



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE INGENIERIA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA

263
147

**“UN MODELO PARA PROGRAMACION Y
CONTROL DE OBRA”**

TESIS PROFESIONAL

ELABORADA PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

T I T O P A D I L L A E S C O T O

MEXICO, D. F.

JULIO DE 1984



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.

UN MODELO PARA PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRA

DE LAS NAVES DE BODEGAS DE LA CENTRAL DE

ABASTO PARA LA CIUDAD DE MEXICO

I N D I C E

- 1) INTRODUCCION
- 2) DESCRIPCION DEL PROYECTO
- 3) PROGRAMA DE OBRAS
- 4) CONTROL DE OBRAS
- 5) PRESUPUESTO
- 6) CONCLUSIONES

1.- INTRODUCCION

La realización de todo proyecto, contempla siempre los cuatro conceptos que hoy en día han llegado a ser clásicos, estos son: -- Planeación, Programación, Ejecución y Control; en este trabajo, -- nos referimos a la Programación y Control, aunque hacemos referencia de los otros dos, en el proyecto de Naves de Bodegas de la Central de Abasto para la Ciudad de México. La finalidad de este trabajo consiste primordialmente en que les sirva de consulta a algunos estudiantes y/o nuevos Ingenieros que se pueden emplear con -- ventajas en la Programación y Control de Obras de Ingeniería.

No pretendo presentar innovación alguna, ya que estas solo se obtienen a través de la práctica y la experiencia, pero si quiero dejar constancia de que siempre es posible mejorar cualquier herramienta de ingeniería que se haya empleado con anterioridad. Aprovecho este espacio para manifestar mi agradecimiento a todas aquellas personas que con sus consejos y ayuda desinteresada contribuyeron a la realización del presente trabajo.

Quiero también manifestar que los modelos aquí empleados constituyen solo una alternativa de lo que se puede aplicar para los objetivos a lograr y que como mencioné en el párrafo anterior son perfectibles.

Una de las ventajas del modelo utilizado es que permiten descomponer un proceso productivo en actividades de diferentes órdenes de importancia y organizar los diferentes conceptos de acuerdo a esa descomposición, también es posible coordinar más eficientemente el trabajo de los diferentes organismos involucrados en cada una de las partes del proceso productivo y utilizar más eficiente--

mente la experiencia del personal directivo de los diferentes organismos responsables de un proceso.

Al aplicar el modelo aquí presentado, es posible definir cuáles son las actividades de un proceso que controlan su duración, -- así como las holguras ó márgenes disponibles en cada actividad a -- fin de que el proyecto no sufra retrasos, se puede determinar con -- la precisión que se desee los recursos necesarios en cualquier momento de la ejecución del proceso y es posible comparar planes y -- programas alternativos para un mismo proceso ó para una misma parte de él y seleccionar el que mejor se adapte a las condiciones propias de la empresa ó institución encargada de la ejecución del proceso.

Por último, el modelo permite analizar el efecto de cualquier situación imprevista a fin de tomar las medidas correctivas necesarias, deslindar las responsabilidades de los diferentes organismos encargados de un proceso.

Haciendo el seguimiento de la obra es posible comparar ordenadamente los resultados reales con los propuestos en el programa, a fin de efectuar los ajustes necesarios.

La magnitud e importancia de la obra de la Central de Abasto , tanto por el monto de su inversión como por su impacto social, hacen que el presente trabajo se revista de una importancia que de otra manera, no tendría.

2.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1.- PROYECTO ARQUITECTONICO.-

Las ciento cincuenta hectáreas dedicadas a la primera etapa y núcleo del programa de la Central de Abasto teniendo una figura hexagonal, ligeramente deformada, cuyo eje central mide 2,250 metros.

Los principales accesos a la Central de Abasto que también constituyen sus límites, son: al Poniente, Río Churubusco; al -- Norte y Noreste, la Avenida de las Torres; al Sureste una Avenida de Nueva Creación; y al Sur, la Avenida Apatlaco. En los extremos del eje se encuentran las entradas y salidas, los movimientos hacia y desde la Central son controlados por vigilantes y los aforos por terminales de información computarizada.

El terreno, las instalaciones y vías no serán bienes de uso común, sino bienes propios de dominio público ó bienes inmuebles posesión ó propiedad de particulares. La Central de Abasto será un enclave, cuya administración y cuyos derechohabientes filtrarán ó limitarán el acceso de personas y ordenarán el de mercancías y transportes para una depuración y mejoramiento funcional y para preservar sus derechos.

Para la formulación del proyecto arquitectónico se establecieron tres restricciones cuya intención es trasladar saneada y optimizada, a la estructura mercantil que existe en la Merced, de acuerdo a los siguientes criterios:

- a).- Se mantiene el mismo número de bodegas existentes en la zona de la Merced.

- b).- Se mantiene el número de metros cuadrados de bodegas; las --- nuevas instalaciones las unidades de bodega multiplican los - rendimientos al mejorarse en utilización y facilitar las ma-- niobras.
- c).- La infraestructura formada debe ser capaz de abastecer a me-- diano plazo, a la población futura de la Ciudad de México.

Mantener estas tres restricciones, alojar funciones complemen- tarias y de servicio a las de almacenamiento y venta de víveres y- el traslado parcial ó total de los mercados mencionados, dieron co- mo resultado lo siguiente:

L O C A L E S	METROS CUADRADOS	
	TERRENO OCUPADO	SUPERF. TECHADA
1.- BODEGAS DE FRUTAS Y HORTALIZAS	597,844	212,580
2.- BODEGAS DE ABARROTOS	235,069	83,100
3.- CRUJIAS DE SERVICIOS	168,731	112,175
4.- SUBASTA Y PRODUCTORES	135,960	12,400
5.- FRIGORIFICOS COMUNES	57,147	20,000
6.- COMERCIO OFICIAL	32,893	15,000
7.- MERCADO DE AVES, CARNE Y PESCADO	47,678	16,000
8.- MERCADO DE VERDURAS	47,678	15,000
9.- BODEGAS PARA PIGNORACION	110,272	27,000
10.- ADMINISTRACION	51,038	10,000
11.- COMERCIO DE ENVASES VACIOS	17,986	15,000
12.- ESTACION DE SERVICIO	10,703	4,000
13.- TALLER MECANICO	10,839	2,000
14.- DEPOSITO CENTRAL DE BASURA	5,373	2,000
	<u>1'529,211</u>	<u>546,255</u>

El enfoque de este trabajo será relacionado a las 40 Naves que alojan las bodegas de frutas y hortalizas y de abarrotes; las cuales entornan la mayor densidad de obra con superficie techada.

Las bodegas de frutas y hortalizas y las de abarrotes están diseñadas para contar con una doble vialidad para camiones cargueiros; con un estacionamiento y un andén para carga y descarga de mercancías; con espacios para el almacenamiento y maduración, con un pasillo central cubierto con amplitud suficiente para la exhibición, compraventa y el acarreo de mercancías con carros de mano.

La construcción de las mismas también es modular y permite la flexibilidad de sus funciones en el proceso comercial.

Las Naves de Bodegas se dividen en diferentes tipos de acuerdo a sus dimensiones en planta, dichos tipos se distribuyen de acuerdo a la siguiente tabla (ver fig. 2).

<u>NAVES</u>	<u>TIPO DE BODEGA</u>
105,205,305,405	H y C, H y C, G y C, G y C
106,206,306,406	D y D, E y E, E y E, E y E
107,207,307,407	C y C, C y C, C y C, C y C
108,208,308,408	B y B, B y B, B y B, B y B
109,209,309,409	D y C, E y C, D y C, E y D
110,210,310,410	E y B, D y B, E y B, E y B
111,211,311,411	C y C, C y C, C y C, C y C
112,212,312,412	E y E, D y D, D y D, D y D
101,102,103,104	D y A, D y D, E y G, C y H
201,202,203,204	D y A, D y D, E y G, C y H

LAS DIMENSIONES Y DESTINOS DE LAS BODEGAS SEGUN SU TIPO,
SE DAN A CONTINUACION:

<u>T I P O</u>	<u>D I M E N S I O N</u>	<u>D E S T I N O</u>
A	12 X 6 M.	ABARROTES Y VIVERES
B	9 X 6 M.	FRUTAS Y LEGUMBRES
C	12 X 6 M.	FRUTAS Y LEGUMBRES
D	24 X 6 M.	FRUTAS Y LEGUMBRES
E	36 X 12 M.	ABARROTES, FRUTAS Y LEGUMBRES
F	36 X 18 M.	ABARROTES, FRUTAS Y LEGUMBRES
G	42 X 18 M.	ABARROTES, FRUTAS Y LEGUMBRES

CENTRAL DE ABASTO

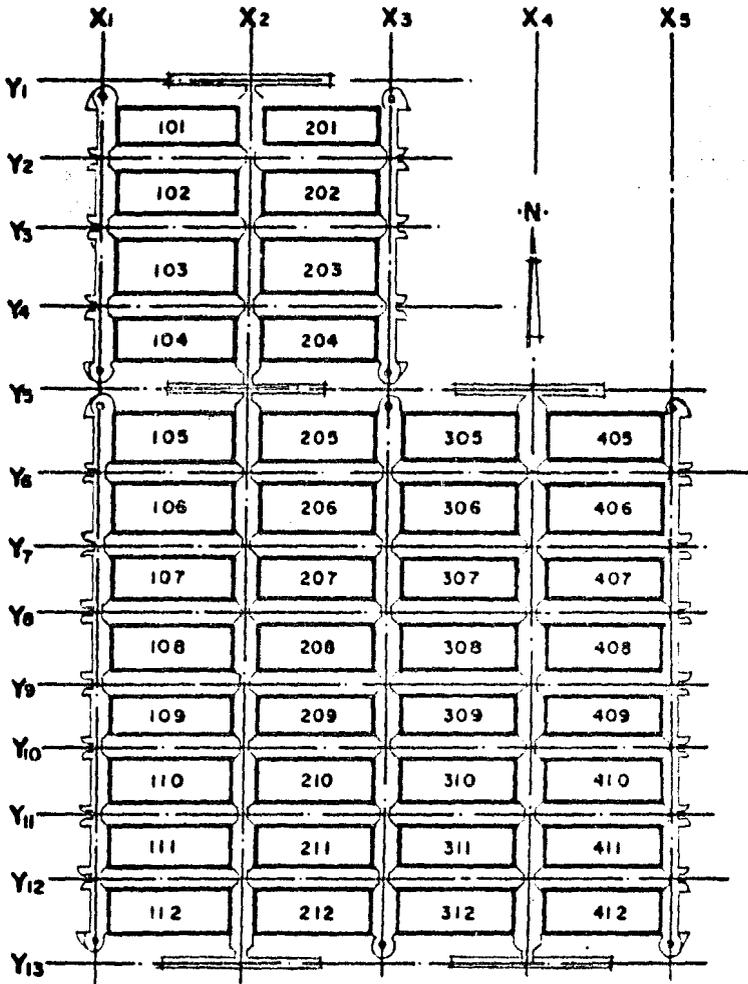


FIG 2

NOMENCLATURA DE EJES Y NAVES DE BODEGAS

(PLANTA)

2.2.- PROYECTO ESTRUCTURAL

CIMENTACION.- Es a base de cajones y trabes rigidizantes para obtener una cimentación semicompensada desplantados a 1.60 mt. con respecto a la superficie natural del terreno (nivel medio); como variante en la zona norte las naves comprendidas entre los ejes Y1 al Y5 se colocaron sobre pilotes de fricción de sección triangular debido al espesor de los estratos compresibles del subsuelo en la zona descrita. Debido a esto en el proceso constructivo de la excavación se procedió a la ejecución de caminos de penetración en el sentido corto de la nave, los cuales permiten el proceso de excavación, plantilla, armado, cimbrado y colado de los cajones de cimentación.

En esta etapa se toman en cuenta la colocación de las preparaciones del acero de columnas y la ejecución de las trabes secundarias ó de liga.

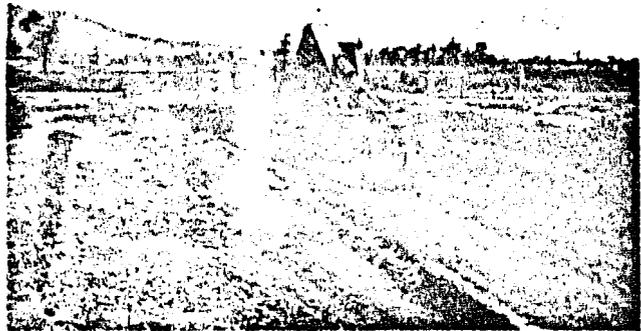
LOSA TAPA.- El piso interior de las bodegas se hizo a base de una losa tapa, la cual se apoya sobre lámina estructural (ROMSA O SIMILAR), Malla electrosoldada y concreto. El objetivo de este sistema es el de optimizar en tiempo y costo un proceso complejo principalmente de cimbra y descimbra.

SUPERESTRUCTURA.- La estructuración es a base de marcos rígidos articulados en la cimentación colocados en el sentido transversal a la nave y los cuéles constan de columnas para su apoyo de trabes del tipo canalón procesada y colada en sitio; en el sentido longitudinal la estructura esta formada por columnas en cantiliver empotradas en la cimentación. La techumbre esta formada por losas prefabricadas, soportadas por trabes prefabricadas de concreto reforzado del tipo TPV (trabes de peralte variable) y TPC (trabes de peralte constante)

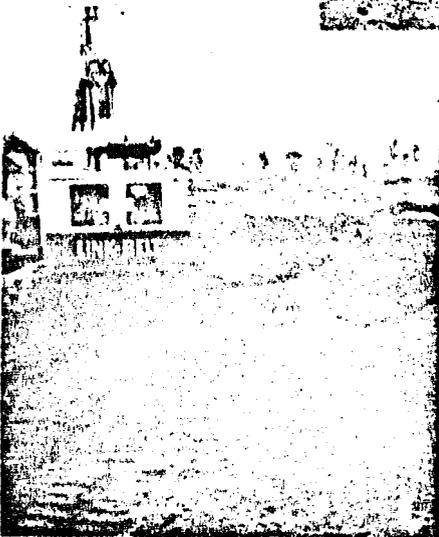
ACABADOS.- Son a base de elementos de concreto aparente en su mayor porcentaje, complementado con elementos de block de concreto y del tipo prensado de barro, cortinas metalicas, muros de multypanel, escaleras prefabricadas, herreria de aluminio, etc.



TRAZO Y DESPALME



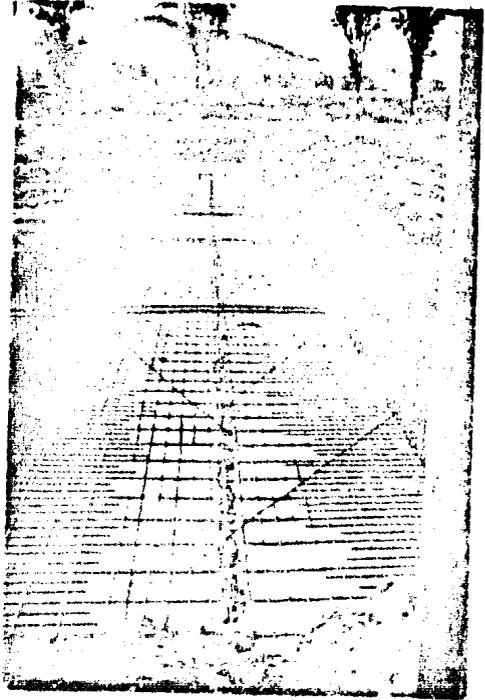
CAMINOS DE
PENETRACION



EXCAVACION DE CAJONES



AFINE DE FONDO Y TALUD
EXCAVACION DREN Y CARCAMO



ARMADO DE LOSAS Y TRABES.

