICACIÓN DE VOLÚMENES DE LOS CONCEPTOS Y EL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS. EL presupuesto requiere solidez en sus conceptos, exactitud en las cantidades y precisión en el análisis de sus precios unitarios.

METAS DEL PLAN DE EJECUCIÓN DE OBRA

- 1) Programar oportunamente con el Suministro de materiales Permanentes o temporales.*
- 2) Contratación de Mano de obra, Maquinaria y Equipo*
- 3) Seguimiento y control de Calidad en la ejecución de las Actividades.*
- 4) Cumplir con las metas de Tiempo marcadas en Programa*

PROBLEMÁTICA ACTUAL

¿Cuáles la situación en México, respecto a la aplicación de planes y programas en la ejecución de las obras?: En México y en muchos países del mundo no existe una cultura de planificación, regularmente lo que se hace, es un diagrama de Gantt con sus conceptos de presupuesto en el eje vertical y los tiempos de duración en el horizontal para certificar los avances en períodos semanal o quincenal.

Muchas constructoras a pesar de aplicar un plan de trabajo, tienen una alta tasa de NO cumplimiento de las metas que se consideran de éxito en un Plan de ejecución, Terminar en el Plazo con el presupuesto y con la calidad especificada. Un estudio realizado en Los Estados Unidos aplicado a distintas empresas, revelan que el 70% de los proyectos no alcanzan las metas originales de tiempo y costo previsto. Las respuestas probables pueden ser: Durante la ejecución, hay cambios no previstos o conceptos no considerados en presupuesto, no hay certidumbre en los tiempos de las actividades, los suministros de insumos no están a tiempo, se omitió la maquinaria o equipo indispensable para realizar alguna actividad importante, etc.

METODOLOGÍA: Aplicación del método de La Ruta Crítica, para la Planificación y Programación de la Obra (CAPIT. III, EJECUCIÓN DE LA OBRA): Que consiste en la elaboración de una red, en donde se establece una serie de fechas en base a un razonamiento algorítmico, mediante el análisis adelante y hacia atrás, para calcular las distintas holguras de las actividades y determinación del Camino Crítico ...“Que es la serie de actividades que indica la duración total del proyecto”.

P R E S E N T A C I O N

En la elaboración del presente Trabajo se aplicó, la experiencia curricular generada en la Zona Conurbada del área Norte de la Cd. De México, en los municipios de Ecatepec, Coacalco y Tecámac. Siendo el C. José Santiago Tobón Téllez, Coordinador del Área de Equipamiento Urbano dependiente de la empresa, Desarrollos Inmobiliarios Sadasi, S.A. de C.V.

Como referencia explicativa de Trabajo, se considera la Construcción de la Obra: JARDÍN DE NIÑOS (DE 6 AULAS), UBICADO EN LA SECC. BOSQUES DE LOS HÉROES IV, DEL CONJUNTO URBANO, “LOS HÉROES” TECÁMAC, ESTADO DE MÉXICO.

Agradezco al C. Arq. Enrique Rojas Paredes, Gerente Técnico Regional de la Empresa: Desarrollos SADASI.S.A. DE C.V.

Por el apoyo que y la confianza que me brindó en el desempeño de las funciones como Coordinador del Área de Equipamiento Urbano
en

“Los Héroes” Tecámac, Ecatepec y Coacalco Edo. De México. (2001 – 2010)

TEMA DEL TRABAJO:

“Descripción Técnica del Camino Hacia la Ejecución del Proyecto Arquitectónico”

Objetivo General del Tema:

Que los estudiantes de la Carrera de arquitectura, valoren la importancia que encierra la Ejecución del Proyecto. Que conozcan los procesos que interviene en sus componentes; para llegar a la Planeación, programación y Control de Obra.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ¿Qué Es Contexto?

1.1.1. *Definición*

El Contexto en el ámbito arquitectónico significa todo lo que hay en el entorno natural o construido, así mismo la Arquitectura se manifiesta dentro de un contexto no solo físico o geográfico, es también histórico y cultural.

1.1.2. *Concepto, Contexto y Contenido*

El concepto no la forma, es lo que distingue a la arquitectura de la mera construcción. Sin embargo, no hay arquitectura sin contexto. Una obra arquitectónica está siempre situada “en situación”, localizada en un sitio. El contexto puede ser histórico, geográfico, cultural, político o económico. No es nunca solo un acento visual, o lo que en los 80 y 90 se llamaba “Contextualismo” con cierto, conservadurismo estético implícito. Dentro de la arquitectura, el concepto y el contexto son inseparables. (De Bernard Tschumi)

1.1.3. *Contexto en la Formación del Arquitecto*

El panorama contextual en la formación del arquitecto, se visualiza en la Estructura general del Plan de estudios que consta la carrera de Arquitectura que, a su vez engloba una serie de asignaturas que integran las Áreas del conocimiento:

Área de Diseño Arquitectónico Integral:

- Subárea de Diseño Integral.
- Subárea de Expresión.
- Subárea de Teoría del diseño.

Área de Tecnología de la Arquitectura:

- Subárea de Diseño estructural.
- Subárea de Construcción

Área de Diseño Urbano y Planificación:

- Subárea de Fraccionamientos y Vialidades

Área de Organización del Proceso arquitectónico:

- Cuantificación, Análisis, Presupuesto y Costo de obra.
- Planificación y metodología de Ejecución

En esta área se ubica la elaboración del presente trabajo: “Planeación y Ejecución Del Proyecto”

1.2. Antecedentes

1.2.1. *Diagrama de Gantt*

En el inicio de la primera década del siglo xx, aparece un ingeniero estadounidense llamado HENRY GANTT quien aportó al control administrativo de las obras, un gráfico de barras conocida como carta o diagrama de GANTT, que consiste en un diagrama en el cual el eje horizontal representa las unidades de tiempo y en el vertical se registran las distintas actividades, las que se representan por barras horizontales, indicando los diversos tiempos para cada una de ellas.

