

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y RECURSOS.
MÉTODO TRADICIONAL CONSTRUCTIVO VRS. PANEL DE
ESTRUCTOMALLA CON NÚCLEO DE POLIESTIRENO**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.**

POR

JUAN PABLO BERNAL BONILLA

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CÍVIL

GUATEMALA ENERO DE 1,999

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

**CUMPLIENDO CON LOS PRECEPTOS QUE ESTABLECE LA LEY DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. PRESENTO A SU
CONSIDERACIÓN MI TRABAJO DE TESIS TITULADO**

**PLANIFICACIÓN , PROGRAMACIÓN Y RECURSOS.
MÉTODO CONSTRUCTIVO TRADICIONAL VRS PANEL DE
ESTRUCTROMALLA
CON NÚCLO DE POLIESTIRENO.**

Tema que fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con
fecha 30 de marzo de 1998.

JUAN PABLO BERNAL BONILLA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL PRIMERO:	In. José Francisco Gómez Rivera.
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez.
VOCAL TERCERO:	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana.
VOCAL CUARTO:	Br. Dimas Alfredo Carranza Barrera.
VOCAL QUINTO:	Br. José Enrique López Barrios.
SECRETARIA:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas.

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN
GENERAL PRIVADO**

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR:	Ing. Mario Estuardo Arriola.
EXAMINADOR:	Ing. Raúl Marroquin.
EXAMINADOR:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco.
SECRETARIO:	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, Septiembre 22 de 1978

Ingeniero
Sidney Samuels
Jefe Departamento de Planeamiento
Escuela de Ingeniería Civil
Presente

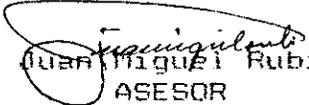
Ingeniero Samuels:

Por este medio le informo que he revisado el trabajo de tesis titulado "PLANIFICACION PROGRAMACION Y RECURSOS; METODO CONSTRUCTIVO TRADICIONAL VRS. PANEL DE ESTRUCTOMALLA CON NUCLEO DE POLIESTIRENO", desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil JUAN PABLO BERNAL BONILLA, previo a su examen de graduación profesional.

Lo encuentro bien desarrollado y de acuerdo al plan propuesto, a través del cual se muestran las ventajas de uno de los sistemas constructivos, así como el saber aprovechar las diferentes condiciones de los métodos propuestos para su evaluación.

Por lo anterior, el suscrito lo recomienda para su aprobación para que siga los trámites correspondientes.

Atentamente,

Ing.  Rubio R.
ASESOR



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 30 de septiembre de 1998

Señor Ingeniero
Jack Douglas Ibarra
Director de Escuela de Ingeniería Civil
presente

Señor Director:

El objeto de la presente es hacer de su conocimiento que he verificado el contenido del trabajo de tesis titulado **“PLANIFICACION PROGRAMACION Y RECURSOS; METODO CONSTRUCTIVO TRADICIONAL VRS. PANEL DE ESTRUCTOMALLA CON NUCLEO DE POLIESTIRENO”** presentado por el estudiante universitario **Juan Pablo Bernal Bonilla**.

Considero que el trabajo presentado ha sido desarrollado siguiendo los requisitos reglamentarios de esta casa de estudios, y de acuerdo al dictamen del asesor, Ing. Juan Miguel Rubio Romero recomiendo su aprobación e impresión para efecto de que el estudiante Bernal Bonilla sustente el examen general público para optar al título de Ingeniero Civil.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Jefe Departamento de Planeamiento



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Miguel Rubio Romero y del Jefe del Departamento de Planeamiento Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, del trabajo de tesis del estudiante Juan Pablo Bernal Bonilla, titulado PLANIFICACION, PROGRAMACION Y RECURSOS. METODO TRADICIONAL CONSTRUCTIVO VRS. PANEL DE ESTRUCTOMALLA CON NUCLEO DE POLIESTIRENO, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



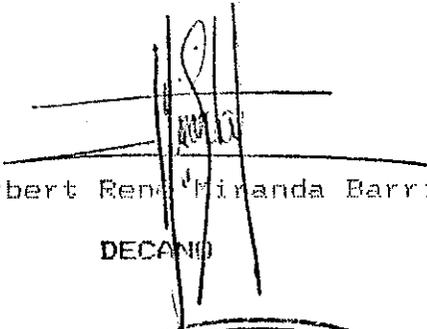
Guatemala, enero de 1,999

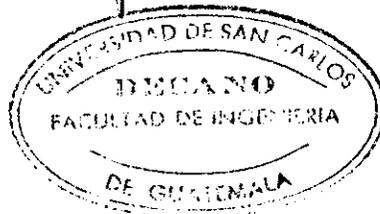


FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, al trabajo de tesis PLANIFICACION, PROGRAMACION Y RECURSOS. METODO TRADICIONAL CONSTRUCTIVO VRS. PANEL DE ESTRUCTOMALLA CON NUCLEO DE POLIESTIRENO, del estudiante Juan Pablo Bernal Bonilla, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, enero de 1,999

ACTO QUE DEDICO A :

MIS PADRES

Ing. Leovigildo Bernal Romero y
Laura Aida Bonilla con mucho cariño.
y agradecimiento.

MIS HERMANOS

Leovigildo Bernal Bonilla y
Laura Rossana Bernal Bonilla.

MI NOVIA

Nancy Carolina Gática Nuñez por su apoyo
y comprensión.

TODA MI FAMILIA.

MIS AMIGOS,

en general.

**LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA.**

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a DIOS, por sus bendiciones en los estudios y mi vida y que ilumine el ejercicio de mi profesion. A mi asesor ING. JUAN MIGUEL RUBIO, por su colaboración y ayuda en el presente trabajo de tesis.

RECONOCIMIENTOS

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron espontáneamente y brindaron su apoyo, COINDICO - MULTIVISTAS y muy especialmente a:

- Supervisor de proyecto Vistas de San Lucas: José Domingo López.
- A todo el personal operativo de los proyectos:
 - Vistas de San Lucas I.
 - Vistas de San Lucas II.
 - Vista a Volcanes I.
 - Vista a Volcanes II.
 - Vistas del Sol.

INDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES.	I
GLOSARIO.	III
INTRODUCCIÓN.	V
OBJETIVOS.	VII
ANTECEDENTES.	VIII
1. PROCESOS CONSTRUCTIVOS.	
1.1 Para viviendas tradicionales.	1
1.1.1 Materiales y procedimientos.	2
1.1.2 Equipo.	4
1.1.3 Proceso.	5
1.2. Para viviendas prefabricadas.	
1.2.1. Prefabricación	8
1.2.1.1 Definición.	8
1.2.1.2 Características.	8
1.2.1.3 Tipos de Prefabricados utilizados en la vivienda.	9
1.2.2. Descripción del sistema de panel con poliestireno.	11
1.2.2.1 Proceso de construcción.	15
2. MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN POR ACTIVIDADES.	17
2.1. Método C.P.M.	18
2.1.1. Definición del Camino Crítico.	23
2.1.2. Holguras.	24
2.1.2.1. Definición de Holguras.	25
2.2. Método P.E.R.T.	26
2.2.1 Probabilidad de cumplimiento de una finalización de un proyecto.	28
2.2.2 Análisis de la Red P.E.R.T.	
2.2.2.1 Tiempo más temprano esperado y su variancia.	30
2.2.2.2 Tiempo más tardío esperado y su variancia.	30

2.2.2.3 Nomenclatura de la Red P.E.R.T.	31
2.3. Método S.A.M.	32
2.3.1. Definición.	
3. APLICACIÓN A UN SISTEMA DE PANELES.	34
3.1 Actividades para la construcción de una vivienda.	34
3.2 Problemas de Producción.	37
3.3 Problemas de Tiempo de Ejecución.	37
3.4 Programación de una vivienda tipo.	38
3.4.1 Características.	38
3.4.2 Planta de Vivienda Tipo.	39
3.4.3 Tabulación de Datos investigados y calculados.	41
3.4.4 Tabulación del C.P.M.	44
3.4.5 Tabulación del P.E.R.T.	46
3.4.6 Comprensión del proyecto de mampostería.	48
3.4.7 Diagrama de Redes utilizando el sistema de paneles.	49
3.4.8 Diagrama de Redes utilizando el sistema tradicional.	54
3.4.9 Programación por calendario de ambos sistemas.	59
3.4.10 Resultados.	80
CONCLUSIONES.	IX
RECOMENDACIONES.	XI
REFERENCIAS.	XII
BIBLIOGRAFÍA.	XIII
APÉNDICE.	XI

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

No.	Título	Pag.
1.	Sistema de mampostería reforzada.	1
2.	Bomba de Grout.	4
3.	Vibrador de concreto.	4
4.	Componentes de la unidad de mampostería.	7
5.	Elementos del muro tradicional.	7
6.A	Viguetas de Concreto Reforzado.	10
6.B	Planchas de hormigon.	10
7.	Paredes de láminas de fibrocemento.	10
8.	Ilustración de componentes del panel de estructromalla.	12
9.	Mallas de refuerzo del sistema de paneles.	14
10.A	Secuencia de la red C.P.M.	19
10.B.	Orden de actividades en la red C.P.M.	19
10.C.	Orden de eventos red C.P.M.	19
11.	Nomenclatura del C.P.M.	23

12.	Curva de Distribución.	28
13.	Nomenclatura del P.E.R.T.	30
14.	Planta de Vivienda a evaluar.	40
15.	Ejemplos de secciones de paneles.	41

GLOSARIO

Actividad	Facultad de obrar o desarrollar una acción, entre dos eventos consecutivos.
Actividad Ficticia	Acción de continuidad en una secuencia de actividades que no consume tiempo ni recursos.
Aplomar	Examinar con la plomada si lo que se está contruyendo cumple con la verticalidad.
Aleatorio	Depende de un suceso fortuito, elección al azar.
Electrosoldado	Soldadura hecha con procedimientos eléctricos de fábrica.
Estructromalla	Plancha de acero longitudinal en ambos sentidos de acero galvanizado colocadas por ambas caras del poliestireno, de calibre y separación según tipo de panel.
Fibro cemento	Láminas de cemento reforzado con fibras.
Grout	Es una mezcla de cemento portland, arena, grava y agua mezclado para consistencia de fluido de manera que tenga un asentamiento de 8 a 10 pulgadas.
Groutear	Acción de aplicar el grout dentro de los agujeros de las unidades de mampostería.
Holgura	Tiempo adicional que tienen las actividades de un proyecto que al retrasarse no afecta la duración total del proyecto.

Mampostería Reforzada	Material que se une con aglomerantes y al mismo tiempo tiene refuerzos de acero para resistir esfuerzos tensionales y cortantes.
Mortero	Mezcla cementante que se compone de cemento portland y arena.
Poliestireno	Es un material termoplástico derivado de la industria petroquímica de estructura celular cerrada y no tóxico.
Revoque	Acción de lanzar mortero a muros y cielos. Un revoque de mortero puede ser de 2.5 cms en adelante dependiendo del diseño.
Sisa	Unión entre dos unidades de mampostería, juntas verticales y horizontales.

INTRODUCCIÓN.

A través de los años el hombre tiende a tratar de minimizar los recursos y tiempos invertidos para producir algo.

En el campo de la construcción, aunque es un área que se resiste a los cambios e innovaciones, en Guatemala es notorio que elementos prefabricados como losas de entepiso y techos prefabricados que se introducen en el país a principios de los años ochenta son lentamente aceptados.

Estos elementos son hoy en día comunes en toda construcción de losas, en este caso si se ha logrado desplazar paulatinamente a la losa tradicional no por ser está de mala calidad o deficiente, sino que los nuevos sistemas presentan disminución de tiempo de ejecución en la obra, fácil colocación, y es un sistema práctico de construcción.

El ingeniero hoy en día debe analizar cada sistema nuevo que ingresa al mercado, evaluarlo técnica, social y económicamente.

Sólo así estará en posición de garantizar una solución profesional, inteligente y factible a una necesidad específica de construcción ya sea educativa, habitacional, de salud, industrial o comercial.

El presente trabajo de tesis va enfocado a analizar una edificación utilizando dos sistemas constructivos y evaluar la eficiencia de los tiempos de ejecución de la obra. Se desarrollará el tiempo de ejecución de cada actividad utilizando sistemas tradicionales, más específicamente mampostería reforzada (Block de 0.14*0.19*0.39, uniendo las juntas con mortero, mochetas y columnas de concreto reforzado, losa plana de techo final); dichas actividades son parte de redes que se utilizará como elementos en los métodos de programación de proyectos como lo son el C.P.M ("Critical Path Method" ó método de la ruta crítica); El P.E.R.T. ("Program Evaluation and Review Technique", ó técnica de evaluación y revisión de proyectos.) y el método alternativo S.A.M, que tiene una estrecha relación con el C.P.M, ya que es una reducción o comprensión de redes del mismo. Dicho método

que presentado en un trabajo de tesis de doctorado del Ing. Nicolai Siemens, presentado bajo el título de : "A simple CPM Time-Cost Trade off Algorithm".

Al evaluar los tiempos de ejecución determinados por los métodos de programación se verificará el tiempo total de ejecución de la obra en construcción tradicional.

El sistema opositor en la evaluación de tiempo de ejecución total de la obra será un innovador sistema de construcción que ha tomado fuerza en Guatemala "Sistema de Paneles de Estructomalla con Núcleo de Poliestireno".

Los dos sistemas se verificarán en cuanto al tiempo total empleado en la construcción de la edificación para luego verificar si el nuevo sistema logra disminuir significativamente los tiempos, disminuyendo costos y recursos invertidos.

El déficit habitacional existente en Guatemala, la globalización y la industrialización del sector de la construcción ha provocado que se investiguen, produzcan y utilicen nuevos materiales y formas de construir prácticas, eficientes estructuralmente, cómodas para el ser humano y se busque tanto economía como disminución de tiempos de ejecución, que invariablemente es un ahorro de costos y recursos.

El presente trabajo es un estudio comparativo entre dos sistemas constructivos, el sistema tradicional de mampostería reforzada y el panel de estructomalla con núcleo de poliestireno.

Al comparar los tiempos de ejecución de una vivienda se evalúan los resultados tanto con el sistema tradicional como con el sistema de paneles, para luego establecer el sistema más eficiente en lo que a tiempos y programación se refiere.

El acelerado ritmo de vida del ser humano hace que el ahorro de tiempo de procesos y sistemas sean optimizados continuamente para cubrir la demanda de construcción así como el déficit residencial en Guatemala.

El mismo es alto y requiere de aumentar nuestra capacidad de trabajo y que estas nuevas opciones satisfagan las necesidades de la población y eficiencia de los recursos del ingeniero constructor.

Objetivos.

Entre los principales objetivos del presente trabajo estan:

1. Determinar todas las actividades necesarias para la culminación de un proyecto de construcción determinado.
2. Establecer la diferencia de actividades en ambos sistemas.
3. Verificar mediante tiempos conocidos y otros establecidos en estudios preliminares y parciales, principalmente en el sistema de paneles, los parámetros a utilizar en el listado de tareas y actividades.
4. Utilizar el método de programación de la ruta crítica , haciendo uso de sus herramientas; diagrama de flechas, tiempo de terminaciones y holguras.
5. Utilizar el método P.E.R.T. con sus tiempos y su aplicabilidad para predecir los objetivos y determinar el menor tiempo en alcanzar el final del proyecto.
6. Utilizar los métodos en la edificación con las dos alternativas: sistema tradicional y de paneles.
7. Comparar los resultados de los dos análisis.
8. Establecer el tiempo total de ejecución de la obra civil.
9. Establecer el sistema más efectivo en lo que a planeación, programación y recursos se refiere.
10. Evaluar resultados con miras a la recomendación de una nueva opción efectiva para el problema habitacional en Guatemala.

Antecedentes.

El tema de los prefabricados no es nuevo y aunque estos sistemas son introducidos continuamente al mercado, algunos son más aceptados que otros.

Se han hecho análisis de las ventajas sociales, técnicas y económicas de los sistemas prefabricados en Guatemala.

La contribución de los diferentes sistemas de prefabricación ya han sido estudiados anteriormente, en 1975 en una tesis de esta facultad del ingeniero Bruno Mertins Luna titulada "PREFABRICADOS" en la que se reconoce que una ventaja desde el punto de vista de la ingeniería económica es que conforme aumenta la mecanización del proceso productivo aparece una mayor productividad o lo que es lo mismo, disminuye el tiempo necesario para la ejecución del producto.

Lógicamente al aumentar la producción una de los efectos es la disminución de recursos invertidos (especialmente recursos humanos, costos indirectos, almacenamiento de materiales, etc).

La aplicación de los métodos de C.P.M y P.E.R.T utilizados en la industria de la construcción busca un ordenamiento lógico de las tareas o actividades, con el objetivo de minimizar tiempos y costos.

Estos métodos se han aplicado a ejecuciones de obras civiles y son necesarios para establecer los objetivos mediatos e inmediatos , metas finales y valuación del progreso así cómo establecer principios de planeación fundamentales y determinar los mecanismos necesarios de control para la selección del curso de acción que ha de tomarse para el logro del objetivo principal.

El objetivo principal del ingeniero es construir de manera eficiente, profesional, factible, económica y con el mínimo de recursos sin afectar la calidad, seguridad, utilidad y durabilidad de la obra para la necesidad que fue prevista.

1. Procesos Constructivos.

1.1 Para Viviendas Tradicionales.

El sistema tradicional es de todos conocidos, sin embargo vamos a describir algunas de las características de este sistema utilizado para la vivienda, más específicamente se trata del sistema la mampostería reforzada.