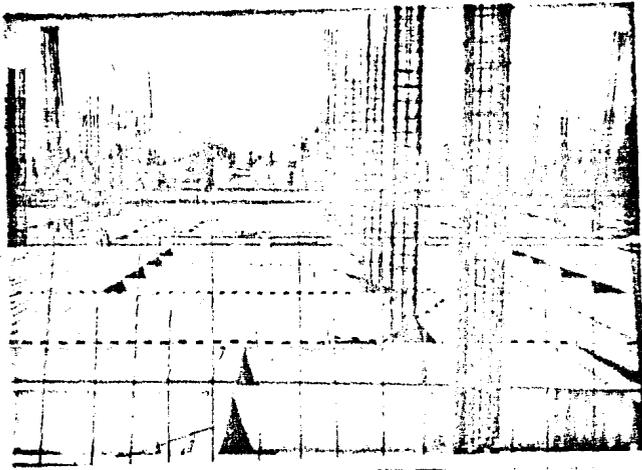
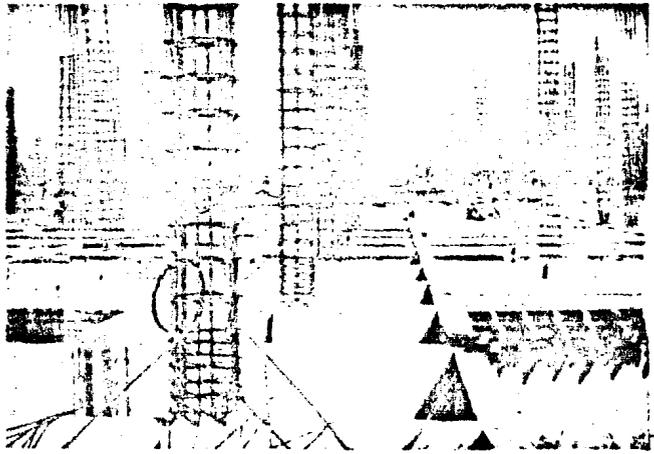


PLANTILLA Y MUROS DE CIMBRA.



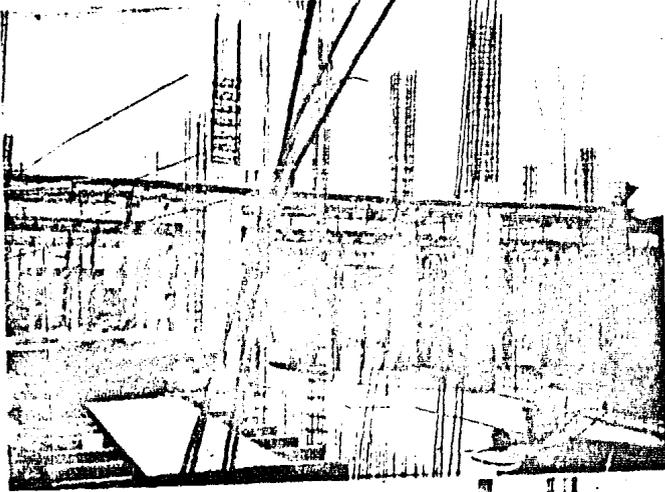
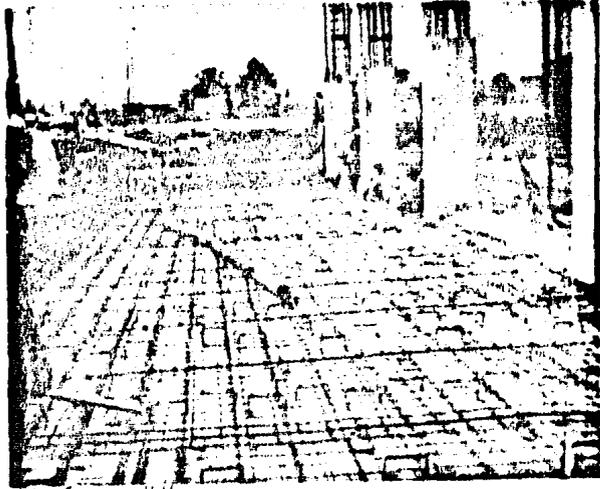
CIMBRADO DE TRABES

COLADO DE TRABES
ARMADO DE COLUMNAS.



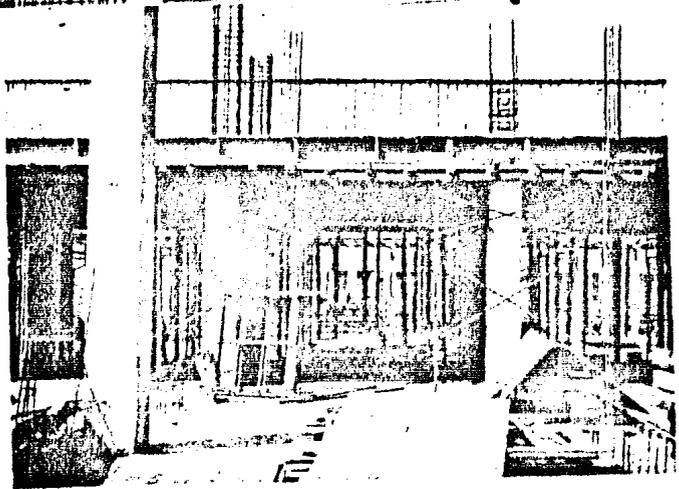
COLOCACION DE LAMINA.

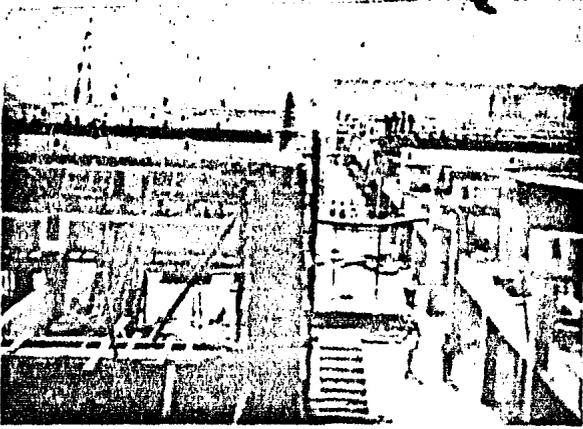
ARMADO Y COLADO
LOSA TAPA



COLADO COLUMNAS
CIMBRADO DE MEZANINE

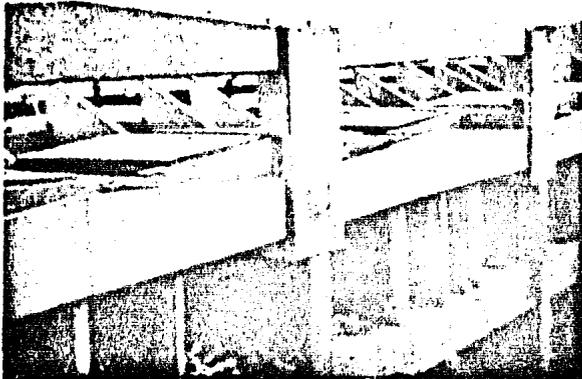
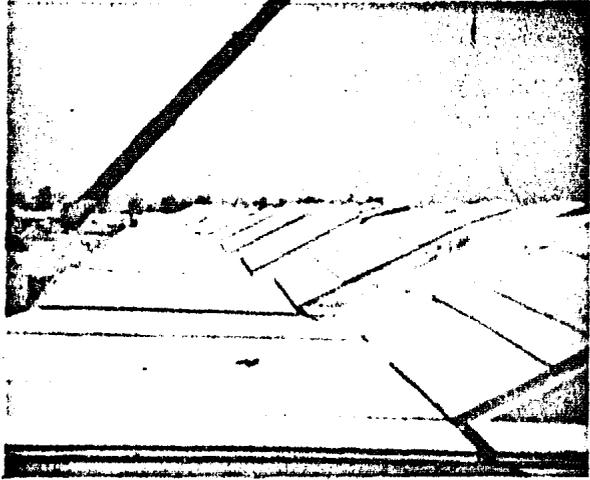
COLADO DE
MEZANINE





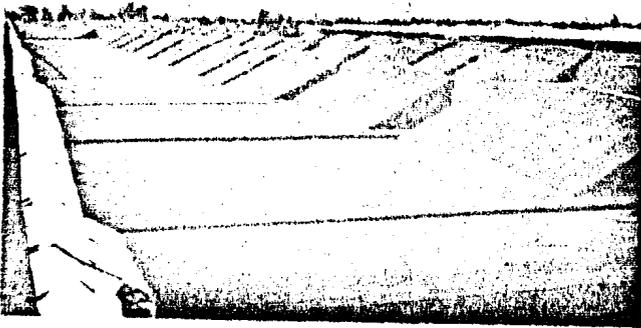
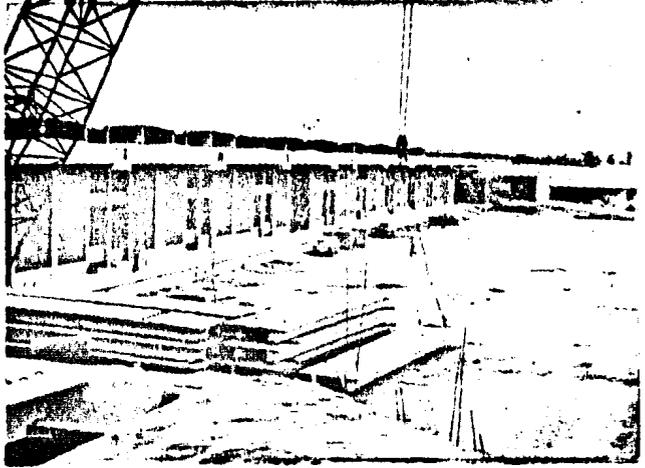
CIMBRADO, ARMADO Y
COLADO TRABES CANALON.

MONTAJE DE LOSAS
PREFABRICADAS.



MONTAJE DE TRABES
PORTANTES Y TIMPANOS.

ANDEN DE SERVICIOS
Y PATIOS DE MANIOBRAS.



IMPERMEABILIZACION
DE AZOTEA.

3.- PLANEACION Y PROGRAMACION

El modelo presentado en este estudio es a base del método del camino crítico; principalmente este método esta basado en el método PERT (Program Evaluati6n and Review Technique) desarrollado - por la armada de los Estados Unidos para el control de tiempo del proyecto Polaris y el método CPM (Critical Path Method) desarrollado en Estados Unidos para la optimizaci6n de Costos.

El método crítico es un proceso administrativo de planeaci6n, Programaci6n, ejecuci6n y control de todas las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse dentro de un tiempo - crítico y al costo 6ptimo.

El método consta de dos ciclos:

- 1.- PLANEACION Y PROGRAMACION
- 2.- EJECUCION Y CONTROL

El primer ciclo se compone de las siguientes etapas:

- a).- DEFINICION DEL PROYECTO
- b).- LISTA DE ACTIVIDADES
- c).- MATRIZ DE SECUENCIAS
- d).- MATRIZ DE TIEMPOS
- e).- MATRIZ DE INFORMACION
- f).- RED DE ACTIVIDADES
- g).- GRAFICA DE BARRAS
- h).- MATRIZ DE ELASTICIDAD

El segundo ciclo contiene las siguientes etapas:

- a).- APROBACION DEL PROYECTO
- b).- ORDENES DE TRABAJO
- c).- GRAFICAS DE CONTROL
- d).- REPORTES Y ANALISIS DE LOS AVANCES
- e).- TOMA DE DECISIONES Y AJUSTES

A continuación se desglosa los puntos correspondientes al primer ciclo.

- a).- DESCRIPCION DEL PROYECTO. Punto tratado con anterioridad en el Capitulo II.
- b). LISTA DE ACTIVIDADES. Es la relación de actividades físicas ó mentales, que forman procesos interrelacionados en el proyecto total.

La información se obtiene de las personas que intervendrán en la ejecución del proyecto, a su vez no es necesario que se listen en el orden de ejecución aunque es conveniente, porque evita que se olvide alguna de ellas.

En este paso no es necesario indicar la cantidad de trabajo, ni las personas que lo ejecutaran, es suficiente con nombrar las actividades. Es conveniente numerar progresivamente las actividades para su identificación, para el modelo se hace referencia a las actividades por realizar en los diferentes ejes de trabajo a lo largo de la nave, ennumerados progresivamente como lo muestran la figura 3

A continuación se muestran la relación de actividades:

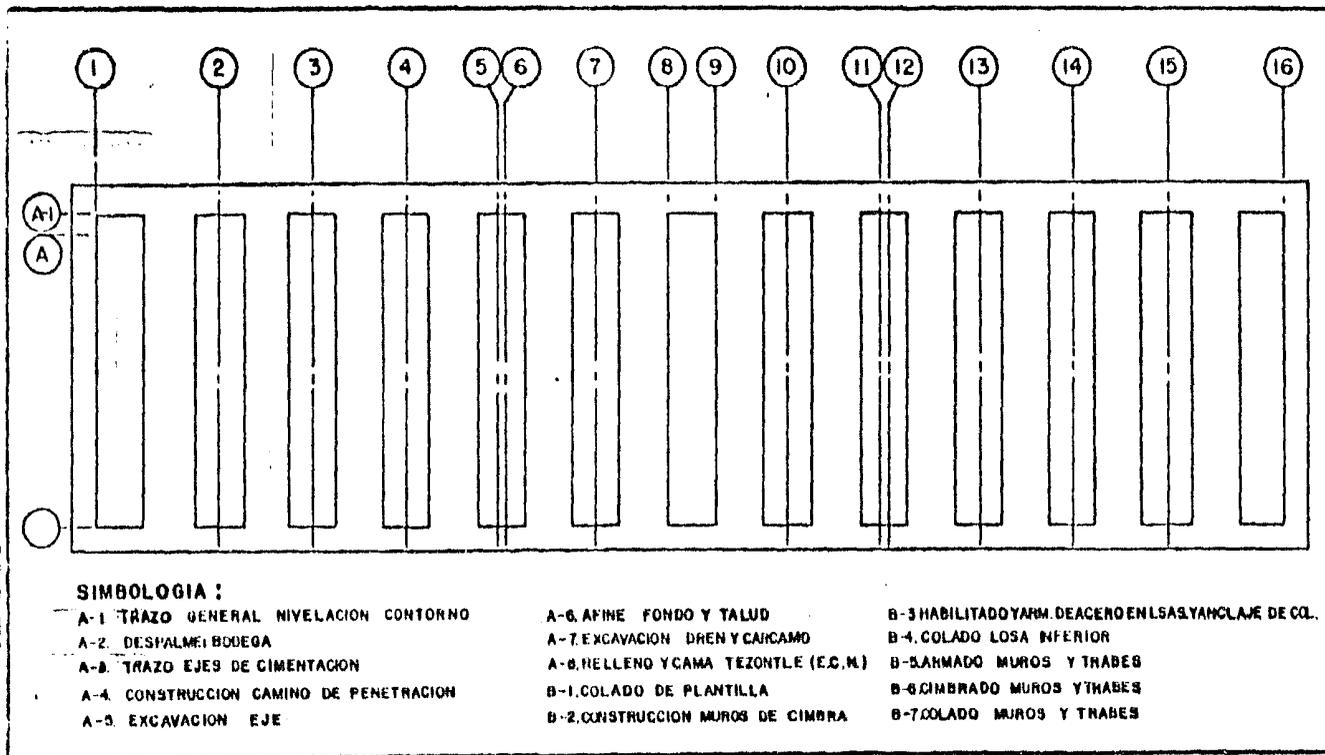


FIG 3

LISTA DE ACTIVIDADES**CIMENTACION**

- 1.- TRAZO GENERAL, NIVELACION CONTORNO
- 2.- DESPALME BODEGA 1 A 3
- 3.- DESPALME BODEGA 4 A 5/6
- 4.- DESPALME BODEGA 7 A 8/9
- 5.- DESPALME BODEGA 10 A 11/12
- 6.- DESPALME BODEGA 13 A 14
- 7.- DESPALME BODEGA 15 A 16
- 8.- TRAZO EJE CIMENTACION: EJE 1
- 9.- TRAZO EJE CIMENTACION: EJE 3
- 10.- TRAZO EJE CIMENTACION: EJE 5-6
- 11.- TRAZO EJE CIMENTACION: EJE 8-9
- 12.- TRAZO EJE CIMENTACION: EJE 11-12
- 13.- TRAZO EJE CIMENTACION: EJE 14
- 14.- TRAZO EJE CIMENTACION: EJE 16
- 15.- TRAZO EJE CIMENTACION: EJE 2
- 16.- TRAZO EJE CIMENTACION: EJE 4
- 17.- TRAZO EJE CIMENTACION: EJE 7
- 18.- TRAZO EJE CIMENTACION: EJE 10
- 19.- TRAZO EJE CIMENTACION: EJE 13
- 20.- TRAZO EJE CIMENTACION: EJE 15
- 21.- CONSTRUCCION CAMINOS DE PENETRACION EJE 1
- 22.- CONSTRUCCION CAMINOS DE PENETRACION EJE 3