1.2.2. *Método PERT*

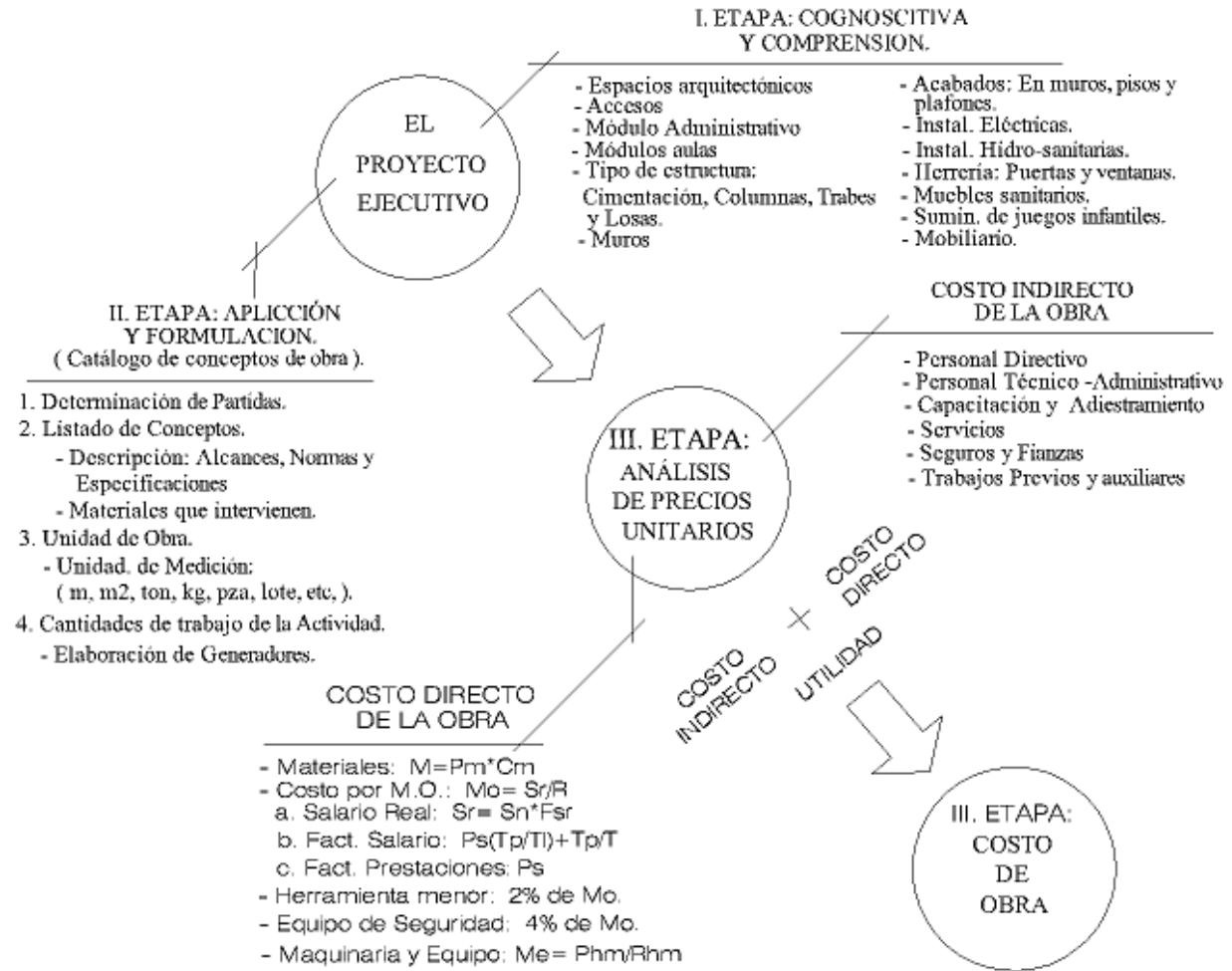
En 1957 se origina el método del camino crítico: el método **PERT** (program evaluation and review technique), desarrollado por la armada de los estados unidos, para controlar los tiempos de ejecución de las diversas actividades integrantes de los proyectos espaciales, dentro de los intervalos disponibles.

1.2.3. *Método CPM*

El método **CPM** (critical path method), el segundo origen del método actual, fue desarrollado también en 1957 en Estados Unidos por un centro de investigación de operaciones para las firmas Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos de operación mediante la planeación adecuada, de las actividades componentes del proyecto. Ambos métodos aportaron los elementos administrativos necesarios de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse, dentro de un tiempo crítico y al costo óptimo, estos conocimientos legados por estos grandes personajes, siguen vigentes a la fecha.

2.1.3. Integración de los Componentes Del Plan

2.1.3.1. Proceso Analítico del Costo de Obra



CAPITULO II

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Proyecto Ejecutivo.

3.1.1. *Definición:*

Es un conjunto de planos técnicamente elaborados, para indicar, qué y cómo ejecutar los procesos constructivos que integran el proyecto. Cada plano deberá contener una nomenclatura para identificarse al proceso que pertenece, así como también la descripción de los procedimientos, tipos de materiales con sus especificaciones, normas y alcances constructivos.

3.1.2. *Objetivo Particular:*

Comprender y asimilar detenidamente los planos que integran el proyecto ejecutivo. Mentalizar los sistemas constructivos propuestos; los tipos de materiales que se aplicaran, maquinaria y equipos necesarios para iniciar la planeación del proceso de control de la obra.

3.1.3. *Planos Ejecutivos (Básicos):*

3.1.3.1. *Arquitectónicos:*

Plantas arquitectónicas, fachadas, cortes estructurales, cortes en fachada, detalles de escaleras, de volados, etc.

3.1.3.2. *Albañilería Y De Acabados:*

localización de detalles constructivos y acabados; bases de pisos, muros y plafones.

3.1.3.3. *Estructurales:*

Cimentación, columnas y castillos traveses y losas.

3.1.3.4. *Instalación Hidráulica:*

Ramaleo general, ductos, cisternas, tinacos, tanque elevado, muebles sanitarios e hidráulicos, etc

3.1.3.5. *Instalación Sanitaria:*

Ramaleo de desagües, ventilación y bajadas pluviales (material, diámetros, registros, pendientes).

3.1.3.6. *Instalación Eléctrica:*

Determinar la acometida, tablero general y tipo, tablero de circuitos, salidas de luminarias, tipos de lámparas, etc.

3.2. El Presupuesto

3.2.1. *Definición*

Es el recurso estimado que la dependencia o entidad, determina para ejecutar los trabajos en el que se desglosa el listado de conceptos de trabajo, actividades, unidades de medida, cantidades de trabajo y precios. (Reglamento de la Ley de Obras Públicas y servicios)

3.2.2. *Conceptos De Trabajo*

Es la descripción del conjunto de operaciones manuales y mecánicas, que el contratista realiza durante la ejecución, de cada una de las partes que conforman la obra, de acuerdo a planos y especificaciones, divididas convencionalmente para fines de medición y pago, incluyendo el suministro de materiales correspondientes, cuando sean necesarios.

3.2.3. *Normas Y Especificaciones*

Son el conjunto de requerimientos exigidos en los proyectos y presupuesto, para definir con precisión y claridad el alcance de los conceptos de trabajo. las especificaciones de un concepto particular, deben contener la descripción del concepto, materiales que intervienen y su calidad, alcance de la ejecución del concepto, mediciones para fines de pago, cargos que incluyen los precios unitarios y los controles que deben realizarse para garantizar una calidad adecuada de la obra.

3.2.4. Volúmenes De Obra

Son las cantidades de la actividad que describe el concepto de trabajo, calculados por la unidad de medición que se indica.

3.2.5. Objetivo Particular

Cuantificar los volúmenes de obra por concepto de trabajo y por partidas para integrarlos, al catálogo de conceptos.

3.2.6. Precios Unitarios

3.2.6.1. Definición

Es el componente principal del presupuesto, es la remuneración por el concepto de trabajo, integrado por pagos a costo directo e indirectos de la obra.

3.2.6.2. Objetivo Particular

Analizar los costos de los elementos que intervienen en la actividad de trabajo, basados en la unidad estipulada: materiales que se aplican, ejecución por mano de obra, maquinaria, herramienta menor y/o equipo.

3.2.6.3. Materiales

Son los materiales a considerar en el costo directo del precio unitario, que deben ser necesarios para realizar el concepto de obra, por una unidad determinada, si la unidad es "pza" la cantidad de material requerido debe ser para analizar una pieza, o lo requerido para analizar una pieza de trabajo.

Los materiales que se usen podrán ser: permanentes o temporales.

- Los primeros son los que se incorporan y forman parte de la obra.
- Los temporales: son los que se utilizan en forma auxiliar y no forman parte integral de la obra. Su costo es en proporción a su uso.

el costo unitario por concepto de materiales, se obtendrá:

$$M= Pm * Cm$$

Pm=representa el costo básico unitario vigente en el mercado, que cumpla con las normas específicas y

Cm= el consumo de materiales por unidad de medida del concepto de trabajo.

3.2.6.4. *Costo Directo Por Mano De Obra*

Artículo 190.- del reglamento de la ley de obras públicas, establece que el costo directo por mano de obra de un concepto de trabajo es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista, por el pago de salarios reales al personal que interviene en la ejecución del concepto de trabajo que se trate. y se obtendrá de la siguiente expresión:

$$Mo = \frac{Sr}{R}$$

“**Mo**”: Representa el costo de la mano de obra.

“**Sr**”: Representa el salario real del personal que interviene directamente en la ejecución de cada concepto de trabajo por jornada de 8 hrs., incluyendo todas las prestaciones derivadas de la ley federal del trabajo, la ley del seguro social, la ley del instituto del fondo nacional de la vivienda para los trabajadores o de los contratos colectivos en vigor.