El sistema estructural que ha evolucionado. La introducción de varillas de acero de refuerzo dentro de las paredes de mampostería cambió a través del tiempo la imagen de la mampostería de un "sistema empírico" a un "sistema estructural de ingeniería".

Este sistema ha utilizado los principios generales del concreto reforzado.

Los supuestos de diseño de tensión elástica del trabajo del concreto reforzado se aplican a la mampostería reforzada, ya que ambos materiales utilizan acero para resistir las fuerzas tensionales y concreto o mampostería para resistir las fuerzas de compresión.

La mampostería puede ser piedra bruta, block de concreto o ladrillo que se une con una composición de materiales cementantes llamado mortero. (figura 1)

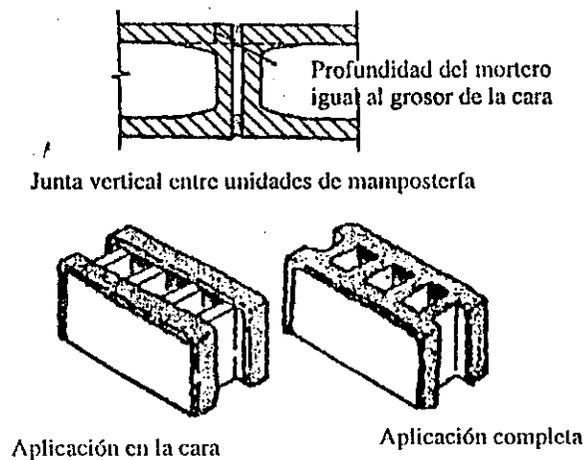


Fig. 1. Elementos de la unidad de mampostería

Los componentes principales para desarrollar el sistema son:

- Equipo.
- Materiales.
- Procedimientos y Recomendaciones.
- Proceso.

1.1.1 Materiales y Procedimientos.

A. Unidades de Mampostería con celdas vacías (Block)

Todas las sisas verticales y horizontales deben llenarse sólidamente con mortero a una distancia desde la cara del block no menor que el grosor de dicha cara.

B. Mortero.

El Mortero se mezcla en el sitio de trabajo por un período de tiempo no menor de tres ni mayor de 10 minutos, en una mezcladora mecánica.

Esto garantiza la dosificación correcta del mismo, así cómo consta de proporciones de arena, cal y cemento que deben ser medidas cuidadosamente en base a los requerimientos y normas.

Al realizar una correcta supervisión se logra un mortero de calidad, ya que éste realiza dos funciones, separa las unidades entre sí y las mantiene unidas integralmente.

El mortero consistirá, en una mezcla de materiales cementantes y agregado a los cuales se les ha añadido suficiente agua y aditivos, si los hay, para lograr una consistencia plástica manejable.

C. Grout

Es una mezcla de cemento portland, arena, grava y agua mezclado para consistencia de fluido, de manera que tendrá una asentamiento de 8 a 10 plg. El Grout se vierte en los agujeros de las unidades de mampostería para unir el acero de refuerzo y la mampostería en un sistema estructural.

D. Madera.

La madera es utilizada para las formaletas de vigas, columnas, losas planas, así cómo para el entarimado de la losa final, por medio de parales generalmente de 3"*3".

Aunque últimamente éstos han sido reemplazados por secciones tubulares con soportes metálicos y formas de extenderse, con la función de resistir cargas compresión en la formaleta de la losa de entepiso o techo final.

1.1.2 Equipo

- Mezclador de Barril o Tambor para Grout. (figura 2)
- Vibrador de Grout. (figura 3)
- Herramientas de Albañilería.

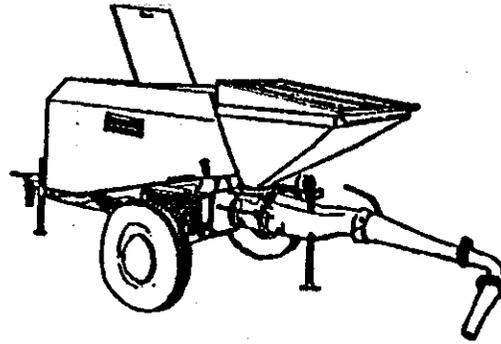


Fig. 2. *Bomba de Grout*

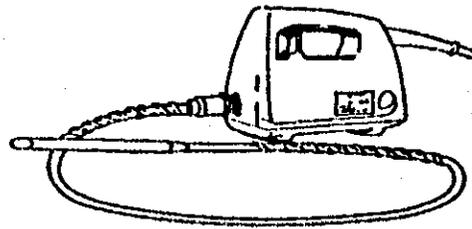


Fig.3 *Vibrador de grout*

1.1.3 Proceso.

En primer lugar se debe determinar lo siguiente:

- Todas las dimensiones
 - Ubicación de todas las aberturas de pared (ventanas y puertas).
 - Posición del refuerzo vertical.
 - Métodos para groutear.
 - Mezclas de morteros.
 - Patrones de adherencia.
 - Secuencia General de la Construcción.
-
- A. Los materiales de mampostería deberán ser almacenados de manera que al momento de utilizarlos estén limpios y estructuralmente adecuados para el uso que se pretende.
 - B. Todo refuerzo deberá estar libre de óxido u otro revestimiento que pueda inhibir la adhesión del mismo.
 - C. El método para dosificar los materiales del mortero y el grout será tal que las proporciones de los materiales puedan controlarse.
 - D. Previamente construir el tipo de cimentación, según diseño así como la profundidad del mismo.
 - E. Establecer las hiladas de block necesarias desde esta profundidad hasta el nivel de terreno donde se construirá la edificación, si se trata de cimiento corrido o losa de cimentación (plancha de concreto reforzado en toda la extensión), si este fuera el caso.
 - F. Instalaciones sanitarias y de agua potable.
 - G. Construcción de una solera de humedad o junta de humedad a partir de la cual se procederá al levantado del muro de la obra (concreto reforzado).

- H. Todas las sisas verticales y horizontales de las unidades (Blocks) son rellenasas sólidamente con mortero, a una distancia de la cara del block no menor que el grosor de dicha cara(figura 5)
- I. Determinar altura de soleras intermedias y sus dimensiones según cálculo de corte en muros.
- J. Fundir soleras intermedias.
- K. Seguir con el procedimiento detallado en d.
- L. Trazar hilo en cada hilera de block para asegurar la centralidad y verticalidad del muro de carga.
- M. Armar solera final o de corona.(concreto reforzado)
- N. Fundir columnas.
- O. Entarimado para Losa .
- P. Armado de Losa de concreto reforzado.
- Q. Fundición.
- R. Terminación de Paredes.
- S. Aplicación de revestimiento.

Éstas son las etapas generales del sistema y no representan las actividades específicas que se deben ejecutar para desarrollar el sistema. En el capítulo 4 se desglosará todas las actividades que son consecuencias de las tareas anteriores y se verificará lo importantes de cuán detallado debe ser dicho análisis para lograr una objetividad en la programación y planeación de la obra.

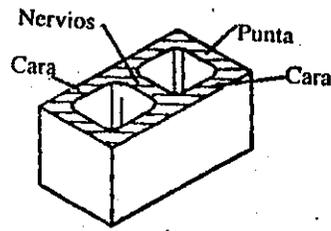


Fig.4. Componentes de la U.Mampostería.

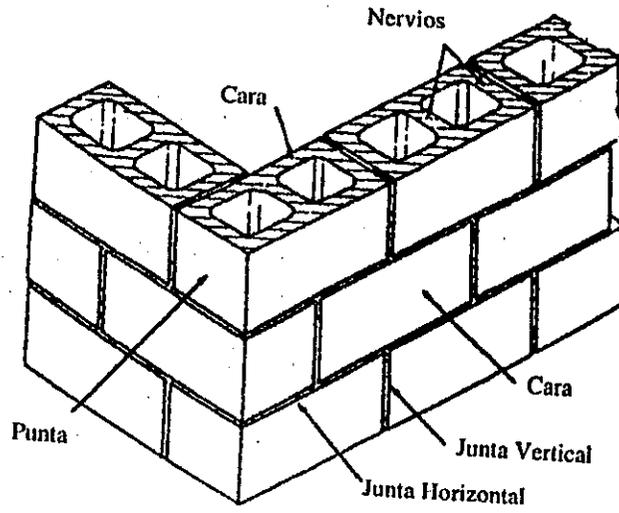


Fig.5. Elementos del muro

1.2 PARA VIVIENDAS PREFABRICADAS.

1.2.1. PREFABRICACIÓN.

1.2.1.1 Definición.

Una vivienda prefabricada es aquella que tiene muros, divisiones, techos y tejados, compuestas de secciones o paneles de diferente tamaño que han sido fabricados en una factoría con anterioridad a su erección sobre los cimientos del edificio, en contraste con la vivienda construida convencionalmente, pieza por pieza, "in situ". (Prefabricated Manufacturers Institute and U.S. Department of commerce. 1947).

Construcción prefabricada es aquella cuyas partes constitutivas son en su mayoría ejecutadas en serie y en taller, con la precisión de los métodos industriales modernos para formar un sistema constructivo coherente y satisfactorio según sea su destino, con condiciones normales de resistencia, aspecto, habilidad, confort y duración con un mínimo de entretenimiento. (Unión Sindical de Prefabricación de Francia, 1947).

1.2.1.2 Características.

Esta construcción debe poder, en razón de una fase de montaje preciso y detallado, ser ejecutada por mano de obra no especializada, rápidamente, sin esperas, retoques ni modificaciones, por medio de operaciones simples de montaje, presentación y unión, reduciendo a un mínimo el trabajo de acabados.

1.2.1.3. Tipos de Prefabricados Utilizados en la Vivienda.

- Panel de hormigón
- Piezas de concreto (Postes, planchas, angulares)
- Paneles de láminas de cemento reforzado con fibras
- Viguetas de concreto reforzado y preesforzado para losa (fig.6.A).
- Armaduras de columnas cimientos y vigas.
- Panel de estructromalla con núcleo de poliestireno.

En el caso del panel de hormigón, cómo se ha señalado, son planchas de medidas comerciales, sobre la base de manejo y transporte dependiendo de la empresa o mercado del producto. (fig.6.B).

Éstas se superponen una sobre otra hasta alcanzar determinada altura y delimitadas lateralmente por postes de concreto que sirven de soporte y tope de las mismas.

Postes y angulares son secciones de concreto reforzado, específicamente los angulares en secciones "L" que funcionan de esquineros para cambiar la dirección del muro en 90 grados, para limitar, por ejemplo, un área rectangular. Las planchas funcionan para cerrar y delimitar espacios y soportar determinadas cargas de compresión y flexión.

Las paredes de láminas de cemento reforzado con fibras están conformadas de una estructura de perfiles livianos de un espesor mínimo de 0.6 mm. (calibre 24) para paredes sin carga, unidos entre sí a los cuáles se fijan las láminas. (figura 7).

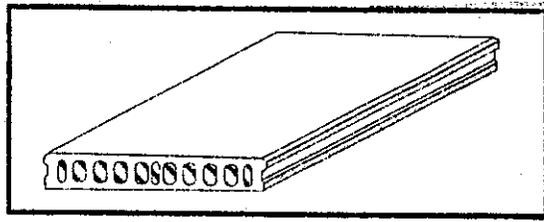


Fig. 6B. Planchas de hormigón.

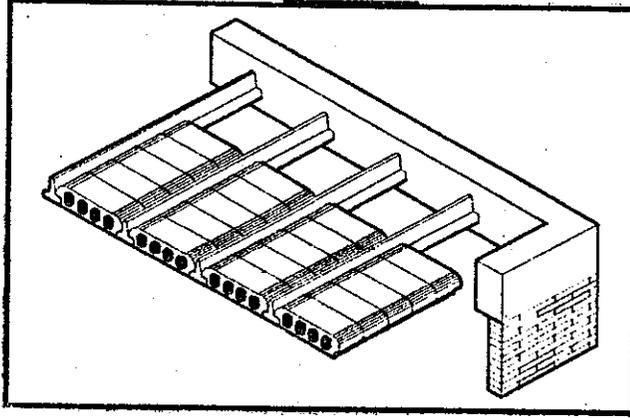


Fig. 6C. Viguetas y Bobedilla.

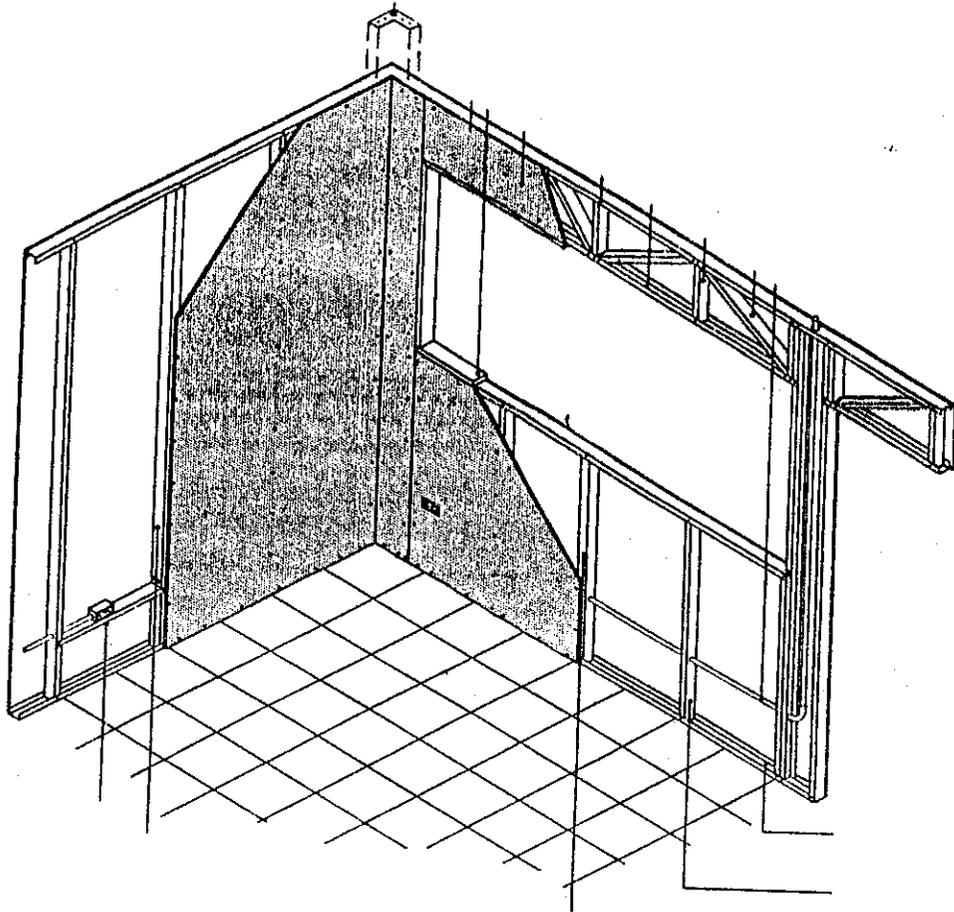


Fig. 7. Láminas de Fibrocemento.

1.2.2 Descripción del Sistema de Panel de Estructromalla con núcleo de Poliestireno.

El panel consiste en una estructura tridimensional de alambre de acero, formado por armaduras verticales continuas, separadas a determinada distancia, con tiras de espuma de poliestireno expandido de un determinado espesor. Las armaduras están unidas a lo ancho del panel con alambres horizontales electrosoldados.

La retícula de alambre está separada a una determinada distancia del poliestireno para permitir el agarre del mortero aplicado en cada cara del panel después de su erección. (figura 8)

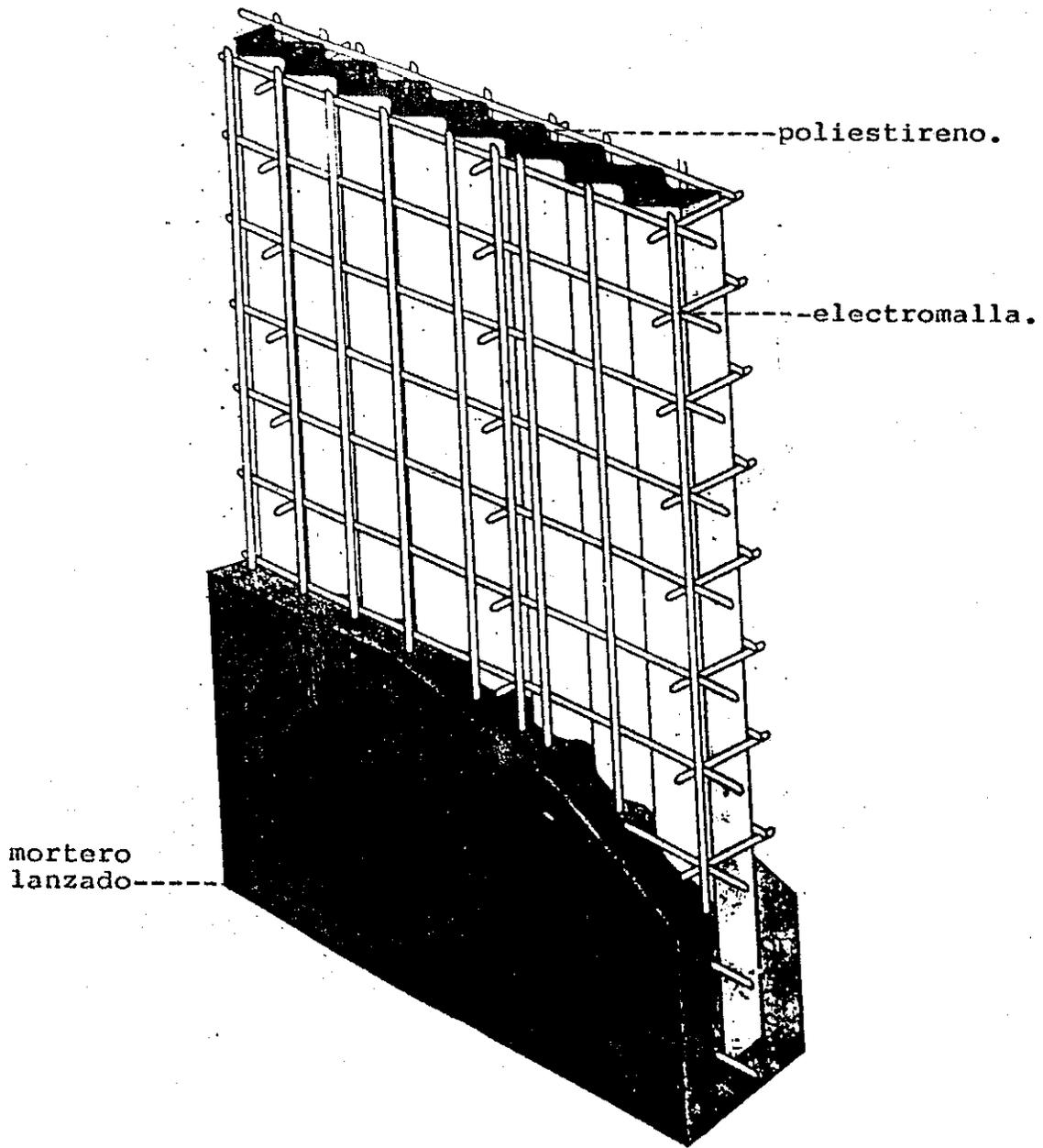


Fig.8.Sistema de panel.