- 23.- CONSTRUCCION CAMINOS DE PENETRACION EJE 5-6
- 24.- CONSTRUCCION CAMINOS DE PENETRACION EJE 8-9
- 25.- CONSTRUCCION CAMINOS DE PENETRACION EJE 11-12
- 26.- CONSTRUCCION CAMINOS DE PENETRACION EJE 14
- 27.- CONSTRUCCION CAMINOS DE PENETRACION EJE 16
- 28.- CONSTRUCCION CAMINOS DE PENETRACION EJE 2
- 29.- CONSTRUCCION CAMINOS DE PENETRACION EJE 4
- 30.- CONSTRUCCION CAMINOS DE PENETRACION EJE 7
- 31.- CONSTRUCCION CAMINOS DE PENETRACION EJE 10
- 32.- CONSTRUCCION CAMINOS DE PENETRACION EJE 13
- 33.- CONSTRUCCION CAMINOS DE PENETRACION EJE 15
- 34.- EXCAVACION EJE 1
- 35.- EXCAVACION EJE 3
- 36.- EXCAVACION EJE 5-6
- 37.- EXCAVACION EJE 8-9
- 38.- EXCAVACION EJE 11-12
- 39.- EXCAVACION EJE 14
- 40.- EXCAVACION EJE 16
- 41.- EXCAVACION EJE 2
- 42.- EXCAVACION EJE 4
- 43.- EXCAVACION EJE 7
- 44.- EXCAVACION EJE 10
- 45.- EXCAVACION EJE 13
- 46.- EXCAVACION EJE 15
- 47.- AFINE, FONDO Y TALUD EJE 1

- 48.- AFINE, FONDO Y TALUD EJE 3
- 49.- AFINE, FONDO Y TALUD EJE 5-6
- 50.- AFINE, FONDO Y TALUD EJE 8-9
- 51.- AFINE, FONDO Y TALUD EJE 11-12
- 52.- AFINE, FONDO Y TALUD EJE 14
- 53.- AFINE, FONDO Y TALUD EJE 16
- 54.- AFINE, FONDO Y TALUD EJE 2
- 55.- AFINE, FONDO Y TALUD EJE 4
- 56.- AFINE, FONDO Y TALUD EJE 7
- 57.- AFINE, FONDO Y TALUD EJE 10
- 58.- AFINE, FONDO Y TALUD EJE 13
- 59.- AFINE, FONDO Y TALUD EJE 15
- 60.- COLADO DE PLANTILLA EJE 1
- 61.- COLADO DE PLANTILLA EJE 3
- 62.- COLADO DE PLANTILLA EJE 5-6
- 63.- COLADO DE PLANTILLA EJE 8-9
- 64.- COLADO DE PLANTILLA EJE 11-12
- 65.- COLADO DE PLANTILLA EJE 14
- 66.- COLADO DE PLANTILLA EJE 16
- 67.- COLADO DE PLANTILLA EJE 2
- 68.- COLADO DE PLANTILLA EJE 4
- 69.- COLADO DE PLANTILLA EJE 7
- 70.- COLADO DE PLANTILLA EJE 10
- 71.- COLADO DE PLANTILLA EJE 13
- 72.- COLADO DE PLANTILLA EJE 15

- 73.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 1 (A-D)
- 74.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 3 (A-D)
- 75.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 5/6 (A-D)
- 76.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 8/9 (A-D)
- 77.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 11/12 (A-D)
- 78.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 14 (A-D)
- 79.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 16 (A-D)
- 80.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 2 (A-D)
- 81.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 4 (A-D)
- 82.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 7 (A-D)
- 83.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 10 (A-D)
- 84.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 13 (A-D)
- 85.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 15 (A-D)
- 86.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 1 (D-J)
- 87.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 3 (D-J)
- 88.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 5/6 (D-J)
- 89.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 8/9 (D-J)
- 90.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 11/12 (D-J)
- 91.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 14 (D-J)
- 92.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 16 (D-J)
- 93.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 2 (D-J)
- 94.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 4 (D-J)
- 95.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 7 (D-J)
- 96.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 10 (D-J)
- 97.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 13 (D-J)
- 98.- CONSTRUCCION MUROS DE CIMBRA EJE 15 (D-J)

- 99. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 1 (A-H)
- 100. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 3 (A-H)
- 101. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 5/6 (A-H)
- 102. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 8/9 (A-H)
- 103. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 11/12 (A-H)
- 104. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 14 (A-H)
- 105. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 16 (A-H)
- 106. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 2 (A-H)
- 107. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 4 (A-H)
- 108. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 7 (A-H)
- 109. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 10 (A-H)
- 110. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 13 (A-H)
- 111. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 15 (A-H)
- 112. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 1 (H-I)
- 113. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 3 (H-I)
- 114. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 5/6 (H-I)
- 115. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 8/9 (H-I)
- 116. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 11/12 (H-I)
- 117. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 14 (H-I)
- 118. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 16 (H-I)
- 119. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 2 (H-I)
- 120. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 4 (H-I)
- 121. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 7 (H-I)
- 122. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 10 (H-I)
- 123. - ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 13 (H-I)

- 124.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 15 (H-I)
- 125.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 1 (I-J)
- 126.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 3 (I-J)
- 127.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 5/6 (I-J)
- 128.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 8/9 (I-J)
- 129.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 11/12 (I-J)
- 130.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 14 (I-J)
- 131.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 16 (I-J)
- 132.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 2 (I-J)
- 133.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 4 (I-J)
- 134.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 7 (I-J)
- 135.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 10 (I-J)
- 136.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 13 (I-J)
- 137.- ARMADO LOSA REFUERZO COLUMNAS EJE 15 (I-J)
- 138.- COLADO LOSA INFERIOR EJE 1
- 139.- COLADO LOSA INFERIOR EJE 3
- 140.- COLADO LOSA INFERIOR EJE 5/6
- 141.- COLADO LOSA INFERIOR EJE 8/9
- 142.- COLADO LOSA INFERIOR EJE 11/12
- 143.- COLADO LOSA INFERIOR EJE 14
- 144.- COLADO LOSA INFERIOR EJE 16
- 145.- COLADO LOSA INFERIOR EJE 2
- 146.- COLADO LOSA INFERIOR EJE 4
- 147.- COLADO LOSA INFERIOR EJE 7

- 148.- COLADO LOSA INFERIOR EJE 10
- 149.- COLADO LOSA INFERIOR EJE 13
- 150.- COLADO LOSA INFERIOR EJE 15
- 151.- ARMADO MUROS Y TRABES EJE 1
- 152.- ARMADO MUROS Y TRABES EJE 3
- 153.- ARMADO MUROS Y TRABES EJE 5/6
- 154.- ARMADO MUROS Y TRABES EJE 8/9
- 155.- ARMADO MUROS Y TRABES EJE 11/12
- 156.- ARMADO MUROS Y TRABES EJE 14
- 157.- ARMADO MUROS Y TRABES EJE 16
- 158.- ARMADO MUROS Y TRABES EJE 2
- 159.- ARMADO MUROS Y TRABES EJE 4
- 160.- ARMADO MUROS Y TRABES EJE 7
- 161.- ARMADO MUROS Y TRABES EJE 10
- 162.- ARMADO MUROS Y TRABES EJE 13
- 163.- ARMADO MUROS Y TRABES EJE 15
- 164.- CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 1 (A-H)
- 165.- CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 3 (A-H)
- 166.- CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 5/6 (A-H)
- 167.- CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 8/9 (A-H)
- 168.- CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 11/12 (A-H)
- 169.- CIMBRADO MUROS Y TRABES EJE 14 (A-H)
- 170.- CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 16 (A-H)
- 171.- CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 2 (A-H)
- 172.- CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 4 (A-H)

- 173. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 7 (A-H)
- 174. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 10 (A-H)
- 175. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 13 (A-H)
- 176. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 15 (A-H)
- 177. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 1 (H-J)
- 178. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 3 (H-J)
- 179. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 5/6 (H-J)
- 180. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 8/9 (H-J)
- 181. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 11/12 (H-J)
- 182. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 14 (H-J)
- 183. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 16 (H-J)
- 184. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 2 (H-J)
- 185. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 4 (H-J)
- 186. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 7 (H-J)
- 187. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 10 (H-J)
- 188. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 13 (H-J)
- 189. - CIMBRADO, MUROS Y TRABES EJE 15 (H-J)
- 190. - COLADO MUROS Y TRABES EJE 1
- 191. - COLADO MUROS Y TRABES EJE 3
- 192. - COLADO MUROS Y TRABES EJE 5/6
- 193. - COLADO MUROS Y TRABES EJE 8/9
- 194. - COLADO MUROS Y TRABES EJE 11/12
- 195. - COLADO MUROS Y TRABES EJE 14
- 196. - COLADO MUROS Y TRABES EJE 16
- 197. - COLADO MUROS Y TRABES EJE 2
- 198. - COLADO MUROS Y TRABES EJE 4

- 199.- COLADO MUROS Y TRABES EJE 7
- 200.- COLADO MUROS Y TRABES EJE 10
- 201.- COLADO MUROS Y TRABES EJE 13
- 202.- COLADO MUROS Y TRABES EJE 15

LISTA DE ACTIVIDADES**LOSA TAPA**

- 1.- COLOCACION LAMINA EJE 1-3
- 2.- COLOCACION LAMINA EJE 3-5/6
- 3.- COLOCACION LAMINA EJE 5/6 - 8
- 4.- COLOCACION LAMINA EJE 8-6
- 5.- COLOCACION LAMINA EJE 10-13
- 6.- COLOCACION LAMINA EJE 13-15
- 7.- COLOCACION LAMINA EJE 15-16

- 8.- COLOCACION ACERO EJE 1-3
- 9.- COLOCACION ACERO EJE 3 -5/6
- 10.- COLOCACION ACERO EJE 5/6 - 8
- 11.- COLOCACION ACERO EJE 8-10
- 12.- COLOCACION ACERO EJE 10-13
- 13.- COLOCACION ACERO EJE 13-15
- 14.- COLOCACION ACERO EJE 15-16

- 15.- COLOCACION CONCRETO EJE 1-3
- 16.- COLOCACION CONCRETO EJE 3 - 5/6
- 17.- COLOCACION CONCRETO EJE 5/6 - 8
- 18.- COLOCACION CONCRETO EJE 8-10
- 19.- COLOCACION CONCRETO EJE 10-13
- 20.- COLOCACION CONCRETO EJE 13-15
- 21.- COLOCACION CONCRETO EJE 15-16

LISTA DE ACTIVIDADES**SUPERESTRUCTURA**

- 1.- COLUMNAS A MEZZANINE CIBRA I
- 2.- COLUMNAS A MEZZANINE CIBRA II
- 3.- COLUMNAS A MEZZANINE CIBRA III
- 4.- COLUMNAS A MEZZANINE CIBRA IV
- 5.- COLUMNAS A MEZZANINE COLADO I
- 6.- COLUMNAS A MEZZANINE COLADO II
- 7.- COLUMNAS A MEZZANINE COLADO III
- 8.- COLUMNAS A MEZZANINE COLADO IV

- 9.- COLUMNAS A CANALON CIBRA I
- 10.- COLUMNAS A CANALON CIBRA II
- 11.- COLUMNAS A CANALON CIBRA III
- 12.- COLUMNAS A CANALON CIBRA IV
- 13.- COLUMNAS A CANALON COLADO I
- 14.- COLUMNAS A CANALON COLADO II
- 15.- COLUMNAS A CANALON COLADO III
- 16.- COLUMNAS A CANALON COLADO IV

- 17.- MEZZANINE CIBRA I EJE 1 - 5/6
- 18.- MEZZANINE CIBRA I EJE 5/6 - 8
- 19.- MEZZANINE CIBRA II EJE 1-5/6
- 20.- MEZZANINE CIBRA II EJE 5/6-8

- 21.- MEZZANINE CIMBRA III EJE 9-11/12
- 22.- MEZZANINE CIMBRA III EJE 11/12-16
- 23.- MEZZANINE CIMBRA IV EJE 9-11/12
- 24.- MEZZANINE CIMBRA IV EJE 11/12-16

- 25.- MEZZANINE ARMADO I EJE 1-5/6
- 26.- MEZZANINE ARMADO I EJE 5/6-8
- 27.- MEZZANINE ARMADO II EJE 1-5/6
- 28.- MEZZANINE ARMADO II EJE 5/6-8
- 29.- MEZZANINE ARMADO III EJE 9-11/12
- 30.- MEZZANINE ARMADO III EJE 11/12-16
- 31.- MEZZANINE ARMADO IV EJE 9-11/12
- 32.- MEZZANINE ARMADO IV EJE 11/12-16

- 33.- MEZZANINE COLADO I EJE 1-5/6
- 34.- MEZZANINE COLADO I EJE 5/6-8
- 35.- MEZZANINE COLADO II EJE-1-5/6
- 36.- MEZZANINE COLADO II EJE 5/6-8
- 37.- MEZZANINE COLADO III EJE 9-11/12
- 38.- MEZZANINE COLADO III EJE 11/12-16
- 39.- MEZZANINE COLADO IV EJE 9-11/12
- 40.- MEZZANINE COLADO IV EJE 11/12-16

- 41.- COLUMNAS MEZZANINE A CANALON I CIMBRA
- 42.- COLUMNAS MEZZANINE A CANALON II CIMBRA
- 43.- COLUMNAS MEZZANINE A CANALON III CIMBRA
- 44.- COLUMNAS MEZZANINE A CANALON IV CIMBRA

- 45.- COLUMNAS MEZZANINE A CANALON I COLADO
- 46.- COLUMNAS MEZZANINE A CANALON II COLADO
- 47.- COLUMNAS MEZZANINE A CANALON III COLADO
- 48.- COLUMNAS MEZZANINE A CANALON IV COLADO

- 49.- TRABES CANALON CIMBRA I EJE 1-2
- 50.- TRABES CANALON CIMBRA I EJE 3-4
- 51.- TRABES CANALON CIMBRA I EJE 5-6
- 52.- TRABES CANALON CIMBRA I EJE 7-8
- 53.- TRABES CANALON CIMBRA II EJE 1-2
- 54.- TRABES CANALON CIMBRA II EJE 3-4
- 55.- TRABES CANALON CIMBRA II EJE 5-6
- 56.- TRABES CANALON CIMBRA II EJE 7-8
- 57.- TRABES CANALON CIMBRA III EJE 9-10
- 58.- TRABES CANALON CIMBRA III EJE 11-12
- 59.- TRABES CANALON CIMBRA III EJE 13-14
- 60.- TRABES CANALON CIMBRA III EJE 15-16
- 61.- TRABES CANALON CIMBRA IV EJE 9-10
- 62.- TRABES CANALON CIMBRA IV EJE 11-12
- 63.- TRABES CANALON CIMBRA IV EJE 13-14
- 64.- TRABES CANALON CIMBRA IV EJE 15-16