Para obtener el salario real se debe considerar:

$$Sr = Sn * Fsr \quad Sn = \frac{\text{SALARIO NOMINAL DEL OBRERO}}{7}$$

Donde:

“**Sn**” representa los salarios tabulados, de las categorías y especialidades propuestas por el licitante o contratista, de acuerdo a la zona o región donde se ejecuten los trabajos.

“**Fsr**” representa el factor del salario real, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 191 de este reglamento.

“**R**” representa el rendimiento, es decir la cantidad de trabajo que desarrolla el personal que interviene directamente en la ejecución del concepto por jornada de 8 hrs (se considera el medio ambiente, clima, topografía del terreno de la zona o región).

ARTICULO 191.- Se deberá entender al factor de salario real “Fsr”, como la relación de los días realmente pagados en un periodo anual, de enero a diciembre, divididos entre los días efectivamente laborados durante el mismo período, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Fsr = Ps \left(\frac{Tp}{Tl} \right) + \frac{Tp}{Tl}$$

EN DONDE:

“Fsr”= Representa el factor de salario real.

“Ps”= Factor de prestaciones al salario, son las obligaciones obrero-patronales, derivadas de la ley del seguro social y de la ley del instituto de fondo nacional de la vivienda para los trabajadores.

“Tp”= Representa los días realmente pagados durante un período anual.

“Tl”= Representa los días realmente laborados durante el mismo periodo anual utilizado en Tp.

EJEMPLO: Cálculo del “Fsr” para el año 2018

$$\frac{Tp}{Tl} = \frac{\text{DÍAS REALMENTE PAGADOS}}{\text{REALMENTE LABORADOS}}$$

1° CALCULAR Tp

ARTÍCULO 80.- De la ley federal del trabajo dice que, los trabajadores tendrán derecho a una prima no menor de 25% sobre los salarios durante el período de vacaciones.

ARTÍCULO 87.- Marca la ley federal del trabajo, que los trabajadores tendrán derecho, a un aguinaldo anual equivalente a quince días de salario

DÍAS PAGADOS

días calendario 365 (Al obrero de la construcción se le pagan todos los días del año).

aguinaldo 15 días

PRIMA VACACIONAL 1.5 (Una ¼ parte de los 6 días)

$Tp = 381.50$ DÍAS REALMENTE PAGADOS

2° CALCULAR: Tl (días que tenga el año – días realmente laborados)

ARTÍCULO 69.- Marca la ley del trabajo, que por cada seis días de trabajo disfrutará el trabajador de un día de descanso con goce de salario procurando que ese día sea el domingo.

EL ARTÍCULO 76.- Señala que los trabajadores disfrutaran un período de vacaciones pagadas a seis días laborables.

ARTÍCULO 74.- -Son días de descanso obligatorios:

- I. EL PRIMERO DE ENERO;
- II. PRIMER LUNES DE FEBRERO PROMUL. DE LA CONSTITUCIÓN;
- III. TERCER LUNES MARZO, EN CONMEMORACIÓN DEL 21 MARZO;
- IV. 1° DE MAYO;
- V. 16 DE SEPTIEMBRE; (No se considera al celebrarse en domingo);
- VI. TERCER LUNES NOVIEMBRE EN CONMEM. (20 de noviembre);
- VII. EL 1° DE DICIEMBRE (Transmisión del poder ejecutivo);
- VIII. 25 DE DICIEMBRE, (Día de la navidad).

DÍAS NO LABORADOS:

- Días de descanso obligatorio: 52
- Días de vacaciones: 6
- Días festivos por ley: 7
- Días perdidos por condiciones de clima: 3
- Días por costumbre: 4
- Por permisos y enfermedad:

SUMA: 75.00

$Tl = 365 - 75 = 290$ REALMENTE LABORADO.

POR LO TANTO $\frac{Tp}{Tl} = \frac{381.50}{290} = 1.3155$

3° CALCULAR “Ps Las prestaciones que contempla este factor, consisten fundamentalmente de las cuotas del seguro social e infonavit. en el cálculo de las cuotas, hay dos elementos principales, la tasa o tarifa a aplicar y la base de aplicación.

Para llegar al salario real del trabajador, es necesario elaborar la hoja de cálculo por categorías de oficiales y obreros que intervendrán en la obra.

3.2.5.5. Costo Directo Por Herramienta

Corresponde al consumo por desgaste de la herramienta de mano, utilizada en la ejecución del concepto de trabajo y se calcula: $hm = kh * mo$

Kh= es un coeficiente cuyo valor se fijará en función del tipo de trabajo y la herramienta requerida.

Mo= Representa el costo unitario por concepto de mano obra, calculado de acuerdo con el art, 159 del reglamento de la ley de la obra pública.

3.2.5.6. Costo Directo Por Equipo De Seguridad

Corresponde al equipo necesario para la protección personal del trabajador, para ejecutar el concepto de trabajo. se calcula con la expresión: $Es = ks * mo$

Estos costos de herramienta y equipo de seguridad, son un porcentaje de la de la mano de obra de acuerdo a la experiencia, y su unidad es en % de la misma, que va de 0.02 a 0.04.

3.2.5.7. Costo Directo Por Maquinaria o Equipo De Construcción

Es el que se deriva del costo directo de las maquinas o equipos adecuados y necesarios para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en las normas de calidad, especificaciones generales y particulares que determine la dependencia o entidad, conforme al programa de ejecución convenido.

El costo de maquinaria o equipo de construcción, es el que resulta de dividir el importe del costo horario de la hora efectiva de trabajo, entre el rendimiento de dicha maquinaria o equipo en la misma unidad de tiempo.

El costo de la maquinaria o equipo de construcción se obtiene de la expresión: $Me = Phm / Rhm$

Phm = Representa el costo horario directo por hora efectiva de trabajo de la maquinaria o equipo de construcción.

ccvvRhm = representa el rendimiento horario de la maquina o equipos considerados como nuevos, dentro de su vida económica de las condiciones específicas del trabajo a ejecutar.

Los equipos deben coincidir en su cantidad con la cuadrilla esto es cuando sea un equipo que use directamente el personal. se debe de cuadrar el rendimiento en dado caso con el rendimiento del personal, considerando que el rendimiento de la mano de obra es por jornada y la maquinaria y la maquina es por hora.

SI JORNADA= 8 Hrs * 12 m3. ENTONCES:

COSTO DE MAQUINARIA= $12/8 = 1.5$ Hr

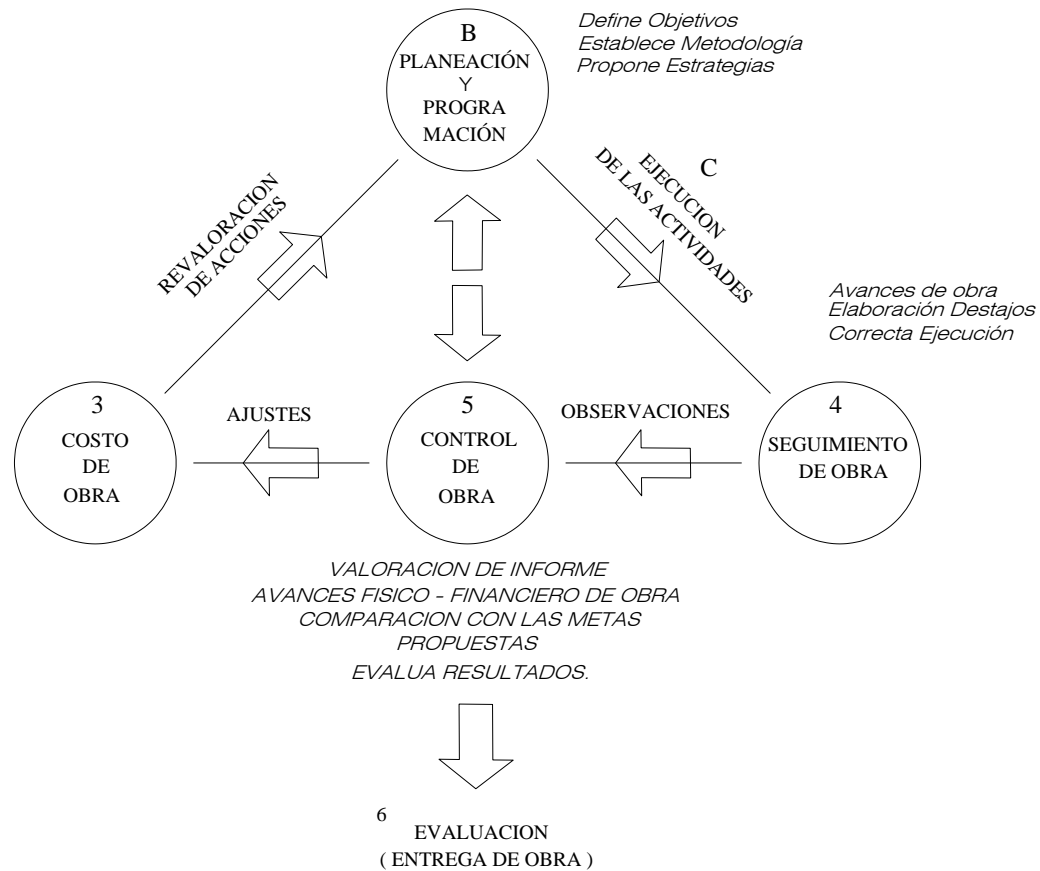
CAPITULO III

4. PLANEACIÓN Y CONTROL

4.1. Generalidades

4.1.1. Definición:

Es la integración de los procesos previamente analizados: El Proyecto Ejecutivo, Presupuesto con sus matrices de Análisis y el Costo de Obra como punto de partida para la Planeación, Programación, Ejecución de actividades, Seguimiento y Control de la Obra.



4.1.2. Relación entre Planeación y Control:

Planeación y Programación: Es un procedimiento estratégico para la Ejecución de las Obras, Establece los objetivos, determina las actividades, ubica recursos y presenta el Programa de Obra.

Ejecución y Control: Mide y compara las actividades de acuerdo al programa, evalúa resultados, retroalimenta y toma acciones correctivas.

4.1.3. Objetivo:

Ejecutar las actividades del Proyecto acordes a los procesos constructivos: Procedimientos y especificaciones, vigilar la buena calidad en su ejecución, cumplir con las

metas propuestas en el Plan programático y con el Costo óptimo.

4.2. Metodología:

4.2.1. El Método de la Ruta Crítica

Es un algoritmo lógico basado en la teoría de redes diseñado para facilitar la Planificación del Proyecto: Programación, ejecución y Control de todas y cada una las actividades componentes de un proyecto, que debe desarrollarse dentro de un tiempo crítico y al costo óptimo.

Originalmente, el método de la Ruta Crítica consideró solamente las interrelaciones entre las actividades terminales del proyecto.

Posteriormente al final de la última década del siglo pasado (1997), se implementó como un concepto relacionado al método, la “Cadena Crítica” A diferencia de la ruta crítica, el énfasis está puesto en la dependencia de los recursos.

Esta metodología es aplicable para todo tipo de proyectos y El Diagrama de Gantt es un complemento imprescindible para integrar las operaciones del Camino Crítico.

4.2.2. Modelos de Redes

- Redes Deterministas: CPM = MÉTODO DE LA RUTA CRÍTICA.
- Redes Probabilísticas: PERT = TÉCNICA DE EVALUACIÓN Y REVISIÓN DE PROGRAMAS.

4.2.3. Diferencias que existen entre CPM y PERT.

Si la duración de cada actividad es conocida con certeza. El método del camino o Ruta Crítica (CPM) puede ser empleado para determinar, cuál es el tiempo requerido para complementar el proyecto.

Si la duración de las actividades no es conocida con certeza, la Técnica de Revisión y Evaluación del Programa (PERT), puede ser empleado para determinar la probabilidad de que un proyecto termine antes de un período definido.

4.3. Consideraciones Para La Aplicación Del Método CPM

4.3.1. El Costo De Obra

Es la base medular para la Planeación y Programación, refleja todas las actividades que intervienen en la Ejecución de la construcción, aplica al sistema de Control y Seguimiento de Obra: Informe Programático de Avance; Grafica comparativa Costo-Tiempo, Diagrama de Gantt con porcentaje de avance, principalmente.

4.3.2. Frentes De Trabajo

- Primeramente, considerar la división del Plan de Construcción en Frentes de Trabajo
- Definir la estrategia: ¿Cómo vamos a atacar la construcción?
- Definir la correcta estructura de las actividades y
- Procesamiento de vinculaciones entre las Actividades

4.3.3. Estructuración del Presupuesto Base

Es el Resumen del Presupuesto Base de la Obra, pero con los Conceptos de las actividades ordenados y Estructurados de acuerdo a los Frentes de Trabajo propuestos, con sus Importes parciales y Porcentajes para aplicar a los Programas y Avances de Obra.

4.4. El Diagrama de la Red de Flechas o Red de actividades orientadas.



4.4.1. Definición

En un Proyecto de Construcción es un conjunto de operaciones individuales o actividades. El orden en el que estas actividades se inician y la relación de unas con otras constituyen el Plan de construcción. El grado de descomposición de cada concepto, depende de cada proyecto y está sujeto a la naturaleza del trabajo y tipo de mano obra involucrados; cada una de estas operaciones o procesos se llama *Actividad* y la terminación de una actividad se llama *Evento*. Por lo tanto, las actividades consumen Tiempo, mientras que los eventos no; éstos se encuentran separados unos de otros por actividades.

4.4.2. Tabulación de las Actividades y Tiempos de duración

Se refiere a la ordenación lógica de construcción de las actividades. La red se desarrolla fijando la atención en la relación existente entre ellas y después en la determinación de las Cadenas de Eventos, en los cuales las Actividades se unen.

La lógica de la construcción se formula en las siguientes preguntas:

- ¿Qué actividades deben ser terminadas inmediatamente antes del Inicio de ésta?
- ¿Qué actividades son independientes a ésta y pueden realizarse simultáneamente con ella?
- ¿Qué actividades deben iniciarse, inmediatamente después de la Terminación de ésta?

4.4.3. Elementos de un Diagrama de Actividades

- Cada Círculo o Nodo representa un Evento. La longitud de la flecha, no tiene significado, simplemente representa el avance del tiempo en el sentido de la flecha.
- Cada actividad particular se representa por una Flecha y el inicio de todas las Actividades que parte de un Nodo, no podrá hacerse, sino hasta que se hayan terminado todas las actividades que llegan a dicho nodo.
- Las actividades Ficticias tienen costo cero y duración cero y se representan por flechas punteadas. Las actividades ficticias se requieren también para establecer la identificación específica de varias actividades que salen de un evento y llegan todas a otro evento común.
- Procedimientos Lógicos adoptados por el CPM

- (1) Precedencia Directa: **A** debe preceder a **B**, y **B** debe preceder a **C**.
- (2) **A** debe preceder tanto a **B** como a **C**.
- (3) **A** y **B** *deben preceder a C*.
- (4) **A** debe preceder a **C** y **B** debe preceder a **D**.
- (5) **A** *debe preceder a C* y a **D**, y **B** debe preceder a **D**. Esto requiere de una actividad ficticia o de Liga, para mantener la secuencia lógica de eventos entre **A** y **D**.
- (6) Las actividades ficticias se requieren también para establecer la identificación específica de varias actividades que salen

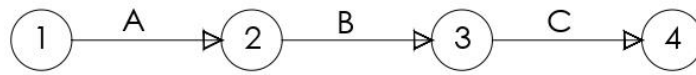


Fig. (1)

