



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

28
121

CONSTRUCCION DE LAS OBRAS CIVILES
DE LA SUBESTACION TACUBAYA, D. F.

T E S I S

Que para obtener el Título de
I N G E N I E R O C I V I L
P r e s e n t a

JORGE AGUSTIN LUQUE ALBO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

INDICE

I.- INTRODUCCION

II.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

- a) Zona de bancos de transformadores
- b) Zona de 230 KV
- c) Salón de Tableros
- d) Zona de 23 KV
- e) Trincheras
- f) Sistema contra incendio

III.- PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

- a) Obras provisionales
- b) Nivelación
- c) Topografía
- d) Excavaciones
- e) Plantillas
- f) Acero de refuerzo
- g) Cimbras
- h) Concreto
- i) Curado
- j) Relleno y compactación
- k) Drenaje
- l) Trincheras
- m) Ductos
- n) Pisos en patios

IV.- PROGRAMA DE OBRA

V.- PROGRAMACION DE LOS MATERIALES

VI.- PROGRAMA DE EQUIPO

VII.- PROGRAMA DE PERSONAL

VIII.- ORGANIZACION DE LA OBRA

IX.- CONCLUSIONES

APENDICE

INTRODUCCION.

Debido al constante crecimiento de la Ciudad de México, se hace necesario que los satisfactores de la población también vayan en aumento, ocasionando que la industria tenga la necesidad de construir o agrandar sus instalaciones para una mayor producción.

Tal crecimiento, de la ciudad e industria, implica una demanda mayor de electricidad obligando a la Compañía de Luz a construir, ampliar, modificar o aumentar la capacidad de las subestaciones que distribuyen el fluido eléctrico.

Para la transformación de la energía eléctrica que producen las plantas generadoras, se emplean equipos, que en función de las especificaciones, difieren en tamaño y peso que necesariamente deben montarse en cimentaciones lo suficientemente resistentes en combinación con una serie de instalaciones adicionales para el buen funcionamiento del equipo eléctrico.

El presente trabajo, describe los procedimientos constructivos, empleados en la construcción de la Subestación Tacubaya, propiedad de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., así como los análisis de los programas de trabajo, equipo, materiales y personal utilizados.

DESCRIPCION DEL PROYECTO.

Dentro del predio de la Subestación Tacubaya de 85 KV, propiedad de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A., ubicada en la calle de Felipe Angeles # 8 en la Colonia Tacubaya, se construyó la nueva Subestación Tacubaya de 230 KV, en una porción de terreno de 3500 m2.

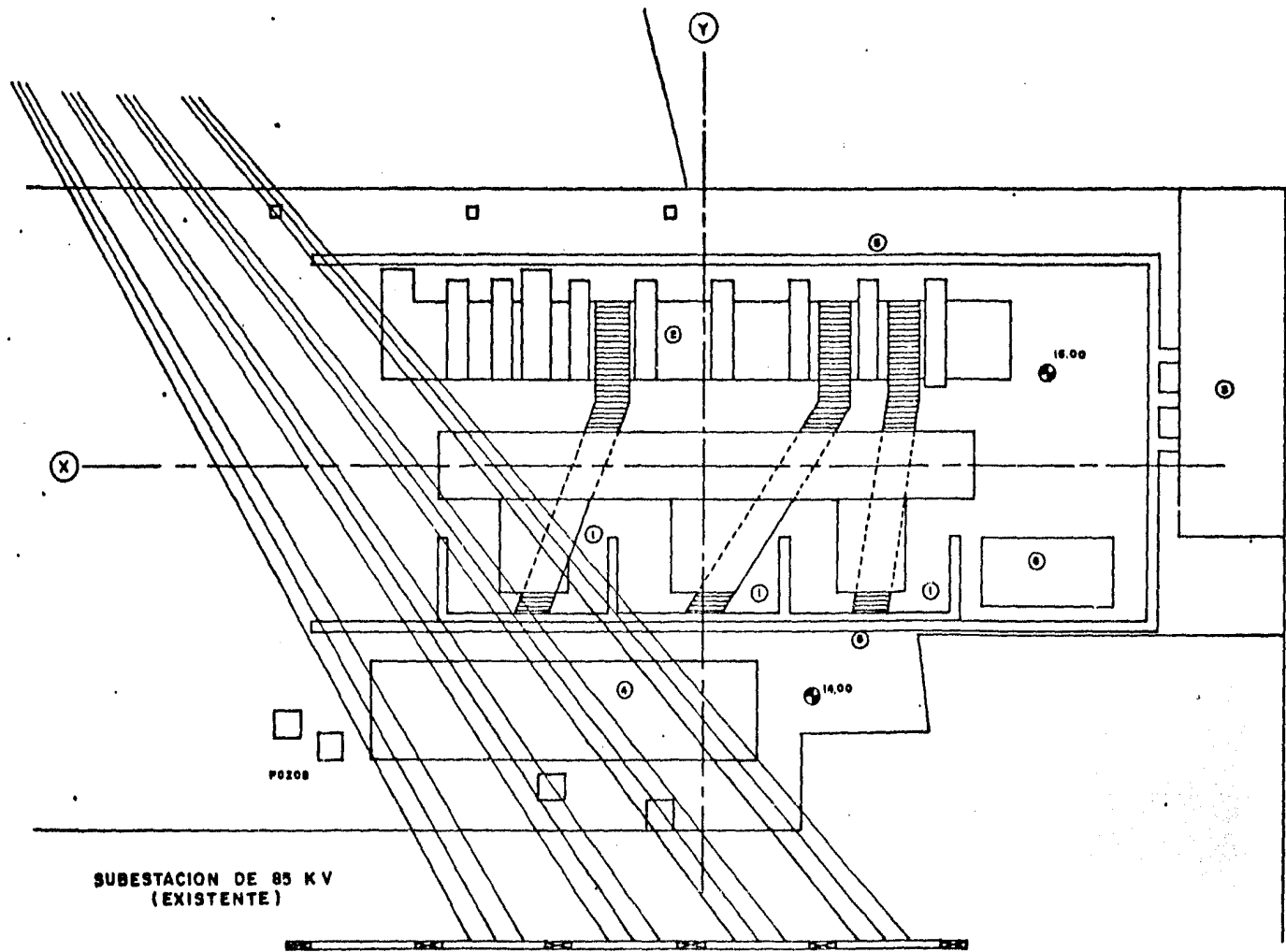
La subestación existente quedará fuera de servicio cuando entre en funcionamiento la nueva subestación, logrando satisfacer la demanda de electricidad generada en la zona.

A continuación se ennumeran las partes que forman el proyecto, y son las que se representan en la figura 1:

- 1.- Zona de bancos de transformadores.
- 2.- Zona de 230 KV.
- 3.- Salón de Tableros.
- 4.- Zona de 23 KV.
- 5.- Trincheras.
- 6.- Sistema contra incendio.

ZONA DE BANCOS DE TRANSFORMADORES.

La zona de bancos esta constituida por tres transformadores de 230 KV, marca IEM, los cuales tienen un peso de aproximadamente 80 toneladas. Este equipo quedó asentado en tres losas de cimentación de concreto armado, que transmiten al suelo el peso



SUBESTACION DE 85 KV
 (EXISTENTE)

Figura 1.

de los transformadores. Las losas están unidas transversalmente a la losa de vía, y comunicadas por rieles que sirven de apoyo a los transformadores o bien, sirven para hacerlos rodar sobre ellos ya sea para el montaje o mantenimiento posterior de los mismos.

La zona de transformadores se encuentra protegida por unos muros llamados de protección, consistentes en marcos de concreto armado de 9.00 m de altura por 4.35 m de claro. En el extremo superior de las columnas, se dejó anclado un tubo de 5.00 m de longitud que soporta el hilo de guarda.

Entre las columnas se colocaron los muros formados por losas Siporex de 15 cm de espesor por 50 cm de peralte, los cuales protegen a los transformadores, en caso de que uno de ellos, o sus componentes, explote o se incendie. Estos muros evitan que el fuego se propague al transformador contiguo o bien evita que las partículas, en caso de explosión, dañen los equipos adyacentes.

La cimentación de los muros de protección está formada por zapatas corridas y contratraveses. Las contratraveses sirven también de muro de contención entre las zonas de 230 y 23 KV dado que existe 1.00 m de desnivel.

ZONA DE 230 KV.

La zona de 230 KV está constituida por una losa de cimenta-

ción de concreto armado, en la cual se colocaron una serie de anclas que se utilizaron para la fijación de seis interruptores. Asimismo, se dejaron unos dados de concreto, sobresalidos, con pernos de anclaje que sujetan la estructura metálica que soporta a los transformadores de potencial y tubos conductores de electricidad. Junto a esta zona se construyeron también tres cimentaciones aisladas de concreto armado, en las cuales quedaron fijas las estructuras donde remata la línea de transmisión interconectándose posteriormente al equipo de la zona de 230 KV.

SALON DE TABLEROS.

El Salón de Tableros consistió en una caseta de 25.00 m de longitud por 7.00 m de ancho. En la sala principal se localizan las trincheras por las que llegan los cables de control, hasta los tableros que se sitúan sobre la trinchera. Existen además dos cuartos, en los que se instalaron una serie de baterías y el cable del hilo piloto. Dentro de la misma caseta, se cuenta con un baño completo para dar servicio a las personas que operan la subestación.

La cimentación de la caseta fue construída a base de zapatas corridas y contratrahes. La estructura está formada por marcos de concreto armado y muros de tabique. Por losa de azotea se colocaron losas doble T de concreto presforzado sobre las cuales se coló un firme de 6 cm de espesor armado con malla-lac, colocándose después un impermeabilizante.

ZONA DE 23 KV.

La zona de 23 KV consistió en una losa de cimentación, en la cual se dejaron una serie de registros por los que se conducen los cables, a través de los ductos y trincheras, hacia el Salón de Tableros.

TRINCHERAS.

Con respecto a las trincheras, éstas son de concreto armado, y se fabricaron de dos tipos diferentes.

El primer tipo corresponde a las trincheras generales que llevan los cables de control hasta los tableros del Salón; y el segundo tipo a las trincheras principales que se utilizan para alojar los tubos conductores de electricidad, pasando por debajo de las losas de vía y transformadores.

SISTEMA CONTRA INCENDIO.

Junto a la zona de transformadores se construyó una cimentación de concreto armado para el equipo del sistema contra incendio. La cimentación esta formada por dos zapatas aisladas, sobre las cuales se desplantan dos pedestales, quedando ahogadas, en estos, las anclas que sirven para sujetar un tanque metálico, para agua, de 30 m³ de capacidad.

Como obras complementarias a estas zonas se construyeron

las líneas generales de drenajes para el desalojo de las aguas pluviales, líneas generales de ductos y los pisos de concreto simple en todos los patios.

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.

OBRAS PROVISIONALES.

Como la porción de terreno, destinado a la subestación es muy reducido en dimensiones, fue necesario hacer una localización adecuada de las quince casetas que se instalaron para las obras provisionales (Figura 2), de manera que no se entorpecieran las zonas de trabajo durante el transcurso de la obra.

NIVELACION.

Simultáneamente a la instalación de las obras provisionales se iniciaron los trabajos de nivelación, los cuales, se llevaron a cabo con una retroexcavadora Yumbo y personal para dejar el nivel marcado por el proyecto, auxiliados por cinco camiones de volteo para retirar el escombros.

TOPOGRAFIA.

Cuando se dispuso de un espacio lo suficientemente amplio, se iniciaron los trabajos de topografía, realizando los trazos correspondientes a partir de los ejes principales. Estos trabajos se realizaron con teodolito, marcando los ejes de cada elemento estructural, sobre las mojoneras que para ello se colocaron.

- E: OFICINA ING. ELECTRICO
- P: OFICINA DE PERSONAL
- C: OFICINA ING. CIVIL
- W: SANITARIOS
- R: REGADERAS
- V: VESTIDORES
- C: COMEDOR
- B: BODEGA
- BC: BODEGA CEMENTO
- TC: TALLER DE CARPINTERIA

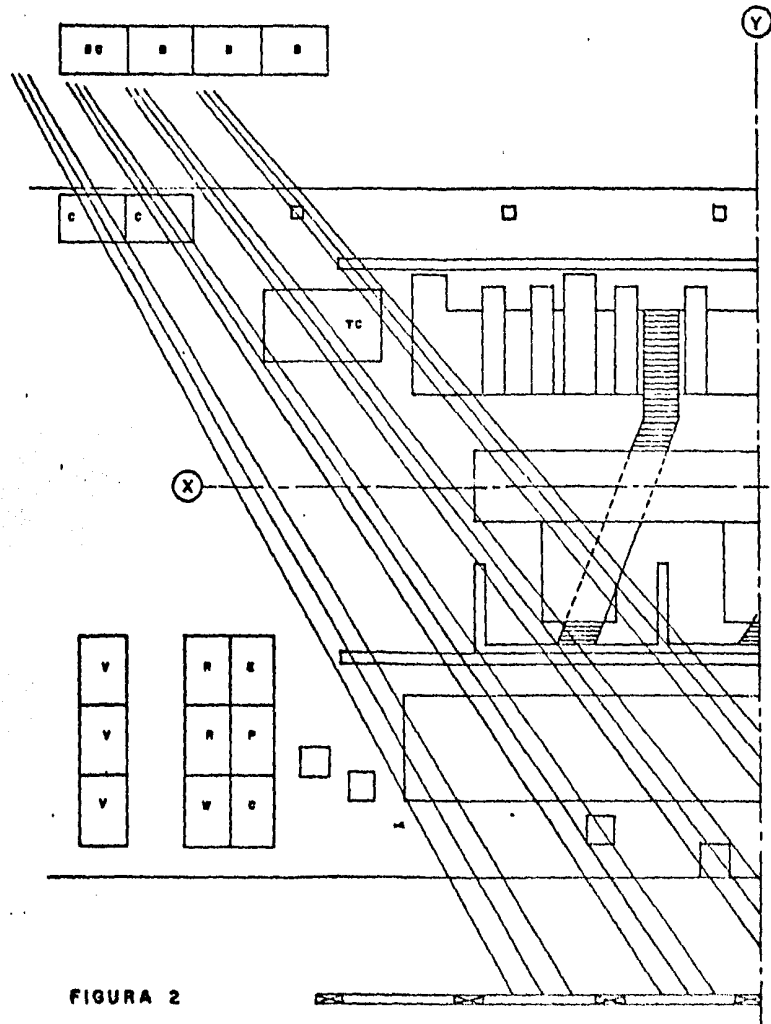


FIGURA 2

EXCAVACIONES.

Como el terreno en esta zona es sumamente duro, las excavaciones se hicieron con una retroexcavadora y cuando a ésta ya no le fue posible penetrar el suelo se empleó personal con pistolas rompedoras.

PLANTILLAS.

Con el fin de dejar una superficie horizontal y limpia para colocar el acero de refuerzo, se coló una plantilla de concreto simple de 100 Kg/cm² de resistencia en más o menos 3 cm de espesor.

Previo a la colocación de las plantillas se colocaron los cables del sistema de tierras, ductos y tubería en general.

ACERO DE REFUERZO.

Para evitar retrasos en la construcción de la obra, el habilitado del acero de refuerzo se inició con la debida anticipación apegándose a las medidas y especificaciones anotadas en los proyectos.

CIMBRAS.

Los encofrados para los muros de las trincheras y contra-ribas, se fabricaron con tarimas de 1.00 x 0.50 m; para las co-

lumnas y trabes se empleó duela de 1-1'2" x 4" utilizando para los apuntalamientos polines de 4" x 4".

Con el fin de proteger la madera de los moldes y posteriormente facilitar el descimbrado, ésta se cubrió con lubricante.