- 65.- TRABES CANALON ARMADO I EJE 1-2
- 66.- TRABES CANALON ARMADO I EJE 3-4
- 67.- TRABES CANALON ARMADO I EJE 5-6
- 68.- TRABES CANALON ARMADO I EJE 7-8
- 69.- TRABES CANALON ARMADO II EJE 1-2
- 70.- TRABES CANALON ARMADO II EJE 3-4
- 71.- TRABES CANALON ARMADO II EJE 5-6
- 72.- TRABES CANALON ARMADO II EJE 7-8

- 73.- TRABES CANALON ARMADO III EJE 9-10
- 74.- TRABES CANALON ARMADO III EJE 11-12
- 75.- TRABES CANALON ARMADO III EJE 13-14
- 76.- TRABES CANALON ARMADO III EJE 15-16
- 77.- TRABES CANALON ARMADO IV EJE 9-10
- 78.- TRABES CANALON ARMADO IV EJE 11-12
- 79.- TRABES CANALON ARMADO IV EJE 13-14
- 80.- TRABES CANALON ARMADO IV EJE 15-16

- 81.- TRABES CANALON COLADO I
- 82.- TRABES CANALON COLADO II
- 83.- TRABES CANALON COLADO III
- 84.- TRABES CANALON COLADO IV

- 85.- FRAGUADO CANALON I EJE 1-4
- 86.- FRAGUADO CANALON I EJE 5/6-8
- 87.- FRAGUADO CANALON II EJE 1-4
- 88.- FRAGUADO CANALON II EJE 5/6-8
- 89.- FRAGUADO CANALON III EJE 9-11/12
- 90.- FRAGUADO CANALON III EJE 13-16
- 91.- FRAGUADO CANALON IV EJE 9-11/12
- 92.- FRAGUADO CANALON IV EJE 13/16

- 93.- MONTAJE TRABES PORTANTES NORTE
- 94.- MONTAJE TRABES PORTANTES SUR
- 95.- MONTAJE TIMPANOS NORTE
- 96.- MONTAJE TIMPANOS SUR

- 97.- MONTAJE LOSAS PREFABRICADAS
- 98.- MONTAJE TRINERVADA
- 99.- ALBAÑILERIA NORTE
- 100.- ALBAÑILERIA SUR
- 101.- HERRERIA
- 102.- INSTALACIONES.

c) MATRIZ DE SECUENCIAS.-

Existen 2 procedimientos para conocer la secuencia de las actividades:

a).- Por antecedentes

b).- Por secuencias

El Primer procedimiento toma en cuenta cuales actividades de ben quedar terminadas para ejecutar cada una de las que aparecen en la lista. En el caso de ser iniciales, la actividad antecedente será cero.

Al tener propuesta la matriz se debe de hacer una transposición para convertirla en una matriz de secuencias, puesto es la que se utiliza para dibujar la red.

| ACTIVIDAD ANTECEDENTE |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 0 | 42 | 29 | 83 | 70 | 124 | 111 | 165 | 139 |
| 2 | 1 | 43 | 30 | 84 | 71 | 125 | 112 | 166 | 140 |
| 3 | 2 | 44 | 31 | 85 | 72 | 126 | 113 | 167 | 141 |
| 4 | 3 | 45 | 32 | 86 | 73 | 127 | 114 | 168 | 142 |
| 5 | 4 | 46 | 33 | 87 | 74 | 128 | 115 | 169 | 143 |
| 6 | 5 | 47 | 34 | 88 | 75 | 129 | 116 | 170 | 144 |
| 7 | 6 | 48 | 35 | 89 | 76 | 130 | 117 | 171 | 145 |
| 8 | 2 | 49 | 36 | 90 | 77 | 131 | 118 | 172 | 146 |
| 9 | 2,8 | 50 | 37 | 91 | 78 | 132 | 119 | 173 | 147 |
| 10 | 3,9 | 51 | 38 | 92 | 79 | 133 | 120 | 174 | 148 |
| 11 | 4,10 | 52 | 39 | 93 | 80 | 134 | 121 | 175 | 149 |
| 12 | 5,11 | 53 | 40 | 94 | 81 | 135 | 122 | 176 | 150 |
| 13 | 6,12 | 54 | 41 | 95 | 82 | 136 | 123 | 177 | 164 |
| 14 | 7,13 | 55 | 42 | 96 | 83 | 137 | 124 | 178 | 165 |
| 15 | 2,190 | 56 | 43 | 97 | 84 | 138 | 112 | 179 | 166 |
| 16 | 3,17 | 57 | 44 | 98 | 85 | 139 | 113 | 180 | 167 |
| 17 | 4,16 | 58 | 45 | 99 | 73 | 140 | 114 | 181 | 168 |
| 18 | 5,17 | 59 | 46 | 100 | 74 | 141 | 115 | 182 | 169 |
| 19 | 6,18 | 60 | 47 | 101 | 75 | 142 | 116 | 183 | 170 |
| 20 | 7,19 | 61 | 48 | 102 | 76 | 143 | 117 | 184 | 171 |
| 21 | 8 | 62 | 49 | 103 | 77 | 144 | 118 | 185 | 172 |
| 22 | 9 | 63 | 50 | 104 | 78 | 145 | 119 | 186 | 173 |
| 23 | 10 | 64 | 51 | 105 | 79 | 146 | 120 | 187 | 174 |
| 24 | 11 | 65 | 52 | 106 | 80 | 147 | 121 | 188 | 175 |
| 25 | 12 | 66 | 53 | 107 | 81 | 148 | 122 | 189 | 176 |
| 26 | 13 | 67 | 54 | 108 | 82 | 149 | 123 | 190 | 164 |
| 27 | 14 | 68 | 55 | 109 | 83 | 150 | 124 | 191 | 165 |
| 28 | 15 | 69 | 56 | 110 | 84 | 151 | 112 | 192 | 166 |
| 29 | 16 | 70 | 57 | 111 | 85 | 152 | 113 | 193 | 167 |
| 30 | 17 | 71 | 58 | 112 | 99 | 153 | 114 | 194 | 168 |
| 31 | 18 | 72 | 59 | 113 | 100 | 154 | 115 | 195 | 169 |
| 32 | 19 | 73 | 60 | 114 | 101 | 155 | 116 | 196 | 170 |
| 33 | 20 | 74 | 61 | 115 | 102 | 156 | 117 | 197 | 171 |
| 34 | 21 | 75 | 62 | 116 | 103 | 157 | 118 | 198 | 172 |
| 35 | 22 | 76 | 63 | 117 | 104 | 158 | 119 | 199 | 173 |
| 36 | 23 | 77 | 64 | 118 | 105 | 159 | 120 | 200 | 174 |
| 37 | 24 | 78 | 65 | 119 | 106 | 160 | 121 | 201 | 175 |
| 38 | 25 | 79 | 66 | 120 | 107 | 161 | 122 | 202 | 176 |
| 39 | 26 | 80 | 67 | 121 | 108 | 162 | 123 | | |
| 40 | 27 | 81 | 68 | 122 | 109 | 163 | 124 | | |
| 41 | 28 | 82 | 69 | 123 | 110 | 164 | 138 | | |

SECUENCIAS									
ACTIVIDAD	SECUENCIA	ACTIVIDAD	SECUENCIA	ACTIVIDAD	SECUENCIA	ACTIVIDAD	SECUENCIA	ACTIVIDAD	SECUENCIA
0	1	42	55	83	96,109	124	137,150,163	165	178,191
1	2	43	56	84	97,110	125	-	166	179,192
3	3,8,9	44	57	85	98,111	126	-	167	180,193
4	4,10	45	58	86	-	127	-	168	181,194
5	5,11	46	59	87	-	128	-	169	182,195
6	6,12	47	60	88	-	129	-	170	183,196
7	14,20	48	61	89	-	130	-	171	184,197
8	9,21	49	62	90	-	131	-	172	185,198
9	10,22	50	63	91	-	132	-	173	186,199
10	11,23	51	64	92	-	133	-	174	187,200
11	12,24	52	65	93	-	134	-	175	188,201
12	13,25	53	66	94	-	135	-	176	189,202
13	14,26	54	67	95	-	136	-	177	-
14	27	55	68	96	-	137	-	178	-
15	16,28	56	69	97	-	138	164	179	-
16	17,29	57	70	98	-	139	165	180	-
17	18,30	58	71	99	142	140	166	181	-
18	19,31	59	72	100	143	141	167	182	-
19	20,32	60	73	101	144	142	168	183	-
20	33	61	74	102	145	143	169	184	-
21	34	62	75	103	146	144	170	185	-
22	35	63	76	104	147	145	171	186	-
23	36	64	77	105	148	146	172	187	-
24	37	65	78	106	149	147	173	188	-
25	38	66	79	107	150	148	174	189	-
26	39	67	80	108	151	149	175	190	15
27	40	68	81	109	152	150	176	191	-
28	41	69	82	110	123	151	-	192	-
29	42	70	83	111	124	152	-	193	-
30	43	71	84	112	125,138,151	153	-	194	-
31	44	72	85	113	126,139,152	154	-	195	-
32	45	73	86,99	114	127,140,153	155	-	196	-
33	46	74	87,100	115	128,141,154	156	-	197	-
34	47	75	88,101	116	129,142,155	157	-	198	-
35	48	76	89,102	117	130,143,156	158	-	199	-
36	49	77	90,103	118	131,144,157	159	-	200	-
37	50	78	91,104	119	132,145,158	160	-	201	-
38	51	79	92,105	120	133,146,159	161	-	202	-
39	52	80	93,106	121	134,147,160	162	-	-	-
40	53	81	94,107	122	135,148,161	163	-	-	-
41	54	82	95,108	123	136,149,162	164	177,190	-	-

MATRIZ DE SECUENCIAS LOSA TAPA

a).- ANTECEDENTES

ACTIVIDAD	ANTECEDENTES	ACTIVIDAD	ANTECEDENTES
1	0	11	10
2	1	12	11
3	2	13	12
4	3	14	13
5	4	15	8
6	5	16	15
7	6	17	16
8	1	18	17
9	8	19	18
10	9	20	19
		21	20

b).- SECUENCIA

ACTIVIDAD	SECUENCIA	ACTIVIDAD	SECUENCIA
0	1	11	12
1	2,8	12	13
2	3	13	14
3	4	14	16
4	5	15	17
5	6	16	18
6	7	17	19
7	9,15	18	20
8	10	19	21
9	11	20	
10		21	

M A T R I Z D E S E C U E N C I A S

SUPERESTRUCTURA

A N T E C E D E N T E S

ACTIVIDAD ANTECEDENTES

1	0
2	1
3	2
4	3
5	1
6	2
7	3
8	4
9	0
10	9
11	10
12	11
13	9
14	10
15	11
16	12
17	5
18	17
19	6
20	19
21	7
22	21
23	8
24	23
25	17
26	18
27	19
28	20
29	21
30	22
31	23
32	24
33	25
34	26

ACTIVIDAD ANTECEDENTES

35	27
36	28
37	29
38	30
39	31
40	32
41	33
42	35
43	37
44	39
45	41
46	42
47	43
48	44
49	17
50	49
51	50
52	51
53	49
54	53
55	54
56	55
57	53
58	57
59	58
60	59
61	57
62	61
63	62
64	63
65	49
66	50
67	51
68	52

ACTIVIDAD ANTECEDENTES

69	53
70	54
71	55
72	56
73	57
74	58
75	59
76	60
77	61
78	62
79	63
80	64
81	68
82	72
83	76
84	80
85	81
86	85
87	82
88	87
89	83
90	89
91	84
92	91
93	92
94	93
95	93
96	95
97	95
98	94
99	95
100	99
101	99
102	87

M A T R I Z D E S E C U E N C I A S

SUPERESTRUCTURA

S E C U E N C I A S

ACTIVIDAD SECUENCIA

0	1, 9
1	2, 5
2	3, 6
3	4, 7
4	8
5	17
6	19
7	21
8	23
9	10, 13
10	11, 14
11	12, 15
12	16
13	---
14	---
15	---
16	---
17	18, 25, 49
18	26
19	20, 27
20	28
21	22, 29
22	30
23	24, 31
24	32
25	33
26	34
27	35
28	36
29	37
30	38
31	39
32	40
33	41
34	---

ACTIVIDAD SECUENCIA

35	42
36	---
37	43
38	---
39	44
40	---
41	45
42	46
43	47
44	48
45	---
46	---
47	---
48	---
49	50, 53, 65
50	51, 66
51	52, 67
52	68
53	54, 57, 69
54	55, 70
55	56, 71
56	72
57	58, 61, 73
58	59, 74
59	60, 75
60	76
61	62, 77
62	63, 78
63	64, 79
64	80
65	---
66	---
67	---
68	81
69	---

ACTIVIDAD SECUENCIA

70	---
71	---
72	82
73	---
74	---
75	---
76	83
77	---
78	---
79	---
80	84
81	85
82	87
83	89
84	91
85	86
86	---
87	88, 102
88	---
89	90
90	---
91	92
92	93
93	94, 95
94	98
95	96, 97, 99
96	---
97	---
98	---
99	100, 101
100	---
101	---
102	---

d) MATRIZ DE TIEMPO

Constante en un arreglo que muestra la duración de cada actividad en unidades de tiempo utilizados para la programación.

En esta parte se requieren tres cantidades estimadas; el tiempo medio (M) el tiempo óptimo (O) y el tiempo pésimo (P).

Tiempo Medio.- Es el tiempo normal que se necesita para la ejecución de las actividades.

Tiempo Optimo.- Representa el tiempo mínimo posible sin importar costo de realizar la actividad en el menor tiempo.

Tiempo Pésimo.- Es un tiempo excepcionalmente grande que pudiera presentarse ocasionalmente como consecuencia de accidentes, falta de suministros, etc.,.

Los tiempos anteriores servirán para promediarlos mediante la fórmula de PERT obteniendo un tiempo llamado estándar (T)

$$T = \frac{O + 4M + P}{6}$$

En el presente trabajo emplearemos los tiempos medios en la elaboración de la ruta crítica.