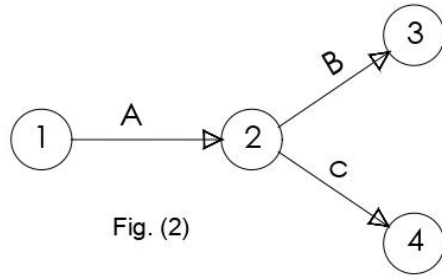


Fig. (2)

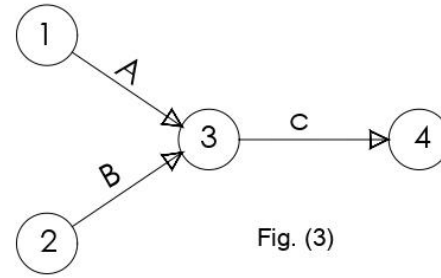


Fig. (3)

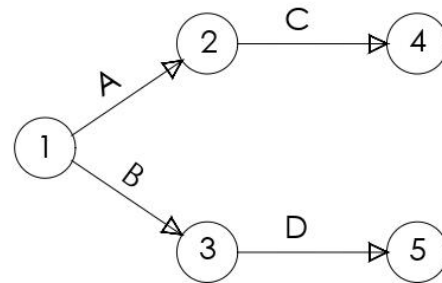


Fig. (4)

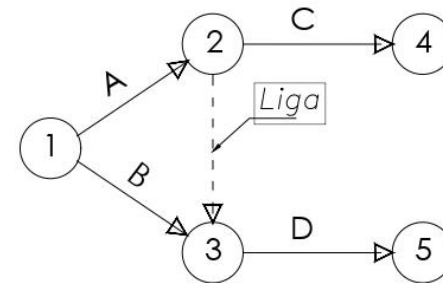


Fig. (5)

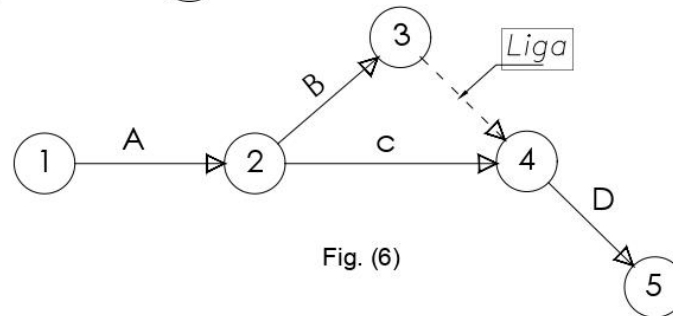


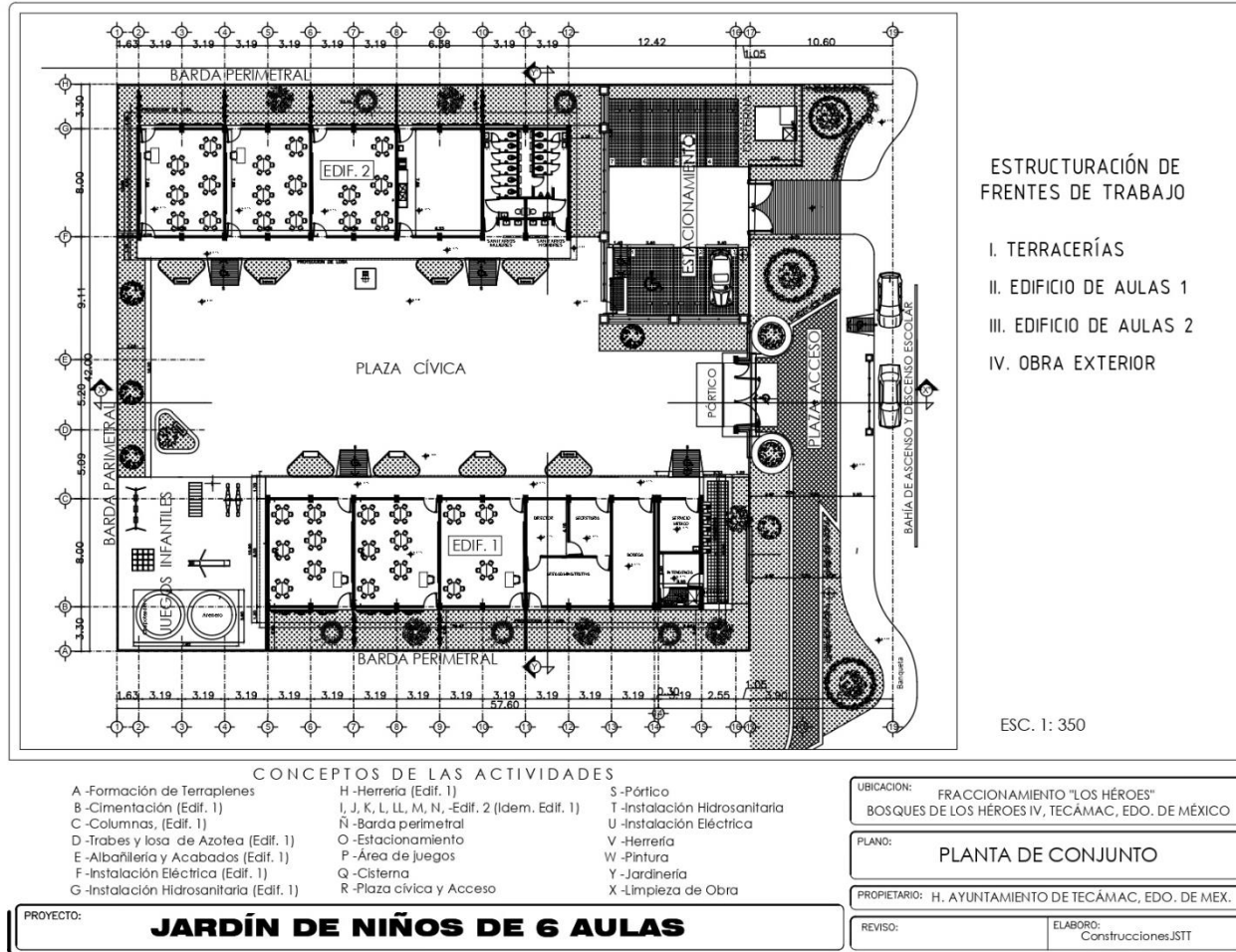
Fig. (6)