CONCRETO.

El concreto que se utilizó en todas las estructuras fue de 200 Kg/cm² de resistencia empleando grava de 3/4" y revenimiento de más o menos 12 cm.

Para verificar la resistencia del concreto a los 3, 7, 14 y 28 días se obtuvieron muestras de la mezcla, en cilindros de 15 x 30 cm los cuales fueron tronados en el laboratorio de control de calidad de materiales de la misma compañía.

La elaboración del concreto se hizo con una revolvedora de dos sacos o bien se solicitó a la planta de premezclados emplearlo en su colocación, vibradores con motor de combustión interna o eléctricos.

CURADO.

Al efectuarse el descimbrado de los diferentes elementos el concreto fue curado con curacreto rojo o agua.

RELLENO Y COMPACTACION.

Los rellenos se hicieron con material producto de las excavaciones, en capas de 20 cm de espesor, compactadas con rodillo vibratorio y pisonos.

DRENAJE.

El drenaje, consistente en tubos de albañal de 20cm de diámetro, se colocó cruzando por debajo de las trincheras principales y en general sobre toda el área para el desalojo de las aguas pluviales.

TRINCHERAS.

La trinchera principal es de concreto armado colado en el lugar, la cual permite alojar tres tubos conductores de electricidad de 14" de diámetro. En la parte superior de la trinchera se colocó una rejilla Irving de 2" de peralte.

DUCTOS.

Las líneas generales de ductos constan de tubos de asbesto-cemento de 4.00 m de longitud por 4" de diámetro. Para proteger los tubos, estos se recubrieron con concreto simple de 100 Kg/cm² de resistencia.

PISOS DE PATIOS.

Los pisos de los patios son de concreto simple de 15 cm de

espesor y una resistencia de 150 Kg/cm². Las dimensiones de las losas son de aproximadamente 3.00 x 3.00 m, separadas entre si por una junta de celotex de 3/4".

PROGRAMA DE OBRA.

El método empleado para la programación de la obra, fue el método de la Ruta Crítica, el cual nos proporciona las fechas de iniciación y terminación de cada actividad, así como la duración total del proyecto, basado en una secuencia lógica entre actividades, atendiendo a las prioridades y restricciones de los recursos fijados por la Gerencia.

Para la elaboración del programa, previamente, hice un desglose de las actividades que intervinieron en la construcción de la obra y fijé los antecedentes de cada actividad. La secuencia de actividades se muestra en el diagrama 1, en donde los nodos representan a cada una de las actividades.

Para la obtención de los tiempos de ejecución de las actividades se tomaron en cuenta las cantidades de obra, y los rendimientos observados, del personal asignado a cada actividad.

El cálculo de la duración se hizo aplicando los conceptos antes descritos en la fórmula siguiente:

$$D = \frac{V}{R \times C}$$

en donde:

- D : Duración de la actividad.
- V : Volúmen de obra.
- R : Rendimiento del personal.
- C : Cantidad de personal asignado.

En la tabla 1 se muestra el desglose de las actividades, precedentes, duraciones y personal asignado a cada actividad.

Con el diagrama de secuencias y con la ayuda de una computadora se calcularon los tiempos de iniciación y terminación próximos y lejanos, así como las holguras totales y libres de cada una de las actividades, de acuerdo con los programas de computadora, que elaboré con anterioridad, para el cálculo de la Ruta Crítica.

Los programas utilizados por la computadora son los siguientes: (Ver Apéndice)

Programa 1 : Se utiliza para introducir, verificar y modificar datos de las actividades.

Programa 2 : Verifica que solo exista una actividad final.

Programa 3 : Calcula el inicio y terminación próxima de las actividades.

Programa 4 : Calcula el inicio y terminación lejana de cada actividad y sus holguras totales.

Programa 5 : Calcula la holgura libre de las actividades.

Programa 6 : Imprime los resultados finales de la Ruta Crítica.

Programa 7 : Determina el personal necesario por día (peones, albañiles y carpinteros).

Programa 8 : Imprime el diagrama de barras.

Para la elaboración del diagrama de secuencias se empleó la

notación siguiente:

N	DESCRIPCION DE LA ACT.			
IP	TP	D	IL	TL

en donde:

- N : Número de la actividad.
- IP : Inicio próximo de la actividad.
- TP : Terminación próxima de la actividad.
- D : Duración de la actividad.
- IL : Inicio lejano de la actividad.
- TL : Terminación lejana de la actividad.

La computadora calcula el inicio y terminación próximos de cada actividad de la siguiente manera:

El inicio próximo de la actividad lo calcula tomando el tiempo próximo de terminación mayor de las actividades que le preceden.

Como ejemplo, considérese la actividad número 20, representada en la figura 3. El inicio próximo será el tiempo de terminación próximo mayor de las actividades 5, 10 y 15 por lo que el inicio próximo de la actividad 20 es: $IP=19$.

En caso de que la actividad en estudio no tenga precedentes entonces el inicio próximo será: $IP=0$.

Para el cálculo del tiempo próximo de terminación de una

actividad, la computadora lo determina sumando el inicio próximo de la actividad más su duración.

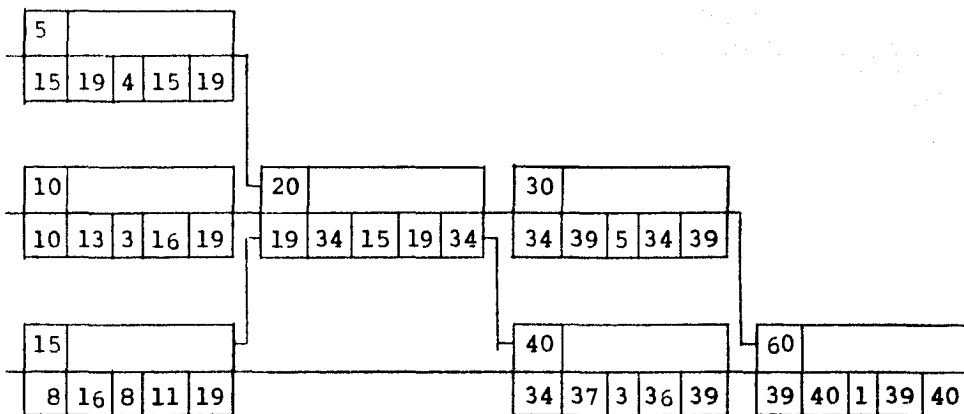


Figura 3.

Considerando la actividad del ejemplo anterior, la terminación próxima de la actividad 20 será: $TP=19+15=34$.

Los tiempos lejanos de inicio y terminación se calculan en forma inversa, partiendo de la última actividad.

El tiempo lejano de terminación de la última actividad se hace igual a su tiempo próximo de terminación, y su tiempo lejano de inicio se obtiene restando su duración al tiempo lejano de terminación.

Tomando como ejemplo la actividad 60 de la figura 3, el tiempo de terminación próximo es $TP=40$ y el tiempo lejano de terminación $TL=40$. Consecuentemente el tiempo lejano de inicia-

ción será $IL=TL-D=40-1=39$.

Para el cálculo de los tiempos lejanos de las actividades restantes se explicará con un ejemplo:

Consideremos la actividad 15 de la figura 3. De entre las actividades 20 y 40 que llegan a esta actividad se escoge el menor tiempo lejano de inicio, el cual corresponderá al tiempo lejano de terminación de la actividad 15 o sea:

$$TL=19 \text{ e } IL=19-8=11$$

La holgura total de las actividades es igual a la diferencia entre su terminación lejana y su terminación próxima.

Las holguras libres se determinan partiendo de la última actividad hacia la primera, a través de toda la red.

La obtención de las holguras libres se explicará con un ejemplo, tomando en cuenta que la holgura libre de la última actividad es $HL=0$.

La holgura libre de la actividad 30 será:

$$HL(30)=IP(60)-TP(30)$$

$$HL(30)=39-39=0$$

para la actividad 15 es:

$$HL(15) = IP(20) - TP(15) = 19 - 16 = 3$$

$$HL(15) = IP(40) - TP(15) = 34 - 16 = 18$$

En este caso la holgura libre será $HL=3$ ya que se considera la menor de las cantidades calculadas de las actividades que llegan al nodo.

Finalmente, los resultados obtenidos, para la red considerada, en el presente trabajo, son los que se muestran en la Tabla 2.

Nº	ACTIVIDADES	D	P R E C E D E N T E							PERSONAL ASIGNADO			
			P	A	C					P	A	C	
1	Exc. muro prot. pte. 1 (eq)	1	0								0	0	0
2	Niv. Z - 230 pte. 1 (eq)	20	1	0							0	0	0
3	Niv. Z - 230 pte. 1 (per)	12	2	0							10	0	0
4	Exc. drenaje pte. 1 (eq)	1	2	0							0	0	0
5	Exc. trinch. princ. pte. 1 (eq)	2	4	0							0	0	0
6	Exc. muro prot. pte. 2 (eq)	1	5	0							0	0	0
7	Niv. Z- 230 pte. 2 (eq)	20	2	6	0						0	0	0
8	Niv. Z - 230 pte. 2 (per)	12	3	7	0						10	0	0
9	Exc. drenaje pte. 2 (eq)	1	4	7	0						0	0	0
10	Exc. trinch. princ. pte. 2 (eq)	2	5	9	0						0	0	0
11	Niv. Z - 23 pte. 1 (eq)	12	10	0							0	0	0
12	Niv. Z - 23 pte. 2 (per)	11	11	0							4	0	0
13	Obras provisionales	10	0								10	3	5
14	Trazo	10	0								0	0	0
15	Exc. drenaje pte. 1 (per)	10	4	0							13	0	0
16	Coloc. drenaje pte. 1	3	15	0							2	2	0
17	Relleno drenaje pte. 1	11	16	0							5	0	0
18	Exc. drenaje pte. 2 (per)	10	9	15	0						13	0	0
19	Coloc. drenaje pte. 2	3	16	18	0						2	2	0
20	Relleno drenaje pte. 2	11	17	19	0						5	0	0
21	Hab. acero cim. muro prot. pte. 1	4	13	0							6	0	0
22	Hab. acero col. muro prot. pte. 1	7	13	0							5	0	0
23	Hab. cimbra cim. muro prot.	3	13	0							4	0	4
24	Hab. cimbra col. muro prot.	4	23	0							3	0	3
25	Exc. muro prot. pte. 1 (per)	20	1	0							5	0	0
26	Plantilla muro prot. pte. 1	1	25	0							5	2	0
27	Coloc. acero cim. muro prot. pte. 1	3	21	26	0						5	0	0
28	Colado zapata muro prot. pte. 1	1	27	0							11	3	0
29	Cimbrado contrat. muro prot. pte. 1	3	23	28	0						5	0	5
30	Colado contrat. muro prot. pte. 1	1	29	0							12	2	0
31	Relleno cim. muro prot. pte. 1	8	30	0							0	0	0
32	Coloc. acero cols. muro prot. pte. 1	3	22	31	0						7	0	0
33	Cimbrado cols. muro prot. pte. 1	8	24	32	0						4	0	4
34	Colado cols. muro prot. pte. 1	8	23	0							4	1	0

Table 1

Nº	ACTIVIDADES	D	P R E C E D E N T E										PERSONAL ASIGNADO			
			P	A	C											
35	Hab. acero cim.muro prot. pte. 2	4	21	0										6	0	0
36	Hab. acero col. muro prot pte. 2	7	22	0										5	0	0
37	Exc. muro prot. pte. 2 (per).	20	6	25	0									5	0	0
38	Plantilla muro prot. pte. 2	1	25	37	0									5	2	0
39	Coloc. acero cim. muro prot.pte 2	3	27	35	38	0								5	0	0
40	Colado zapata muro prot. pte. 2	1	28	39	0									11	3	0
41	Cimbrado contrat. muro prot pte2	3	30	40	0									5	0	5
42	Colado contrat. muro prot pte. 2	1	41	0										12	3	0
43	Relleno cim. muro prot. pte. 2	8	31	42	0									6	0	0
44	Coloc. acero col. muro prot pte 2	3	36	43	0									7	0	0
45	Cimbrado col. muro prot. pte. 2	8	34	44	0									4	0	4
46	Colad col. muro prot. pte. 2	8	45	0										4	1	0
47	Hab. acero trinch. princ. pte. 1	26	3	0										17	0	0
48	Hab. cimbra trinch. princ. p.	11	3	0										3	0	3
49	Exc. trinch. princ. pte. 1 (per)	14	3	5	31	0								25	0	0
50	Plantilla trinch. princ. pte. 1	1	49	0										10	2	0
51	Coloc. acero trinch. princ. ptel.	21	47	50	0									14	0	0
52	Colado losa trinch. princ. pte 1.	1	51	0										8	4	0
53	Cimbrado muros trinch, princ.ptel	10	48	52	0									5	0	5
54	Colado muros trinch. princ. pte.1	3	53	0										12	4	0
55	Hab. acero trinch. princ. pte 2	26	47	0										17	0	0
56	Exc. trinch. princ. pte. 2 (per)	32	10	49	0									11	0	0
57	Plantilla trinch. princ. pte. 2	1	50	53	0									10	2	0
58	Coloc. acero trinch. princ. pte.2	21	51	55	57	0								14	0	0
59	Colado losa trinch. princ.pte. 2	1	52	58	0									8	4	0
60	Cimbrado muros trinch. princ pte2	6	54	59	0									5	0	5
61	Colado muros trinch. princ. pte 2	4	50	0										12	4	0
62	Exc. Ductos Z- 230	8	8	0										10	0	0
63	Coloc. ductos. colado v relleno Z	15	62	0										11	2	0
64	Exc. trinch. prec. Z-230 pte. 1	6	3	12	0									10	0	0
65	Plantilla trinch. prec. Z-230 p.1	1	64	0										4	1	0
66	Entrega trinch. prec. Z-230 pte.1	3	65	0										0	0	0
67	Coloc. trinch. prec. Z-230 pte. 1	5	55	66	0									4	2	0
68	Relleno trinch. prec.Z-230 pte. 1	1	67	0										2	0	0

Nº	ACTIVIDADES	D	PRECEDENTE							PERSONAL ASIGNADO				
			P	A	C					P	A	C		
59	Limpieza trinch. prec. Z-230ptel	1	68	0								1	0	0
70	Coloc. tapas trinch. precZ-230	3	59	0								4	0	0
71	Entrega trinch. prec.Z-230 pte.2	3	8	66	0							0	0	0
72	Exc. trinch. prec.Z- 230 pte. 2	6	8	64	0							10	0	0
73	Plantilla trinch. prec.Z-230pte2	1	65	72	0							4	1	0
74	Coloc. trinch. prec. Z-230 pte 2	5	67	71	73	0						4	2	0
75	Relleno trinch. prec.Z- 230 pte2	1	68	74	0							2	0	0
76	Limpieza trinch. prec.Z-230 pte2	1	59	75	0							1	0	0
77	Coloc. tapas trinch.prec Z-230p2	3	70	76	0							4	0	0
78	Hab.acero para muro de barda	6	63	0								4	0	0
79	Hab. cimbra para muro de barda.	6	78	0								3	0	3
80	Exc. para muro de barda.	8	78	0								8	0	0
81	Plantilla para muro de barda.	1	80	0								4	1	0
82	Coloc. acero para muro de barda.	2	78	81	0							8	0	0
83	Colado zapata para muro de barda	1	82	0								5	1	0
84	Cimbrado muro de barda pte. 1	3	79	83	0							4	0	4
85	Colado muro de barda pte. 1	2	84	0								9	2	0
86	Relleno cim. muro de barda pte. 1	3	85	0								3	0	0
87	Cimbrado muro de barda pte. 2	4	85	0								4	0	4
88	Colado muro de barda pte. 2	5	87	0								4	1	0
89	Relleno ciment. muro de bardapte2	3	85	88	0							3	0	0
90	Relleno para banquetta muro barda	1	89	0								3	0	0
91	Colado banquetta muro de barda	2	90	0								1	1	0
92	Hab. Acero ciment. s.tab.	7	78	0								8	0	0
93	Hab. acero cols. s.tab.	5	92	0								5	0	0
94	Hab. acero traves s.tab.	7	93	0								2	0	0
95	Hab. cimbra ciment. s.tab.	12	92	0								2	0	2
96	Hab. cimbra cols. s.tab.	6	95	50	0							2	0	2
97	Hab. cimbra traves s. tab.	8	93	50	0							2	0	2
98	Exc. cim. y trinch s. tab.	16	53	0								12	0	0
99	Plantilla s. tab.	1	98	0								15	4	0
100	Coloc. acero cim. s. tab.	8	92	93	99	0						5	0	0
101	Colado zapata s. tab.	1	100	0								15	2	0
102	Cimbrado contrar. s. tab.	10	95	101	0							3	0	3