MATRIZ DE TIEMPOS

CIMENTACION

ACTIVIDAD	TIEMPO										
	día										
1	1	38	2	75	2	112	1	149	1	186	1
2	1	39	2	76	2	113	1	150	2	187	1
3	1	40	2	77	2	114	1	151	6	188	1
4	1	41	2	78	2	115	1	152	6	189	1
5	1	42	2	79	2	116	1	153	6	190	2
6	1	43	2	80	2	117	1	154	6	191	2
7	1	44	2	81	2	118	1	155	6	192	2
8	2	45	2	82	2	119	1	156	6	193	2
9	2	46	2	83	2	120	1	157	6	194	2
10	2	47	2	84	2	121	1	158	6	195	2
11	2	48	2	85	2	122	1	159	6	196	2
12	2	49	2	86	4	123	1	160	6	197	2
13	2	50	2	87	4	124	1	161	6	198	2
14	2	51	2	88	4	125	1	162	6	199	2
15	2	52	2	89	4	126	1	163	6	200	2
16	2	53	2	90	4	127	1	164	5	201	2
17	2	54	2	91	4	128	1	165	5	202	2
18	2	55	2	92	4	129	1	166	5		
19	2	56	2	93	4	130	1	167	5		
20	2	57	2	94	4	131	1	168	5		
21	2	58	2	95	4	132	1	169	5		
22	2	59	2	96	4	133	1	170	5		
23	2	60	1	97	4	134	1	171	5		
24	2	61	1	98	4	135	1	172	5		
25	2	62	1	99	7	136	1	173	5		
26	2	63	1	100	7	137	1	174	5		
27	2	64	1	101	7	138	2	175	5		
28	2	65	1	102	7	139	2	176	5		
29	2	66	1	103	7	140	2	177	1		
30	2	67	1	104	7	141	2	178	1		
31	2	68	1	105	7	142	2	179	1		
32	2	69	1	106	7	143	2	180	1		
33	2	70	1	107	7	144	2	181	1		
34	2	71	1	108	7	145	2	182	1		
35	2	72	1	109	7	146	2	183	1		
36	2	73	2	110	7	147	2	184	1		
37	2	74	2	111	7	148	2	185	1		

M A T R I Z D E T I E M P O

LOSA TAPA

ACTIVIDAD	TIEMPO día
1	2
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2
11	2
12	2
13	2
14	2
15	2
16	2
17	2
18	2
19	2
20	2
21	2

M A T R I Z D E T I E M P O

SUPERESTRUCTURA

ACTIVIDAD	TIEMPO día
1	3
2	3
3	3
4	3
5	1
6	1
7	1
8	1
9	3
10	3
11	3
12	3
13	1
14	1
15	1
16	1
17	3
18	3
19	3
20	3
21	3
22	3
23	3
24	3
25	3
26	3
27	3
28	3
29	3
30	3
31	3
32	3
33	1
34	1

ACTIVIDAD	TIEMPO día
35	1
36	1
37	1
38	1
39	1
40	1
41	3
42	3
43	3
44	3
45	1
46	1
47	1
48	1
49	3
50	3
51	3
52	3
53	3
54	3
55	3
56	3
57	3
58	3
59	3
60	3
61	3
62	3
63	3
64	3
65	3
66	3
67	3
68	3

ACTIVIDAD	TIEMPO día
69	3
70	3
71	3
72	3
73	3
74	3
75	3
76	3
77	3
78	3
79	3
80	3
81	2
82	2
83	2
84	2
85	3
86	5
87	3
88	5
89	3
90	5
91	3
92	5
93	3
94	3
95	6
96	3
97	12
98	6
99	12
100	12
101	23
102	62

MATRIZ DE INFORMACION

44

ACTIVIDAD	SECUENCIA	TIEMPO día	ACTIVIDAD	SECUENCIA	TIEMPO día
0	1	-	55	68	2
1	2	1	56	69	2
2	3,8,9	1	57	70	2
3	4,10	1	58	71	2
4	5,11	1	59	72	2
5	6,12	1	60	73	1
6	7,13	1	61	74	1
7	14,20	1	62	75	1
8	9,21	2	63	76	1
9	10,22	2	64	77	1
10	11,23	2	65	78	1
11	12,24	2	66	79	1
12	13,25	2	67	80	1
13	14,26	2	68	81	1
14	27	2	69	82	1
15	16,28	2	70	83	1
16	17,29	2	71	84	1
17	18,30	2	72	85	1
18	19,31	2	73	86,99	2
19	20,32	2	74	87,100	2
20	33	2	75	88,101	2
21	34	2	76	89,102	2
22	35	2	77	90,103	2
23	36	2	78	91,104	2
24	37	2	79	92,105	2
25	38	2	80	93,106	2
26	39	2	81	94,107	2
27	40	2	82	95,108	2
28	41	2	83	96,109	2
29	42	2	84	97,110	2
30	43	2	85	98,111	2
31	44	2	86	-	4
32	45	2	87	-	4
33	46	2	88	-	4
34	47	2	89	-	4
35	48	2	90	-	4
36	49	2	91	-	4
37	50	2	92	-	4
38	51	2	93	-	4
39	52	2	94	-	4
40	53	2	95	-	4
41	54	2	96	-	4
42	55	2	97	-	4
43	56	2	98	-	4
44	57	2	99	112	7
45	58	2	100	113	7
46	59	2	101	114	7
47	60	2	102	115	7
48	61	2	103	116	7
49	62	2	104	117	7
50	63	2	105	118	7
51	64	2	106	119	7
52	65	2	107	120	7
53	66	2	108	121	7
54	67	2	109	122	7

MATRIZ DE INFORMACION

ACTIVIDAD	SECUENCIA	TIEMPO	ACTIVIDAD	SECUENCIA	TIEMPO
		día			día
110	123	7	157	-	6
111	124	7	158	-	6
112	125, 138, 151	1	159	-	6
113	126, 139, 152	1	160	-	6
114	127, 140, 153	1	161	-	6
115	128, 141, 154	1	162	-	6
116	129, 142, 155	1	163	-	6
117	130, 143, 156	1	164	177, 190	5
118	131, 144, 157	1	165	178, 191	5
119	132, 145, 158	1	166	179, 192	5
120	133, 146, 159	1	167	180, 193	5
121	134, 147, 160	1	168	181, 194	5
122	135, 148, 161	1	169	182, 195	5
123	136, 149, 162	1	170	183, 196	5
124	137, 150, 163	1	171	184, 197	5
125	-	1	172	185, 198	5
126	-	1	173	186, 199	5
127	-	1	174	187, 200	5
128	-	1	175	188, 201	5
129	-	1	176	189, 202	5
130	-	1	177	-	1
131	-	1	178	-	1
132	-	1	179	-	1
133	-	1	180	-	1
134	-	1	181	-	1
135	-	1	182	-	1
136	-	1	183	-	1
137	-	1	184	-	1
138	164	2	185	-	1
139	165	2	186	-	1
140	166	2	187	-	1
141	167	2	188	-	1
142	168	2	189	-	1
143	169	2	190	15	2
144	170	2	191	-	2
145	171	2	192	-	2
146	172	2	193	-	2
147	173	2	194	-	2
148	174	2	195	-	2
149	175	2	196	-	2
150	176	2	197	-	2
151	-	6	198	-	2
152	-	6	199	-	2
153	-	6	200	-	2
154	-	6	201	-	2
155	-	6	202	-	2
156	-	6			

M A T R I Z D E I N F O R M A C I O N L O S A T A P A

ACTIVIDAD	SECUENCIA	TIEMPO día
0	1	—
1	2,8	2
2	3	2
3	4	2
4	5	2
5	6	2
6	7	2
7	—	2
8	9,15	2
9	10	2
10	11	2
11	12	2
12	13	2
13	14	2
14	—	2
15	16	2
16	17	2
17	18	2
18	19	2
19	20	2
20	21	2
21	—	2

M A T R I Z D E I N F O R M A C I O N S U P E R E S T R U C T U R A

ACTIVIDAD	SECUENCIA	TIEMPO día	ACTIVIDAD	SECUENCIA	TIEMPO día
0	1, 9	—	52	68	3
1	2, 5	3	53	54,57,69	3
2	3, 6	3	54	55,70	3
3	4, 7	3	55	56,71	3
4	8	3	56	72	3
5	17	1	57	58,61,73	3
6	19	1	58	59,74	3
7	21	1	59	60,75	3
8	23	1	60	76	3
9	10,13	3	61	62,77	3
10	11,14	3	62	63,78	3
11	12,15	3	63	64,79	3
12	16	3	64	80	3
13	—	1	65	—	3
14	—	1	66	—	3
15	—	1	67	—	3
16	—	1	68	81	3
17	18,25,49	3	69	—	3
18	26	3	70	—	3
19	20,27	3	71	—	3
20	28	3	72	82	3
21	22,29	3	73	—	3
22	30	3	74	—	3
23	24,31	3	75	—	3
24	32	3	76	83	3
25	33	3	77	—	3
26	34	3	78	—	3
27	35	3	79	—	3
28	36	3	80	84	3
29	37	3	81	85	2
30	38	3	82	87	2
31	39	3	83	89	2
32	40	3	84	91	2
33	41	1	85	86	3
34	—	1	86	—	5
35	42	1	87	88,102	3
36	—	1	88	—	5
37	43	1	89	90	3
38	—	1	90	—	5
39	44	1	91	92	3
40	—	1	92	93	5
41	45	3	93	94,95	3
42	46	3	94	98	3
43	47	3	95	96,97,99	6
44	48	3	96	—	3
45	—	1	97	—	12
46	—	1	98	—	6
47	—	1	99	100,101	12
48	—	1	100	—	12
49	50,53,65	3	101	—	23
50	51,66	3	102	—	62
51	52,67	3			

f) RED DE ACTIVIDADES

Es la representación gráfica de las actividades que muestran sus eventos, secuencias interrelaciones y el camino crítico. Es la serie de actividades que indica la duración total del proyecto. Cada una de las actividades, se representa por una flecha que empieza en un evento y termina en otro.

Se llama evento al momento de iniciación ó terminación de una actividad,



Las flechas no son vectores, escalares ni representan medida alguna.

En los casos que haya necesidad de indicar que una actividad tiene una interrelación ó continuación con otra se dibujará entre ambas una línea punteada, llamada liga que tiene una duración de cero.



Se propone la red siguiente donde la unidad de tiempo es el día.

Para trazar la red medida, se usa papel cuadrículado indicándose en la parte superior la escala con las unidades de tiempo elegidas, en un tiempo razonable para la ejecución de todo el proyecto, para el modelo la unidad de tiempo es el día.

A continuación se inicia la red dibujando las actividades que parten del evento cero, cada una de ellas debe dibujarse de tal manera que el evento *j* termine de acuerdo con la duración del tiempo estandar, en el tiempo indicado en la escala superior.

A continuación no debe tomarse la numeración progresiva de la matriz de secuencias para dibujar la red, sino las terminales de las actividades de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, según vayan apareciendo los eventos *j*.

El proceso antes descrito se realiza para todas las actividades consideradas en la matriz de información. Cuando una actividad es secuencia de dos ó más actividades anteriores, debe colocarse en la red a continuación de la actividad antecedente más adelantada.

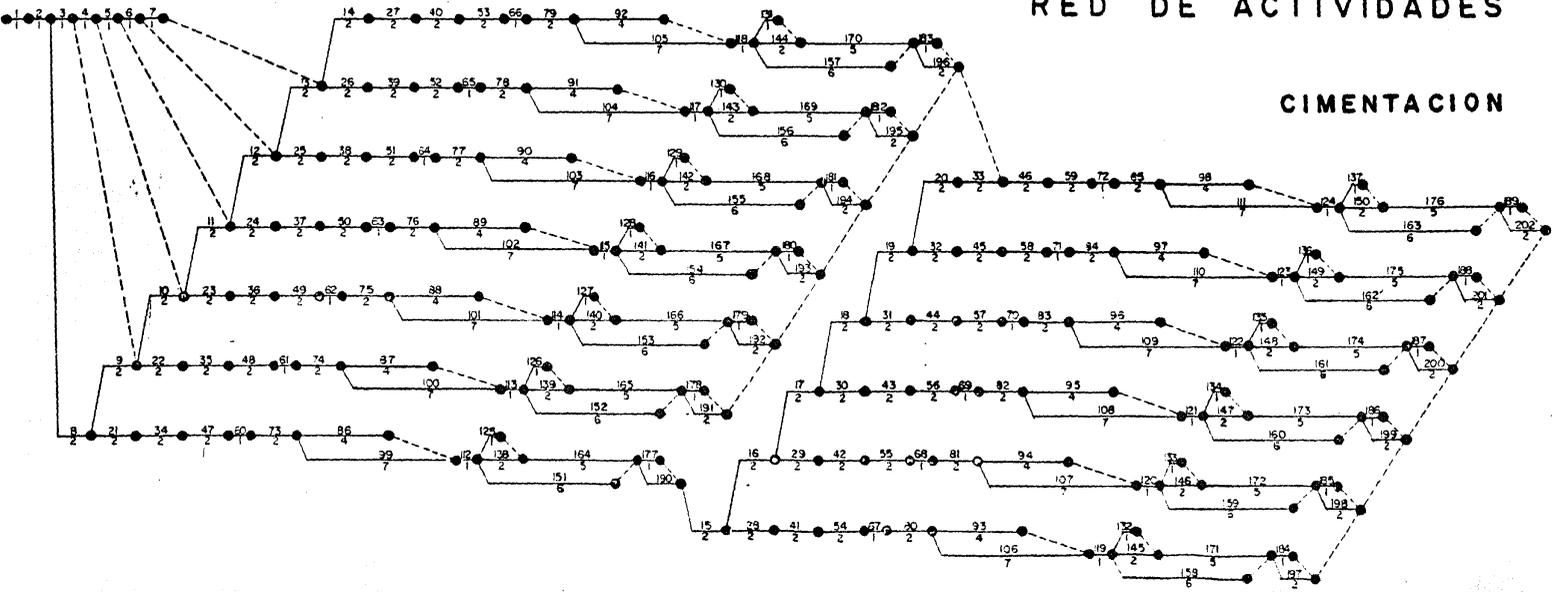
No existiendo ninguna actividad posterior a las terminales de la red, debe considerarse que se ha terminado con el proyecto. En virtud que no deben dejarse eventos sueltos se dibuja una liga en los eventos terminales al evento final.

El camino crítico es la serie de actividades que se inician en el evento *i* del proyecto y terminan en el evento *j* del mismo, sin sufrir interrupción por lo que señalan el tamaño ó duración del proyecto, y esta representado en la red, por la línea doble.

0 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 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68

RED DE ACTIVIDADES

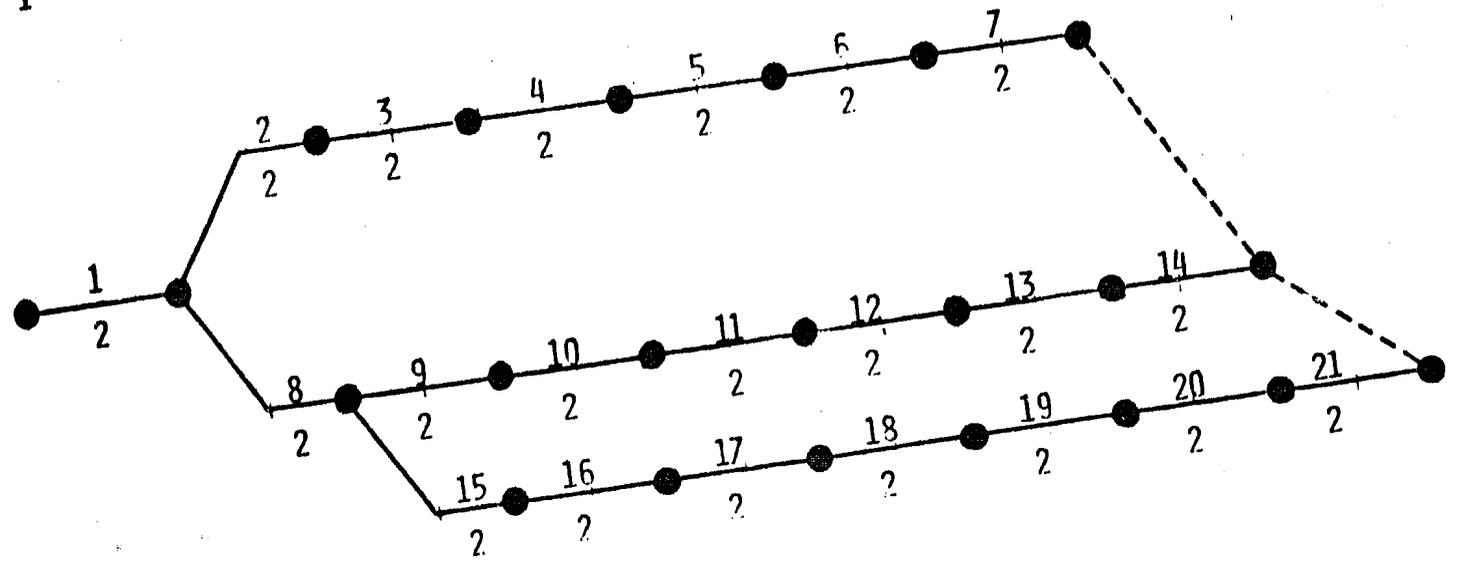
CIMENTACION



LOSA TAPA

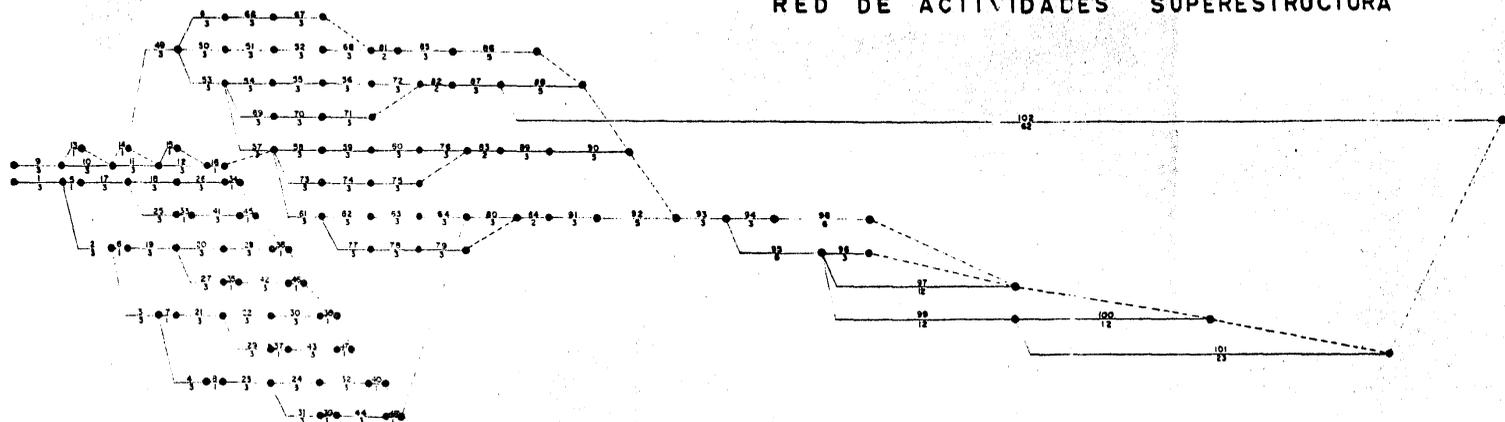
RED DE ACTIVIDADES

• 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • 10 • 11 • 12 • 13 • 14 • 15 • 16 • 17 • 18 •