CAPÍTULO IV

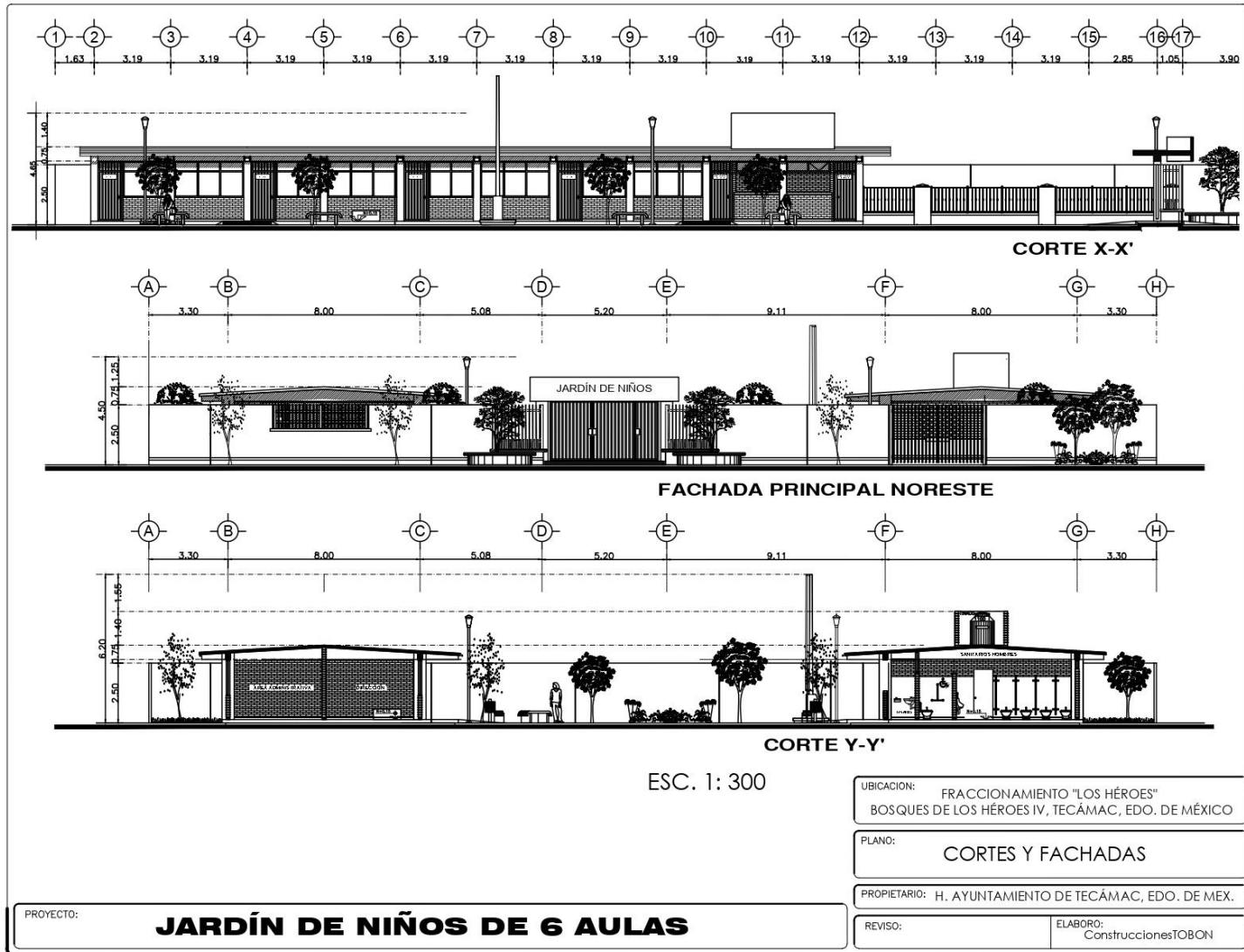
5. APLICACIÓN DEL MÉTODO

5.1. Ubicación del Proyecto: Jardín de Niños de (6 aulas), Bosques de “LOS HÉROES IV”, Tecámac Edo. de México.

5.1.1. Planta de Conjunto y Frentes de Trabajo.



5.1.2. Fachadas y Cortes Estructurales



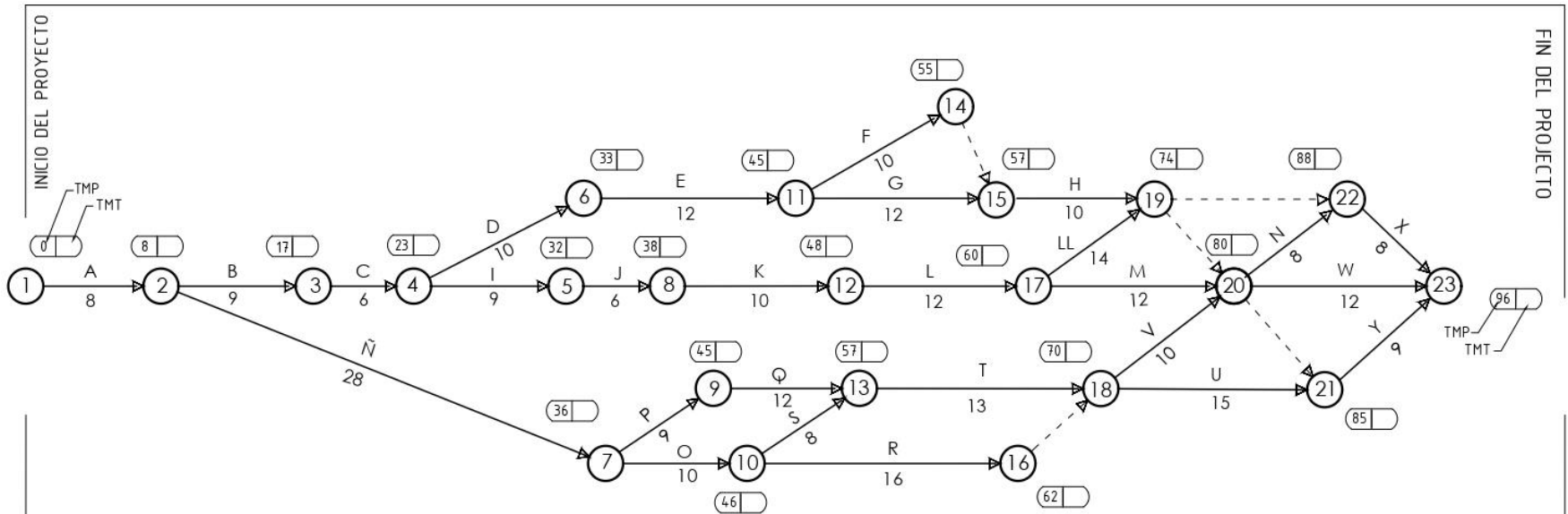
5.2. Estructuración del Presupuesto Base

ESTRUCTURACIÓN DEL PRESUPUESTO BASE			
ACTIVIDAD	CONCEPTOS	IMPORTE	% PARCIAL
	I. TERRACERÍAS		
A	Formación de Terraplenes	584,376.86	100.00%
	SUB-TOTAL:	584,376.86	100.00%
	II. EDIFICIO DE AULAS 1		
B	Cimentación	357,276.48	25.60%
C	Columnas	120,878.32	8.66%
D	Trabes y Losa de Azotea	380,826.44	27.28%
E	Albañilería y Acabados	226,888.68	16.25%
F	Instalación de Eléctrica	58,735.47	4.21%
G	Instalación Hidrosanitaria	38,971.28	2.79%
H	Herrería	212,237.21	15.21%
	SUB-TOTAL:	1,395,813.88	100.00%
	III. EDIFICIO DE AULAS 2		
I	Cimentación	338,494.43	22.15%
J	Columnas	111,304.00	7.28%
K	Trabes y Losa de Azotea	365,184.54	23.90%
L	Albañilería y Acabados	242,813.88	15.89%
LL	Instalación de Eléctrica	58,735.47	3.84%
M	Instalación Hidrosanitaria	102,046.53	6.68%
N	Herrería	309,402.82	20.25%
	SUB-TOTAL:	1,527,981.67	100.00%
	IV. OBRA EXTERIOR		
Ñ	Barda Perimetral	870,039.33	33.78%
O	Estacionamiento	168,986.41	6.56%
P	Área de Juegos	134,411.38	5.22%
Q	Cisterna	45,005.21	1.75%
R	Plaza cívica y Plaza de acceso	455,222.17	17.67%
S	Pórtico	67,787.35	2.63%
T	Instalación Hidrosanitaria	267,392.65	10.38%
U	Instalación Eléctrica	127,685.75	4.96%
V	Herrería	104,135.72	4.04%
W	Pintura	150,518.96	5.84%
Y	Jardinería	170,031.47	6.60%
X	Limpieza de obra	14,460.24	0.56%
	SUB-TOTAL:	2,575,676.64	100.00%
	TOTAL:	6,083,849.05	