Nº	ACTIVIDADES	D	P R E C E D E N T E										PERSONAL ASIGNADO				
			P	A	C												
103	Colado contratrabe s. Tab.	1	102	0											17	4	0
104	Relleno cim. s. tab.	5	103	0											8	0	0
105	Coloc. acero cols. 's. tab.	5	93	104	0										4	0	0
106	Cimbrado cols. s. tab. ..	5	96	105	0										3	0	3
107	Colados cols. s. tab.	5	105	0											4	1	0
108	Cimbrado trabes s. tab.	5	97	107	0										3	0	3
109	Coloc. acero trabes s. tab.	3	94	108	0										4	0	0
110	Colado trabes s. tab.	1	109	0											10	3	0
111	Entrega y coloc. trinch. prec.s. tab.	5	104	0											0	0	0
112	Entrega y coloc. losas s. tab.	2	110	0											0	0	0
113	Fijación losas s. tab.	5	112	0											4	4	0
114	Centrado y unión trinch. s. tab.	5	111	0											4	1	0
115	Relleno para niv. piso s. tab.	4	114	0											8	0	0
116	Coloc. gerrajes trinch. s. tab.	3	115	0											2	0	2
117	Coloc. muros de tabique s. tab.	11	103	104	0										5	5	0
118	Aplanado muros de tabique s. tab.	11	117	0											5	5	0
119	Coloc. malla lac p/firme s. tab.	1	115	118	0										3	0	0
120	Colado firme s. tab.	1	119	0											15	4	0
121	Colado firme azotea s. tab.	1	112	0											11	3	0
122	Impermeabilización azotea s. tab.	3	121	0											0	0	0
123	Pintura muros s. tab.	5	113	118	120	0									0	0	0
124	Coloc. azulejo baño s. tab.	9	117	0											1	1	0
125	Coloc. Herreria y vidrios s. tab.	10	118	123	0										2	0	3
126	Coloc. puertas de madera s. tab.	5	123	0											1	0	1
127	Detalles y limpieza s. tab.	2	122	124	125	125	0								2	1	0
128	Hab. acero transf.	15	78	0											10	0	0
129	Hab. cimbra transf.	4	84	0											2	0	2
130	Limpieza bco, transf. pte. 1	2	3	17	54	63	31	129	0						7	0	0
131	Plantilla transf. pte. 1	1	130	0											12	3	0
132	Coloc acero transf. pte. 1	5	128	131	0										10	0	0
133	Coloc. herrajes transf. pte. 1	5	132	0											1	0	1
134	Cimbrado transf. pte. 1	6	129	131	132	0									2	0	2
135	Colado ciment. transf. pte. 1	1	103	133	134	0									10	8	0
136	Limpieza zona transf. pte. 2	1	8	20	43	61	63	130	0						7	0	0

Nº	ACTIVIDADES	D	P R E C E D E N T E										PERSONAL ASIGNADO					
			P	A	C													
137	Plantilla transf. pte. 2	1	133	176	0											12	3	0
138	Coloc. acero transf. pte. 2	5	128	132	137	0										10	0	0
139	Coloc. herrajes transf. pte. 2	2	133	138	0											2	0	2
140	Cimbrado transf. pte. 2.	4	135	137	0											3	0	3
141	Colado ciment transf. pte. 2	1	139	140	0											10	0	10
142	Hab. acero est. remate	7	128	0												2	0	0
143	Hab. cimbra est. remate	3	128	0												1	0	1
144	Exc. est. remate	8	8	128	0											6	0	0
145	Plantilla est. remate	1	144	0												2	1	0
146	Coloc. acero est. remate	2	142	145	0											6	0	0
147	Colado zapata est. remate	1	146	0												2	1	0
148	Cimbrado dados est. remate	3	143	147	134	0										2	0	2
149	Colado dados est. remate	3	148	0												2	1	0
150	Relleno est. remate	5	149	0												4	0	0
151	Hab. acero zona sfg.	6	173	0												10	0	0
152	Hab. cimbra zona sfg.	5	151	0												2	0	2
153	Limpieza terreno sfg.	2	8	141	0											10	0	0
154	Plantilla zona sfg.	1	153	0												9	6	0
155	Coloc. acero zona sfg.	7	151	154	0											10	0	0
156	Cimbrado zona sfg.	4	152	154	0											4	0	4
157	Coloc. herrajes zona sfg.	3	155	156	0											2	0	2
158	Colado zona sfg .	1	157	0												23	3	0
159	Exc. cajas y ductos Z- 23	11	12	98	0											12	0	0
160	Coloc. ductos, colado v relleno	20	159	0												17	1	0
161	Entrega trinch. prec. Z - 23	5	12	158	0											0	0	0
162	Exc. trinch. prec. Z - 23	18	12	158	0											10	0	0
163	Plantilla trinch. prec. Z- 23	1	162	0												4	2	0
164	Coloc. v unión trinch. prec.Z-23	8	151	163	0											4	2	0
165	Relleno trinch. prec. Z- 23	5	154	0												3	0	0
166	Limpieza trinch. prec. z-23	1	155	0												3	0	0
167	Coloc. tapas trinch. prec. Z- 23	6	166	0												4	0	0
168	Hab. acero zona 23	6	151	164	0											4	0	0
169	Hab. cimbra zona 23	5	154	0												2	0	2
170	Limpieza terreno zona 23	3	160	154	0											7	0	0

Nº	ACTIVIDADES	D	P R E C E D E N T E								PERSONAL ASIGNADO				
			P	A	C										
171	Plantilla zona 23	1	170	0									7	4	0
172	Coloc. acero zona 23	2	138	171	0								8	0	0
173	Cimbrado zona 23	4	139	171	0								4	0	4
174	Coloc. herrajes zona 23.	2	172	0									2	0	2
175	Colado zona 23	1	173	174	0								11	8	0
175	Entrega pozos prec. zona 23	2	12	158	0								0	0	0
177	Exc. pozos y ductos zona 23	17	12	98	0								15	0	0
178	Coloc. pozos zona 23	2	173	177	0								2	1	0
179	Coloc. ductos, colado y relleno.	8	177	0									4	1	0
180	Limpieza y colado pisos Z - 230	20	77	113	150	158	0						8	2	0
181	Limpieza y colado pisos Z - 23	5	137	175	178	179	180	0					11	3	0
182	Hab. acero trabes m. prot. pte. 1	3	141	0									2	0	0
183	Hab. acero trabes m. prot. pte. 2	3	182	0									2	0	0
184	Hab. cimbra trabes m. Prot.	4	141	0									1	0	1
185	Coloc. losas siporex m. prot.ptel	5	34	141	0								5	1	0
185	Coloc. acero trabes m. prot. ptel	1	182	185	0								6	0	0
187	Cimbrado trabes m. prot. pte. 1	2	184	185	0								2	0	2
188	Colado trabes m. prot. pte.1	1	187	0									5	1	0
189	Coloc. losas. siporex m. prot.ptel	5	45	185	0								5	1	0
190	Coloc acero trabes m. prot.ptel 2	1	183	185	189	0							5	0	0
191	Cimbrado trabes m. prot. pte. 2	2	188	190	0								2	0	2
192	Colado trabes m. prot. pte. 2	1	191	0									5	1	0
193	Hab. acero S.C.I.	2	133	0									4	0	0
194	Hab. cimbra S.C.I.	1	193	0									2	0	2
195	Excavacion S.C.I.	4	194	0									3	0	0
195	Coloc. acero S.C.I.	1	193	195	0								4	0	0
197	Colado zapata S.C.I.	1	195	0									2	1	0
198	Cimbrado dados S.C.I.	1	194	197	0								2	0	2
199	Colado dados S.C.I.	1	198	0									2	1	0
200	Relleno cimentacion S.C.I.	1	199	0									3	0	2
201	Coloc. acero losa S.C.I.	1	200	0									4	0	0
202	Cimbrado losa S.C.I.	1	200	0									1	0	1
203	Colado losa S.C.I.	1	201	202	0								2	1	0
204	Limpieza general de la obra	5	14	91	127	181	192	203	0				10	0	0