La novedad y ventaja principal del panel consiste en la posibilidad de utilización, es más ligero y fácil de manejar que el ladrillo o block.

Según el distribuidor, así realizan el panel.

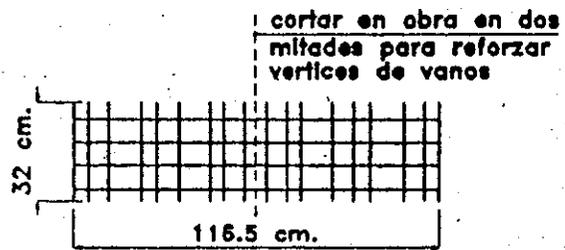
- A. El alambre de acero puede ser de calibre 14, 12 o 10.
- B. Las armaduras verticales son continuas de 76 mm.
Pueden estar fabricados en medidas de 1.22*2.44 mts, de 1.20*2.40 mts, 1.20*2.44 o la medida deseada por el interesado.
- C. El espesor del panel será del tipo simple de 55 a 57 mm.
- D. El recubrimiento por ambas caras será de 22 a 29 mm.
- E. El espesor de muro terminado es de 95 a 100 mm.
- F. El espesor de losa terminada de 125 mm.
- G. Mallas de refuerzo: configuradas con alambre trefilado calibre 2.5 mm. Se utilizan para reforzar vanos y encuentros en ángulo entre paneles, dando continuidad a la malla estructural. Se fijan al panel con amarres alternados utilizando alambre # 18 o grapas. (figura 9)
Por las características de diseño en una vivienda se necesitará el panel de tipo simple descrito en la figura anterior.

MALLA PLANA MP:

- Refuerza (en 45°) vértices de vano.
- Reconstituye mallas cortadas.
- Eventuales empalmes entre paneles.

Rendimiento estimado:

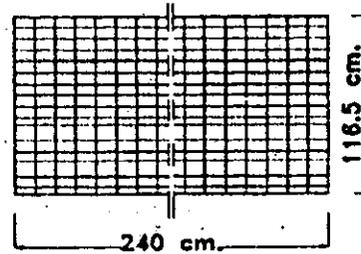
- 2 unid. por puerta.
- 4 unid. por ventana.



MALLA COMPLETA DE REFUERZO MCR:

- Reconstituye malla de paneles curvados.
- Aplicaciones varias.

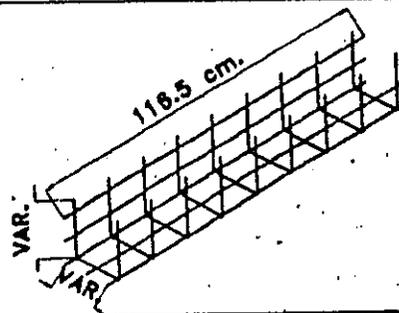
Rendimiento variable.



MALLA U MU:

- Refuerza contornos de vano.

Rendimiento estimado:
4 unid. por vano.



MALLA ANGULAR MA:

- Refuerza encuentro en esquina.

Rendimiento estimado:
4 unid. por esquina.

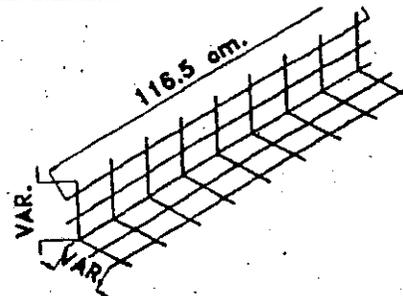


Fig.9. Refuerzos del sistema

1.2.2.1 Proceso de Construcción.

Etapas Generales.

- A. Fundaciones con alambre de 60cms, según diseño, preembutidos en el tipo de cimentación.
- B. Montaje de paneles de muro con colocación de mallas de refuerzo
- C. Aplomar con guías y puntales.
- D. Anclajes para marcos de vanos.
- E. Montaje de paneles de cubierta.
- F. Trazado y colocación de instalaciones.
- G. Recepción de alineación, plomo, refuerzos e instalaciones.
- H. Primer revoque o capa de mortero.
- I. Segundo revoque de mortero.
- J. Entarimado y revoque estructural de losa de cubierta.
- K. Retiro de entarimado.
- L. Segundo revoque en cielos.
- M. Colocación de maestras o guías en muros y cielos.
- N. Terminación de paredes.
- O. Aplicación de revestimiento.
- P. Terminaciones.

Equipo.

- Revocadoras de concreto(fig9.)A).
- Herramientas de albañilería.
- Vibrador de gruta.
- Compresor de 7 caballos de fuerza.

Materiales.

- Mortero.
- Paneles de Poliestireno con malla electrosoldada.
- Parales de metal de forma tubular.
- Formaletas de secciones de metal para cimentación.
- Madera para andamios.
- Mallas de refuerzo. (alambre # 18)

2. MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN POR ACTIVIDADES.

Introducción.

En la actualidad es necesario en todo lo relacionado a la industria de la construcción, llevar un ordenamiento lógico de las actividades y una programación previa de éstas, con el objeto de llegar a tener metas inmediatas, logrando una minimización de tiempos y costos.

Más concretamente se referirá a métodos de análisis de redes, los cuales permiten cumplir con las funciones administrativas de organización, dirección, planeación y control en la elaboración de un proyecto, desarrollo y ejecución así como el tiempo necesario en la culminación del mismo.

Los métodos que se explicarán oportunamente son un instrumento fundamental, ya que dan precisión, información en el instante del grado de avance físico en que se encuentra la obra y ayudan a prevenir y superar las demoras eficientemente.

Al realizar un proyecto de construcción hay que combinar determinados medios disponibles, secuencia de los trabajos y procesos involucrados.

Se deben tomar en cuenta condiciones técnicas, plazos determinados, los procesos parciales y la aplicación de los factores de producción que son, primordialmente, la mano de obra, maquinaria y todos los instrumentos utilizados en los procesos mencionados anteriormente.

2.1. Método C.P.M (Camino Crítico).

(Critical Path Method)

Se desarrolló en Estados Unidos entre los años 1957 - 1959, por los técnicos de la compañía DU PONT, J.M. Kelly y M.R. Walker, buscando la mejor forma de planificar y programar la construcción de sus plantas químicas, logrando buenos resultados.

Esta basado en cálculos hacia delante y hacia atrás, las actividades son evaluadas en función del tiempo; el más temprano; el más tardío, tiempo de principio, tiempo de fin de las diferentes actividades, así se determina el camino crítico.

El diagrama de red del C.P.M. está formado por flechas y círculos que representan actividades y eventos.

Actividad:

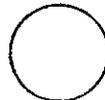
Es una flecha que representa el trabajo que está siendo efectuado, colocar block, colocar paneles, hacer concreto etc. El principio de la actividad es representado por la cola de la flecha, y el fin por la punta de la misma.



Una actividad es determinada por el principio del evento , el fin del evento y la duración de la actividad.

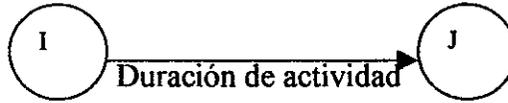
Evento:

Un círculo representa un punto en el proyecto donde una actividad principia o finaliza.



Red.

La red es una matriz de conexiones lógicas de diferentes actividades, el evento final de la actividad precedente debe ser el evento de principio de la actividad subsecuente.



Construcción de Redes.

- A. Un evento no puede retornar a otro si éste ya ha sucedido o se ha ejecutado, entonces un regreso en círculo no es permitido. (figura 10.A)
- B. Dos eventos consecutivos pueden ser conectados con una sola actividad. (figura 10.B).
- C. La manera correcta de desarrollar una red. (figura 10.c)

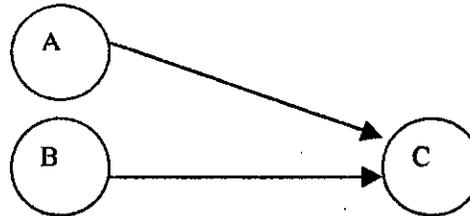


Fig.10.a

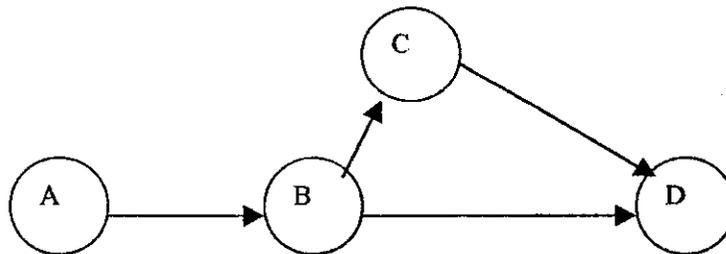


Fig. 10.b y 10.c

Actividades ficticias:

Para cumplir con las reglas del análisis de redes, es necesario crear algunas veces actividades de conexión entre dos eventos pero que no consumen tiempo, y se muestra en los diagramas con una flecha punteada.

**Fecha de principio:**

Las fechas y cálculos de tiempo de una red, están relacionados con la fecha de principio del evento, en el inicio de la fecha se denota cero en el proyecto.

Cálculos hacia adelante:

El tiempo que se lleva un proyecto en total, es simplemente la suma de todos los tiempos de las actividades en una red; si la red tiene varios ramales, el proceso de adición se lleva a través de los ramales.

Cuando los diferentes ramales retornan al camino principal, el brazo o ramal con mayor consumo de tiempo, debe ser utilizado para el cálculo.

El cálculo de la red hacia adelante da el tiempo más temprano o fecha de principio de la actividad y el tiempo más temprano del final de dicha actividad, y para el evento proporciona el tiempo más temprano o la fecha más temprana del principio, se sigue que el final más temprano de este evento, debe ser igual a la fecha o tiempo más tardío que sea posible de las actividades.

La fecha de principio del evento final de la red, determina el tiempo más temprano en que el proyecto puede ser finalizado.

Cálculos hacia atrás:

La segunda parte de los cálculos que se realizan en una red, son los cálculos hacia atrás, éstos son el reverso de los cálculos hacia adelante. En este caso, los tiempos de las diferentes actividades se sustraen de la actividad final.

Cuando la red se parte en varios ramales, los cálculos hacia atrás deben ser hechos de acuerdo al camino en que la red señala que se ha bifurcado.

Convergencia:

Los cálculos se continúan separadamente, a lo largo de cada brazo o ramal desde el fin del proyecto hasta el principio del mismo.

Divergencia:

Cuando se da este caso, se toma en consideración, el brazo con el resultado más pequeño, de los cálculos para continuar en la red.

Al principiar en el evento final, los cálculos hacia atrás, proveen la fecha más tardía para principiar cada evento.

Camino crítico:

Al realizar una red, los círculos contienen dos números, el número contenido en el semicírculo de la izquierda es el resultado de los cálculos hacia delante y el número del lado derecho, es el resultado de los cálculos hacia atrás. Cuando los números son sustraídos uno del otro, la diferencia da el tiempo de holgura. Si ambos números son iguales, la sustracción es cero y este tipo de eventos son conocidos como eventos críticos del proyecto, y la cadena de estos eventos, son los que forman la ruta o camino crítico; y van de principio a fin del proyecto.

Actividades críticas:

El resultado más importante es obtener los eventos y actividades críticas y no críticas. Una demora en alguna de las actividades críticas representa el atraso de todo el proyecto.

Acortamiento del tiempo en todo el proyecto:

Existen dos posibilidades:

- 1) Reducir el tiempo de actividad empleando más recursos como mano de obra o mayor maquinaria y equipo.
- 2) Ejecución en paralelo de actividades que antes eran en secuencia.

2.1.1 Definición del camino crítico.

Es la ruta más larga del diagrama en términos de tiempo, es la cadena de actividades cuya realización consume más tiempo. Los tiempos considerados son:

- 1) **Tiempo de Terminación más Temprana:** Es la fecha más próxima en que un evento puede realizarse. Se calcula recorriendo el diagrama de izquierda a derecha, recorriendo el diagrama en sus diferentes rutas, sumando acumulativamente los tiempos, cuando a un mismo evento llega más de una actividad, se toma el mayor valor.
- 2) **Tiempo de Terminación más Tardía.** Es la fecha extrema o la última fecha aceptable en que un evento puede ser realizado sin atrasar el proyecto. Se calcula de derecha a izquierda restando acumulativamente y cuando se converge en un evento se toma el menor.

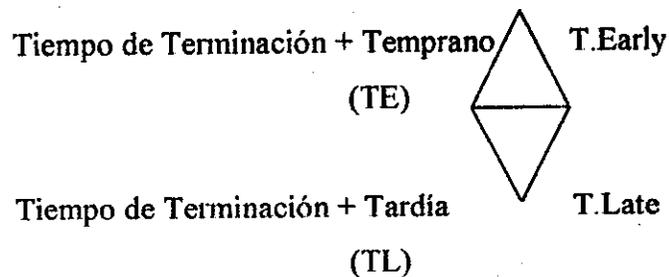


fig.11. Nomenclatura del C.P.M.

2.1.2. Holguras.

Las actividades que no son del camino crítico cuentan con mayor tiempo para su terminación. Sus tiempos de inicio y terminación limitados por los tiempos de los eventos, pueden ser alterados sin afectar la duración del proyecto. Éstas se utilizan como margen de seguridad, equilibrio de las necesidades de mano de obra o atraso en la aplicación de los recursos.

Denotando la simbología de la actividad del evento "i" al evento "j".

Tipos de Holguras:

T_i^e = Tiempo de terminación más temprana del evento inicial "i" de la actividad i - j.

T_j^e = Tiempo de Terminación más temprana del evento final "j" de la actividad i - j.

T_i^l = Tiempo de terminación más tardía del evento inicial "i" de la actividad i - j.

T_j^l = Tiempo de terminación más tardía del evento final "j" de la actividad i-j

H.T. = Holgura Total.

H.L. = Holgura Libre.

H.I. = Holgura independiente.

H.D. = Holgura de Interferencia.

d = duración normal de la actividad.

2.1.2.1 Definiciones de Holguras.

A) H.T. : Es el tiempo adicional disponible para terminar una actividad si todas las precedentes se inician lo más temprano y las siguientes lo más tarde.

$$H.T. = T_j^l - T_i^e - d$$

B) H.L. : Es el tiempo adicional en que puede extenderse una actividad sin afectar el comienzo más próximo de cualquier otra actividad subsiguiente del proyecto.

$$H.L. = T_j^e - T_i^l - d$$

C) H.I. : Es el tiempo en que una actividad puede atrasarse, sin importar el estado de las actividades precedentes o siguientes.

$$H.I. = T_j^e - T_i^l - d$$

D) H.D. : Cuando el inicio de una actividad se retrasa un tiempo mayor que holgura libre, pero igual o menos que su holgura total, el proyecto no se retrasará, pero ocasionará interferencia en el inicio de alguna actividad subsiguiente.

$$H.D. = H.T. - H.L.$$

2.2 Método P.E.R.T. (Técnicas de evaluación y control de programas). (Progress Evaluation and Review Technique).

Este método se basa en cálculos muy exactos, orientados hacia el tiempo. En adición en los cálculos hacia delante y hacia atrás, hay una estimación del tiempo optimista, pesimista y realista. Entonces se obtiene el tiempo u ocurrencia más temprana, y el tiempo tardío del principio y del fin de cada actividad, así como las holguras de las actividades.

El P.E.R.T. se orienta, principalmente, hacia la evaluación del progreso de un proyecto, que pone de manifiesto los problemas reales o potenciales, predice la objetividad de alcanzar las metas y determina el menor tiempo en el que puede realizarse.

La precisión del método no está basada en una sino en tres estimaciones de fecha de terminación, y éstas son:

- A) Tiempo Realista.
- B) Tiempo Optimista.
- C) Tiempo Pesimista.