0 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 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92

RED DE ACTIVIDADES SUPERESTRUCTURA

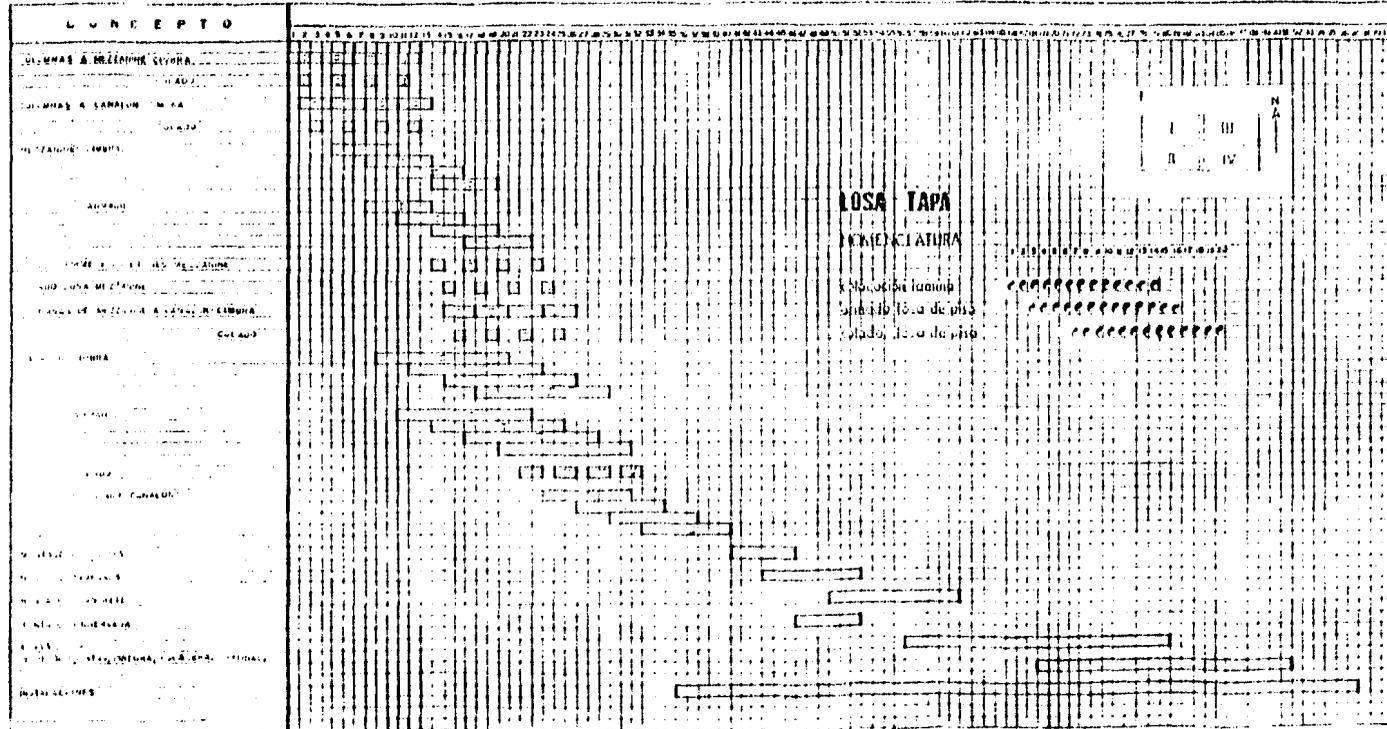


g) GRAFICA DE BARRAS

Se obtiene a partir de la red de actividades y es el resultado de los ajustes efectuados en los diferentes eventos tomando en cuenta el tiempo estándar con el costo óptimo.

Su finalidad es el de tener un mejor control sobre los eventos realizados, que se están efectuando y los que se van a ejecutar, así como muestra gráficamente el programa real de ejecución.

En esta gráfica se emplean dígitos del 1 al 16 para referencia a los diferentes ejes de columnas que comprenden a igual número de cajones de cimentación. El procedimiento constructivo obliga a excavar los cajones de cimentación en forma alternada, es -- por ello que las actividades aparecen agrupadas en ejes pares y - ejes impares.



h) MATRIZ DE ELASTICIDAD.

Para poder tomar decisiones efectivas y rapidas durante la ejecución del proyecto es necesario tener a la mano los datos de las probabilidades de retraso ó adelanto de trabajo de cada una de las actividades, ó sea la elasticidad de las mismas.

Se llama holgura a la libertad que tiene una actividad para alargar su tiempo sin perjudicar otras actividades ó el proyecto total. Se distinguen dos clases de holguras; holgura total y holgura libre.

Para su calculo se procede a medir la red aprobada en el sentido de avance, como primera lectura y despues en sentido contrario, como ultima lectura.

Se comienza con el tiempo cero que se indica sobre el evento inicial y se va agregando la duración estandar de cada actividad. Cuando dos ó mas actividades convergen en un evento se tomará la duración mayor. A continuación se inicia la ultima lectura en el evento final, anotandose la misma cantidad. Despues se va restando la duración estandar de cada actividad é indicando la diferencia en el evento siguiente. Cuando dos ó mas actividades convergen en un evento, debe anotarse en éste la lectura menor de ellas.

Concepto fundamentales del Modelo para la obtención de la matriz de elasticidad.

- E_i = Tiempo de ocurrencia mas proximo del evento inicial de la actividad i-j .
- E_j = Tiempo de ocurrencia mas proximo del evento terminal de la actividad i-j .
- TP_{i-j} = Tiempo de terminación mas proximo de la actividad i-j .
- L_i = Tiempo de ocurrencia mas lejano del evento inicial.
- L_j = Tiempo de ocurrencia mas lejano del evento terminal.
- IL_{i-j} = Tiempo de iniciación mas lejano de la actividad i-j .
- d_{i-j} = Duracion seleccionada de la actividad i-j .

$$TP_{i-j} = E_i + d_{i-j}.$$

$$IL_{i-j} = L_j - d_{i-j}.$$

CALCULO DE HOLGURAS.

Holgura Libre $HL_{i-j} = E_j - (E_i + d_{i-j})$

Holgura total $HT_{i-j} = L_j - (E_i + d_{i-j})$

Presento a continuación los calculos para la obtención de la matriz de elasticidad del Modelo.

MATRIZ DE ELASTICIDAD - CIMENTACION

ACTIVIDAD	d_{1j}	L_j	E_j	E_i	$E_i + d_{1j}$	$L_j - (E_i + d_{1j})$	$E_j - (E_i + d_{1j})$
1	1	1	1	0	0+1=*	1-1=*	1-1=*
2	1	2	2	1	2	*	*
3	1	8	6	2	3	5	3
4	1	10	8	6	7	3	1
5	1	12	10	8	9	3	1
6	1	14	12	10	11	3	1
7	1	16	14	12	13	3	1
8	2	4	4	2	4	*	*
9	2	8	6	4	6	2	-
10	2	10	8	6	8	2	-
11	2	12	10	8	10	2	-
12	2	14	12	10	12	2	-
13	2	16	14	12	14	2	-
14	2	18	16	14	16	2	-
15	2	32	32	30	32	*	*
16	2	34	34	32	34	*	*
17	2	36	36	34	36	*	*
18	2	38	38	36	38	*	*
19	2	40	40	38	40	*	*
20	2	42	42	40	42	*	*
21	2	6	6	4	6	*	*
22	2	20	8	6	8	12	-
23	2	20	10	8	10	10	-
24	2	20	12	10	12	8	-
25	2	20	14	12	14	6	-
26	2	20	16	14	16	4	-
27	2	20	18	16	18	2	-
28	2	44	34	32	34	10	-
29	2	44	36	34	36	8	-
30	2	44	38	36	38	6	-

ACTIVIDAD	d_{ij}	L_j	E_j	E_i	$E_i + d_{ij}$	$L_j - (E_i + d_{ij})$	$E_j - (E_i + d_{ij})$
31	2	44	40	38	40	4	-
32	2	44	42	40	42	2	-
33	2	44	44	42	44	*	*
34	2	8	8	6	8	*	*
35	2	22	10	8	10	12	-
36	2	22	12	10	12	10	-
37	2	22	14	12	14	8	-
38	2	22	16	14	16	6	-
39	2	22	18	16	18	4	-
40	2	22	20	18	20	2	-
41	2	46	36	34	36	10	-
42	2	46	38	36	38	8	-
43	2	46	40	38	40	6	-
44	2	46	42	40	42	4	-
45	2	46	44	42	44	2	-
46	2	46	46	44	46	*	*
47	2	10	10	8	10	*	*
48	2	24	12	10	12	12	-
49	2	24	14	12	14	10	-
50	2	24	16	14	16	8	-
51	2	24	18	16	18	6	-
52	2	24	20	18	20	4	-
53	2	24	22	20	22	2	-
54	2	48	38	36	38	10	-
55	2	48	40	38	40	8	-
56	2	48	42	40	42	6	-
57	2	48	44	42	44	4	-
58	2	48	46	44	46	2	-
59	2	48	48	46	48	*	*
60	1	11	11	10	11	*	*
61	1	25	13	12	13	12	-
62	1	25	15	14	15	10	-

ACTIVIDAD	d_{1j}	L_j	E_j	E_i	E_i+d_{1j}	$L_j-(E_i+d_{1j})$	$E_j-(E_i+d_{1j})$
63	1	25	17	16	17	8	-
64	1	25	19	18	19	6	-
65	1	25	21	20	21	4	-
66	1	25	23	22	23	2	-
67	1	49	39	38	39	10	-
68	1	49	41	40	41	8	-
69	1	49	43	42	43	6	-
70	1	49	45	44	45	4	-
71	1	49	47	46	47	2	-
72	1	49	49	48	49	*	*
73	2	13	13	11	13	*	*
74	2	27	15	13	15	12	-
75	2	27	17	15	17	10	-
76	2	27	19	17	19	8	-
77	2	27	21	19	21	6	-
78	2	27	23	21	23	4	-
79	2	27	25	23	25	2	-
80	2	51	41	39	41	10	-
81	2	51	43	41	43	8	-
82	2	51	45	43	45	6	-
83	2	51	47	45	47	4	-
84	2	51	49	47	49	2	-
85	2	51	51	49	51	*	*
86	4	20	20	13	17	3	3
87	4	34	22	15	19	15	3
88	4	34	24	17	21	13	3
89	4	34	26	19	23	11	3
90	4	34	28	21	25	9	3
91	4	34	30	23	27	7	3
92	4	34	32	25	29	5	3
93	4	58	48	41	45	13	3
94	4	58	50	43	47	11	3

ACTIVIDAD	d_{ij}	L_j	E_j	E_i	$E_i + d_{ij}$	$L_j - (E_i + d_{ij})$	$E_j - (E_i + d_{ij})$
95	4	58	52	45	49	9	3
96	4	58	54	47	51	7	3
97	4	58	56	49	53	5	3
98	4	58	58	51	55	3	3
99	7	20	20	13	20	*	*
100	7	34	22	15	22	12	-
101	7	34	24	17	24	10	-
102	7	34	26	19	26	8	-
103	7	34	28	21	28	6	-
104	7	34	30	23	30	4	-
105	7	34	32	25	32	2	-
106	7	59	48	41	48	10	-
107	7	58	50	43	50	8	-
108	7	58	52	45	52	6	-
109	7	58	54	47	54	4	-
110	7	58	56	49	56	2	-
111	7	58	58	51	58	*	*
112	1	21	21	20	21	*	*
113	1	35	23	22	23	12	-
114	1	35	25	24	25	10	-
115	1	35	27	26	27	8	-
116	1	35	29	28	29	6	-
117	1	35	31	30	31	4	-
118	1	35	33	32	33	2	-
119	1	59	49	48	49	10	-
120	1	59	51	50	51	8	-
121	1	59	53	52	53	6	-
122	1	59	55	54	55	4	-
123	1	59	57	56	57	2	-
124	1	59	59	58	59	*	*
125	1	23	23	21	22	1	1
126	1	37	25	23	24	13	1

ACTIVIDAD	d_{ij}	L_j	E_j	E_i	$E_i + d_{ij}$	$L_j - (E_i + d_{ij})$	$E_j - (E_i + d_{ij})$
127	1	37	27	25	26	11	1
128	1	37	29	27	28	9	1
129	1	37	31	29	30	7	1
130	1	37	33	31	32	5	1
131	1	37	35	33	34	3	1
132	1	61	51	49	50	11	1
133	1	61	53	51	52	9	1
134	1	61	55	53	54	7	1
135	1	61	57	55	56	5	1
136	1	61	59	57	58	3	1
137	1	61	61	59	60	1	1
138	2	23	23	21	23	*	*
139	2	37	25	23	25	12	-
140	2	37	27	25	27	10	-
141	2	37	29	27	29	8	-
142	2	37	31	29	31	6	-
143	2	37	33	31	33	4	-
144	2	37	35	33	35	2	-
145	2	61	51	49	51	10	-
146	2	61	53	51	53	8	-
147	2	61	55	53	55	6	-
148	2	61	57	55	57	4	-
149	2	61	59	57	59	2	-
150	2	61	61	59	61	*	*
151	6	28	28	21	27	1	1
152	6	42	30	23	29	13	1
153	6	42	32	25	31	11	1
154	6	42	34	27	33	9	1
155	6	42	36	29	35	7	1
156	6	42	38	31	37	5	1
157	6	42	40	33	39	3	1
158	6	66	56	49	55	11	1