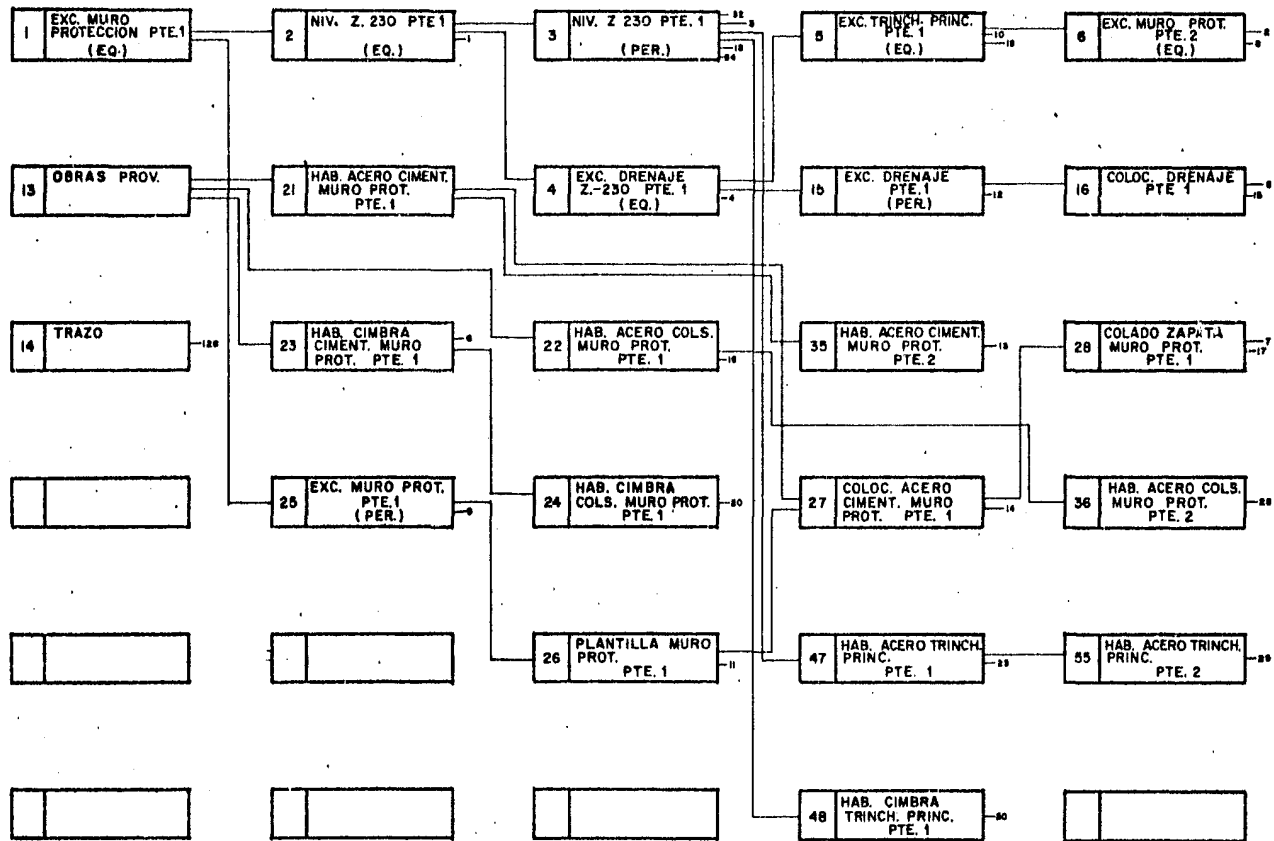
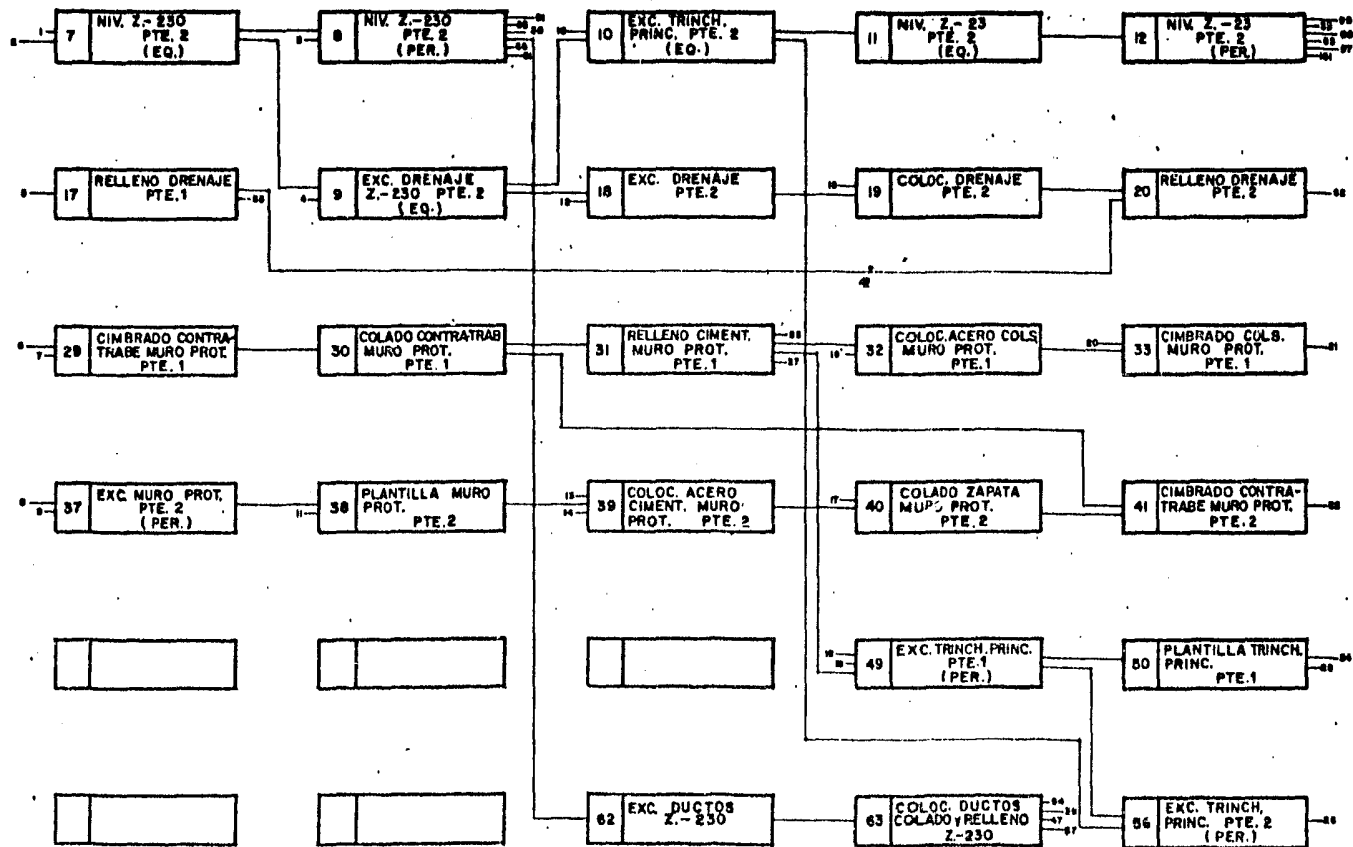
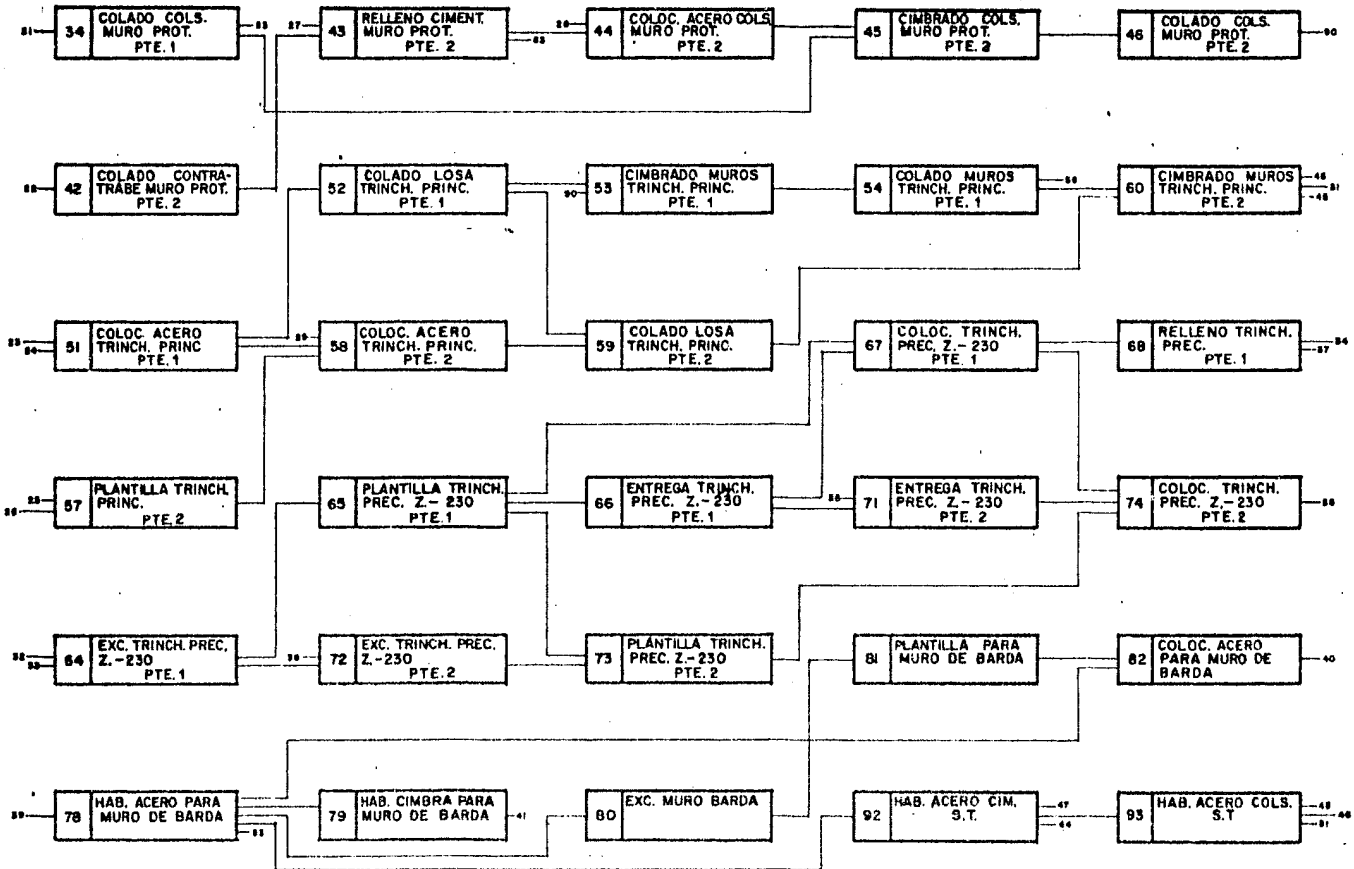
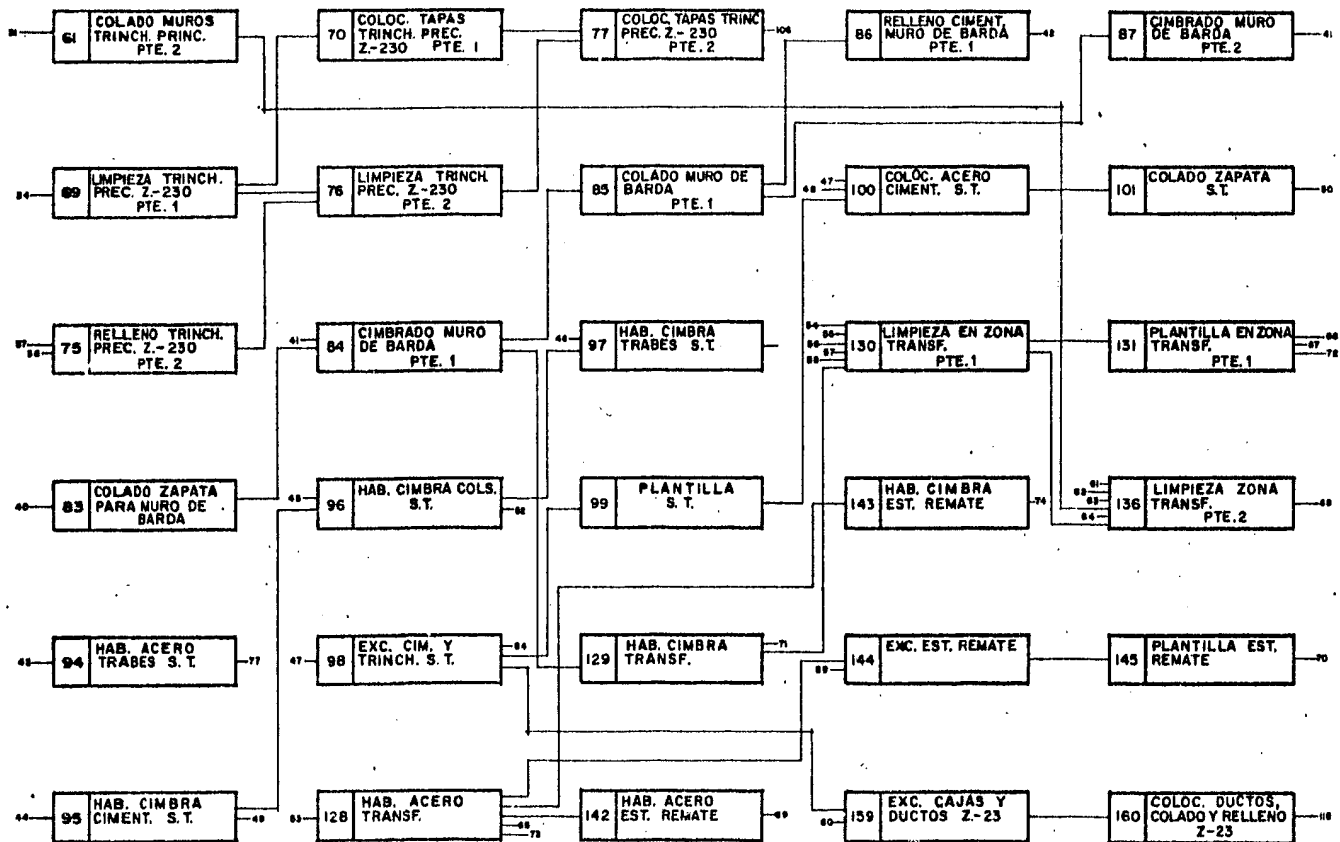
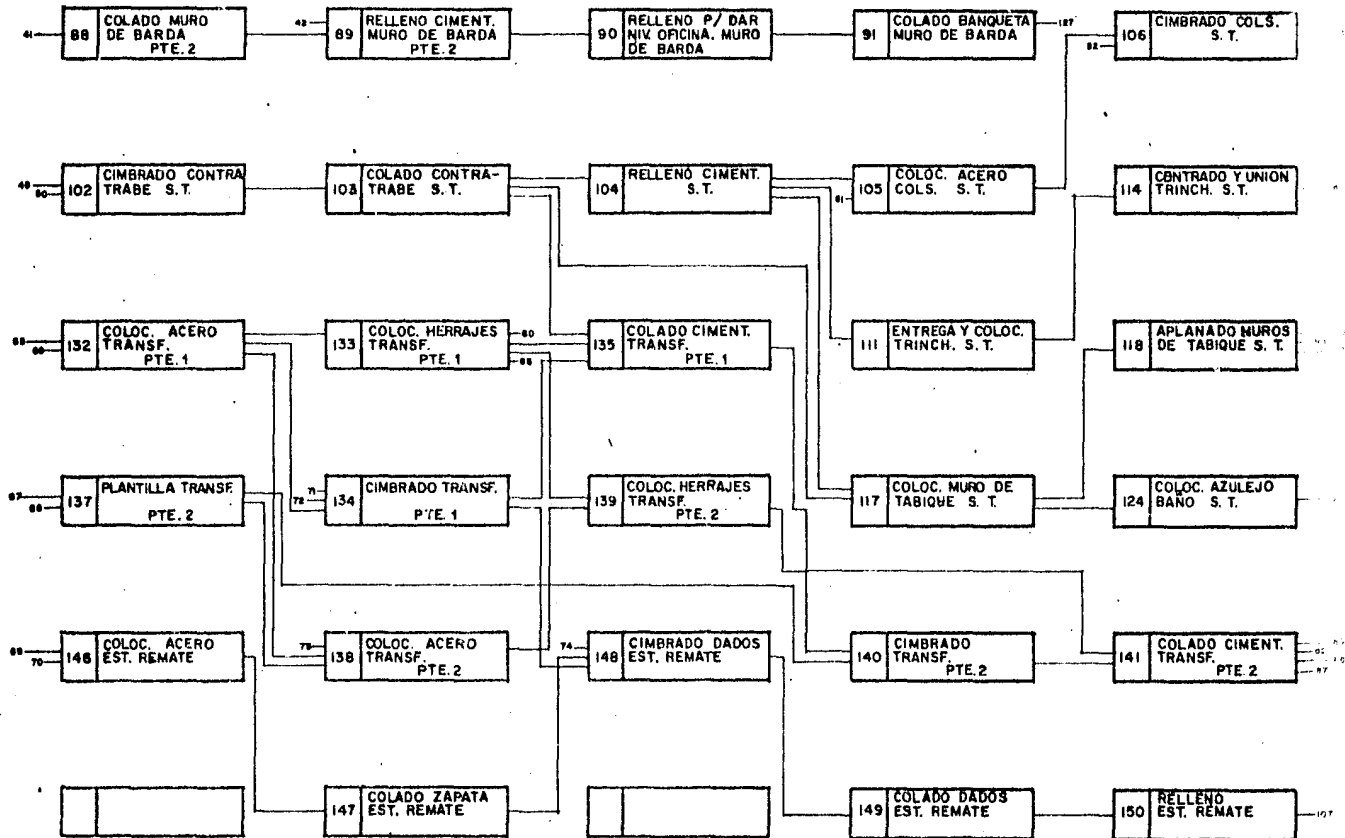


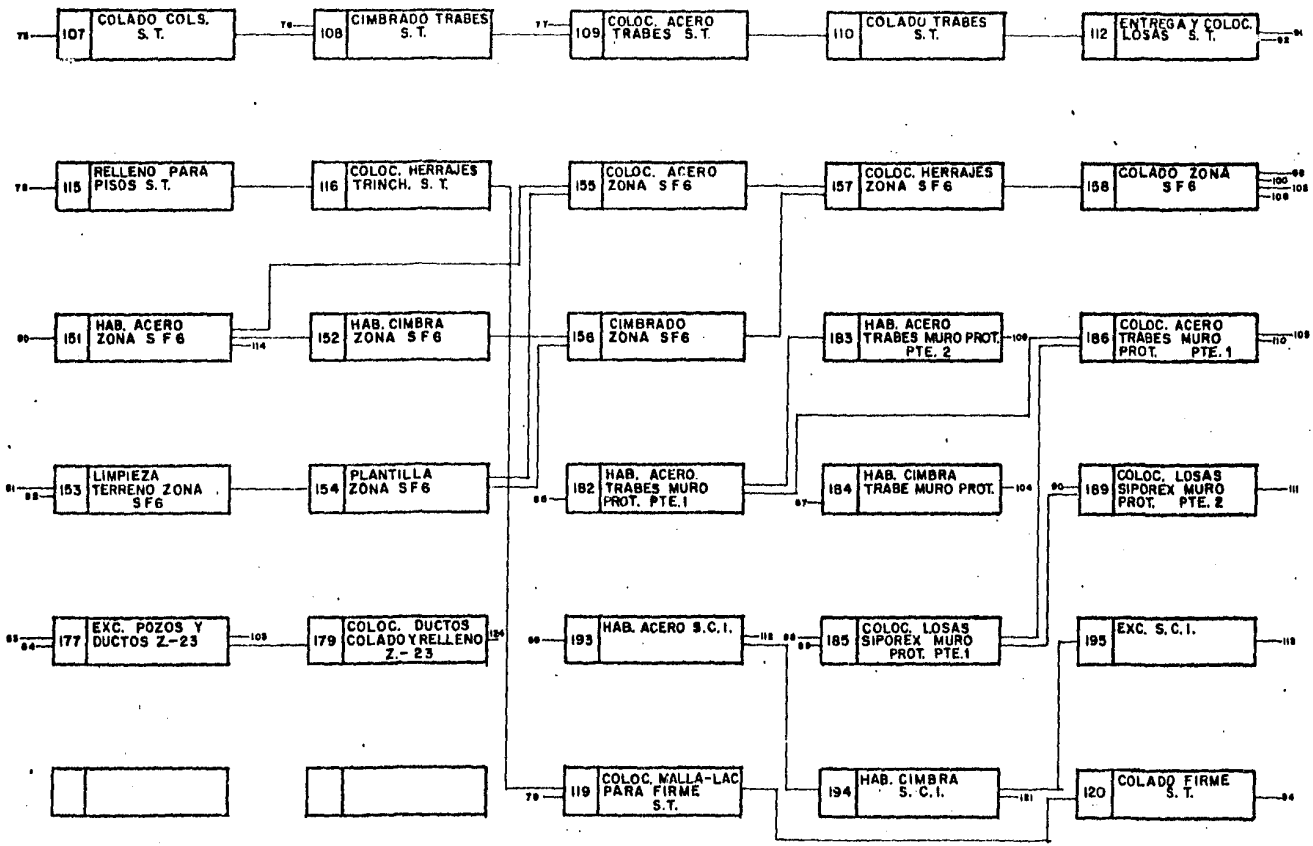
Diagrama I.