5.3. Tabulación de las Actividades y tiempos de Duración

TABULACIÓN DE ACTIVIDADES					
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECEDENCIAS	SIMULTÁNEAS	SUBSECUENTES	DURACIÓN
	I. TERRACERÍAS				
A	Formación de Terraplenes	NINGUNA		B, Ñ	8
	II. EDIFICIO DE AULAS 1				
B	Cimentación	A	Ñ	C	9
C	Columnas	B		D, I	6
D	Trabes y Losa de Azotea	C	I	E	10
E	Albañilería y Acabados	D		F, G	12
F	Instalación Hidrosanitaria	E	G	H	10
G	Instalación Eléctrica	E	F	H	12
H	Herrería	F, G		N	10
	III. EDIFICIO DE AULAS 2				
I	Cimentación	C	D	J	9
J	Columnas	I		K	6
K	Trabes y Losa de Azotea	J		L	10
L	Albañilería y Acabados	K		LL - M	12
LL	Instalación Hidrosanitaria	L	M	W	14
M	Instalación Eléctrica	L	LL	W	12
N	Herrería	LL - M		X	8
	IV. OBRA EXTERIOR				
Ñ	Barda Perimetral	A		O, P,	28
O	Estacionamiento	Ñ	P	R, S	10
P	Área de Juegos	Ñ	O	Q	9
Q	Cisterna	P		T	12
R	Plazas Cívica y Acceso	O	S	U, V	16
S	Pórtico	O	R	T	8
T	Instal. Hidrosanitaria	Q, S		U, V	13
U	Instal. Eléctrica	R, T	V	Y	15
V	Herrería	R, T	U	W	10
W	Pintura	M, V	X, Y		12
Y	Jardinería	N	W, Y		8
X	Limpieza de obra	U, V	W, X	FINALIZA	9

5.4. Diagrama de la Red de Actividades. Calcular el Tiempo más Próximo de las Actividades, (TMP)



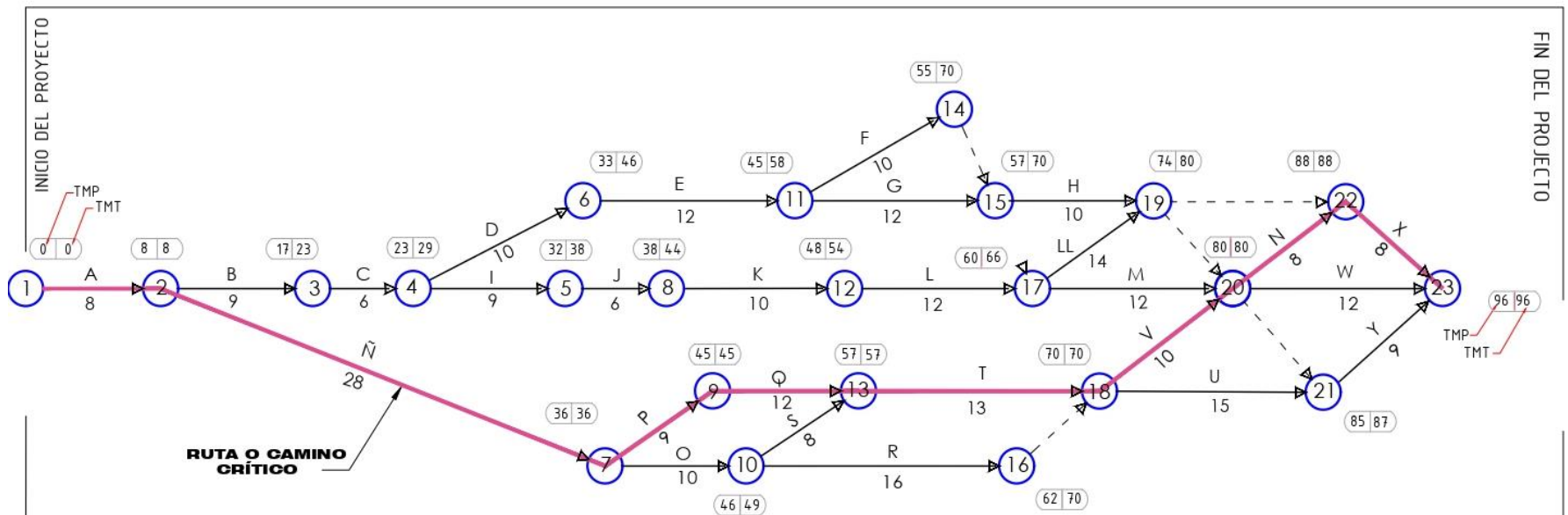
1º.- Calcular el Tiempo más Próximo: TMP

siguiendo el orden numérico de los eventos, con una simple adición nos dará el Tiempo más Próximo posible a que las actividades lleguen a cada evento, si en un nodo finaliza más de una actividad, se toma el tiempo mayor; después en esta forma al obtener el TMP del último evento dará como resultado la terminación más Próxima del Proyecto.

La suma de las duraciones de las Actividades, a través de las rutas del Diagrama para la terminación Más Próxima del proyecto, es de 96 Días y termina en el Evento 23:

96 EVENTO 23

5.5. Tiempo de duración Más Tardío (TMT) y localización de “La Ruta Crítica”



2º.- Calcular el Tiempo más Tardío: TMT

La indicación para este Paso, es ir hacia atrás a partir del último evento, restando la duración de cada actividad para encontrar el tiempo de terminación más Tardía; si en un nodo finaliza más de una actividad, se toma el tiempo de la actividad con menor valor.

La diferencia entre los dos números de cada óvalo, que dan el TMP y TMT para cada evento, es el margen de retraso y se llama Tiempo flotante o tiempo de holgura. En los eventos en los cuales la holgura sea igual a cero, corresponden a la Ruta Crítica y las actividades se llamarán "Críticas".

Actividades Críticas del Proyecto: (A - Ñ - P - Q - T - V - N - X)

5.6. Identificación de la Ruta Crítica

- ❖ La duración de la Ruta es el tiempo total que se emplea en recorrerla, equivale a la suma de todos los tiempos de las Actividades individuales que unen los eventos a lo largo de la Ruta.
- ❖ La Ruta Crítica es el camino Más largo y coincide con el Tiempo Mínimo para terminar el proyecto.
- ❖ La diferencia entre $TMP - TMT = 0$
- ❖ Holgura es el Tiempo que se usa para Iniciar o Terminar una actividad.

5.7. Tabla de Datos para la Programación de Actividades

La Tabla de Datos de la Programación, muestra los resultados de todos los cálculos de las duraciones y Tiempos flotantes de la Red, como se muestra en el Diagrama del proyecto. El concepto de Tiempo Flotante puede ser dividido en varios tipos:

- ❖ La suma total del tiempo en el que una actividad puede ser retrasada sin aumentar la duración del proyecto, se llama tiempo *flotante Total (FT)*; tal retraso puede causar demoras en algunas de las actividades subsecuentes a la considerada; pero, no en la terminación del proyecto.
- ❖ *El tiempo flotante libre (FL)* de una actividad es la suma del tiempo en el que el inicio de una actividad puede ser retrasado sin interferir con el inicio de ninguna otra actividad que le siga. De ahí que el flotante libre no puede ser mayor que el tiempo flotante total.
- ❖ *Tiempo flotante de interferencia (FI)* es la diferencia entre el flotante total y el flotante libre de una actividad.

5.8. Relaciones entre los tiempos de las actividades y los tiempos flotantes de las mismas:

- ❖ *El tiempo de iniciación más próxima (IMP)* de una actividad es el momento a que una actividad del proyecto puede empezarse, y *el tiempo de iniciación más tardía (IMT)* es el que se puede comenzar, si se desea conservar la duración mínima del proyecto total.

$$IMP = TMP - \text{Duración}$$

$$IMT = TMT - \text{Duración}$$

$$FT = TMT - TMP$$

$$= IMT - IMP$$

5.9. Resumen de Datos para la programación de Actividades de la Obra: Jardín de Niños (De 6 aulas), Bosques de “Los Héroes IV”, Tecámac Edo. De México.