ACTIVIDAD	d_{IJ}	L_J	E_J	E_I	$E_I + d_{IJ}$	$L_J - (E_I + d_{IJ})$	$E_J - (E_I + d_{IJ})$
159	6	66	58	51	57	9	1
160	6	66	60	53	59	7	1
161	6	66	62	55	61	5	1
162	6	66	64	57	63	3	1
163	6	66	66	59	65	1	1
164	5	28	28	23	28	*	*
165	5	42	30	25	30	12	*
166	5	42	32	27	32	10	-
167	5	42	34	29	34	8	-
168	5	42	36	31	36	6	-
169	5	42	38	33	38	4	-
170	5	42	40	35	40	2	-
171	5	66	56	51	56	10	-
172	5	66	58	53	58	8	-
173	5	66	60	55	60	6	-
174	5	66	62	57	62	4	-
175	5	66	64	59	64	2	-
176	5	66	66	61	66	*	*
177	1	30	30	28	29	1	1
178	1	44	42	30	31	13	11
179	1	44	42	32	33	11	9
180	1	44	42	34	35	9	7
181	1	44	42	36	37	7	5
182	1	44	42	38	39	5	3
183	1	44	42	40	41	3	1
184	1	68	68	56	57	11	11
185	1	68	68	58	59	9	9
186	1	68	68	60	61	7	7
187	1	68	68	62	63	5	5
188	1	68	68	64	65	3	3
189	1	68	68	66	67	1	1
190	2	30	30	28	30	*	*

ACTIVIDAD	d_{1j}	L_j	E_j	E_t	E_t+d_{1j}	$L_j-(E_t+d_{1j})$	$E_j-(E_t+d_{1j})$
191	2	44	42	30	32	12	10
192	2	44	42	32	34	10	8
193	2	44	42	34	36	8	6
194	2	44	42	36	38	6	4
195	2	44	42	38	40	4	2
196	2	44	42	40	42	2	-
197	2	68	68	56	58	10	10
198	2	68	68	58	60	8	8
199	2	68	68	60	62	6	6
200	2	68	68	62	64	4	4
201	2	68	68	64	66	2	2
202	2	68	68	66	68	*	*

M A T R I Z D E E L A S T I C I D A D

SUPERFSTRUCTURA

ACTIVIDAD	d_{ij}	L_j	E_j	E_i	E_i+d_{ij}	$L_j-(E_i+d_{ij})$	$E_j-(E_i+d_{ij})$
1	3	3	3	0	$n+3=3$	$3-3=*$	$3-3+*$
2	3	17	6	3	6	11	—
3	3	20	9	6	9	11	—
4	3	23	12	9	12	11	—
5	1	4	4	3	4	*	*
6	1	24	7	6	7	17	—
7	1	24	10	9	10	14	—
8	1	24	13	12	13	11	—
9	3	13	3	0	3	10	—
10	3	16	6	3	6	10	—
11	3	19	9	6	9	10	—
12	3	22	12	9	12	10	—
13	1	16	6	3	4	12	2
14	1	19	9	6	7	12	2
15	1	22	10	9	10	12	—
16	1	23	16	12	13	10	3
17	3	7	7	4	7	*	*
18	3	31	10	7	10	21	—
19	3	27	10	7	10	17	—
20	3	31	13	10	13	19	—
21	3	27	13	10	13	14	—
22	3	31	16	13	16	15	—
23	3	27	26	13	16	11	—
24	3	31	19	16	19	12	—
25	3	32	10	7	10	22	—
26	3	34	13	10	13	21	—
27	3	30	13	10	13	17	—
28	3	34	16	13	16	18	—
29	3	30	16	13	16	14	—
30	3	34	19	16	19	15	—
31	3	30	19	16	19	11	—
32	3	34	22	19	22	12	—
33	1	31	11	10	11	20	—
34	1	35	28	13	14	21	14
35	1	31	14	13	14	17	—
36	1	35	28	16	17	18	11
37	1	31	17	16	17	14	—
38	1	35	28	19	20	15	8
39	1	31	20	19	20	11	—
40	1	35	28	22	23	12	5
41	3	34	14	11	14	20	—
42	3	34	17	14	17	17	—
43	3	34	20	17	20	14	—
44	3	34	23	20	23	11	—
45	1	35	28	14	15	20	13
46	1	35	28	17	18	17	10
47	1	35	28	20	21	14	7
48	1	35	28	23	24	11	4
49	3	10	10	7	10	*	*
50	3	29	13	16	18	16	—
51	3	32	16	13	16	18	—

MATRIZ DE ELASTICIDAD SUPERESTRUCTURA

ACTIVIDAD	d_{IJ}	L_I	E_J	E_I	E_I+d_{IJ}	$L_I-(E_I+d_{IJ})$	$E_J-(E_I+d_{IJ})$
52	3	15	19	16	19	16	—
53	3	13	13	10	13	*	*
54	3	16	16	13	16	*	*
55	3	19	19	16	19	*	*
56	3	22	22	19	22	*	*
57	3	23	16	13	16	7	—
58	3	29	19	16	19	10	—
59	3	32	22	19	22	10	—
60	3	35	25	22	25	10	—
61	3	26	19	16	19	7	—
62	3	29	22	19	22	7	—
63	3	32	25	22	25	7	—
64	3	35	28	25	28	7	—
65	3	32	13	10	13	19	—
66	3	35	16	13	16	19	—
67	3	38	22	16	19	19	3
68	3	38	22	19	22	16	—
69	3	19	16	13	16	3	—
70	3	22	19	16	19	3	—
71	3	25	25	19	22	3	3
72	3	25	25	22	25	*	*
73	3	32	19	16	19	13	—
74	3	35	22	19	22	13	—
75	3	38	28	22	25	13	3
76	3	38	28	25	28	10	—
77	3	32	22	19	22	10	—
78	3	35	25	22	25	10	—
79	3	38	31	25	29	10	3
80	3	38	31	28	31	7	—
81	2	40	24	22	24	16	—
82	2	27	27	25	27	*	*
83	2	40	30	28	30	10	—
84	2	40	33	31	33	7	—
85	3	43	27	24	27	16	—
86	5	48	41	27	32	16	9
87	3	30	30	27	30	*	*
88	5	48	41	30	35	13	6
89	3	43	33	30	33	10	—
90	5	48	41	33	38	10	3
91	3	43	36	33	36	7	—
92	5	48	41	36	41	7	—
93	3	51	44	41	44	7	—
94	3	86	47	44	47	39	—
95	6	57	50	44	50	7	—
96	3	92	92	50	53	39	39
97	12	92	92	50	62	30	30
98	6	92	92	47	53	39	39
99	12	69	62	50	62	7	—
100	12	92	92	62	74	18	18
101	23	92	92	62	85	7	7
102	62	92	92	30	92	*	*

4.- CONTROL DE OBRA.

En el control del proyecto es necesario determinar con precisión, tanto el avance de cada una de las actividades, como el que corresponde al proyecto total. Una forma efectiva de control es el uso de graficas que permiten vigilar visualmente el desarrollo de las actividades.

- a) Grafica de avance.
- b) Grafica de rendimientos.

La grafica de avance contiene, ademas de la red, una franja en la parte inferior que muestra el porcentaje de avance programado, el porcentaje real y la eficiencia lograda en cada unidad de tiempo.

Las ordenadas que se encuentran en las divisiones de tiempo marcan la programación por cada actividad, para cada proceso y para todo el proyecto.

Para calcular el porcentaje programado de avance procedemos así:

- a) Se divide el porcentaje total de avance (1.00) entre el numero de dias-actividad que tiene el proyecto, este es la suma de la columna () de la matriz de información.

$$f(D-A) = \frac{1.00}{n}$$

- b) Se cuentan las unidades de avance (D-A) que aparecen en la red en cada dia programado.
- c) Se acumulan las unidades de avance en cada dia transcurrido.
- d) Las unidades de avance acumulado se multiplican por el factor de avance calculado en el inciso a.

De esta manera y para nuestro modelo presento las tablas con sus calculos correspondientes.

Las cantidades que aparecen en la columna 4 de esta tabla se anotan en el region de avance programado de la red de avance .

Para la elaboracion de la grafica de rendimientos, que nos va a servir para observar el ritmo ó velocidad de trabajo, al mismo tiempo que las metas parciales que se van logrando con el transcurso del tiempo.

En las ordenadas presentamos una escala con porcentajes y en las abcisas los dias de duraci3n del proyecto mas la tolerancia calculada.

En esta grafica se seala la meta final que se encuentra sobre el region del 100 % de eficiencia y la coordenada del tiempo final del proyecto.

En base a lo anterior se logra el calculo del avance logrado diariamente en el modelo y presentarlo en las graficas anteriores. El avance del modelo es la suma de los avances logrados por cada una de las actividades componentes.

Cálculo para la obtención de las Graficas de Control

CIMENTACION DIA 11

Los datos que se obtienen de la red, son las actividades programadas por realizar en el dia elegido:

DIA	ACTIVIDADES/DIA	ACTIVIDADES ACUMULADAS
1	1	1
2	2	2
3	3,8	4
4	4,8	6
5	5,9,21	9
6	6,9,21	12
7	7,10,22,34	16
8	10,22,34	19
9	11,23,35,47	23
10	12,24,36,48,60	27
11	12,24,36,48,73	32

$$\% \text{ AVANCE PROGRAMADO} = \frac{\text{AVANCE ACUMULADO/DIA 11}}{\text{AVANCE ACUMULADO TOTAL}} \text{ ----}$$

$$\text{---} \frac{32}{527} \text{---} = 0.061$$

El proceso de cálculo antes descrito se aplica a todos los días comprendidos en el total del proyecto.

Con la información obtenida del cálculo se elabora la gráfica de avance y a su vez se obtiene la gráfica de rendimientos, las cuales nos servirán para observar el ritmo ó velocidad del trabajo ejecutado con respecto al programado y al mismo tiempo se obtiene el control de las metas parciales que se van logrando con el transcurso del tiempo.

En la ordenada se presenta una escala con porcentajes de avance programado y en las abscisas los días de duración del proyecto. En esta forma se obtiene un mejor control de todas las actividades y por consecuencia se toman las medidas correctivas a tiempo para lograr su optimización.

A continuación se presentan los calculos para la obtención de las graficas de avance y rendimientos.-

CALCULO DEL PORCENTAJE DE AVANCE DE OBRA

CIMENTACION

DIA	ACTIVIDADES POR DIA	ACTIVIDADES ACUMULADAS	% AVANCE DE OBRA	DIA	ACTIVIDADES POR DIA	ACTIVIDADES ACUMULADAS	% AVANCE DE OBRA
1	1	1	0.002	35	11	271	0.514
2	1	2	0.004	36	9	280	0.531
3	2	4	0.007	37	10	290	0.550
4	2	6	0.011	38	8	298	0.565
5	3	9	0.017	39	9	307	0.582
6	3	12	0.023	40	7	314	0.596
7	4	16	0.030	41	8	322	0.611
8	3	19	0.036	42	8	330	0.626
9	4	23	0.043	43	7	337	0.639
10	4	27	0.051	44	8	345	0.654
11	5	32	0.061	45	8	353	0.669
12	5	37	0.070	46	8	361	0.685
13	6	43	0.081	47	8	369	0.700
14	7	50	0.095	48	8	377	0.715
15	8	58	0.110	49	8	385	0.730
16	9	67	0.127	50	10	395	0.749
17	9	76	0.144	51	9	404	0.766
18	9	85	0.161	52	11	415	0.787
19	9	84	0.178	53	10	425	0.806
20	9	103	0.195	54	11	436	0.827
21	9	112	0.212	55	10	446	0.846
22	11	123	0.233	56	10	456	0.865
23	10	133	0.252	57	10	466	0.884
24	12	145	0.275	58	10	476	0.903
25	11	156	0.296	59	9	485	0.920
26	13	169	0.320	60	9	494	0.937
27	12	181	0.343	61	8	502	0.953
28	12	193	0.366	62	6	508	0.964
29	12	205	0.389	63	6	514	0.975
30	11	216	0.410	64	4	518	0.983
31	11	227	0.431	65	4	522	0.990
32	11	238	0.452	66	2	524	0.994
33	11	249	0.472	67	2	526	0.998
34	11	260	0.493	68	1	527	1.000

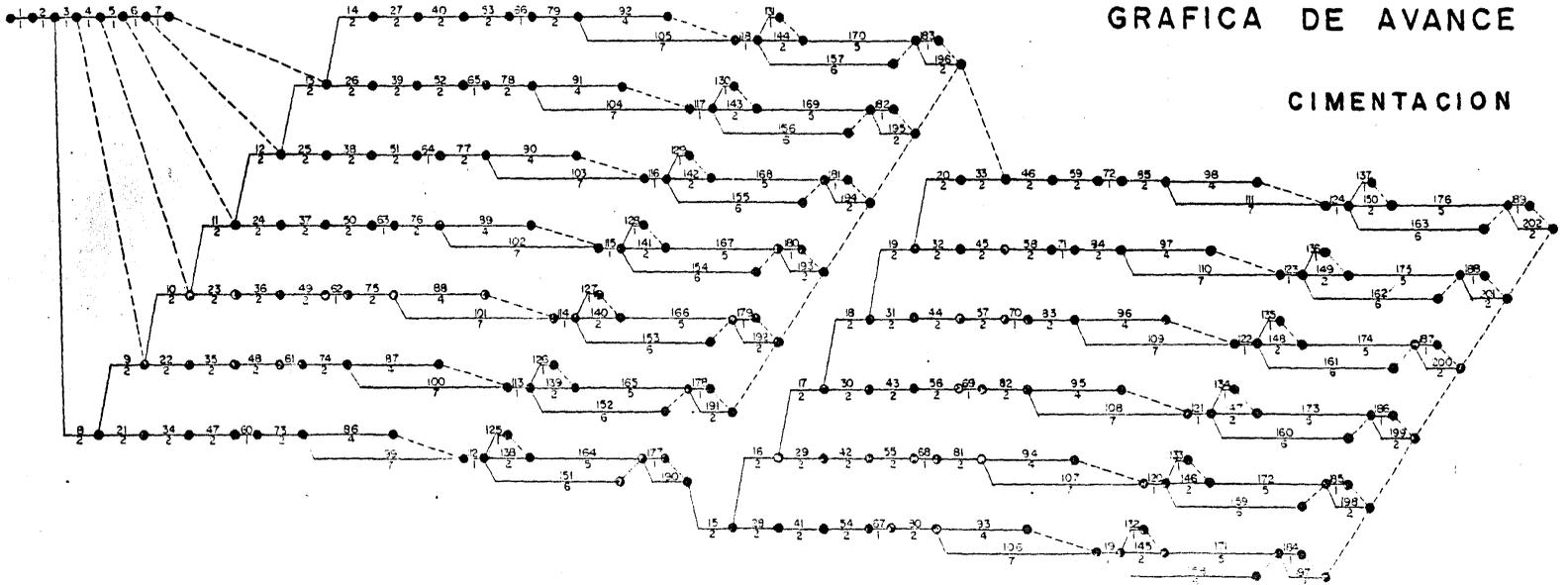
CALCULO DEL PORCENTAJE DE AVANCE DE OBRA