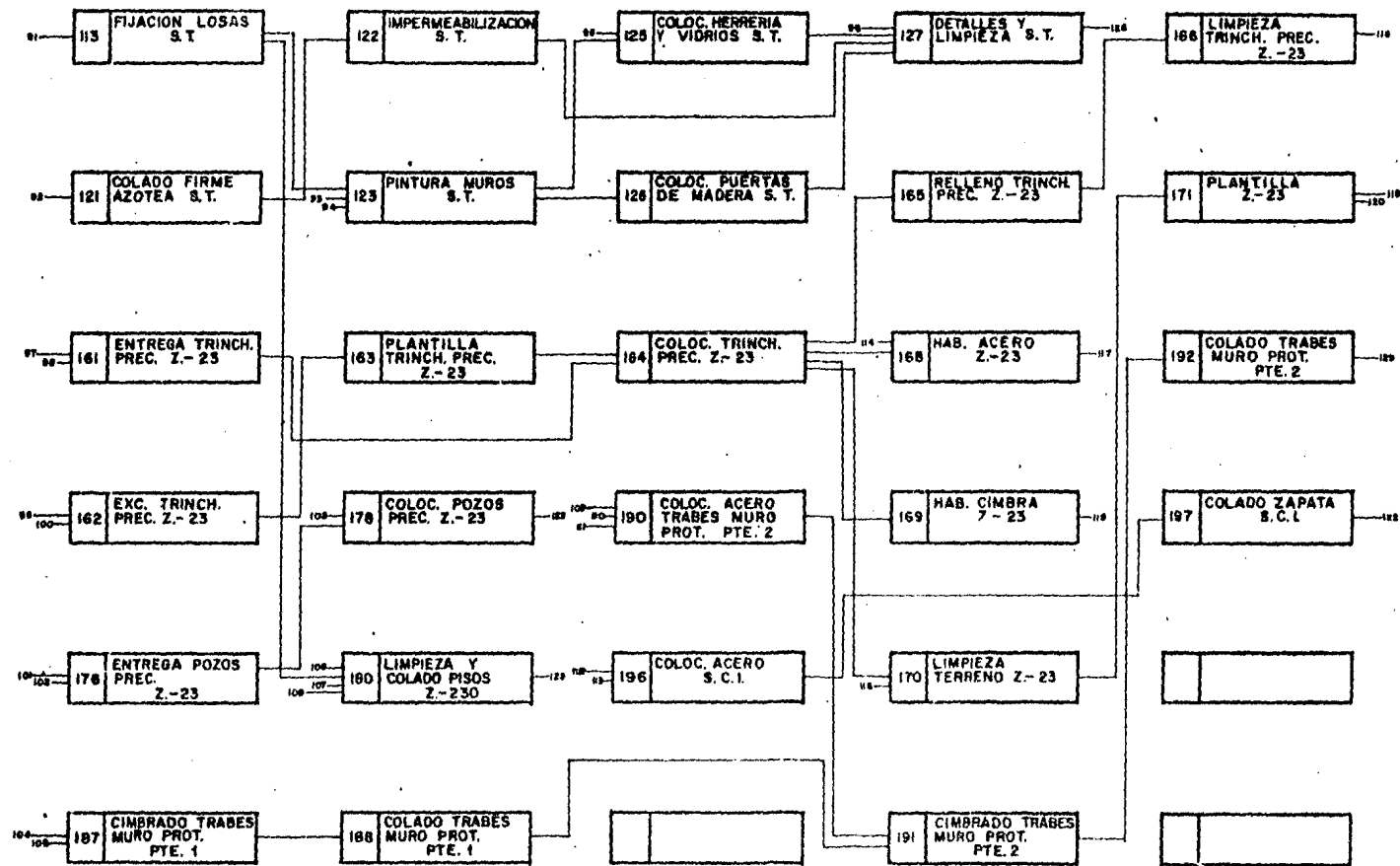


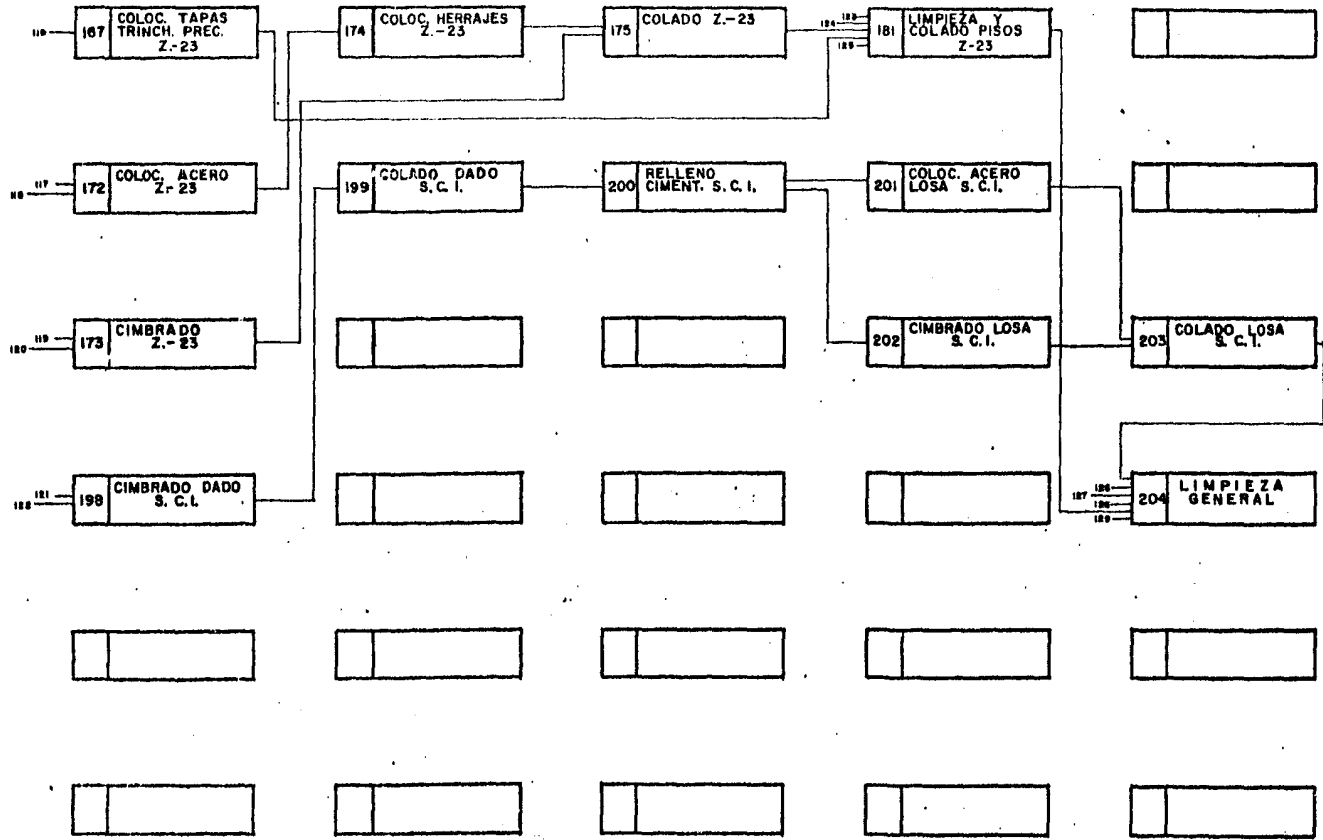












N	DUR	IP	TP	IL	TL	HT	HL
1	1	0	1	0	1	0	0
2	20	1	21	1	21	0	0
3	12	21	33	21	33	0	0
4	1	21	22	21	22	0	0
5	2	22	31	22	24	0	0
6	1	24	25	24	25	0	0
7	20	25	45	25	45	0	0
8	12	45	57	45	57	0	0
9	1	45	46	49	50	4	0
10	2	46	48	50	52	4	0
11	12	48	60	112	124	64	0
12	11	60	71	124	135	64	0
13	10	7	10	8	18	8	0
14	10	0	10	175	185	175	175
15	10	32	32	91	91	59	0
16	3	32	35	91	94	59	0
17	11	35	46	94	105	59	13
18	10	46	56	92	103	47	0
19	3	34	59	103	106	47	0
20	11	59	70	106	117	47	47
21	4	10	14	13	22	8	0
22	7	10	17	134	141	124	0
23	3	10	13	23	26	13	0
24	4	13	17	143	154	127	24
25	20	1	21	1	21	0	0
26	1	21	12	31	32	0	0
27	3	22	25	32	35	0	0
28	1	25	28	25	26	0	0
29	3	26	29	36	29	0	0
30	1	29	30	29	30	0	0
31	8	30	38	30	33	0	0
32	3	33	41	141	144	103	0
33	8	41	49	144	152	103	0
34	8	49	57	152	160	103	8
35	4	14	18	97	101	63	23
36	7	1	24	150	157	133	38
37	20	25	45	30	100	55	0
38	1	45	46	100	101	55	0
39	3	46	49	131	104	55	0
40	1	49	50	134	165	55	0

Tabla 2

41	3	50	53	105	108	55	0
42	1	53	54	107	109	55	0
43	8	54	62	109	117	55	0
44	3	62	65	157	170	95	0
45	8	65	73	160	169	95	0
46	8	73	81	169	176	95	51
47	26	83	89	83	89	0	0
48	11	83	44	81	92	48	37
49	14	88	52	88	52	0	0
50	1	52	53	63	64	11	6
<hr/>							
51	21	59	80	64	65	5	0
52	1	80	81	91	92	11	0
53	10	81	91	92	102	11	0
54	3	91	94	102	105	11	11
55	26	59	85	59	85	0	0
56	32	52	84	52	84	0	0
57	1	84	85	84	85	0	0
58	21	85	106	85	106	0	0
59	1	106	107	106	107	0	0
60	6	107	113	107	113	0	0
<hr/>							
61	4	113	117	113	117	0	0
62	3	57	65	57	65	0	0
63	15	65	80	65	80	0	0
64	6	71	77	135	141	64	0
65	1	77	78	141	142	64	0
66	3	78	81	142	145	64	0
67	5	81	86	145	150	64	0
68	1	86	87	152	153	66	0
69	1	87	88	153	154	66	0
70	3	88	91	154	157	66	2
<hr/>							
71	3	81	84	147	150	66	2
72	6	77	83	143	149	66	0
73	1	83	84	149	150	66	2
74	5	86	91	150	155	64	0
75	1	91	92	155	156	64	0
76	1	92	93	156	157	64	0
77	3	93	96	157	160	64	58
78	6	80	86	80	86	0	0
79	6	86	92	92	98	6	6
80	8	86	94	86	94	0	0

81	1	94	95	94	95	0	0
82	2	95	97	95	97	0	0
83	1	97	98	97	98	0	0
84	3	98	101	98	101	0	0
85	2	101	103	103	170	67	0
86	3	103	106	176	179	73	6
87	4	103	107	170	174	67	0
88	5	107	112	174	179	67	0
89	3	112	115	179	182	67	0
90	1	115	116	182	183	67	0

91	2	116	118	183	185	67	67
92	7	96	93	89	96	3	0
93	5	93	98	96	101	3	0
94	7	98	105	142	149	44	39
95	12	93	105	93	110	5	2
96	6	113	119	123	134	15	0
97	8	119	127	133	144	17	11
98	16	80	96	84	100	4	0
99	1	96	97	100	101	4	1
100	2	98	106	101	109	3	0

101	1	106	107	109	110	3	0
102	10	107	117	110	120	3	0
103	1	117	118	120	121	3	0
104	5	118	122	124	129	6	0
105	3	123	128	129	134	6	0
106	5	128	133	134	139	6	0
107	5	133	138	139	144	6	0
108	5	138	143	144	149	6	0
109	3	143	146	149	152	6	0
110	1	146	147	152	153	6	0

111	5	123	127	149	154	26	0
112	2	147	149	153	155	6	0
113	5	149	154	155	160	6	0
114	5	128	133	154	159	26	0
115	4	133	137	159	163	26	0
116	3	137	140	163	166	26	5
117	11	123	134	144	155	21	0
118	11	134	145	153	166	21	0
119	1	145	146	166	167	21	0
120	1	146	147	167	168	21	7

121	1	149	150	179	180	30	0
122	3	150	153	180	183	30	16
123	5	154	159	168	173	14	0
124	9	134	143	174	183	40	26
125	10	159	169	173	183	14	0
126	5	159	164	178	183	19	5
127	2	159	171	183	185	14	14
128	15	86	101	93	108	7	0
129	4	101	105	101	105	0	0
130	2	105	107	105	107	0	0

131	1	107	108	107	108	0	0
132	5	108	113	109	113	0	0
133	5	113	118	113	118	0	0
134	6	113	119	115	121	2	0
135	1	119	120	121	122	2	0
136	1	117	118	117	118	0	0
137	1	118	119	118	119	0	0
138	5	119	124	119	124	0	0
139	2	124	126	124	126	0	0
140	4	120	124	122	126	2	2

141	1	126	127	126	127	0	0
142	7	101	108	139	146	38	2
143	3	101	104	146	149	45	15
144	8	101	109	137	145	36	0
145	1	109	110	145	146	36	0
146	2	110	112	146	148	36	0
147	1	112	113	148	149	36	6
148	3	119	122	149	152	30	0
149	3	122	125	152	155	30	0
150	5	125	130	155	160	30	24

151	10	118	128	118	128	0	0
152	5	128	133	128	133	0	0
153	2	127	129	127	129	0	0
154	1	129	130	129	130	0	0
155	7	130	137	130	137	0	0
156	4	133	137	133	137	0	0
157	3	137	140	137	140	0	0
158	1	140	141	140	141	0	0
159	11	96	107	140	151	44	0
160	20	107	127	151	171	44	41

161	5	141	146	155	160	14	14
162	18	141	159	141	159	0	0
163	1	159	160	159	160	0	0
164	8	160	168	160	168	0	0
165	5	168	173	168	173	0	0
166	1	173	174	173	174	0	0
167	6	174	180	174	180	0	0
168	6	168	174	169	175	1	0
169	5	168	173	170	175	2	0
170	3	168	171	171	174	3	0

171	1	171	172	174	175	3	1
172	2	174	176	175	177	1	0
173	4	173	177	175	179	2	1
174	2	176	178	177	179	1	0
175	1	178	179	179	180	1	1
176	2	141	143	176	178	35	0
177	17	96	113	155	172	59	0
178	2	143	145	178	180	35	35
179	8	113	121	172	180	59	59
180	20	154	174	160	180	6	6

181	5	180	185	180	185	0	0
182	3	127	130	175	178	48	0
183	3	130	133	178	181	48	4
184	4	127	131	175	179	48	2
185	5	127	132	171	176	44	0
186	1	132	133	178	179	46	0
187	2	133	135	179	181	46	0
188	1	135	136	181	182	46	2
189	5	132	137	176	181	44	0
190	1	137	138	181	182	44	0

191	2	138	140	182	184	44	0
192	1	140	141	184	185	44	44
193	2	118	120	171	173	53	0
194	1	120	121	173	174	53	0
195	4	121	125	174	178	53	0
196	1	125	126	178	179	53	0
197	1	126	127	179	180	53	0
198	1	127	128	180	181	53	0
199	1	128	129	181	182	53	0
200	1	129	130	182	183	53	0

201	1	130	131	183	184	53	0
202	1	130	131	183	184	53	0
203	1	131	132	184	185	53	53
204	5	185	190	185	190	0	0

PROGRAMACION DE LOS MATERIALES.

Tomando como base el tiempo de iniciación próxima de las actividades, se calcularon las fechas de entrega de los materiales considerando que dichas entregas pueden hacerse con cinco días de anticipación al inicio de cada actividad, y como tiempo límite un día antes de que se comience.

Para determinar las fechas de entrega procedí de la siguiente manera:

Primeramente elaboré una lista de los materiales que serían empleados en la construcción de la obra. Junto a esta lista anote las cantidades de materiales en las fechas en que se utilizarían los recursos, basado en los tiempos próximos de inicio de las actividades.