Tiempo Realista:

Es el tiempo estimado en el cual la actividad debe ser completada según la realidad.

Tiempo Optimista:

Para calcular este tiempo se toman en cuenta factores como la calidad de la mano de obra, la capacidad de la maquinaria y equipo, y es aquel tiempo en el cual la actividad puede ser completada con mayor rapidez.

Tiempo Pesimista:

Es exactamente lo opuesto al tiempo optimista, y es el periodo más largo de tiempo que puede consumir una actividad determinada.

De estos 3 valores, se toma un valor medio ponderado como consecuencia de una fórmula probabilística; que es el tiempo esperado (TE).

$$TE = \frac{TO + 4TR + TP}{6}$$

en la que:

TE= Tiempo Esperado.

TO= Tiempo Optimista.

TR= Tiempo Realista.

TP =Tiempo Pesimista.

La distribución de tiempo que supone el P.E.R.T. para una actividad es una distribución Beta.

Los tiempos optimistas y pesimistas proporcionan una medida de la incertidumbre inherente en la actividad, incluyendo desperfectos en el equipo, disponibilidad de mano de obra, retardo en los materiales y otros factores.

La medida de la incertidumbre en la duración de las actividades está dada por la desviación estandar cuya expresión la siguiente:

$$v = \frac{TP - TO}{6}$$

Otro valor importante es la variancia, la cual expresa, en cierta medida, cuál es la situación de los valores extremos respecto al valor medio.

La expresión de la variancia para esta distribución es:

$$VE = \left[\frac{TP - TO}{6} \right]^2$$

En donde:

VE = Variancia (cuadrado de la desviación estándar)

TP = Tiempo pesimista.

TO= Tiempo Optimista.

Como la desviación estandar mide incertidumbre, mientras más pequeña sea el intervalo, más cierta será la duración de la actividad.

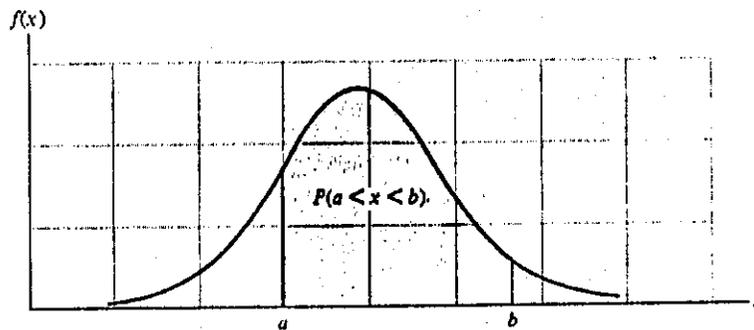
La certeza en la duración de una actividad es solamente cuando la desviación estándar y la variancia son nulas o sea cuando las tres estimaciones de tiempo son iguales.

2.2.1 Probabilidad del cumplimiento de una fecha programada.

Es posible calcular la probabilidad de completar una actividad en el plazo programado empleando la variación de tiempos esperados y las tablas de distribución normal de probabilidades.

Recuérdese que la probabilidad que una variable aleatoria continua tome un valor en el intervalo "a" a "b", es el área bajo la función de densidad de probabilidad, entre los puntos "a" y "b".

Demostrando teóricamente la función de "x" con respecto a las variables aleatorias continuas se tiene la probabilidad $P(a < x < b)$. (figura 12).



Probabilidad $P(a < x < b)$ para una variable aleatoria distribuida normalmente

Fig.12. Curva de Distribución Normal.

La ecuación para la distribución normal depende de los valores numéricos x y μ .

Como la curva normal es simétrica respecto a su media aritmética(el dato más probable que ocurra); la mitad del área bajo la curva se encuentra a la

izquierda de la media, y la otra mitad a la derecha, como se ve en la figura.

También debido a la simetría, se podrá simplificar la tabla de las áreas bajo la curva listándolas entre la media y un número especificado de desviaciones estándar a la derecha de μ .

Las áreas a la izquierda de la media se pueden calcular utilizando el área correspondiente e igual a la derecha de la media. La distancia de un valor "x" cualquiera a la media aritmética μ es $(x-\mu)$, al expresar esta distancia en unidades de desviaciones estándares ν , se tiene que

$$Z = \frac{x - \mu}{\nu}$$

Al analizar el parámetro "Z" en el P.E.R.T. se notará que "x" es el valor de la fecha que se programó y que se denotará por TS, μ es para el P.E.R.T es el tiempo esperado TE, que resulta del cálculo de un promedio de las tres estimaciones mencionadas.

Finalmente la ν representa las desviaciones estándares con respecto a TE; se tendrá entonces la transformación de la fórmula en:

$$Z = \frac{TS - TE}{\nu TE}$$

En donde:

Z = valor de la función típica(área).

TS = fecha programada.

νTE = Suma de las variancias de las actividades con el cálculo de Te y extrayendo la raíz cuadrada de la suma total.

2.2.2 Análisis de la Red P.E.R.T.

2.2.2.1 (Tiempo más temprano esperado (TE^e) y su variancia (VE^e))

Tomando el tiempo medio esperado de las actividades se calcula el camino crítico, tal como se ha hecho en el C.P.M.. A cada uno de los tiempos se les liga su correspondiente variancia de cada evento y se suman las variancias de las actividades que determinan los eventos.

2.2.2.2 (Tiempo más tardío esperado (TE^l) y su variancia (VE^l))

Para efectos de programación real de los tiempos para eventos o riesgos específicos, se determinan los tiempos de terminación más tardíos esperados, calculándose de la misma forma que los tiempos de terminación más tardío del C.P.M.

2.2.2.3 Nomenclatura de la red P.E.R.T.

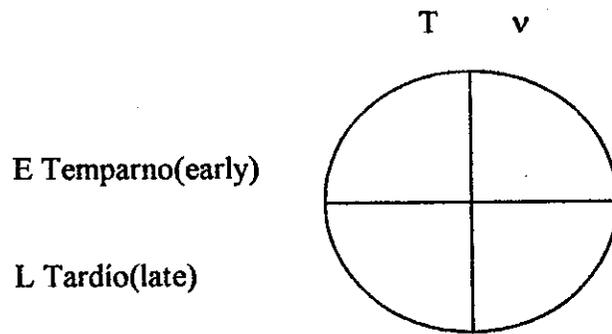


Fig.13. Nomenclatura del P.E.R.T.

En la casilla superior izquierda se coloca el tiempo de terminación más temprana, en la superior derecha la variancia correspondiente a ese tiempo.

En la casilla inferior izquierda se coloca el tiempo de terminación más tardía y en la casilla inferior derecha su variancia correspondiente.

2.3 Método S.A.M. (A Simple C.P.M Trade off Algorithm).

2.3.1. Definición.

El método consiste en una reducción por ciclos.

En el desarrollo del proyecto utilizando el sistema de mampostería se analizará la comprensión del mismo en cuanto a tiempo de ejecución, con el fin de determinar y validar la hipótesis de que por más que se ahorre tiempo no se alcanzarán los niveles de tiempo determinados por el sistema de paneles.

Para reducir la duración del proyecto, lógicamente lo indicado es reducir las duraciones.

Las duraciones de las actividades del proyecto que presenten las condiciones siguientes:

1. Reduzcan el tiempo total del proyecto.
2. Que el costo de la reducción sea el mínimo.

Para el proceso de acortamiento es necesario definir las siguientes variables:

$$LAG(i,j) = T.T+Tempr(j) - T.T+Tempr(i).$$

En donde:

LAG= Tiempo que se puede retardar la actividad entre dos eventos.

T.T+Tempr(j)= tiempo más temprano del evento inicial la actividad i,j

T.T+Tempr(i)= tiempo más temprano del evento final la actividad i,j.

Los LAG están limitados a un valor, por ejemplo, si se acorta una actividad B y es afectada en la red otra actividad A, esta actividad tendrá un límite máximo de acortamiento que corresponde a su LAG, este valor máximo de acortamiento se le llama L.I.R.(límite de interacción de la reducción).

Al acortar una actividad se verifican las actividades afectadas y se evalúan sus LAG y sus LIR, determinando en la red las LIR mínimas que se pueden manejar.

En el presente trabajo se tomará la esencia del método, en lo que concierne a la comprensión de tiempo disponible, con el fin de determinar los rangos en que se podrá acercar el tiempo de ejecución del proyecto utilizando la mampostería reforzada al tiempo que se desarrollará en el análisis de la vivienda construida con paneles de estructromalla.

EL principal objetivo es determinar los tiempos y aunque los costos son importantes el principal enfoque es hacia el tiempo, que invariablemente resulta ser un costo.

En el método S.A.M. se utiliza la pendiente de costo por unidad de tiempo y desarrolla las posibles reducciones de tiempo de las actividades así como el costo de tal reducción.

3. Aplicación a un sistema de paneles.

3.1 Actividades para la construcción de un vivienda.

(Vivienda tipo especificada en planos)

ACTIVIDADES CON UN SISTEMA DE PANELES

ACTIVIDAD

A	Limpieza
B	Nivelación
C	Trazo y Estaqueado
D	Zanjeo
E	Armado de C.C.
F	Formaletear Losa c.c
G	Colocación de c.c
H	Armado de Losa
I	Formaletas de Losa de cimentación
J	Instalación de Drenajes
K	Hacer caja sifón
L	Hacer caja de registro
M	Instalaciones de Agua Pot.
N	Tomas de plomería y dren.
O	Fundición de c.c. y Losa

OBSERVACIONES Y ESTUDIO DE LOS PANELES

P	Colocación de sección A
Q	Armado de sección A
R	Colocación sección B
S	Armado de sección B
T	Colocación de sección
U	Armado de sección C
V	Colocación sección D
W	Armado sección D
X	Colocación de sección E
Y	Armado de sección E
Z	Colocación sección F
AA	Armado de sección F
AB	Colocación sección G
AC	Armado sección G
AD	Colocación sección H
AE	Armado de sección H
AF	Colocación sección I
AG	Armado de sección I

AH	Colocación de sección J
AI	Armado de sección J
ACTIVIDADES RESTANTES	
AJ	Instalaciones Eléctricas
AK	Trazo y Colocación Inst. Agua
AL	Armado de Solera Fe=2
AM	Entarimado de Losa
AN	Colocación Panel Techos
AO	1ER Revoque en cielos y paredes
AP	2DO Revoque en cielos y paredes
AQ	Fundición de Losa (0.05mts esp.)
AR	Alisado
AS	Retiro de Entarimado
AT	Aplicación de Cernido Plástico
AU	Colocación de Puertas
AV	Colocación de Ventanas
AW	Colocación de Artefactos Sanitarios
AX	Colocación de Teja
AY	Colocación Accesorios

ACTIVIDADES NECESARIAS CON SISTEMA TRADICIONAL

ACTIVIDAD	
A	Limpieza
B	Nivelación
C	Trazo y Estaqueado
D	Zanjeo
E	Armado de C.C.
F	Formaletear Losa c.c
G	Colocación de c.c
H	Armado de Losa
I	Formaletas de Losa de cimentación
J	Instalación de Drenajes
K	Hacer caja sifón
L	Hacer caja de registro
M	Instalaciones de Agua Pot.
N	Tomas de plomería y dren.
O	Centrado de Columnas y Mochetas
P	Levantado
Q	Armado de Solera

R	Hidrofuga Formaleta de solera hidrófuga
S	Desencofrar solera
T	Instalaciones Eléctricas
U	Fundición de solera hidrófuga
V	Levantado
W	Armado de Solera Intermedia
X	Form. De Soleras y cols/cara
Y	Fundición de solera intermedia
Z	Desencofrar solera
AA	Levantado
AB	Armado de Solera Corona
AC	Form. De Soleras y cols/cara
AD	Fundición de soleras
AE	Formalear mochetas
AF	Fundición de cols/mochetas
AG	Entarimado
AH	Formalear Losa
AI	Armado de Losa Tradicional
AJ	Fundición de Losa Tradic(0.15 esp)
AK	Alisado
AL	Retiro de Entarimado
AM	Acabados
AN	Colocación de Puertas
AO	Colocación de Ventanas
AP	Colocación de Artefactos Sanitarios
AQ	Colocación de Teja
AR	Colocación Accesorios

3.2. Problemas de Producción

3.2.1 Introducción.

La industrialización de la construcción, el ahorro de costos por medio de tiempo y la búsqueda de la simplificación de procesos constructivos ha ocasionado la creciente competitividad entre los materiales tradicionales y los nuevos. La globalización y economía de mercado hacen que cada día más empresas se tecnifiquen y compitan en el mercado.

Recientemente la apertura de empresas multinacionales de paneles, COVINTEC de México, EUROPANEL, y la competencia nacional ELECTRO-PANEL, de MONOLIT, PANEL-W, son variantes de la oferta del mercado, así como la apertura de la primera fábrica de panel de gran capacidad (EMEDIOS) de Italia.

En la actualidad, aunque es un material a prueba, su demanda crece, su fácil transportación y su reducido peso lo hace atractivo para diseño de remodelaciones, ampliaciones, techos, etc.

La disponibilidad del material es buena y después de hacer un diseño, con una anticipación de 15 días, se solicita y se entregan todas las partes que componen una casa en el término establecido.

3.3 Problemas de Tiempo de Ejecución.

Al hacer el análisis de los tiempos de las actividades se estableció que los tiempos determinantes son los referentes al ensamblaje de las secciones de uniones de paneles y lo importante como en cualquier planificación y programación de un proyecto es la entrega oportuna de materiales y equipo;

puede ser un material muy versátil, pero el control sobre lo planificado es de gran importancia para que la estimación sea real y objetiva.

3.4 Programación de una Vivienda Tipo.

3.4.1. Características.

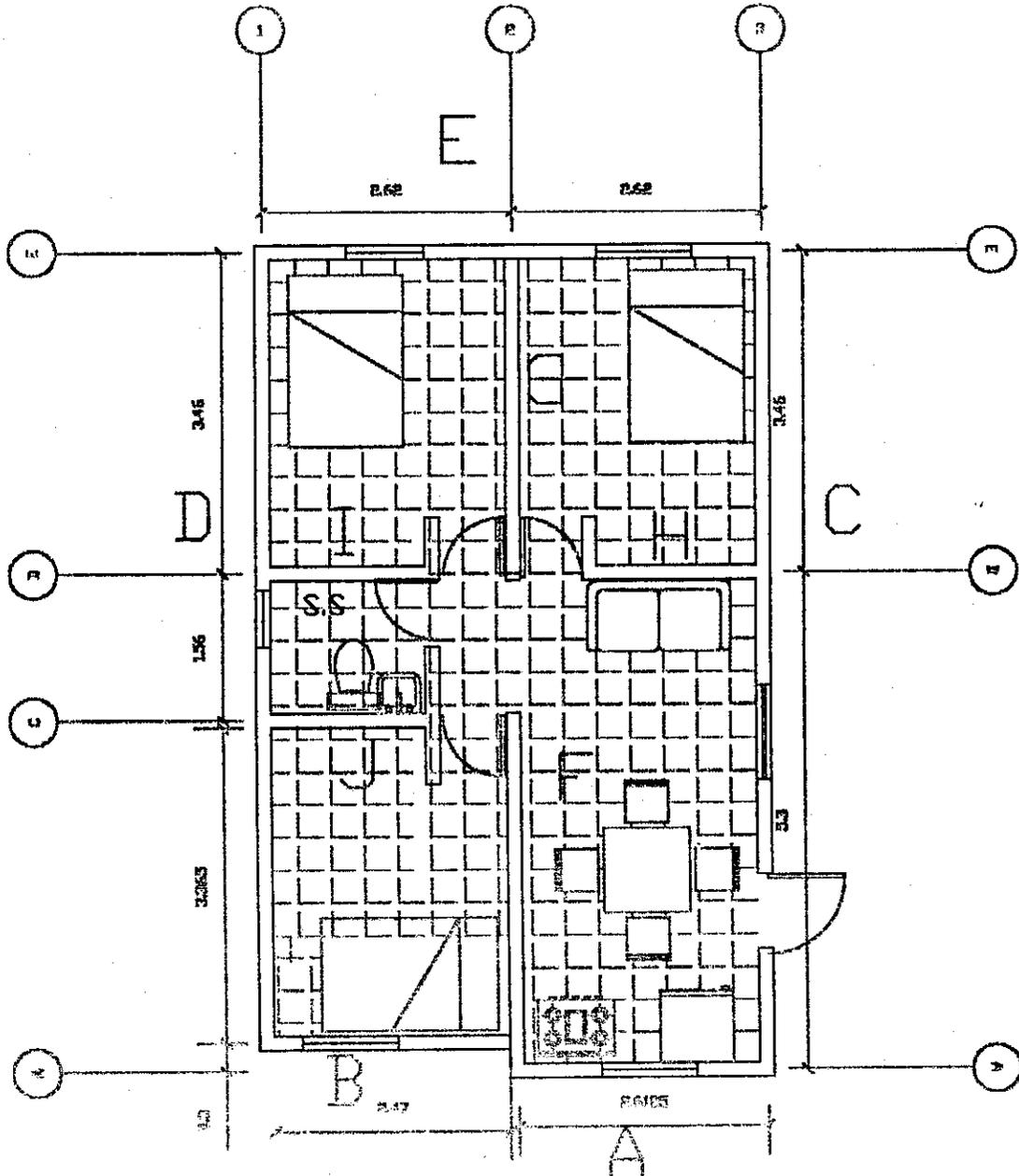
La vivienda objeto de estudio es una edificación de un nivel, altura de piso a cielo de 2.50 mts, 3 ambientes de dormitorios, 1 baño, sala -comedor y cocina, con un área total de 48 mts². Acabados del mismo tipo en los dos casos, mismos artefactos, misma cantidad de ventanas y puertas así como techos para que el análisis para ambos sistemas sea efectuado en las mismas condiciones.