SUPERESTRUCTURA

DIA	ACTIVIDADES POR DIA	ACTIVIDADES ACUMULADAS	% AVANCE DE OBRA	DIA	ACTIVIDADES POR DIA	ACTIVIDADES ACUMULADAS	% AVANCE DE OBRA
1	2	2	0.004	47	3	264	0.692
2	2	4	0.011	48	3	267	0.700
3	2	6	0.015	49	3	270	0.708
4	4	10	0.026	50	3	273	0.716
5	3	13	0.034	51	5	278	0.729
6	3	16	0.042	52	5	283	0.743
7	5	21	0.055	53	5	288	0.756
8	6	27	0.071	54	3	291	0.763
9	6	33	0.086	55	3	294	0.771
10	8	41	0.107	56	3	297	0.779
11	10	51	0.134	57	3	300	0.787
12	10	61	0.160	58	3	303	0.795
13	10	71	0.186	59	3	306	0.803
14	11	82	0.215	60	3	309	0.811
15	11	93	0.244	61	3	312	0.818
16	10	103	0.270	62	3	315	0.826
17	13	116	0.304	63	3	318	0.834
18	12	128	0.336	64	3	321	0.842
19	11	139	0.364	65	3	324	0.850
20	11	150	0.393	66	3	327	0.858
21	10	160	0.419	67	3	330	0.866
22	9	169	0.443	68	3	333	0.874
23	8	177	0.464	69	3	336	0.880
24	7	184	0.482	70	3	339	0.888
25	6	190	0.498	71	3	342	0.897
26	5	195	0.511	72	3	345	0.905
27	5	200	0.524	73	3	348	0.913
28	5	205	0.538	74	3	351	0.921
29	4	209	0.548	75	2	353	0.926
30	4	213	0.559	76	2	355	0.931
31	4	217	0.569	77	2	357	0.937
32	5	222	0.582	78	2	359	0.942
33	4	226	0.593	79	2	361	0.947
34	4	230	0.603	80	2	363	0.952
35	4	234	0.614	81	2	365	0.958
36	3	237	0.622	82	2	367	0.963
37	3	240	0.629	83	2	369	0.968
38	3	243	0.637	84	2	371	0.973
39	2	245	0.643	85	2	373	0.978
40	2	247	0.648	86	1	374	0.981
41	2	249	0.653	87	1	375	0.984
42	2	251	0.658	88	1	376	0.986
43	2	253	0.664	89	1	377	0.989
44	2	255	0.669	90	1	378	0.993
45	3	258	0.677	91	1	379	0.996
46	3	261	0.685	92	1	380	1.000

0 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 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68

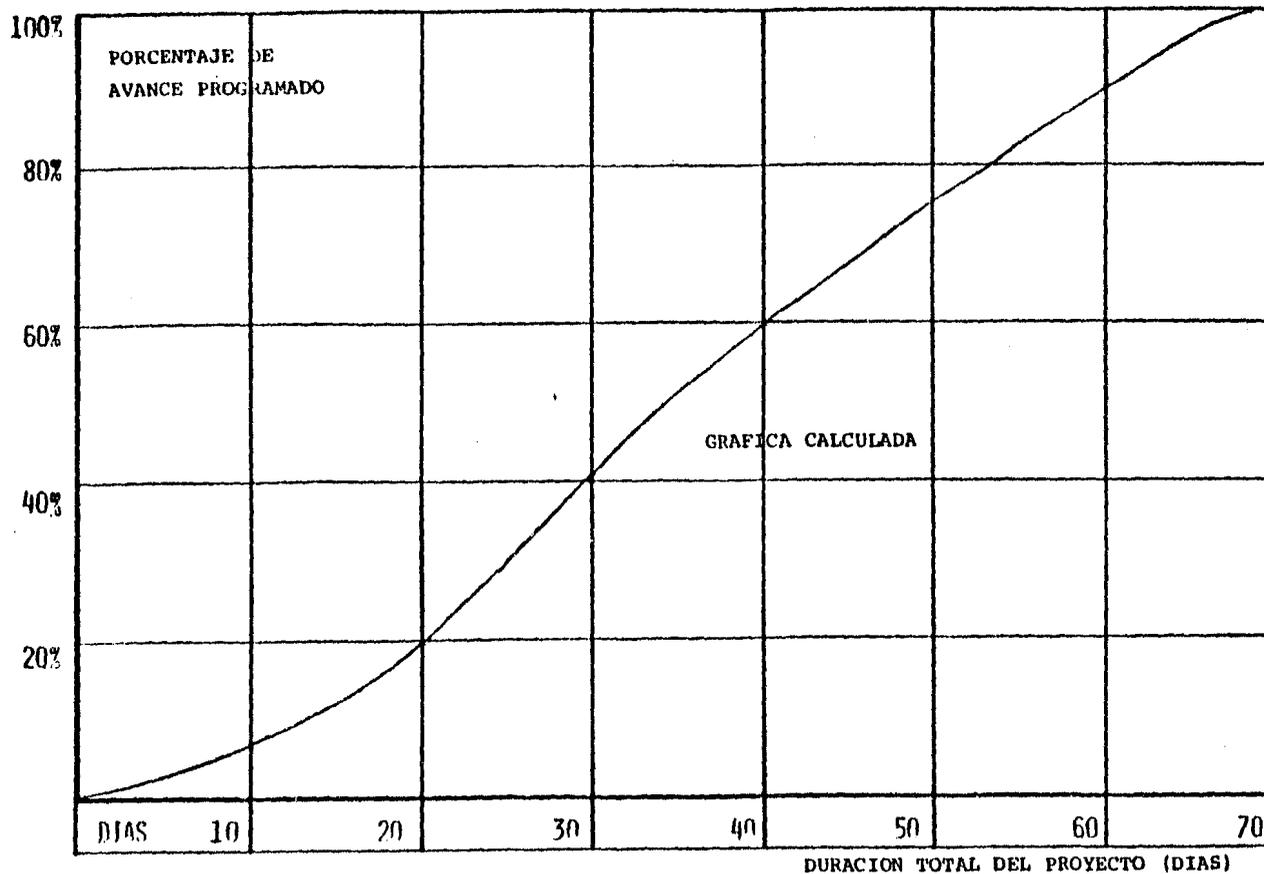
GRAFICA DE AVANCE CIMENTACION



1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	48	48	49	49	50	50	51	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60	61	61	62	62	63	63	64	64	65	65	66	66	67	67	68	68
002	004	007	011	017	023	030	038	046	054	062	070	078	086	094	102	110	118	126	134	142	150	158	166	174	182	190	198	206	214	222	230	238	246	254	262	270	278	286	294	302	310	318	326	334	342	350	358	366	374	382	390	398	406	414	422	430	438	446	454	462	470	478	486	494	502	510	518	526	534	542	550	558	566	574	582	590	598	606	614	622	630	638	646	654	662	670	678	686																																															

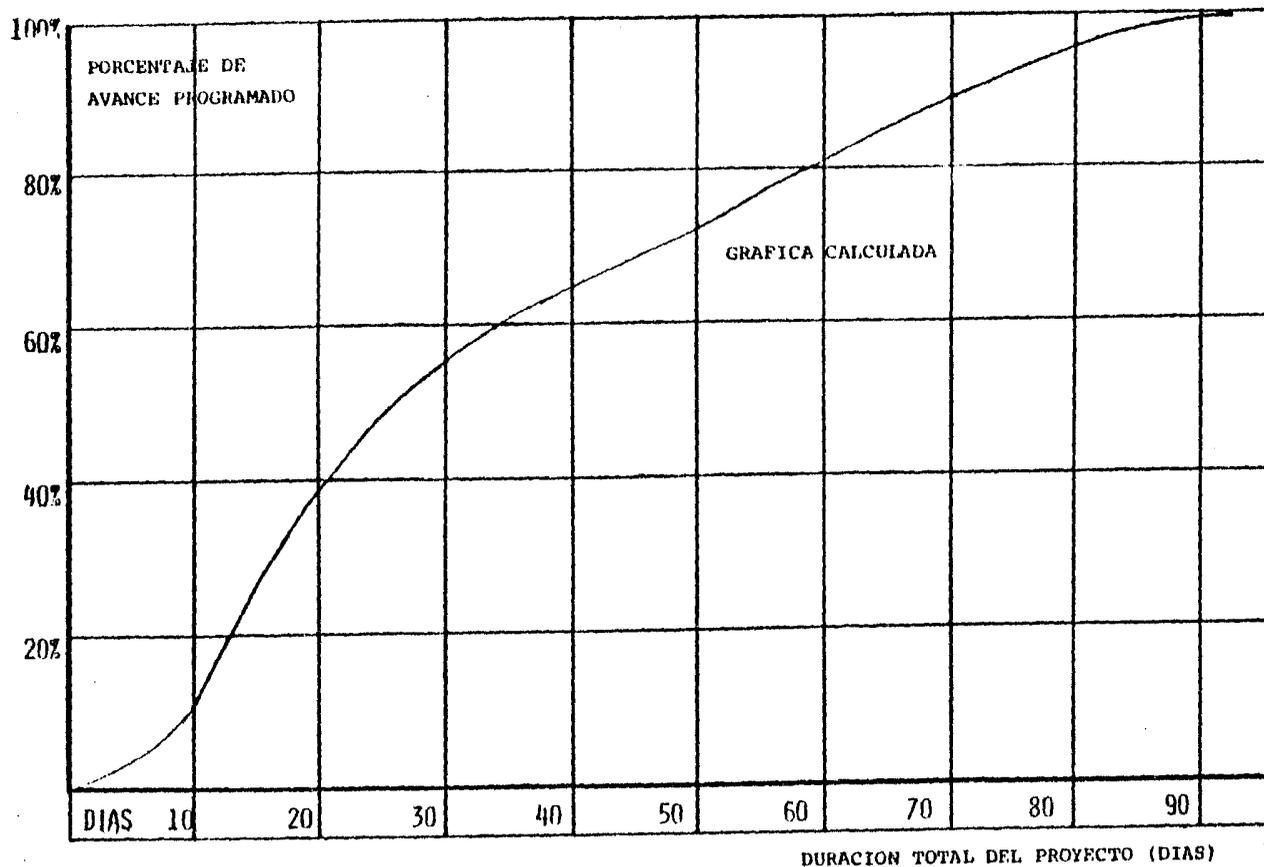
GRAFICA DE RENDIMIENTOS

CIMENTACION



GRAFICA DE RENDIMIENTOS

SUPERESTRUCTURA



5.- PRESUPUESTO

En este capítulo se mostrará el presupuesto generado en base a los volúmenes y costos de los diferentes elementos que conforman la ejecución de los trabajos en las 40 naves de bodega, tomando en cuenta los mas importantes por su volumen representativo en cantidad y costo al peso general de la obra y nos da como resultado el monto total del proyecto.

A continuación se presenta una tabla con los volúmenes de obra y sus costos aproximados.

NAVES

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
CIMENTACION				
1.- Pilotes	M.L.	21,050	2,980	62,729,000.-
2.- Excavación	M3	691,320	326	225,370,320.-
3.- Cimbra	M2	524,232	710	372,204,720.-
4.- Acero	TON	24,633	32,340	796,631,220.-
5.- Concreto	M3	122,670	4,880	598,629,600.-
6.- Limpieza	M2	315,000	40	14,040,000.-
				2,069'604,860.-
LOSA TAPA				
1.- Lamina romsa	M2	330,400	1,850	611,240,000.-
2.- Cimbra	M2	59,350	850	50'447,500.-
3.- Acero	TON	349	32,340	11'286,660.-
4.- Concreto	M3	47,190	7,440	351'093,600.-
5.- Pulido	M2	404,000	180	72'720,000.-
				1,096'787,760.-
ESTRUCTURA				
COLUMNAS				
1.- Cimbra	M2	85,890	1,100	94'479,000.-
2.- Acero	TON	630	39,200	24'696,000.-
3.- Concreto	M3	10,595	8,580	90'905,100.-
				210'080,100.-

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
LOSAS, MUROS Y PRETILES				
4.- Cimbra	M2	139,900	1,350	188'865,000.-
5.- Acero	TON	2,178	39,200	85'299,200.-
6.- Concreto	M3	22,400	9,100	203'840,000.-
				478'004,200.-
TRABES CANALON Y SOPORTE				
7.- Cimbra	M2	152,929	2,050	313'504,450.-
8.- Acero	TON	4,099	39,200	160'680,800.-
9.- Concreto	M3	16,677	9,400	156'763,800.-
10.- Limpieza	M2	404,000	60	24'240,000.-
				655'189,050.-
TECHUMBRE				
1.- Trabes Precoladas	PZA	11,274	123,000	1,386'702,000.-
2.- Losas Prefabricadas	M2	340,000	2,390	812'600,000.-
3.- Impermeabilización	M2	420,000	408	171'360,000.-
				2,370'662,000.-
ALBAÑILERIA Y ACABADOS				
1.- Muro de Block	M2	165,000	1,600	264'000,000.-
2.- Muro de Barro	M2	57,600	2,600	149'760,000.-
3.- Muro Multypanel	M2	24,800	2,625	65'100,000.-
4.- Escaleras	PZA	1,729	31,240	54,013,960.-
				532'873,960.-
HERRERIA				
1.- Herrería de Aluminio	M2	3,646	5,760	21'000,960.-
2.- Cortinas Metálicas	PZA	4,022	64,860	260'866,920.-
3.- Antepechos de Cort.	PZA	2,011	12,125	24'383,375.-
4.- Puertas de Multypanel	PZA	1,738	12,500	21'725,000.-
5.- Marcos con malla	PZA	3,840	7,900	30'336,000.-
6.- Tapaductos de Lámina	PZA	4,614	3,700	17'071,800.-
7.- Tapajuntas	ML	95,000	645	61'275,000.-
				436'659,055.-

CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	P. U.	IMPORTE
INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS				
1.- Red de Agua Potable	ML	6,082	845	5'139,290.-
2.- Alimentaciones	PZA	1,738	21,200	36'845,600.-
3.- Toma Domiciliaria	PZA	1,738	3,800	6'604,400.-
4.- Colector	PZA	6,080	11,765	71'531,200.-
5.- B.A.N.	PZA	1,748	78,400	137'043,200.-
6.- B.A.P.	PZA	1,732	106,800	184'977,600.-
7.- Registros Carcamos	PZA	240	30,000	7'200,000.-
8.- Muebles de Baño	PZA	6,954	2,870	19'957,980.-
				469'299,270.-
INSTALACION ELECTRICA				
1.- Salida de Alumbrado	SAL	50,112	7,820	391'875,840.-
2.- Salida de contacto	SAL	16,704	9,280	155'013,120.-
3.- Interruptor	PZA	1,735	7,250	12'578,750.-
4.- Acometida	PZA	1,735	3,115	5'404,525.-
5.- Luminaria 2X74 w	PZA	38,976	6,145	239'507,520.-
6.- Arbotantes	PZA	11,136	1,705	18'986,880.-
7.- Watorímetros	PZA	116	60,000	6'960,000.-
				830'326,635.-
CIMENTACION	\$	2,069'604,860.-		
LOSA TAPA	\$	1,096'787,760.-		
SUPERESTRUCTURA	\$	5,983'094,270.-		
TOTAL DEL PROYECTO	\$	9,149'486.890.		
M2 CONSTRUIDOS		340,000		
$\$ \text{ M2 / CONSTRUIDOS} = \text{TOTAL} / \text{M2 CONSTRUIDOS}$				
$= 9,149'486,890 - / 340,000 \text{ M2} = 26,910.-$				

NOTA:- Los P.U. y los importes son aproximados y solo pretenden dar un orden de magnitud y de ninguna manera corresponde a costos definitivos en la obra.

CONCLUSIONES

El modelo presentado en este trabajo no pretende ser la mejor solución al problema, pero sí da una buena idea de la aplicación del método del camino crítico para llevar a cabo el control de una obra.

El modelo y los conceptos empleados son de uso común en la Ingeniería, sin embargo su aplicación al caso particular que nos ocupa puede ser de interés; pudo utilizarse como parámetro el costo de los conceptos utilizados en lugar del tiempo, sin embargo debido a los cambios permanentes de precios en los últimos años y a que es necesario elaborar análisis de precios unitarios, es que resulta más práctico utilizar la variable tiempo como parámetro para el cálculo de los porcentajes que representa cada actividad.

En base a lo anterior, el modelo muestra la gran flexibilidad en su aplicación, permitiendo la determinación con la precisión que se deseé los recursos (materiales, personal, equipo, capital, etc.) requeridos en cualquier momento; permite comparar ordenadamente los datos supuestos con los valores reales de ejecución, y determinar el efecto de las desviaciones, pudiendose tomar las medidas pertinentes para corregir aquellas.

En síntesis podemos decir, que ningún modelo de programación y control cubre todas las posibilidades que reclama una obra ó proyecto en particular, siendo necesario el análisis exhaustivo de los eventos que intervienen a fin de proponer la solución más adecuada teniendo en cuenta los recursos de que se dispone.