Como ejemplo, considérense los materiales tales como cemento, arena y grava.

MATERIAL	UNIDAD								
		10	20	30	40	50	60	70	80
Cemento	Ton	6	1.6	0.1	6	0.1	6		
Arena	M3	11	3	0.27	85	0.3	8.5		
Grava	M3	15	4		8.5		8.5		

A simple vista puede notarse, que las cantidades requeridas de material son muy diferentes, y no es posible que se entreguen

en tales cantidades, ya sea porque los volúmenes son muy grandes o muy pequeños. Para eliminar esta irregularidad, modifiqué las fechas de entrega tomando en cuenta los transportes que se utilizan, normalmente, para el surtido de materiales.

Finalmente las fechas límite de entrega son las que se anotan en la Tabla 3.

MATERIAL	UNIDAD								
Cemento	Ton	7					7		7
Arena	M3	16					16		
Grava	M3	16	8				8		

Tabla 3

Con el fin de no sufrir retrasos en el suministro de los materiales o bien evitar grandes almacenamientos en la obra o bodegas, se dieron fechas iniciales y finales de entrega, y son las que aparecen en la Tabla 4.

MATERIAL	U	CANTIDAD	FECHAS DE ENTREGA	
			INICIAL	FINAL
Cemento gris normal	ton	8	0	4
		7	43	48
		7	67	72
		8	92	97
		8	116	121
		7	127	132
Arena	m3	16	0	4
		16	43	48
		16	92	97
		8	101	106
		16	116	121
		24	127	132
Grava	m3	16	0	4
		16	15	20
		16	67	72
		16	92	97
		8	101	106
		8	121	126
Tubo de albañal	pza	116	0	4
		91	51	56
Estacas	pza	500	0	4
Calhidra	kg	500	0	4
Tabique rojo recocido	mil	6	27	32
		6	51	56
		18	118	123
Alambrón de 1/4"	kg	50	7	12
Var. A.R. #2.5	ton	3.5	7	12
Var. A.R. #3	ton	10	7	12
		9	80	85
Var. A.R. #4	ton	29	7	12
		28	54	59
		17	80	85
Var. A.R. #5	ton	8	7	12
Var. A.R. #6	ton	5	27	32
		5	54	59
		6	80	85

Tabla 4.

MATERIAL	U	CANTIDAD	FECHAS DE ENTREGA	
			INICIAL	FINAL
Var. A.R. # 8	ton	2	80	85
Tarimas de 1.0x.5 m	pza	125	5	10
		175	27	32
		276	87	92
		156	96	101
Duela de 1-1/2"x4"x8'	pza	440	0	4
		50	95	100
		525	107	112
		85	121	126
Duela de 2"x4"x8'	pza	205	5	10
		55	95	100
Polín de 4"x4"x8'	pza	140	0	4
		400	75	80
Ductos de asbesto- cemento de 4"x4 m	pza	200	59	64
		400	101	106
		400	107	112
Casetas de madera de 4.00x5.00 m	pza	16	0	2
Lámina galvanizada acanalada	pza	30	0	2
Trinchera precolada de 1.0x1.0x1.0 m	pza	50	76	81
		50	82	84
		44	123	128
		80	141	146
Losas doble TT	pza	10	145	147
Cajas precoladas	pza	11	59	64
Malla-lac 66-66	m2	200	139	144
		465	162	167
Azulejo de primera de 11x11 cm color avena	m2	30	128	133
Pintura vinílica color blanco	lt	95	148	153
Cerraduras	pza	4	153	158

MATERIAL	U	CANTIDAD	FECHAS DE ENTREGA	
			INICIAL	FINAL
Triplay de pino de 1.22x2.44 m x6 mm	pza	8	153	158
Pozos precolados	pza	4	135	140
Losas Siporex	pza	98	121	126
		98	127	131
Herrería de aluminio	m2	26	153	158
Vidrio de 5 mm de Esp.	m2	26	153	158
Andamios metálicos	m2	25	5	10
		100	125	135
Tablón de pino de 12"x2"x10'	pza	100	5	10
Alambre recocido # 18	ton	3	7	12
		2	54	59
Clavo con cabeza de 1"	kg	20	0	4
Clavo con cabeza de 2"	kg	50	0	4
Clavo con cabeza de 2-1/2"	kg	200	0	4
Clavo con cabeza de 3"	kg	300	0	4
Clavo con cabeza de 4"	kg	300	0	4
Concreto premezclado de 100 kg/cm2	m3	6	45	
		12	52	
		5	77	
		5	83	
		12	84	
		20	96	
		15	107	
		20	110	
		20	113	
		20	114	
		20	116	
		35	118	
		20	120	
		20	122	
		20	125	
		40	129	
17	159			

MATERIAL	U	CANTIDAD	FECHAS DE ENTREGA	
			INICIAL	FINAL
Concreto premezclado de 100 kg/cm ²	m3	30	171	
Concreto premezclado de 150 kg/cm ²	m3	19	146	
		14	149	
		10	156	
		10	157	
		10	158	
		10	160	
		10	161	
		10	162	
		10	163	
		10	164	
		10	165	
		10	166	
		10	167	
		10	168	
		10	169	
		10	170	
		10	173	
		10	180	
		10	181	
Concreto premezclado de 200 kg/cm ²	m3	10	25	
		22	29	
		10	49	
		22	53	
		30	80	
		5	91	
		5	92	
		5	93	
		49	106	
		7	112	
		6	113	
		6	114	
		6	115	
		7	116	
		16	117	
		46	119	
		46	126	
8	131			
120	140			
7	146			
50	178			

PROGRAMA DE EQUIPO.

De acuerdo con las fechas próximas de inicio y terminación de las actividades elaboré el programa de equipo, tomando en cuenta, únicamente a las actividades que requieren maquinaria.

En la Tabla 5 se anotan las cantidades de equipo necesario y el tiempo que se empleó en la obra.

EQUIPO	CANTIDAD	DEL DIA	AL DIA
Retroexcavadora	1	0	60
Camión de volteo	5	0	60
Camión con grúa	1	81	91
		123	128
		160	168
Camioneta	1	0	190
Grúa	1	127	137
Compresor	2	0	113
Sierra de banco	1	0	190
Revolvedora de 2 sacos	1	0	190
Teodolito y nivel	1	0	190
Cortadora de varilla	1	0	190
Rodillo vibratorio	1	0	190
Vibrador	2	0	190

Tabla 5.

PROGRAMA DE PERSONAL.

Para la obtención de los recursos humanos, necesarios por día, la computadora suma las cantidades de personal que fueron asignadas a cada una de las actividades, considerando un intervalo entre el inicio y terminación próximos de los eventos.

Supóngase el diagrama de barras de la Tabla 6, en la cual se muestran las cantidades de recursos necesarios y la duración de las actividades.

ACT	PERSONAL ASIGNADO			
	P	A	C	
10	10	4	2	
20	5	2	0	
30	15	5	3	
60	10	8	2	
Sumas				P 10 25 25 30 30 40 40 40 30 30 15 10 10 A 4 9 9 11 11 19 19 19 15 15 10 8 8 C 2 5 5 5 5 7 7 7 5 5 2 2 2

Tabla 6.

donde:

P : Peones

A : Albañiles

C : Carpinteros

Para la actividad 10, la computadora considera el intervalo entre el día uno y el día ocho sumando la cantidad de personal en las variables $P(1), \dots, P(8)$; $A(1), \dots, A(8)$ y $C(1), \dots, C(8)$

correspondientes a los peones, albañiles y carpinteros. Para la actividad 20, la suma se efectúa en las variables $P(4), \dots, P(11)$; $A(4), \dots, A(11)$ y $C(4), \dots, C(11)$, procediendo en forma similar para las actividades restantes.

En la Tabla 5, se observa que la cantidad de recursos necesarios por día es muy variable y como dentro de la Compañía de Luz no es posible modificar constantemente la plantilla de personal, entonces se busca que la cantidad de recursos sea lo más uniforme posible en periodos más o menos largos. Siempre que sea factible, las secuencias y duraciones de las actividades podrán modificarse hasta conseguir la uniformidad deseada.

La Tabla 7, muestra los resultados obtenidos al modificar las secuencias de las actividades 20 y 60.

ACT	PERSONAL ASIGNADO			
	P	A	C	
10	10	4	2	
20	5	2	0	
30	15	5	3	
60	10	8	2	
Sumas				P 25 25 25 40 40 40 40 40 15 15 15 10
				A 9 9 9 19 19 19 19 19 10 10 10 8
				C 5 5 5 7 7 7 7 7 2 2 2 2

Tabla 7.

Como puede verse, las necesidades diarias de personal son bastante uniformes y si consideramos que el tiempo esta dado en

meses entonces, la plantilla de personal permanece constante en periodos muy amplios.

Para el caso de la subestación Tacubaya, la cantidad de recursos necesarios se presenta en la Tabla 8, la cual fue incrementada en 21% para absorber los permisos, ausencias, enfermedades, vacaciones y campañas sindicales de los trabajadores.

Finalmente, la cantidad de personal que se utilizó es la que se muestra en la Figura 4.

También se tomó en cuenta al personal que laboró en el transcurso de toda la obra, y al personal que eventualmente realizó trabajos para la construcción de la subestación.

El personal que laboró durante la ejecución de la obra fue el siguiente:

- 1 Ingeniero residente
- 1 Ayudante de residente
- 1 Sobrestante
- 5 Peones especiales (revolvedora, vibradores, rodillo, compresores y rompedoras)
- 1 Cadenero especial (topógrafo)
- 2 Peones (ayudantes del topógrafo)
- 1 Bodeguero
- 1 Ayudante de bodeguero
- 1 Oficinista
- 1 Ayudante de oficinista

4 Vigilantes

1 Chofer (camioneta)

El personal eventual fue el siguiente:

1 Operador de equipo ligero y un ayudante (pato y retroexcavadora)

1 Chofer (camión Hiab)

1 Soldador

1 Ayudante de soldador

	DIA	P	A	C	DIA	P	A	C
0	10	3	5	96	82	4	2	
1	15	3	5	97	63	1	2	
2	15	3	5	98	64	0	6	
3	15	3	5	99	64	0	6	
4	15	3	5	100	64	0	6	
5	15	3	5	101	70	2	5	
6	15	3	5	102	70	2	5	
7	15	3	5	103	68	0	9	
8	15	3	5	104	67	0	8	
9	15	3	5	105	68	0	4	
10	20	0	4	106	69	6	4	
11	20	0	4	107	64	5	8	
12	20	0	4	108	60	2	8	
13	19	0	3	109	56	3	8	
14	19	0	3	110	60	2	8	
15	19	0	3	111	60	2	8	
16	19	0	3	112	55	2	8	
17	16	0	0	113	44	6	8	
18	10	0	0	114	44	6	8	
19	10	9	6	115	44	6	8	
20	10	0	0	116	42	7	8	
21	20	2	0	117	51	7	5	
22	33	0	0	118	59	5	4	
23	33	0	0	119	67	10	4	
24	28	0	0	120	58	2	9	
25	40	3	0	121	55	1	7	
26	34	0	5	122	55	2	5	
27	34	0	5	123	56	7	5	
28	34	0	5	124	45	7	4	
29	41	3	0	125	48	6	4	
30	35	0	0	126	54	17	2	
31	35	0	0	127	43	6	3	
32	24	2	0	128	38	8	6	
33	34	2	3	129	38	13	8	
34	34	2	3	130	37	7	7	
35	37	0	3	131	33	8	5	
36	37	0	3	132	37	7	5	
37	37	0	3	133	38	7	6	
38	63	0	3	134	39	8	6	
39	63	0	3	135	42	9	4	
40	63	0	3	136	37	8	4	
41	60	0	7	137	20	7	4	
42	60	0	7	138	15	6	9	
43	60	0	7	139	15	6	9	
44	57	0	4	140	40	13	3	
45	66	2	4	141	19	6	3	
46	74	0	4	142	19	6	3	
47	74	0	4	143	21	6	0	
48	74	0	4	144	21	6	0	
49	80	4	0	145	17	0	0	
50	74	1	5	146	35	7	0	

Tabla 8

51	74	1	5	147	10	0	0
52	70	3	5	148	10	0	0
53	67	4	0	149	25	7	0
54	61	1	0	150	14	4	0
55	61	1	0	151	14	4	0
56	50	3	0	152	14	4	0
57	46	2	0	153	14	4	0
58	46	2	0	154	18	2	0
59	63	0	0	155	18	2	0
60	67	0	0	156	18	2	0
61	67	0	0	157	18	2	0
62	68	0	0	158	18	2	0
63	68	0	0	159	15	4	4
64	68	0	0	160	15	4	4
65	66	2	4	161	15	4	4
66	66	2	4	162	15	4	4
67	66	2	4	163	15	4	4
68	66	2	4	164	14	4	3
69	66	2	4	165	14	4	3
70	61	2	4	166	14	4	3
71	67	2	4	167	14	4	3
72	67	2	4	168	26	2	5
73	67	3	0	169	26	3	2
74	67	3	0	170	26	3	2
75	67	3	0	171	24	6	2
76	67	3	0	172	17	2	2
77	71	4	0	173	19	2	4
78	67	3	0	174	16	0	4
79	67	3	0	175	16	0	4
80	66	5	0	176	10	0	6
81	63	2	5	177	6	0	2
82	63	2	5	178	15	8	0
83	57	3	5	179	4	0	0
84	52	4	5	180	11	3	0
85	39	2	5	181	11	3	0
86	66	2	8	182	11	3	0
87	65	2	8	183	11	3	0
88	68	2	8	184	11	3	0
89	68	2	8	185	10	0	0
90	68	2	8	186	10	0	0
91	69	4	3	187	10	0	0
92	65	4	0	188	10	0	0
93	67	4	2	189	10	0	0
94	51	1	2	190	0	0	0
95	55	0	2	191	0	0	0