En dicha obra se analizan las actividades necesarias para construirla no sólo con los paneles sino con mampostería reforzada.

Después de determinar las actividades con los dos sistemas constructivos se les asigna tanto tiempos promedios, fundamentados en tablas de rendimientos de la Cámara de Construcción de Guatemala y de estudios de rendimiento de mano de obra realizados y necesarios para la programación de proyectos.

Los datos de tiempos con las actividades del sistema de paneles es resultado de del análisis de tiempos, ya que no existen precedentes en Guatemala se hizo necesario el cálculo de tiempos en campo en el primer proyecto a gran escala que se ejecutó en el primer semestre de 1998.

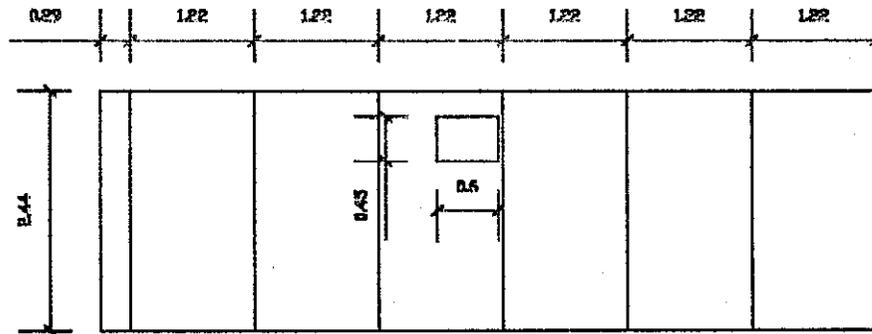
4.4.2. Planta de vivienda Tipo.



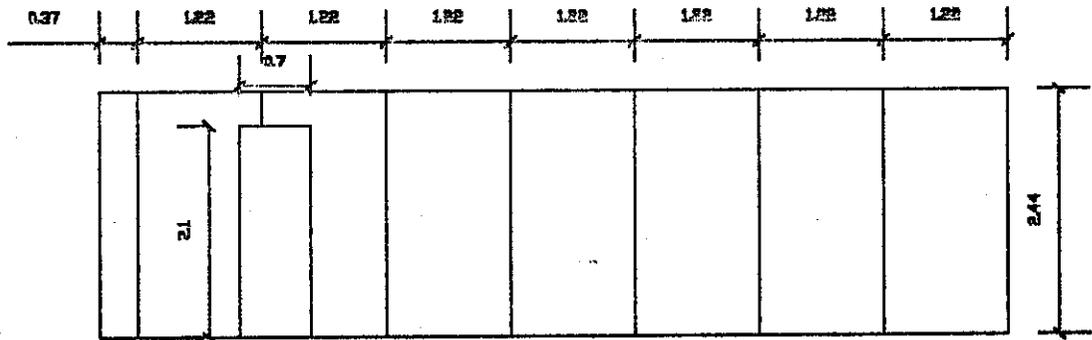
PLANTA VIVIENDA

esc 1:1.75

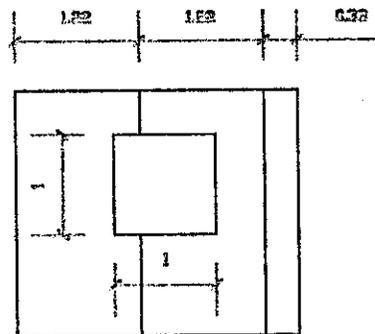
EJEMPLOS DE SECCIONES CON PANELES



SECTION D



SECTION C



SECTION A

3.4.3 Tabulación de Datos

A continuación se presentan los datos resultados de la integración de los rendimientos de mano de obra y cálculos de tiempo de duración según actividades.

Para elaborar dichas tablas se tomaron como base informes existentes así como rendimientos presentados por la cámara guatemalteca de la construcción (C.G.C); observaciones en campo y en el caso del panel se presentan datos concernientes al análisis, observaciones y anotaciones hechas en los proyectos mencionados anteriormente.

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN CON SISTEMA DE MAMPOSTERÍA REFORZADA

M.O Disponible en el proyecto= (Zultrafilles y 4 sydentas)

Escala Temporal = días

Parámetros: 1 día= 1 jornada de trabajo de 8 horas

3.4.3. Tabulación de Datos

CLAVE	ACTIVIDAD	UNIDAD	UNIDAD/OPEROARIO	RECURSO	# de operarios efectivo	Unidades/día	Cantidad en obra	U	CAPACIDAD DE TRABAJO POR DIA	TIEMPO/EN OBRA
A	Limpieza	MT2	28.75	Ayudante	3	88.25	48	mt2	Se ejecutan 86.25m2/día	0.556621739
B	Nivelación	MT2	22.13	Albañil y Ayudante	2	44.26	50	mt2	44.26	1.128889209
C	Trazo y Esquejado	ML	25	Albañil y Ayudante	2	50	40	ML	71	0.8
D	Zanqueo	ML	6.33	Albañil y Ayudante	4	25.32	40	ML	25.32	1.579778831
E	Armado de C.C.	ML	14.5	Albañil y Ayudante	2	29	40	ML	29	1.378910345
F	Formatear Losa c.c	ML	20	Albañil y Ayudante	2	40	38	ML	29	0.95
G	Colocación de c.c	ML	15	Albañil y Ayudante	2	30	38	ML	29	1.268888667
H	Armado de Losa	ML	325	Albañil y Ayudante	4	1300	680	ML	1300	0.523076823
I	Formatear de Losa de cimentación	MTL	5	Albañil y Ayudante	4	20	20	ML	20	2
J	Instalación de Drenajes	ML	30	Albañil y Ayudante	2	60	40	ML	80	0.3333333333
K	Hacer caja sifón	UNIDAD	0.5	Albañil y Ayudante	2	1	1	U	1	1
L	Hacer caja de registro	UNIDAD	0.8	Albañil y Ayudante	2	1	1	U	1	1
M	Instalaciones de Agua Pot.	ML	25	Albañil y Ayudante	2	50	30	ML	50	0.8
N	Tomas de plomería y dren.	ML	2	Albañil y Ayudante	2	2	1	U	2	0.5
O	Centrado de Columnas y Mochetas	UNIDAD	5	Albañil y Ayudante	2	10	10	U	10	1
P	Levantado	MT2	70	Albañil y Ayudante	2	140	182	U	140	1.371428571
Q	Armado de Solera Hidrofuga	MTL	13	Albañil y Ayudante	2	26	40	ML	26	1.538461538
R	Formatear de solera hidrofuga	MTL	25	Albañil y Ayudante	2	50	40	ML	50	0.8
S	Desencofrar solera	MTL	40	Albañil y Ayudante	2	80	40	ML	80	0.5
T	Instalaciones Eléctricas	MTL								
U	Función de solera hidrofuga	MTL	25	Albañil y Ayudante	2	50	40	ML	50	0.8
V	Levantado	UNIDAD	70	Albañil y Ayudante	2	140	576	UNIDAD	140	4.114285714
W	Armado de Solera Intermedia	MTL	13	Albañil y Ayudante	2	26	38	MTL	26	1.461538462
X	Form. De Soleras y coils/cara	MTL	25	Albañil y Ayudante	2	50	40	MTL	50	0.8
Y	Función de solera intermedia	MTL	25	Albañil y Ayudante	2	50	40	MTL	50	0.8
Z	Desencofrar solera	MTL	40	Albañil y Ayudante	2	80	38	MTL	80	0.475
AA	Levantado	UNIDAD	70	Albañil y Ayudante	2	140	576	UNIDAD	140	4.114285714
AB	Armado de Solera Corona	MTL	13	Albañil y Ayudante	2	26	38	MTL	26	1.461538462
AC	Form. De Soleras y coils/cara	MTL	25	Albañil y Ayudante	2	50	40	MTL	50	0.8
AD	Función de soleras	MTL	25	Albañil y Ayudante	2	50	40	MTL	50	0.8
AE	Formatear mochetas	MTL	8	Albañil y Ayudante	2	16	25	MTL	25	1.5625
AF	Función de coils/mochetas	MTL	25	Albañil y Ayudante	2	50	25	MTL	50	0.5
AG	Entarimado	MT2	16	Albañil y Ayudante	2	32	50	MTL	32	1.5625
AH	Formatear Losa	MT2	6.5	Albañil y Ayudante	2	13	50	MT2	13	3.846153846
AI	Armado de Losa Tradicional	MT2	6.5	Albañil y Ayudante	2	13	50	MT2	13	3.846153846
AJ	Función de Losa Tradic(0.15 esp)	MT2	10	Albañil y Ayudante	4	40	270	MT2	48	1.25
AK	Alisado	MT2	30	Albañil y Ayudante	4	120	270	MT2	120	2.25
AL	Retiro de Entarimado	MT2	15	Operario y Ayudante	6	90	40	MT2	90	0.444444444
AM	Acabados	MT2	50	Operario y Ayudante	2	100	270	MT2	100	2.7
AN	Colocación de Puertas	UNIDAD	2	Albañil y Ayudante	2	4	4	U	4	1
AO	Colocación de Ventanas	UNIDAD	2	Albañil y Ayudante	2	4	4	U	4	1
AP	Colocación de Anclajes Sanitarios	UNIDAD	2	Albañil y Ayudante	1	2	2	U	2	1
AQ	Colocación de Teja	MT2	6.5	Albañil y Ayudante	3	19.5	40	MT2	19.5	2.051282051
AR	Colocación Accesorios	UNIDAD	10	Albañil y Ayudante	2	20	10	U	20	0.5

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE TIEMPOS CON EL SISTEMA DE PANELES

(Zalbañales y 4 ayudantes)

M.O. Disponible en el proyecto

Escala Temporal = días

Parámetros: 1 día = 1 jornada de trabajo de 8 horas

LA Unidad, referida a sección (actividades 16-35) esta formada de uno o más paneles según diseño de la vivienda.

3.4.3. Tabulación de Datos.

CLAVE	ACTIVIDAD	UNIDAD	OBSERVACION EN CAMPO EN MINUTOS	UNIDAD/DÍA/operario	RECURSO EFECTIVO	# de operarios	Unidades/día	Cantidad en obra	U	CAPACIDAD POR DIA	TEMPO/EN OBRA
A	Limpieza	MTZ		Predefinido	Ayudante	3	88.25	48	m2	Se ejecutan 6	0.566521739
B	Nivelación	MTZ		22.15	Albañil y Ayudante	2	44.28	50	m2	44.28	1.129688208
C	Trazo y Estaqueado	ML		35.5	Albañil y Ayudante	2	71	40	ML	71	0.563390282
D	Zanjo	ML		6.33	Albañil y Ayudante	4	25.32	40	ML	25.32	1.57977831
E	Armado de C.C.	ML		14.5	Albañil y Ayudante	2	29	40	ML	29	1.379310345
F	Fornatelear Losa c.c	ML		20	Albañil y Ayudante	2	40	38	ML	29	0.95
G	Colocación de c.c	ML		15	Albañil y Ayudante	2	30	38	ML	29	1.266666667
H	Armado de Losa	ML		32.5	Albañil y Ayudante	4	1300	680	ML	1300	0.523076923
I	Instalación de Drenajes	ML		0.5	Albañil y Ayudante	2	1	20	ML	60	0.333333333
J	Hacer caja de registro	UNIDAD		0.6	Albañil y Ayudante	2	1	1	U	1	1
K	Instalaciones de Agua Pot.	UNIDAD		25	Albañil y Ayudante	2	50	30	ML	50	0.6
L	Tomas de plomería y dren.	ML		1	Albañil y Ayudante	2	1	1	U	1	1
M	Fundición de c.c y Losa	UNIDAD		1	Albañil y Ayudante	2	1	1	U	1	1
N		ML		20	Albañil y Ayudante	4	80	48	ML	80	0.6
Se coloca una sección en un día. (paneles)											
Se coloca una sección en un día. (paneles)											
Se coloca una sección en un día. (paneles)											
O	Colocación de sección A	UNIDAD	5 minutos	0.05	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.05
P	Armado de sección A	UNIDAD	60 minutos	0.1	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.1
Q	Colocación sección B	UNIDAD	15 minutos	0.03	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.03
R	Armado de sección B	UNIDAD	90 minutos	0.18	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.18
S	Colocación de sección C	UNIDAD	15 minutos	0.03	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.03
T	Armado de sección C	UNIDAD	60 minutos	0.1	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.1
U	Colocación sección D	UNIDAD	15 minutos	0.03	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.03
V	Armado sección D	UNIDAD	30 minutos	0.06	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.06
W	Colocación de sección E	UNIDAD	45 minutos	0.11	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.11
X	Armado de sección E	UNIDAD	60 minutos	0.12	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.12
Y	Colocación sección F	UNIDAD	15 minutos	0.03	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.03
Z	Armado de sección F	UNIDAD	70 minutos	0.15	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.15
AA	Colocación sección G	UNIDAD	30 minutos	0.03	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.03
AB	Armado sección G	UNIDAD	20 minutos	0.04	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.04
AC	Colocación sección H	UNIDAD	30 minutos	0.06	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.06
AD	Armado de sección H	UNIDAD	15 minutos	0.03	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.03
AE	Colocación sección I	UNIDAD	45 minutos	0.11	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.11
AF	Armado de sección I	UNIDAD	15 minutos	0.03	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.03
AG	Colocación de sección J	UNIDAD	15 minutos	0.03	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.03
AH	Armado de sección J	UNIDAD	30 minutos	0.06	Albañil y Ayudante	3	1	1	U	1	0.06
ACTIVIDADES RESTANTES											
AI	Instalaciones Eléctricas	Global		15	Electricista y Ayudante	2	3	10	MTL	3	1.3333
AJ	Trazo y Colocación Inst. Agua	ML		14.5	Albañil y Ayudante	2	28	40	MTL	28	1.379310345
AK	Armado de Solera Fe-2	MTZ		10	Albañil y Ayudante	2	20	40	MTZ	20	2
AL	Enarriado de Losa	MTZ		10	Albañil y Ayudante	2	20	48	MTZ	20	2.4
AM	Colocación Panel Techos	MTZ		5	Albañil y Ayudante	6	30	40	MTZ	30	1.333333333
AN	1ER Revoque en cielos y paredes	MTZ		5	Albañil y Ayudante	6	30	40	MTZ	30	1.333333333
AO	2DO Revoque en cielos y paredes	MTZ		10	Albañil y Ayudante	6	60	40	MTZ	60	0.666666667
AP	Fundición de Losa (0.05mts esp.)	MTZ		30	Albañil y Ayudante	4	120	270	MTZ	120	2.25
AQ	Alisado	MTZ		15	Albañil y Ayudante	2	30	50	MTZ	30	1.666666667
AR	Fornatelear Losa y voladizo	MTZ		15	Albañil y Ayudante	2	30	40	MTZ	30	0.444444444
AS	Retiro de Enarriado	MTZ		2	Operario y Ayudante	2	4	4	U	4	1
AT	Aplicación de Cemento Plástico	UNIDAD		2	Albañil y Ayudante	2	4	4	U	4	1
AU	Colocación de Puertas	UNIDAD		2	Albañil y Ayudante	1	2	2	U	2	1
AV	Colocación de Ventanas	UNIDAD		6.5	Albañil y Ayudante	3	19.5	40	MTZ	19.5	2.051282051
AW	Colocación de Artefactos Sanitarios	UNIDAD		10	Albañil y Ayudante	2	20	10	U	20	0.5
AX	Colocación de Teja	MTZ									
AY	Colocación Accesorios	UNIDAD									

TABULACION DE DATOS
ACTIVIDADES Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN.
Sistema de Panetas de Estructura metálica con poliestireno.
México C.P.M.
3.4.4. Tabulación del C.P.M.