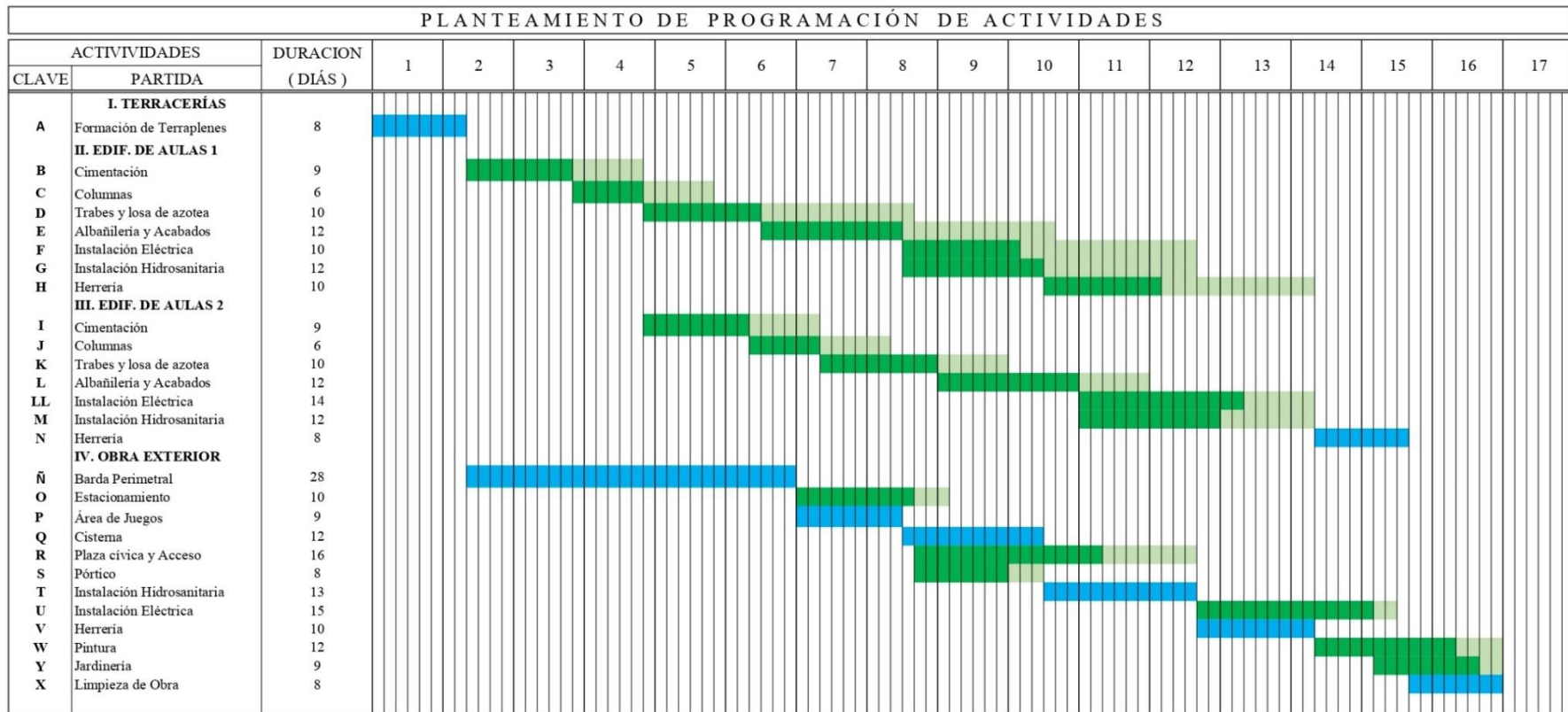
PROGRAMACIÓN DE LAS ACTIVIDADES								
ACTIV.	FLECHA	DURAC.	IMP	IMT	TMP	TMT	FT	RUTA-CRÍTICA
A	1-2	8	0	0	8	8	0	RC
B	2-3	9	8	14	17	23	6	
C	3-4	6	17	23	23	29	6	
D	4-6	10	23	36	33	46	13	
E	6-11	12	33	46	45	58	13	
F	11-14	10	45	60	55	70	15	
G	11-15	12	45	58	57	70	13	
LIGA	14-15	0	55	70	55	70	15	
H	15-19	10	57	70	67	80	13	
LIGA	19-22	0	74	88	74	88	14	
I	4-5	9	23	29	32	38	6	
J	5-8	6	32	38	38	44	6	
K	8-12	10	38	44	48	54	6	
L	12-17	12	48	54	60	66	6	
LL	17-19	14	60	66	74	80	6	
M	17-20	12	60	68	72	80	8	
LIGA	19-20	0	74	80	74	80	6	
N	20-22	8	80	80	88	88	0	RC
Ñ	2-7	28	8	8	36	36	0	RC
O	7-10	10	36	39	46	49	3	
P	7-9	9	36	36	45	45	0	RC
Q	9-13	12	45	45	57	57	0	RC
R	10-16	16	46	54	62	70	8	
S	10-13	8	46	49	54	57	3	
T	13-18	13	57	57	70	70	0	RC
LIGA	16-18	0	62	70	62	70	8	
U	18-21	15	70	72	85	87	2	
V	18-20	10	70	70	80	80	0	RC
LIGA	20-21	0	80	87	80	87	7	
W	20-23	12	80	84	92	96	4	
Y	21-23	9	85	87	94	96	2	
X	22-23	8	88	88	96	96	0	RC

5.10. Gráfica de Barras:

5.10.1. Muestra los Resultados de las Duraciones y Tiempos Flotantes de la Red

5.10.2. Indica las Actividades Críticas

5.10.3. La Información Obtenida en la Etapa de Programación es Importante para Controlar el Proyecto y útil durante la Planeación.



6. PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA

CONJUNTO URBANO "LOS HÉROES TECÁMAC"

AVANCE DE OBRA

FECHA DE INICIO :

SECC. BOSQUES DE LOS HEROES IV

ESCUELA JARDIN DE NIÑOS (6 AULAS)

01 DE FEBRERO DE 2021

CLAVE	PARTIDA	IMPORTE PRESUP.	DURACIÓN (DÍAS)	%	AVANCE DE OBRA																											
					febrero							marzo							abril							mayo						
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TERRACERIAS																																
A	FORMACION DE TERRAPLENES	584,376.06	0	9.61% 0.00%	■																											
EDIFICIO DE AULAS 1																																
B	CIMENTACION	357,276.48	15	5.87% 0.00%	■																											
C	COLUMNAS	120,878.32	12	1.99% 0.00%	■																											
D	TRABES Y LOSA DE AZOTEA	380,826.44	23	6.20% 0.00%	■																											
E	ALBAÑILERIA Y ACABADOS	228,888.68	25	3.73% 0.00%	■																											
F	INST. ELECTRICA	58,735.47	25	0.97% 0.00%	■																											
G	INST. HIDROSANITARIA	38,971.28	25	0.64% 0.00%	■																											
H	HERRERIA	242,237.21	23	3.49% 0.00%	■																											
EDIFICIO DE AULAS 2																																
I	CIMENTACION	338,494.43	15	5.00% 0.00%	■																											
J	COLUMNAS	111,364.00	12	1.63% 0.00%	■																											
K	TRABES Y LOSA DE AZOTEA	365,184.54	18	6.00% 0.00%	■																											
L	ALBAÑILERIA Y ACABADOS	242,813.88	18	3.99% 0.00%	■																											
LL	INST. ELECTRICA	58,735.47	20	0.97% 0.00%	■																											
M	INST. HIDROSANITARIA	102,646.53	20	1.60% 0.00%	■																											
N	HERRERIA	309,462.82	0	5.00% 0.00%	■																											
OBRA EXTERIOR																																
R	BARDA PERMETRAL	870,839.33	28	14.30% 0.00%	■																											
O	ESTACIONAMIENTO	168,866.41	13	2.70% 0.00%	■																											
P	AREA DE JUEGOS	134,411.36	9	2.21% 0.00%	■																											

8. PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA