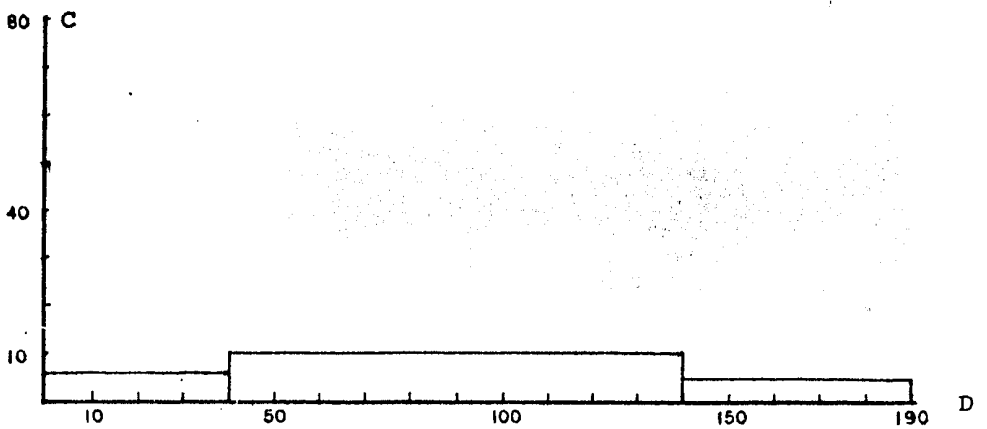
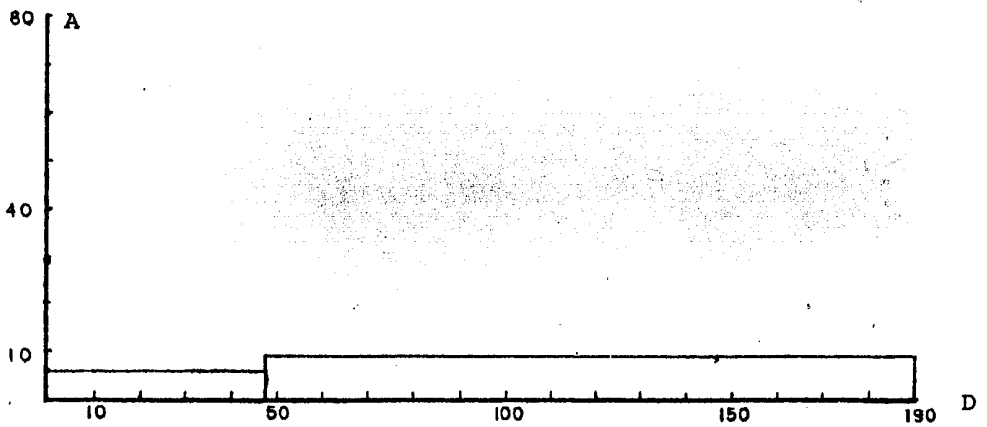
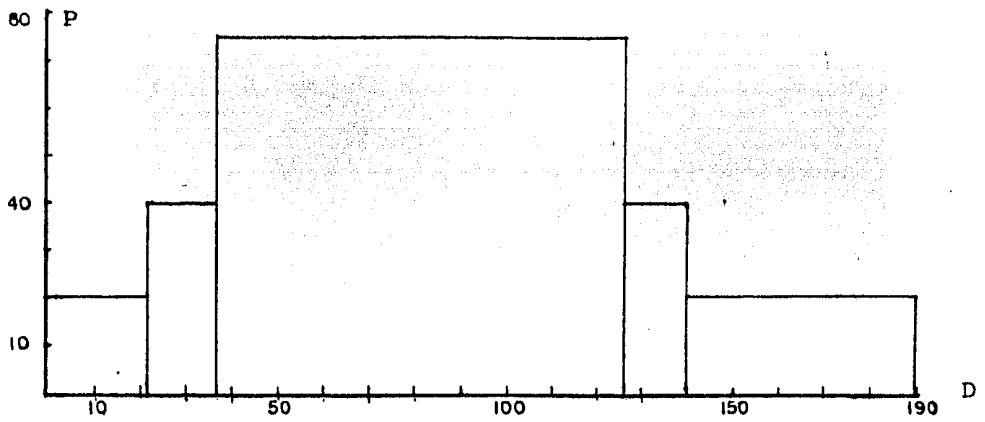
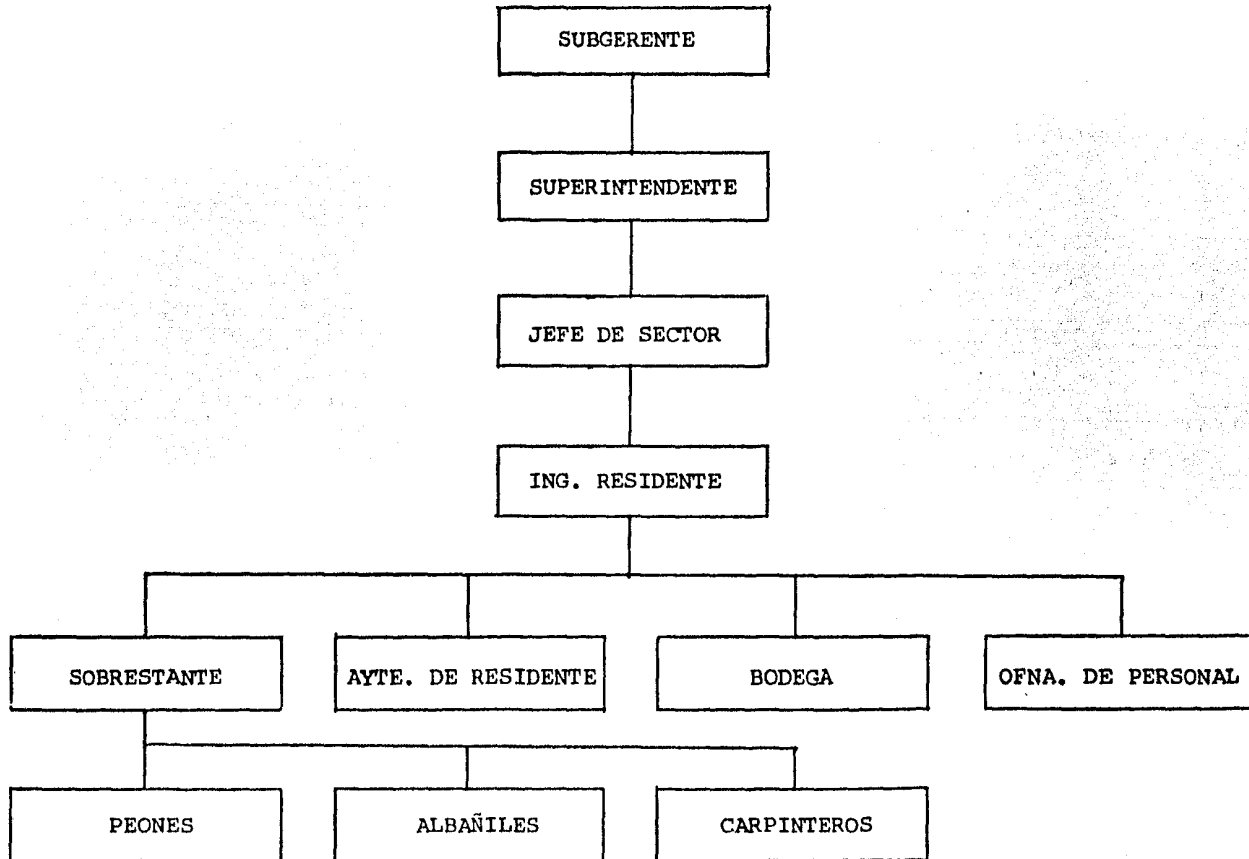


Figura 4.

ORGANIZACION DE LA OBRA.



CONCLUSIONES.

En toda obra se hace necesario que exista una buena planeación y control para poder alcanzar los objetivos que se pretenden en el menor tiempo posible.

La utilización del método de la Ruta Crítica puede aplicarse a cualquier tipo de obra, y día con día, su aplicación, como auxiliar de la dirección, es mucho mayor. Permite un control continuo del proyecto durante el transcurso de la obra, mediante los programas de personal, materiales y equipo, aprovechándolos de una manera adecuada, tratando de obtener, de ellos, el máximo rendimiento.

El empleo de las computadoras, en el campo de la construcción, es una herramienta muy útil para el Ingeniero ya que permite actualizar o modificar el programa de la Ruta Crítica, proporcionando rápidamente la información necesaria, al Director de obra, para la toma de decisiones.

APENDICE

Programa para introducir, verificar y modificar datos.

```

100 CALL CLEAR :: GOTO 150
110 PRINT "PARA CONTINUAR,
      PRESIONA ENTER:"
120 PRINT "PARA ABORTAR,
      PRESIONA 'C':"
130 INPUT C$ :: IF C$ <> "C" THEN
C=0 :: CALL CLEAR :: PRINT "# D
UR PRECEDENTES":PRINT C$("-");280 ::
RETURN
140 C=0 :: GOTO 800
150 PRINT "QUE ES LO QUE DESEAS?
": : "1 INTRODUCIR NUEVOS DATOS":
: "2 CHECAR DURACIONES
Y PRECEDENTES": :
160 PRINT "3 MODIFICAR DURACIONE
S Y PRECEDENTES": "4 CHE
CAR PERSONAL ASIGNADO": "5 MODI
FICAR PERSONAL ASIGNADO
": :
170 PRINT "6 CORRER EL PROGRAMA"
: "7 SALIDA": : :
180 ACCEPT BEEP SIZE(1)VALIDATE(
"1234567"):B :: CALL CLEAR
190 ON B GOTO 200,640,770,1060,1
150,1310,1000
200 DISPLAY "QUE ES LO QUE DESEA
S?": : "1 INTRODUCIR NUEVOS DATOS
": :
210 DISPLAY " (SE BORRAN LOS DA
TOS DE LOS ARCHIVOS
EXISTENTES)"
220 DISPLAY : : "2 AÑADIR DATO
S A LA RUTA EXISTENTE": : :
:
230 ACCEPT BEEP SIZE(1)VALIDATE(
"12"):X
240 CALL CLEAR :: ON X GOTO 250,
260
250 DELETE "DSK1.DUR-OPN" :: DEL
ETE "DSK1.PRE-OPN" :: DELETE "DS
K1.FUT-OPN" :: GOTO 310
260 OPEN #1:"DSK1.DUR-OPN",RELAT
IVE,INTERNAL,UPDATE,FIXED 9
270 OPEN #2:"DSK1.PRE-OPN",RELAT
IVE,INTERNAL,UPDATE,FIXED 90
280 DISPLAY "DESEAS INTRODUCIR C
ANTIDADES DE PERSONAL PARA CADA A
CTIVIDAD? (S/N).": : : ACCEPT B
EEP SIZE(1)VALIDATE("SN"):R$
290 IF R$ <> "S" THEN 310

```

```

300 OPEN #5:"DSK1.PAC-CPM",RELAT
IVE,INTERNAL,UPDATE,FIXED 20 ::
PRINT #5,REC 0:0
310 IF EOF(1)=1 THEN 330
320 INPUT #1,REC 0:A :: GOTO 340
330 PRINT #1,REC 0:0 :: PRINT #2
,REC 0:0
340 INPUT "CUANTAS ACTIVIDADES D
ESEAS INTRODUCIR? (NO MAS DE 20
) " :X
350 IF X>20 THEN CALL CLEAR :: G
OTO 340
360 FOR I=A+1 TO A+X
370 CALL CLEAR :: DISPLAY "DURAC
ION DE LA ACTIVIDAD" :I
380 INPUT D
390 DISPLAY : : "PRECEDENTES DE L
A ACTIVIDAD" :I
400 FOR K=1 TO 10
410 INPUT P(K)
420 IF P(K)=0 THEN 480
430 IF P(K)>=I THEN 440 ELSE 460
440 CALL SOUND(440,-5,5)
450 PRINT : : "EL NUMERO DEL PREC
EDENTE NO DEBE SER MAYOR O IGUAL
AL NUMERO DE LA ACTIVIDAD." :
: "INTENTA NUEVAMENTE." :: GOTO 4
10
460 NEXT K
470 IF R$<>"S" THEN 530
480 DISPLAY : : "QUE CANTIDAD DE
PERSONAL DESEAS ASIGNARLE A E
STA ACTIVIDAD?": :
490 DISPLAY "PEONES": : "ALBAÑIL
S": : "CARPINTEROS": :
500 ACCEPT AT(18,15)BEEP SIZE(2)
:PE
510 ACCEPT AT(20,15)BEEP SIZE(2)
:AL
520 ACCEPT AT(22,15)BEEP SIZE(2)
:CA
530 FOR L=K+1 TO 10
540 P(L)=0 :: NEXT L
550 PRINT #1,REC I:D
560 PRINT #2,REC I:P(1),P(2),P(3
),P(4),P(5),P(6),P(7),P(8),P(9)
,P(10)
570 IF R$<>"S" THEN 590
580 PRINT #5,REC I:PE,AL,CA
590 NEXT I
600 PRINT #1,REC 0:A+X :: PRINT
#2,REC 0:A+X :: PRINT #5,REC 0:A
+X

```

```

610 IF R#0="S" THEN 630
620 CLOSE #5
630 CLOSE #1 :: CLOSE #2 :: GOTO
  100
640 OPEN #1:"DSK1,DUR-CPM",RELAT
IVE,INTERNAL,INPUT,FIXED 9
650 OPEN #2:"DSK1,PRE-CPM",RELAT
IVE,INTERNAL,INPUT,FIXED 90
660 INPUT #1:REC 0:A
670 PRINT "A DUR. PRECEDENTES":
RPT$(C="-";25)
680 FOR I=1 TO A
690 INPUT #1:D
700 INPUT #2:REC 1:P(1),P(2),P(3
),P(4),P(5),P(6),P(7),P(8),P(9),
P(10)
710 PRINT STR$(I);" " ;STR$(D);T
AB$(D);P(1);P(2);P(3);P(4);P(5);T
AB$(D);P(6);P(7);P(8);P(9);P(10):
:
720 C=C+1 :: IF C=5 THEN 730 ELS
E 740
730 GOSUB 110
740 NEXT I
750 GOTO 110
760 GOTO 630
770 PRINT "CUANTAS ACTIVIDADES D
ESEAS MODIFICAR? (NO MAS DE 5).
": :
780 ACCEPT KEEP VALIDATE("12345"
)SIZE(1):X
790 OPEN #1:"DSK1,DUR-CPM",RELAT
IVE,INTERNAL,UPDATE,FIXED 9
800 OPEN #2:"DSK1,PRE-CPM",RELAT
IVE,INTERNAL,UPDATE,FIXED 90
810 INPUT #1:REC 0:A
820 PRINT "INTRODUCE LOS NUMEROS
DE LAS ACTIVIDADES QUE DESEAS MO
DIFICAR."
830 FOR I=1 TO X
840 INPUT #1:D
850 NEXT I
860 FOR I=1 TO X
870 CALL CLEAR
880 PRINT "NUEVA DURACION ACT.":
M(I):: INPUT D
890 PRINT "PRECEDENTES ACT.":M(I
)
900 FOR K=1 TO 10
910 INPUT P(K)
920 IF P(K)=M(I) THEN 930 ELSE 9
50

```

```

930 CALL SOUND(440*5,5)
940 PRINT : : "EL NUMERO DEL PREC
EDENTE NO DEBE SER MAYOR O IGUAL
AL NUMERO DE LA ACTIVIDAD.":
:"INTENTA NUEVAMENTE." : : GOTO 9
10
950 IF P(K)=0 THEN 970
960 NEXT K
970 FOR L=K+1 TO 10
980 P(L)=0 : : NEXT L
990 PRINT #1,REC M(I):D
1000 PRINT #2,REC M(I):P(1),P(2)
,P(3),P(4),P(5),P(6),P(7),P(8),P
(9),P(10)
1010 NEXT I
1020 GOTO 630
1030 PRINT : : "PARA CONTINUAR:":
"PRESIONA ENTER": : "PARA ABORTAR
": "PRESIONA 'C':": :
1040 INPUT M3 : : IF M3<>'C' THEN
C=0 : : CALL CLEAR : : PRINT "ACT
.": " P A C":RPTBC("-";28):: RET
URN
1050 C=0 : : GOTO 1140
1060 OPEN #5:"DSK1.PAC-CPM",RELA
TIVE,INTERNAL,INPUT,FINED 28
1070 INPUT #5,REC 0:Y
1080 PRINT "ACT.": " P A C":RPT
$( "-";28)
1090 FOR I=1 TO Y
1100 INPUT #5,REC I:PE,AL,CA : :
PRINT I,PE,AL,CA : :
1110 C=C+1 : : IF C=5 THEN C=0 : :
GOSUB 1030
1120 NEXT I
1130 GOSUB 1030
1140 CLOSE #5 : : CALL CLEAR : : G
OTO 150
1150 PRINT "DE CUANTAS ACTIVIDAD
ES DESE-AS MODIFICAR LA CANTIDA
D DE PERSONAL? (NO MAS DE 5):"
1160 ACCEPT BEEP SIZE(1)VALIDATE
("12345"):A
1170 PRINT : : "INTRODUCE LOS NUM
EROS DE LAS ACTIVIDADES QUE DESEA
S MODI-FICAR"
1180 FOR I=1 TO A
1190 INPUT P(I)
1200 NEXT I
1210 OPEN #5:"DSK1.PAC-CPM",RELA
TIVE,INTERNAL,UPDATE,FINED 28
1220 FOR I=1 TO A
1230 CALL CLEAR