NOCD	CLAVE DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACION (días)	T.T.+TEMPR.(0)	T.T.+TARD.(0)	T.T.+TEMPR.(0)	T.T.+TARD.(0)	H.TOTAL	H.LIBRE	H.INDEPEN.	H.DEPEND.
1	A	Limpieza	0.56	0	0	0.55	0.55	0	0	0	0
2	B	Nivelación	1.1	0.55	0.55	1.55	1.55	0	0	0	0
3	C	Trazo y Esqueleto	1.4	1.55	1.55	3.15	3.15	0.2	0.2	0	0
4	D	Zanjo	1.6	1.65	1.75	3.05	3.15	-0.1	-0.2	-0.3	0.1
5	E	Armad de C.C.	1	3.15	3.15	4.15	4.15	0	0	0	0
6	F	Formateas de Losa de cimentación	1	3.05	3.15	4.05	4.25	0.2	0	-0.1	0
7	G	Colocación de c.c	1	4.15	4.15	4.65	4.65	0	0	0	0
8	H	Armad de Losa	0.5	4.65	4.65	4.95	4.95	0	0	0	0
10	I	Instalación de Drenajes	0.3	4.05	4.25	5.05	5.05	0.2	0	-0.2	0.2
7	J	Hacer caja sifón	1	5.05	5.25	6.35	6.55	0.2	0	-0.2	0.2
9	K	Hacer caja de registro	1.3	6.35	6.35	7.65	7.65	0	0	0	0
11	L	FICTICIA	0.6	4.95	4.95	5.55	5.55	0	0	0	0
13	M	Instalaciones de Agua Pot.	1	5.55	5.55	6.55	6.55	0	0	0	0
13	M	Tomas de plomería y dren.	0.8	6.55	6.55	7.35	7.35	0	0	0	0
14	N	Fundición de c.c y Losa	0.05	7.35	7.35	7.4	7.4	0	0	0	0
15	O	Colocación de sección A	0.12	7.4	7.4	7.52	7.52	0	0	0	0
16	P	Armad de sección A	0.025	7.35	7.35	7.37	7.37	0	0	0	0
15	Q	Colocación sección B	0.19	7.37	7.37	7.56	7.56	0	0	0	0
17	R	Armad de sección B	0.025	7.56	7.56	7.59	7.59	0	0	0	0
19	S	Colocación de sección C	0.15	7.59	7.59	7.74	7.74	0	0	0	0
21	T	Armad de sección C	0.03	7.52	7.52	7.55	7.55	0	0	0	0
18	U	Colocación sección D	0.05	7.55	7.55	7.6	7.6	0	0	0	0
20	V	Armad sección D	0.18	7.6	7.6	7.78	7.78	0	0	0	0
22	W	Colocación de sección E	0.15	7.78	7.78	7.93	7.93	0	0	0	0
24	X	Armad de sección E	0.03	7.74	7.74	7.77	7.77	0	0	0	0
25	Y	Colocación sección F	0.14	7.77	7.77	7.91	7.91	0	0	0	0
26	Z	Armad de sección F	0.02	7.93	7.93	7.95	7.95	0	0	0	0
28	AA	Colocación sección G	0.03	7.95	7.95	7.98	7.98	0	0	0	0
28	AB	Armad sección G	0.05	7.91	7.91	7.96	7.96	0	0	0	0
27	29	AC	Colocación sección H	0.075	7.96	8.03	8.03	0	0	0	0
29	31	AD	Armad de sección H	0.035	7.98	7.98	8.01	8.01	0	0	0
30	32	AE	Colocación sección I	0.11	8.01	8.12	8.12	0	0	0	0
32	34	AF	Armad de sección I	0.03	8.03	8.06	8.06	0	0	0	0
31	33	AG	Colocación de sección J	0.06	8.06	8.12	8.12	0	0	0	0
33	35	AH	Armad de sección J	0.06	8.12	8.12	14.92	1.8	0	0	1.8
34	41	AI	Instalaciones Eléctricas	5	8.12	13.12	14.92	1.8	0	0	0
41	42	FICTICIA	0.8	8.12	8.12	8.92	8.92	0.3	0	0	0.3
35	36	AJ	Trazo y Colocación Inst. Agua	0.5	8.92	9.42	9.72	0.3	0	-0.3	0.3
36	38	AK	Armad de Solera Fes-2	0.5	9.42	9.42	10.62	0	0	0	0
38	39	FICTICIA	2.4	8.12	8.12	10.52	10.52	0	0	0	0
35	39	AL	Entramado de Losa	2	10.52	12.52	12.52	0	0	0	0
39	40	AM	Formatear Losa y voleado	2	12.52	14.52	14.52	0	0	0	0
40	42	AN	Colocación Panel Techos	2.4	14.52	16.22	16.22	0	0	0	0
42	43	AO	1ES Revoco en cielos y paredes	1.3	14.92	16.22	17.52	0	0	0	0
42	43	AP	2DO Revoco en cielos y paredes	1.3	16.22	17.52	17.52	0	0	0	0
43	44	AQ	Fundición de Losa (0.60m esp.)	0.7	17.52	18.22	20.82	2.6	0	0	2.6
44	45	AR	FICTICIA	2	18.22	18.22	18.22	1.3	1.3	0	0
44	46	AS	Alisado	0.5	18.22	19.52	19.52	0	0	0	0
47	48	AT	Retiro de Estribado	1.3	19.52	20.82	21.32	0	0	0	0
46	47	AU	Acabados	1	21.32	22.32	22.32	0	0	0	0
48	49	AV	Colocación de Puertas	1	21.32	21.32	22.32	0	0	0	0
48	50	AW	Colocación de Ventanas	1	21.32	21.32	22.32	0	0	0	0
49	51	AX	Colocación de Artefactos Sanitarios	1	22.32	23.62	24.82	1.5	0.5	-1	1
49	51	AY	Colocación de Teja	3	22.32	25.32	25.32	0	0	0	0
49	51	AX	Colocación de Teja	3	22.32	25.32	25.32	0	0	0	0
51	52	AX	Colocación Accesorios	0.5	23.32	24.82	25.32	1.5	0	-1.5	1.5
51	52	AX	Colocación Accesorios	0.5	23.32	24.82	25.32	1.5	0	-1.5	1.5
51	53	FICTICIA									

RUTA CRITICA = 1-2-4-6-10-12-13-14-15-18-20-22-24-26-28-30-32-34-36-38-40-42-43-44-46-47-48-50-53
RUTA CRITICA = 1-2-4-6-10-12-13-14-15-17-19-21-23-25-27-29-31-33-35-38-40-42-43-44-46-47-48-50-53

NOTA: Casualmente en las actividades de colocación y armado de paneles las duraciones de la red resultan por ambos caminos el mismo tiempo de ejecución por lo que hay dos rutas críticas con un tramo distinto.
DURACION DEL PROYECTO: 25.32 DIAS

TABULACIÓN DE DATOS.
ACTIVIDADES Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN.

Sistema de Mampostería Reforzada.
Método C.P.M.

3.4.4. Tabulación del C.P.M.

NODO	CLAVE DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACION (T.T. + TEMPR)	T.T. + TEMPR	T.T. + TARD	T.T. + TEMPR	T.T. + TARD	H.TOTAL	H.LIBRE	H.INDEPEN.	H.DEPEND.
1	A	Limpieza	0.55	0	0	0.55	0.55	0	0	0	0
2	B	Nivelación	1.1	0.55	0.55	1.65	1.75	0.1	0	0	0.1
2	C	Trazo y Estaqueado	1	0.55	0.55	1.55	1.55	0	0	0	0
4	D	Zanjeo	1.6	1.55	1.55	3.15	3.15	0	0	0	0
3	E	Armado de C.C.	1.4	1.65	1.75	3.05	3.15	0.1	0	-0.1	0.1
6	F	Formatear Losa de c.c	1	3.15	3.15	4.15	4.15	0	0	0	0
5	G	Colocación de c.c	1	3.05	3.15	4.05	4.25	0.2	0	-0.1	0.2
8	H	Armado de Losa	0.5	4.15	4.15	4.65	4.65	0	0	0	0
10	I	Instalación de Drenajes	0.3	4.65	4.65	4.95	4.95	0	0	0	0
7	J	Hacer caja sifón	1	4.05	4.25	5.05	5.25	0.2	0	-0.2	0.2
9	K	Hacer caja de registro	1.3	5.05	5.25	6.35	6.55	0.2	0	-0.2	0.2
12	L	Instalaciones de Agua Pot.	0.6	4.95	4.95	5.55	5.55	0	0	0	0
13	M	Tomas de plomería y dren.	1	5.55	5.55	6.55	6.55	0	0	0	0
14	N	Centrado de Columnas y Mochetas	1	6.55	6.55	7.55	7.55	0	0	0	0
15	O	Levantado	1.3	7.55	7.55	8.85	8.85	0	0	0	0
16	P	Armado de Solera Hidrofuga	0.9	8.85	8.85	9.75	9.75	0	0	0	0
17	Q	Formalet. De solera hidrofuga	1	9.75	9.75	10.75	10.75	0	0	0	0
18	R	Desencofrar solera	1.1	10.75	11.85	11.85	11.85	0	0	-1.1	0
19	S	Fundición de solera hidrofuga	0.9	11.85	11.85	12.75	12.75	0	0	0	0
20	T	Levantado	4.5	12.75	12.75	17.25	17.25	0	0	0	0
21	U	Trazo de Instalaciones Eléctricas	2	17.25	17.25	19.25	23.55	4.3	0	0	4.3
22	V	Instalaciones Eléctricas	10	19.25	23.55	24.25	28.55	-0.7	-5	-9.3	4.3
29	W	FICTICIA									
21	X	Armado de Solera Intermedia	1.4	17.25	17.25	18.65	18.65	0	0	0	0
23	Y	Form. De Soleras y cols/cara	0.9	18.65	18.65	19.55	19.55	0	0	0	0
24	Z	Fundición de solera intermedia	0.9	19.55	19.55	20.45	20.45	0	0	0	0
25	AA	Desencofrar solera	0.5	20.45	20.45	20.95	20.95	0	0	0	0
26	AB	Levantado	4.5	20.95	20.95	25.45	25.45	0	0	0	0
27	AC	Armado de Solera Corona	1.5	25.45	25.45	26.95	26.95	0	0	0	0
28	AD	Form. De Soleras y cols/cara	0.8	26.95	26.95	27.75	27.75	0	0	0	0
31	AE	Fundición de soleras	0.8	29.25	29.25	30.05	30.05	0	0	0	0
30	AF	Formatear mochetas	1.5	27.75	27.75	29.25	29.25	0	0	0	0
31	AF	Fundición de cols/mochetas	0.5	29.25	29.25	29.75	30.05	0.3	0	0	0.3
33	AG	FICTICIA									
34	AH	Entarimado	1.5	30.05	30.05	31.55	31.55	0	0	0	0
35	AI	Formatear Losa	3	31.55	31.55	34.55	34.55	0	0	0	0
36	AJ	Armado de Losa Tradicional	3.5	34.55	34.55	38.05	38.05	0	0	0	0
37	AK	Fundición de Losa Tradic(0.15 esp	1	38.05	38.05	39.05	39.05	0	0	0	0
37	AK	Alisado	2	39.05	39.05	40.35	41.05	0	-0.7	-0.7	0.7
39	AL	Retiro de Entarimado	0.5	41.05	41.05	41.55	41.55	0	0	0	0
37	AM	Acabados	1.3	38.55	38.55	39.85	39.85	0	0	0	0
40	AN	Colocación de Puertas	1	41.55	41.55	42.55	43.05	0.5	0	0	0.5
40	AO	Colocación de Ventanas	1	41.55	41.55	42.55	43.05	0.5	0	0	0.5
41	AP	Colocación de Artefactos Sanitario	1	42.55	42.55	43.55	44.05	0.5	0	-0.5	0.5
42	AQ	Colocación de Teja	3	42.55	42.55	45.55	45.55	0	0	0	0
43	AR	Colocación Accesorios	0.5	43.55	44.05	44.05	45.55	1.5	0	-0.5	1.5

RUTA CRITICA 1-2-4-6-8-10-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-23-24-25-26-27-28-30-31-33-34-35-36-37-38-40-42-45

DURACION DEL PROYECTO: 45.55 DIAS

TABULACIÓN DE DATOS
SISTEMA DE PANELES DE ESTRUCTURAMALLA CON POLIESTIRENO

Método P.E.R.T.

3.4.6. Tabulación P.E.R.T.

DESCRIPCIÓN	T. PROMEDIO		T. OPTIMISTA		T. PESIMISTA		T. ESPERADO	DESVIACIÓN Standard	Variancia
	Val.1/2	ponderado	Val.1/2	ponderado	Val.1/2	ponderado			
A Limpieza	0.55	0.4	0.4	1	1	0.6	0.083333333	0.01	
B Nivelación	1.1	0.85	0.85	1.35	1.1	1.1	0.066944	0.006944	
C Trazo y Esquejado	0.6	0.4	0.4	1	1	0.833333333	0.1	0.01	
D Zanjeo	1.6	1	1	2	2	1.566666667	0.075	0.005625	
E Armado de C.C.	1.4	1.2	1.2	1.65	1.408333333	1	0.016666667	0.000278	
F Formatear Losa c.c	1	0.85	0.85	1.05	1	1.136666667	0.07	0.0049	
G Colocación de c.c	1.2	0.8	0.8	1.22	1	1.566666667	0.1	0.01	
H Armado de Losa	0.5	0.4	0.4	0.35	0.291666667	0.075	0.00625	0.008403	
I Instalación de Drenajes	0.3	0.2	0.2	0.35	0.291666667	0.075	0.00625	0.008403	
J Hacer caja sifón	1	0.85	0.85	1.5	1.075	1.283333333	0.083333333	0.006944	
K Hacer caja de registro	1.3	1	1	1.5	1.283333333	0.083333333	0.006944	0.006944	
L Instalaciones de Agua Pot.	0.6	0.5	0.5	0.651	0.591833333	0.075	0.005625	0.006944	
M Tomas de plomería y dren.	1	1	1	1.1	1.016666667	0.075	0.005625	0.006944	
N Fundición de c.c y Losa	0.8	0.6	0.6	0.9	0.783333333	0.075	0.005625	0.006944	
O Colocación de sección A	0.05	0.04	0.04	0.08	0.08	0.05	0.007	0.00004	
P Armado de sección A	0.12	0.1	0.1	0.15	0.15	0.12	0.008	0.00007	
Q Colocación sección B	0.025	0.035	0.035	0.2	0.2	0.08	0.028	0.00078	
R Armado de sección B	0.19	0.15	0.15	0.25	0.25	0.18	0.017	0.00028	
S Colocación de sección C	0.025	0.035	0.035	0.2	0.2	0.06	0.028	0.00078	
T Armado de sección C	0.15	0.08	0.08	0.25	0.25	0.16	0.027	0.00071	
U Colocación sección D	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04	0.03	0.003	0.00001	
V Armado sección D	0.05	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05	0.003	0.00001	
W Colocación de sección E	0.18	0.15	0.15	0.25	0.25	0.19	0.017	0.00028	
X Armado de sección E	0.15	0.13	0.13	0.25	0.25	0.18	0.020	0.00040	
Y Colocación sección F	0.03	0.025	0.025	0.035	0.035	0.03	0.002	0.00000	
Z Armado de sección F	0.14	0.1	0.1	0.200	0.14	0.14	0.017	0.00028	
AA Colocación sección G	0.02	0.015	0.015	0.025	0.025	0.02	0.002	0.00000	
AB Armado sección G	0.03	0.025	0.025	0.035	0.035	0.03	0.002	0.00000	
AC Colocación sección H	0.05	0.035	0.035	0.080	0.080	0.06	0.008	0.00006	
AD Armado de sección H	0.075	0.04	0.04	0.10	0.10	0.06	-0.005	0.00003	
AE Colocación sección I	0.025	0.02	0.02	0.030	0.030	0.03	0.002	0.00000	
AF Armado de sección I	0.1	0.08	0.08	0.160	0.160	0.11	0.012	0.00014	
AG Colocación de sección J	0.035	0.025	0.025	0.060	0.060	0.04	0.008	0.00003	
AH Armado de sección J	0.035	0.025	0.025	0.081	0.081	0.04	0.006	0.00004	
ACTIVIDADES RESTANTES									
AI Instalaciones Eléctricas	3	2	2	3.500	2.916666667	2	0.25	0.0625	
AJ Trazo y Colocación Inst. Agua	1	0.9	0.9	1.250	1.025	1.025	0.066666667	0.00444	
AK Armado de Solera Fer-2	1.3	1.2	1.2	1.500	1.316666667	1.025	0.05	0.0025	
AL Entramado de Losa	2.4	2.2	2.2	2.800	2.433333333	2	0.1	0.01	
AM Colocación Panel Techos	2.4	2.35	2.35	2.800	2.458333333	2	0.075	0.005625	
AN 1ER Revoque en cielos y paredes	1.3	0.85	0.85	1.310	1.226666667	1	0.076666667	0.005878	
AO 2DO Revoque en cielos y paredes	1.3	0.85	0.85	1.31	1.226666667	1	0.076666667	0.005878	
AP Fundición de Losa (0.60mts esp.)	0.7	0.5	0.5	0.8	0.683333333	0.5	0.05	0.0025	
AQ Alisado	2.25	1.8	1.8	2.3	2.183333333	2	0.066666667	0.00444	
AR Formaleta de Losa y Voladizo	2	2	2	2	2	2	0	0	
AS Retiro de Entramado	0.5	0.4	0.4	0.8	0.533333333	0.4	0.066666667	0.00444	
AT Acabados	1.3	1.1	1.1	1.4	1.203333333	1.1	0.05	0.0025	
AU Colocación de Ventanas	1	0.8	0.8	1.2	1	1	0.066666667	0.00444	
AV Colocación de Aterrazos Sanitarios	1	0.8	0.8	1.2	1	1	0.066666667	0.00444	
AW Colocación de Teja	1	0.8	0.8	1.2	1	1	0.066666667	0.00444	
AX Colocación de Accesorios	3	2.8	2.8	3.15	2.981666667	2.8	0.066666667	0.00444	
AY	0.5	0.45	0.45	0.7	0.525	0.525	0.041666667	0.001736	

TABULACIÓN DE DATOS
 SISTEMA DE MAMPOSTERÍA REFORZADA
 Método P.E.R.T.
 3.4.5. Tabulación del P.E.R.T.

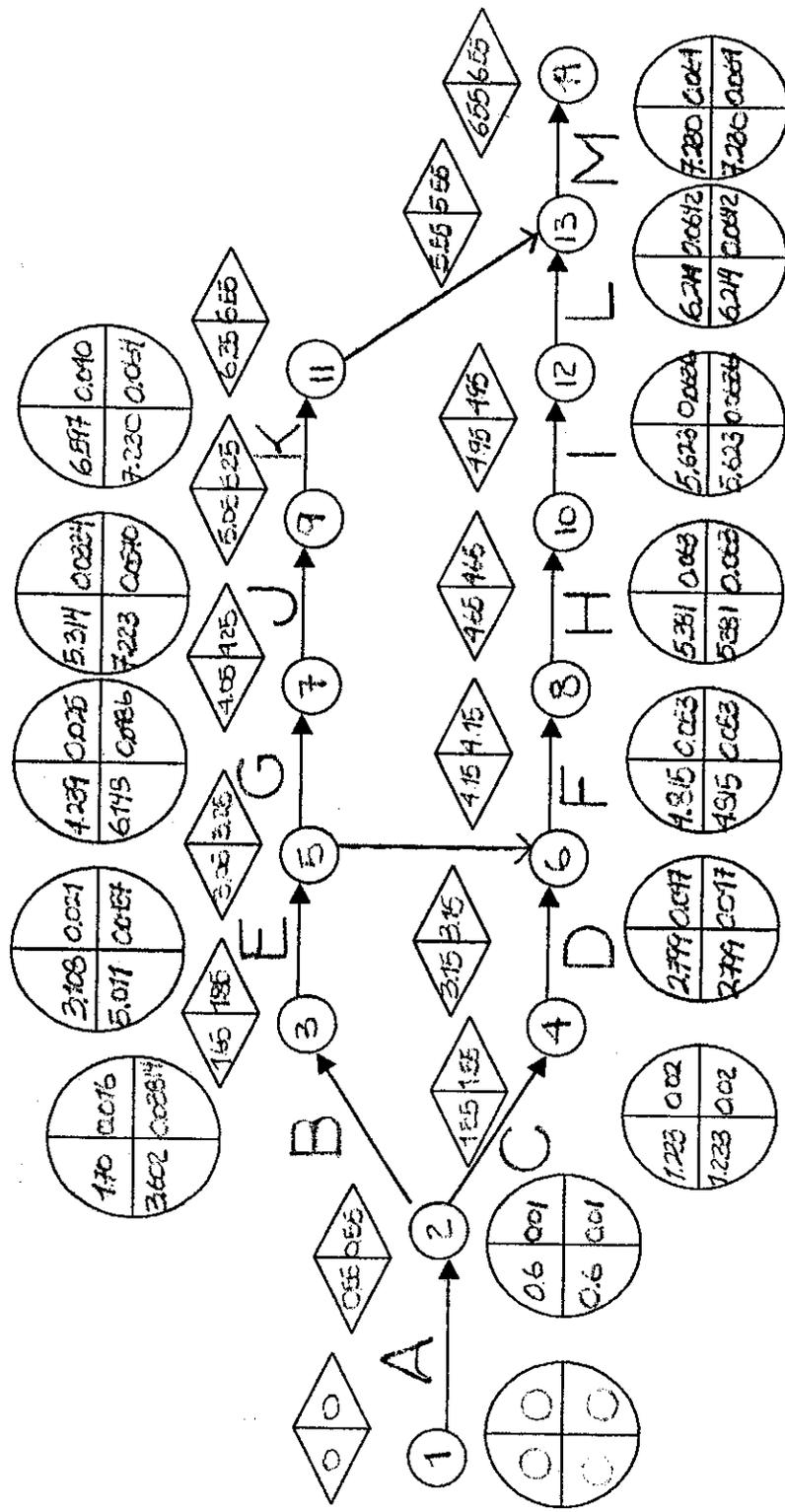
	ACTIVIDAD	T. PROMEDIO			T. OPTIMISTA			T. PESIMISTA			T. ESPERADO		DESVIACIÓN Standard	Variancia
		T. PROMEDIO	T. OPTIMISTA	T. PESIMISTA	T. PROMEDIO	T. OPTIMISTA	T. PESIMISTA	Val. 1/2 ponderado	T. ESPERADO	DESVIACIÓN Standard	Variancia			
A	Liripeza	0.55	0.4	1	1	0.6	0.1	0.083333333	0.01					
B	Nivelación	1.1	0.85	1.35	1.35	1.1	0.1	0.083333333	0.00694444					
C	Trazo y Estaqueado	0.95	0.85	1.4	1.4	1.008333333	0.091666667	0.091666667	0.00840278					
D	Zanjeo	1.6	1	2	2	1.566666667	0.166666667	0.166666667	0.02777778					
E	Armado de C.C.	1.4	1.2	1.65	1.65	1.408333333	0.075	0.075	0.005625					
F	Formatear Losa c.c	1	0.95	1.05	1.05	1	0.016666667	0.016666667	0.00027778					
G	Colocación de c.c	1.2	0.8	1.22	1.22	1.136666667	0.07	0.07	0.0049					
H	Armado de Losa	0.5	0.4	1	1	0.566666667	0.1	0.1	0.01					
I	Instalación de Drenajes	0.3	0.2	0.35	0.35	0.291666667	0.025	0.025	0.000625					
J	Hacer caja sifón	1	0.95	1.5	1.5	1.075	0.091666667	0.091666667	0.00840278					
K	Hacer caja de registro	1.3	1	1.5	1.5	1.283333333	0.083333333	0.083333333	0.00694444					
L	Instalaciones de Agua Pot.	0.6	0.5	0.651	0.651	0.591833333	0.025166667	0.025166667	0.00063336					
M	Tomas de plomería y dren.	1	1	1.1	1.1	1.016666667	0.016666667	0.016666667	0.00027778					
N	Centrado de Columnas y Mochetas	0.8	0.5	0.85	0.85	0.758333333	0.058333333	0.058333333	0.00340278					
O	Levantado	1.3	1	1.4	1.4	1.266666667	0.066666667	0.066666667	0.00444444					
P	Armado de Solera Hidrofuga	0.9	0.6	1.2	1.2	0.9	0.1	0.1	0.01					
Q	Formalet. De solera hidrofuga	1	0.7	1.1	1.1	0.966666667	0.066666667	0.066666667	0.00444444					
R	Desencofrar solera	1.1	0.85	1.15	1.15	1.066666667	0.05	0.05	0.0025					
S	Trazo de instalaciones eléctricas	2.1	1.85	2.15	2.15	2.066666667	0.05	0.05	0.0025					
T	Instalaciones Eléctricas	9	8	10.5	10.5	9.083333333	0.166666667	0.166666667	0.02777778					
U	Fundición de solera hidrofuga	0.9	0.8	1	1	0.9	0.041666667	0.041666667	0.00173611					
V	Levantado	4.5	4	5	5	4.5	0.033333333	0.033333333	0.00111111					
W	Armado de Solera Intermedia	1.4	1	1.45	1.45	1.341666667	0.075	0.075	0.005625					
X	Form. De Soleras y cols/cara	0.9	0.85	1	1	0.908333333	0.025	0.025	0.000625					
Y	Fundición de solera intermedia	0.9	0.7	1	1	0.883333333	0.05	0.05	0.0025					
Z	Desencofrar solera	0.5	0.4	0.6	0.6	0.5	0.033333333	0.033333333	0.00111111					
AA	Levantado	4.15	3.8	5	5	4.233333333	0.2	0.2	0.04					
AB	Armado de Solera Corona	1.5	1.4	1.7	1.7	1.516666667	0.05	0.05	0.0025					
AC	Form. De Soleras y cols/cara	0.8	0.75	0.9	0.9	0.808333333	0.025	0.025	0.000625					
AD	Fundición de soleras	0.8	0.75	0.9	0.9	0.808333333	0.025	0.025	0.000625					
AE	Formatear mochetas	1.5	1.4	1.55	1.55	1.491666667	0.025	0.025	0.000625					
AF	Fundición de cols/mochetas	0.5	0.45	0.8	0.8	0.541666667	0.058333333	0.058333333	0.00340278					
AG	Entarimado	1.55	1.4	1.65	1.65	1.541666667	0.041666667	0.041666667	0.00173611					
AH	Formatear Losa	3.8	3.5	3.85	3.85	3.758333333	0.058333333	0.058333333	0.00340278					
AI	Armado de Losa Tradicional	3.5	3.45	3.7	3.7	3.525	0.041666667	0.041666667	0.00173611					
AJ	Fundición de Losa Tradic(0.15 esp)	1	0.85	1.05	1.05	0.983333333	0.033333333	0.033333333	0.00111111					
AK	Alisado	2.25	1.8	2.3	2.3	2.183333333	0.083333333	0.083333333	0.00694444					
AL	Retiro de Entarimado	0.5	0.4	0.8	0.8	0.533333333	0.066666667	0.066666667	0.00444444					
AM	Acabados	1.3	1.14	1.48	1.48	1.303333333	0.056666667	0.056666667	0.00321111					
AN	Colocación de Puertas	1	1.1	1.1	1.1	1.033333333	0	0	0					
AO	Colocación de Ventanas	1	0.8	1.2	1.2	1	0.066666667	0.066666667	0.00444444					
AP	Colocación de Artefactos Sanitarios	1	0.8	1.2	1.2	1	0.066666667	0.066666667	0.00444444					
AQ	Colocación de Teja	2	1.75	2.1	2.1	1.975	0.058333333	0.058333333	0.00340278					
AR	Colocación Accesorios	0.5	0.45	0.7	0.7	0.525	0.041666667	0.041666667	0.00173611					

DATOS NECESARIOS PARA LA COMPRESIÓN DEL PROYECTO

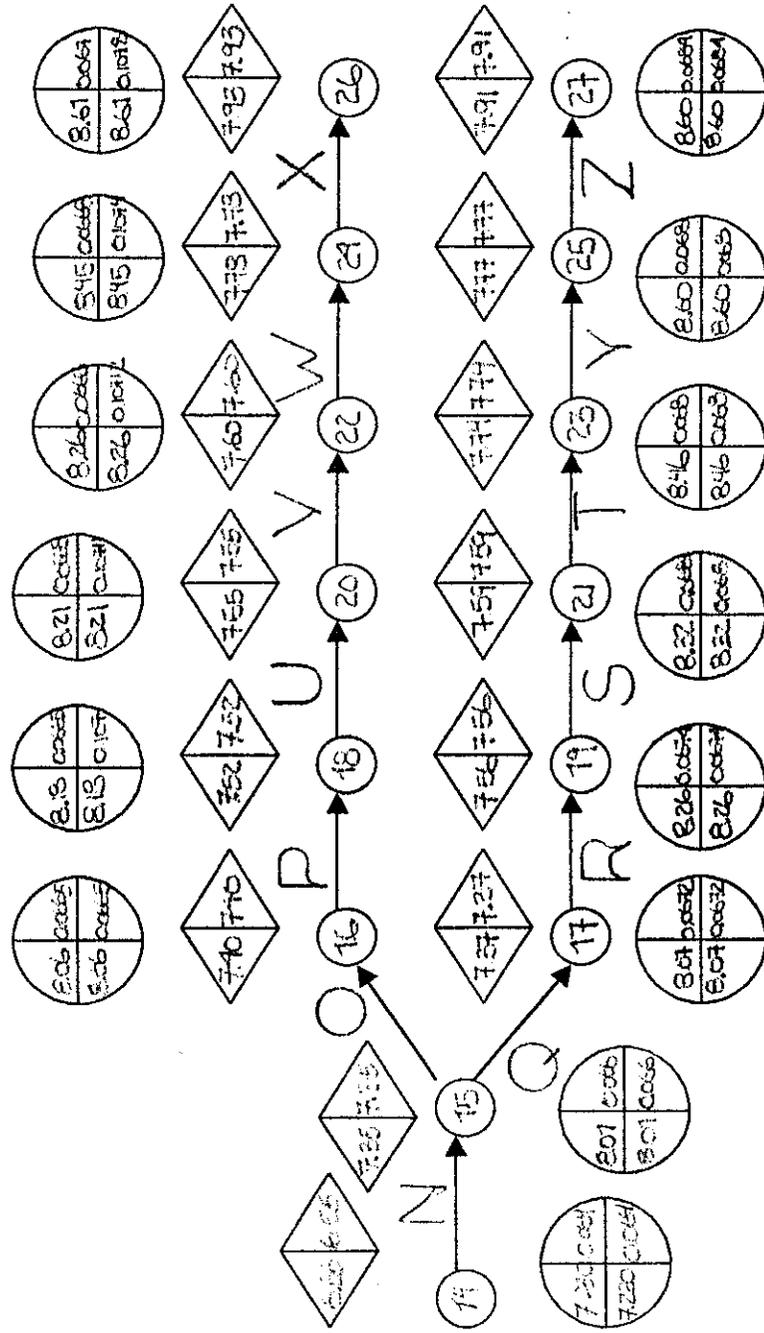
Sistema de Mampostería Reforzada.

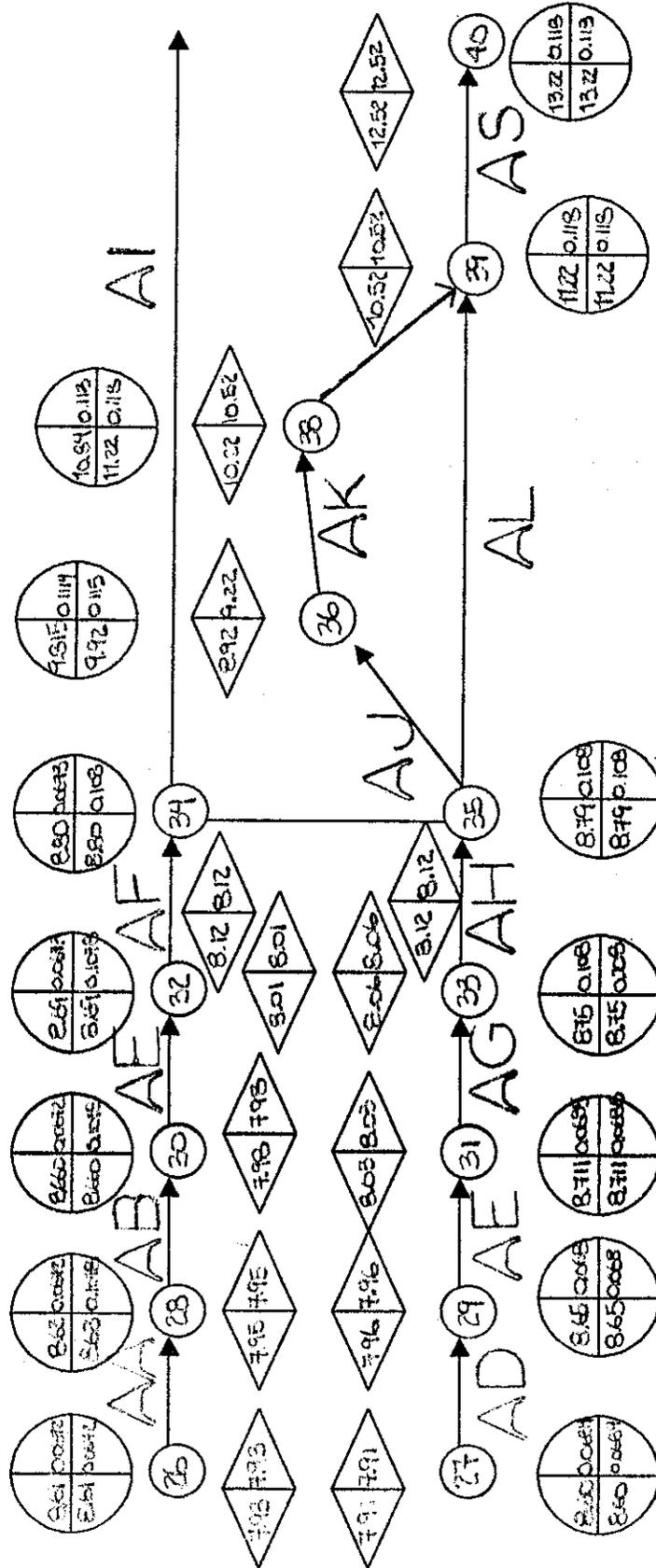
3.4.6. Posible Acortamiento del proyecto.