```



```
1240 PRINT "QUE CANTIDAD DE PERS  
ONAL DEBEAS ASIGNAR A LA AC-  
TIVIDAD";P(I); : "PEONES": : "  
ALBANILES": : "CARPINTEROS"  
1250 ACCEPT AT (19,15)DEEP SIZE(2  
) :FE  
1260 ACCEPT AT (21,15)DEEP SIZE(2  
) :AL  
1270 ACCEPT AT (23,15)DEEP SIZE(2  
) :CA  
1280 PRINT #5,REC P(I) :PE,AL,CA  
1290 NEXT I  
1300 GOTO 1140  
1310 RUN "DSK1.ERROR-CP1"  
1320 END
```

Programa para verificar que solo exista una actividad final.

```

100 CALL CLEAR :: PRINT "DESEAS
SABER SI EXISTE MAS DE UNA ACTI
VIDAD FINAL? (S/N). "
110 ACCEPT BEEP SIZE(1)VALIDATE(
"SN"):W$
120 IF W$="S" THEN 130 ELSE 350
130 DIM EF(20):: CALL CLEAR :: 0
PEN #2:"DSK1.PRE-CPM",RELATIVE,I
TERNAL,INPUT ,FIXED 90
140 INPUT #2,REC 0:A :: PRINT "D
ETECCION DE ERRORES"
150 FOR I=1 TO A
160 DISPLAY AT(24,1):I
170 FOR K=I+1 TO A
180 INPUT #8,REC K:P(1),P(2),P(3
),P(4),P(5),P(6),P(7),P(8),P(9),
P(10)
190 FOR L=1 TO 10
200 IF P(L)=0 THEN 230
210 IF I=P(L)THEN 250
220 NEXT L
230 NEXT K
240 S=S+1 :: EF(S)=I
250 NEXT I
260 CLOSE #2
270 PRINT RPT$( "-",28):"NUMEROS
DE LAS ACTIVIDADES FINALES:" :
280 IF S=1 THEN PRINT EF(S) : "N
O EXISTEN ERRORES" :: GOTO 330
290 FOR I=1 TO S
300 PRINT EF(I)
310 NEXT I
320 IF S>1 THEN PRINT : "SOLO D
EBE EXISTIR UNA ACTIVIDAD
FINAL"
330 PRINT RPT$( "-",29) :
340 IF S=1 THEN 350 ELSE 360
350 INPUT "PARA CORRER EL PROGRA
MA... PRESIONA ENTER:" :W$ :: RU
N "DSK1.RUTA-21"
360 PRINT : : : INPUT "PARA COR
RER ERRORES: PRESIONA ENT
ER:" :W$
370 RUN "DSK1.RUTA-20"

```

```

100 CALL CLEAR :: PRINT "CALCULO
DE IP Y TP" :: DELETE "DCK1.RES
ULT-CRM"
110 OPEN #1:"DCK1.PRE-CRM",RELAT
IVE,INTERNAL,INPUT,FINED 9
120 OPEN #2:"DCK1.PRE-CRM",RELAT
IVE,INTERNAL,INPUT,FINED 90
130 OPEN #3:"DCK1.RESULT-CRM",RE
LATIVE,INTERNAL,OUTPUT,FINED 54
140 INPUT #1,REC 0:A :: PRINT #3
,REC 0:A
160 FOR I=1 TO A
165 DISPLAY AT(24,I):I
170 INPUT #1,REC I:D
180 INPUT #2,REC I:P(1),P(2),P(3
),P(4),P(5),P(6),P(7),P(8),P(9),
P(10)
190 FOR K=1 TO 10
200 IF P(K)=0 THEN 250
210 INPUT #3,REC P(K):IP,TP,IR,T
R,HT,HL
220 IF T1>=TP THEN 240
230 T1=TP
240 NEXT K
250 T1=T1 :: TP=IP+D
260 PRINT #3,REC I:IP,TP,IR,TR,H
T,HL
270 T1=0
280 NEXT I
290 TR=TP :: IP=TR-D
300 PRINT #3,REC A:IP,TP,IR,TR,H
T,HL
310 CLOSE #1 :: CLOSE #2 :: CLDS
E #3
320 RUN "DCK1.RUTA-22"

```

```

100 DIM D(300),Y(300):: PRINT "C
ALCULO DE IR Y TP"
110 OPEN #1:"DSK1.DIR-CPM",RELAT
IVE: INTERNAL, INPUT ,FIXED 9
120 INPUT #1,REC 0:A
130 FOR I=1 TO A
140 INPUT #1,REC I:D(I)
150 NEXT I
160 CLOSE #1
170 OPEN #2:"DSK1.PRE-CPM",RELAT
IVE: INTERNAL, INPUT ,FIXED 50
180 OPEN #3:"DSK1.RESULT-CPM",RE
LATIVE: INTERNAL, UPDATE, FIXED 54
190 FOR I=A TO 1 STEP -1
200 DISPLAY AT(24,1):I
210 INPUT #2,REC I:P(1),P(2),P(3)
,P(4),P(5),P(6),P(7),P(8),P(9),
P(10)
220 INPUT #3,REC I:IP,TP,IR,TR,H
T,HL
230 FOR K=1 TO 10
240 IF P(K)=0 THEN 250 ELSE 260
250 IF K=1 THEN 390 ELSE 280
260 IF Y(P(K))=0 THEN 320
270 M=IR
280 INPUT #3,REC P(K):IP,TP,IR,T
R,HT,HL
290 IF M<TR THEN 300 ELSE 390
300 TR=M :: IR=TR-D(P(K))
310 GOTO 380
320 IR1=IR-D(P(K)):: TR1=IR
330 INPUT #3,REC P(K):IP,TP,IR,T
R,HT,HL
340 IR=IR1 :: TR=TR1
350 IF IR=0 THEN IR=.9 :: GOTO 3
60
360 Y(P(K))=IR
370 IF IR=.9 THEN IR=0 :: GOTO 3
80
380 PRINT #3,REC P(K):IP,TP,IR,T
R,HT,HL
390 IF P(K+1)=0 THEN 420
400 INPUT #3,REC I:IP,TP,IR,TR,H
T,HL
410 NEXT K
420 NEXT I
430 CLOSE #2
440 PRINT "CALCULO DE HT"
450 FOR I=1 TO A
460 DISPLAY AT(24,1):I

```

```
470 INPUT #3,REC I:IP,TP,IR,TR,H  
T,HL  
480 HT=TR-TP  
490 PRINT #3,REC I:IP,TP,IR,TR,H  
T,HL  
500 NEXT I  
510 CLOSE #3  
520 RUN "DSK1.RUTA-23"
```

Programa para calcular HL.

```

100 DIM Y(300)
110 PRINT "CALCULO DE HL"
120 OPEN #2:"DISK1.PRE-CPM",RELAT
IVE,INTERNAL,INPUT,FIXED 90
130 OPEN #3:"DISK1.RESULT-CPM",RE
LATIVE,INTERNAL,UPDATE,FIXED 54
140 INPUT #2,REC 0:R
150 INPUT #3,REC 0:IP,TP,IR,TR,H
T,HL
160 HL=0
170 PRINT #3,REC 0:IP,TP,IR,TR,H
T,HL
180 FOR I=R TO 1 STEP -1
190 DISPLAY AT(24,1):I
200 INPUT #2,REC I:P(1),P(2),P(3
),P(4),P(5),P(6),P(7),P(8),P(9),
P(10)
210 INPUT #3,REC I:IP,TP,IR,TR,H
T,HL
220 FOR K=1 TO 10
230 IF P(K)=0 THEN 250
240 GOTO 300
250 IF K=1 THEN 270
260 GOTO 360
270 HL=Y(I)-TP
280 PRINT #3,REC I:IP,TP,IR,TR,H
T,HL
290 GOTO 360
300 IF Y(P(K))=0 THEN 320
310 IF Y(P(K))<=IP THEN 360
320 Y(P(K))=IP
330 INPUT #3,REC P(K):IP,TP,IR,T
R,HT,HL
340 HL=Y/P(K)-TP
350 PRINT #3,REC P(K):IP,TP,IR,T
R,HT,HL
360 IF P(K+1)=0 THEN 390
370 INPUT #3,REC I:IP,TP,IR,TR,H
T,HL
380 NEXT I
390 NEXT I
400 CLOSE #2
410 CLOSE #3
420 RUN "DISK1.RUTA-24"

```

```

100 CALL CLEAR :: GOTO 130
110 PRINT : : "PRESIONA ENTER:"
   :: INPUT M$ :: C=0 :: CALL CLEAR
R
120 DISPLAY AT(22,1):Z$ :: DISPL
AY AT(23,1):RPT$(C,"-",28):: RETUR
N
130 OPEN #1:"DSK1.DUR-CPM",RELAT
IVE:INTERNAL:INPUT :FIXED 9 :: O
PEN #3:"DSK1.RESULT-CPM",RELATIV
E:INTERNAL:INPUT :FIXED 54
140 INPUT #1,REC 0:A
150 PRINT "DONDE DESEAS LOS RESU
LTADOS?": : "1 EN PANTALLA": : "
2 IMPRESOS": : "3 NINGUNO": : :
160 INPUT X :: CALL CLEAR :: ON
X GOTO 170,270,400
170 Z$="D  IP  TP  IR  TR  HT
HL"
180 DISPLAY AT(22,1):Z$ :: DISPL
AY AT(23,1):RPT$(C,"-",28)
190 FOR I=1 TO A
200 INPUT #1:D :: INPUT #3,REC I
:IP:TP:IR:TR:HT:HL
210 PRINT STR$(D);TAB(5);STR$(IP
);TAB(9);STR$(TP);TAB(13);STR$(I
R);TAB(17);STR$(TR);TAB(21);STR$(
HT);TAB(25);STR$(HL)
220 C=C+1 :: IF C=15 THEN 230 EL
SE 240
230 GOSUB 110
240 NEXT I
250 GOSUB 110
260 GOTO 380
270 OPEN #2:"TP.E",OUTPUT
280 PRINT "IMPRESION DE RESULTAD
OS"
290 A$="-----
-----"
300 PRINT #2:"DUR";TAB(6);"IP";T
AB(10);"TP";TAB(16);"IR";TAB(20)
;"TR";TAB(26);"HT";TAB(30);"HL":
A$: :
310 FOR I=1 TO A
320 INPUT #1:D :: INPUT #3,REC I
:IP:TP:IR:TR:HT:HL

```

```
330 PRINT #2:STR$(D);TAB(6);STR$(  
IP);TAB(10);STR$(TP);TAB(15);ST  
R$(IR);TAB(20);STR$(TR);TAB(26);  
STR$(HT);TAB(30);STR$(HL):: RALL  
A=RALLA+1  
340 IF RALLA=10 THEN PRINT #2:RP  
T$("-",32):: RALLA=0 :: GOTO 350  
350 NEXT I  
360 PRINT #2:RPT$("-",32): : : :  
: :  
370 CLOSE #2  
380 CLOSE #1 :: CLOSE #3  
390 RUN "DSK1.RUTA-25"  
400 END
```


Programa para calcular la cantidad de personal necesario por día.

```

100 CALL CLEAR :: DIM P(300),A(3
00),C(300):: PRINT "PERSONAL NEC
ESARIO POR DIA"
110 OPEN #3:"DOUT.RESULT-CPM",RE
LATIVE,INTERNAL,INPUT ,FIXED 54
:: OPEN #5:"DSK1.PAC-CPM",RELATI
VE,INTERNAL,INPUT ,FIXED 28
120 INPUT #5,REC 0:X
130 FOR I=1 TO X
140 DISPLAY AT(24,1):I :: INPUT
#3,REC 1:IP,TP,IR,TR,HT,HL :: IN
PUT #5,REC 1:PE,AL,CA
150 FOR K=IP TO TP-1
160 P(K)=P(K)+PE :: A(K)=A(K)+AL
:: C(K)=C(K)+CA
170 NEXT K
180 NEXT I
190 CLOSE #3 :: CLOSE #5 :: X=TP
/2 :: Y=INT(C):: IF X>Y THEN X=Y
+1 :: GO TO 200
200 OPEN #4:"TP.E",OUTPUT
210 PRINT #4:RPT$( "-",32):"DIA":
TAB(5):"P A C":TAB(18):"DIA"
:" P A C":RPT$( "-",32):
220 FOR I=0 TO X
230 PRINT #4:STR$(I);TAB(5);STR$(
P(I));TAB(9);STR$(A(I));TAB(13)
;STR$(C(I));TAB(18);STR$(I+X+1);
240 PRINT #4:TAB(22);STR$(P(I+X
+1));TAB(26);STR$(A(I+X+1));TAB(3
0);STR$(C(I+X+1));
250 NEXT I
260 PRINT #4:RPT$( "-",32): : : :
: : : CLOSE #4
270 RUN "DSK1.RUTA-26"

```

Programa para imprimir el diagrama de barras.

```

100 CALL CLEAR :: PRINT "DIAGRAMA
A DE BARRAS" :: DIM LI(300),LH(3
00)
110 OPEN #3:"DSK1.RESULT-OPM",RE
LATIVE,INTERNAL,INPUT,FIXED,54
120 OPEN #4:"TP.E.3",OUTPUT
130 INPUT #3,REC 0:A
140 INPUT #3,REC A:IP,TP,IR,TR,H
T,HL
150 ROLLO=TP/32 :: R=INT(TP/32):
: IF ROLLO>R THEN ROLLO=R+1 :: G
OTO 170
160 ROLLO=R
170 C=32
180 FOR I=1 TO ROLLO
190 PRINT #4:TAB(16);I: :RPT$(CH
R$(264),32): :
200 FOR K=1 TO A
210 INPUT #3,REC K:IP,TP,IR,TR,H
T,HL
220 IF IP+1>=C-32 THEN 270
230 IF TP+1>=C-32 THEN Z=1 :: LA
=TP-IP-LI(K):: GOTO 250
240 Z=1 :: LA=0 :: GOTO 340
250 IF LA>32 THEN LA=32 :: LI(K)
=LI(K)+LA :: GOTO 340
260 LI(K)=LI(K)+LA :: GOTO 340
270 IF IP+1<=C THEN 290
280 GOTO 240
290 IF TP+1>=C-32 THEN 310
300 PRINT "ESTE CASO NO SE PUEDE
PRESENTAR" :: END
310 IF TP+1<=C THEN 330
320 X=32*(I-1):: Z=IP+1 :: LA=C-
IP :: LI(K)=LA+LI(K):: GOTO 340
330 X=32*(I-1):: Z=IP+1-X :: LA=
TP-(IP-LI(K):: LI(K)=LA+LI(K):: G
OTO 340
340 IF TP+1<=C THEN 360
350 L=0 :: GOTO 380
360 IF TP+HT<C THEN L=HT-LH(K)::
LH(K)=L+LH(K):: GOTO 380
370 L=C-TP-LH(K):: LH(K)=L+LH(K)
380 PRINT #4:TAB(2);RPT$(CHR$(12
9),LA)&RPT$(" ",L):: RA=RA+1
390 IF K=INT(A/2+1) THEN PRINT #4
: :RPT$(CHR$(264),32): : :: GOTO
400
400 NEXT K

```

```
410 PRINT #4: :RPT$(CHR$(264),32
): :RPT$("-",32): :
420 C=C+32
430 NEXT I
440 PRINT #4: : : : :
450 CLOSE #3 :: CLOSE #4
```