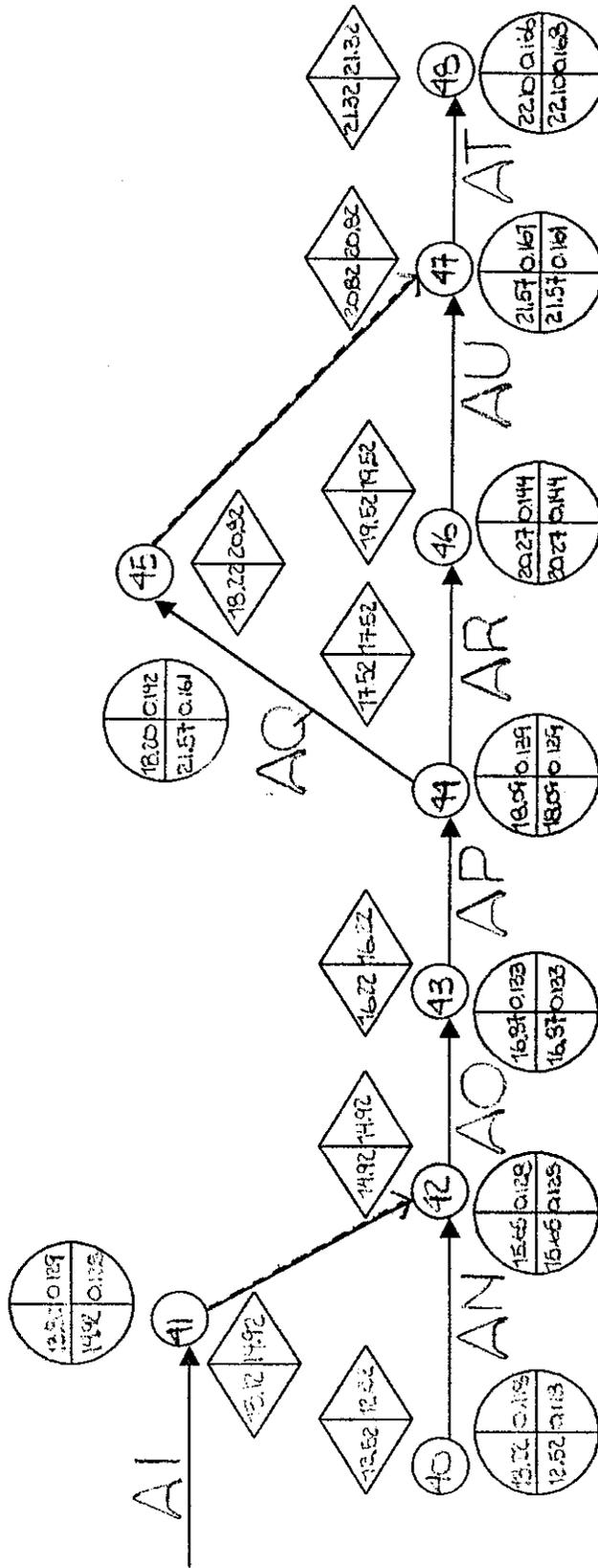
DESCRIPCIÓN	S.A.M POSIBLE REDUCCIÓN	L.A.G	DURACIÓN FINAL
Limpieza	0		afectada
Nivelación	0		afectada
Trazo y Estaqueado	0		afectada
Zanjeo	0.6	0	1
Armado de C.C.	0		
Formaletear Losa de c.c	0		
Colocación de c.c	0		
Armado de Losa	0		afectada
Instalacion de Drenajes	0		afectada
Hacer caja sifón	0		
Hacer caja de registro	0		
Instalaciones de Agua Pot.	0		afectada
Tomas de plomería y dren.	0.5	0	0.5
Centrado de Columnas y Mochetas	0.5	0	0.5
Levantado	0.2	0	1.1
Armado de Solera Hidrofuga	0.4	0	0.5
Formalet. De solera hidrofuga	0.5	0	0.5
Desencofrar solera	0.1	0	1
Fundición de solera hidrofuga	0.3	0	afectada
Levantado	0		afectada
Trazo de Instalaciones Eléctricas	0		afectada
Instalaciones Eléctricas	0		
Armado de Solera Intermedia	0.4	0	1
Form. De Soleras y cols/cara	0.2	0	0.5
Fundición de solera intermedia	0		afectada
Desencofrar solera	0		afectada
Levantado	0		afectada
Armado de Solera Corona	0.5	0	1
Form. De Soleras y cols/cara	0		afectada
Fundicion de soleras	0		afectada
Formaletear mochetas	0.6	2.5	0.9
Fundición de cols/mochetas	0		
FICTICIA	0		
Entarimado	0.2	0	1.3
Formaletear Losa	1	0	2
Armado de Losa Tradicional	1	0	2.5
Fundición de Losa Tradic(0.15 es	0		
Alisado	0		afectada
Retiro de Entarimado	0.1	0	0.4
Acabados	0		afectada
Colocación de Puertas	0		
Colocación de Ventanas	0		afectada
Colocación de Artefactos Sanitar	0		
Colocación de Teja	0.5	0	2.5
Colocación Accesorios	0		

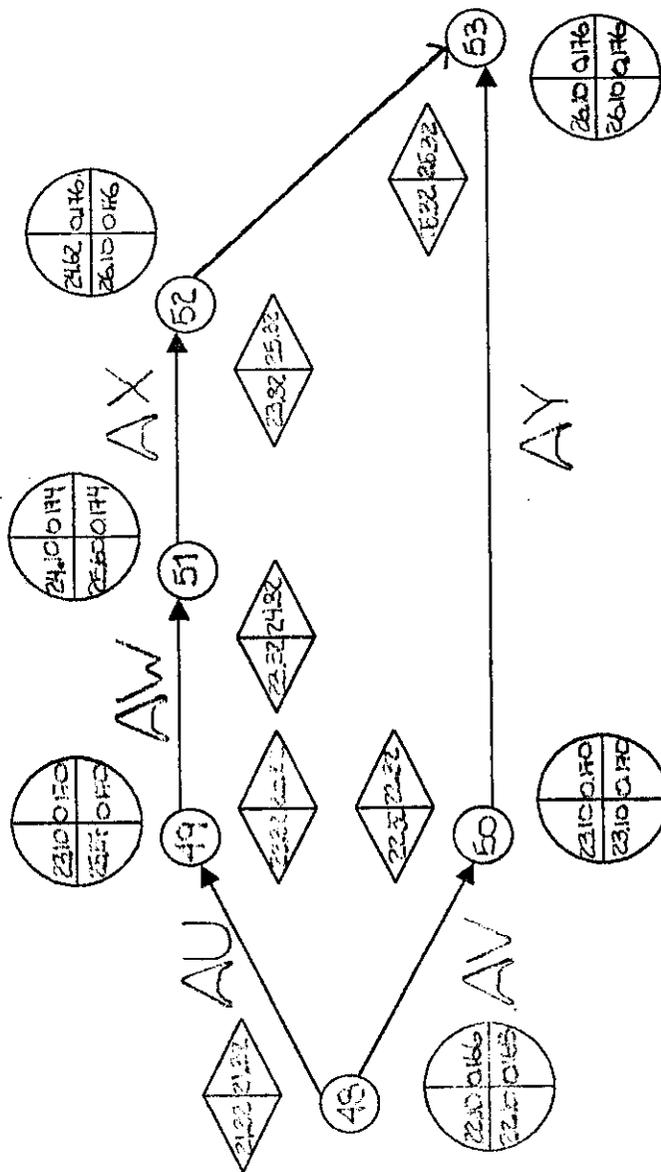


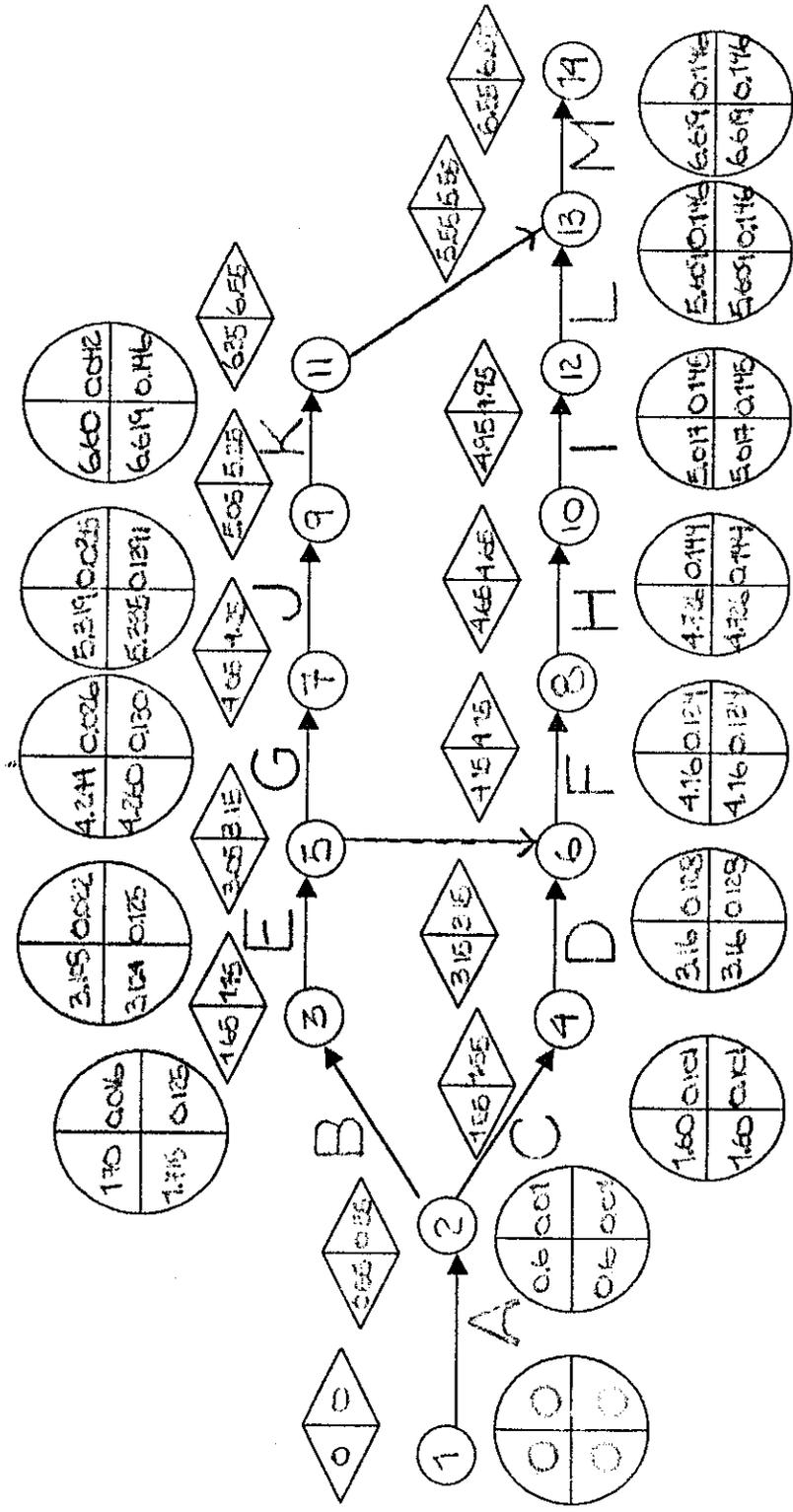
3.4.7. DIAGRAMA DE REDES. (PANELES).



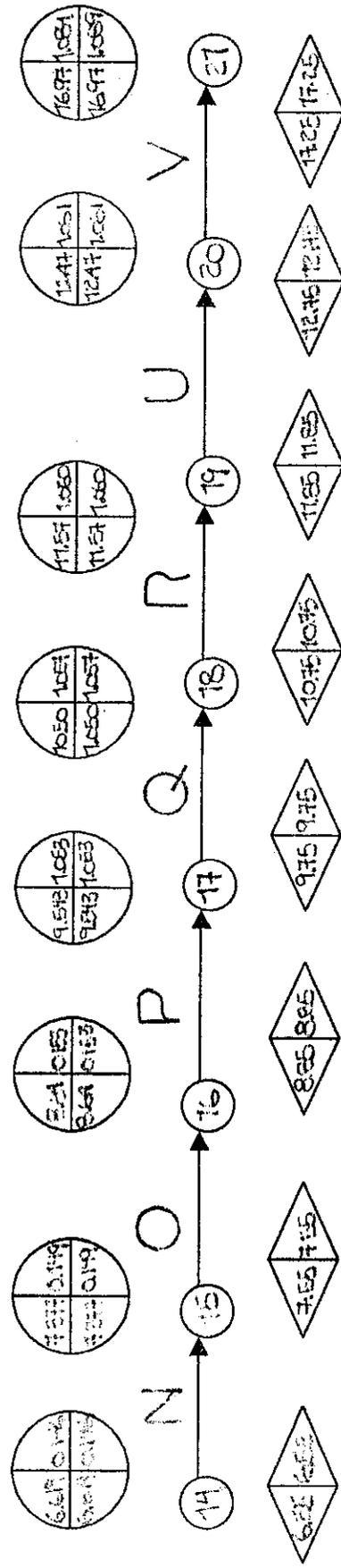


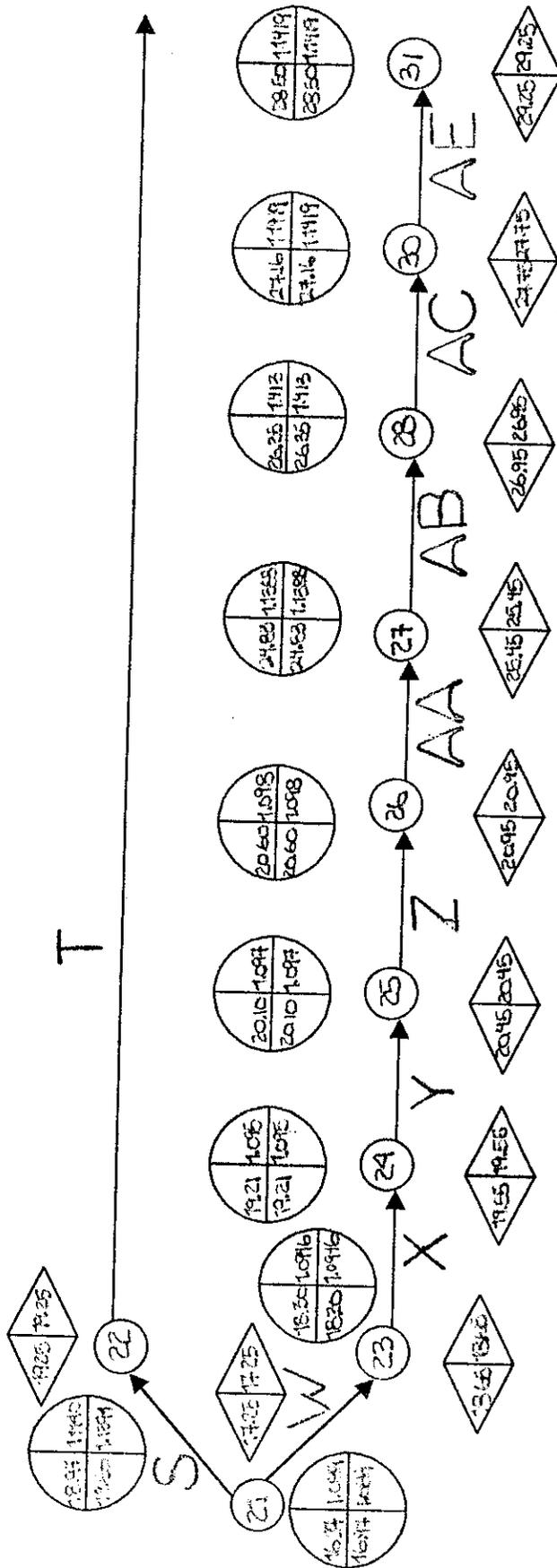


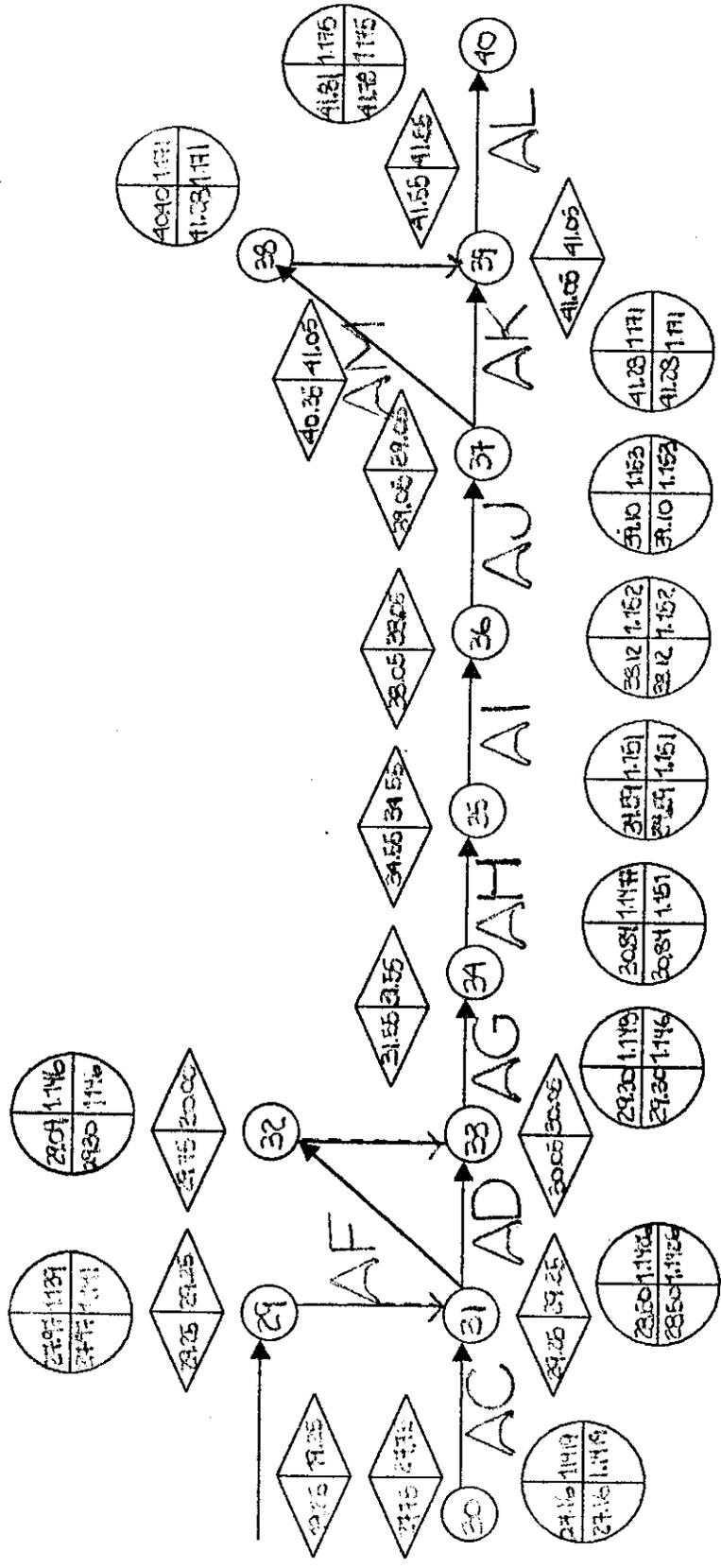


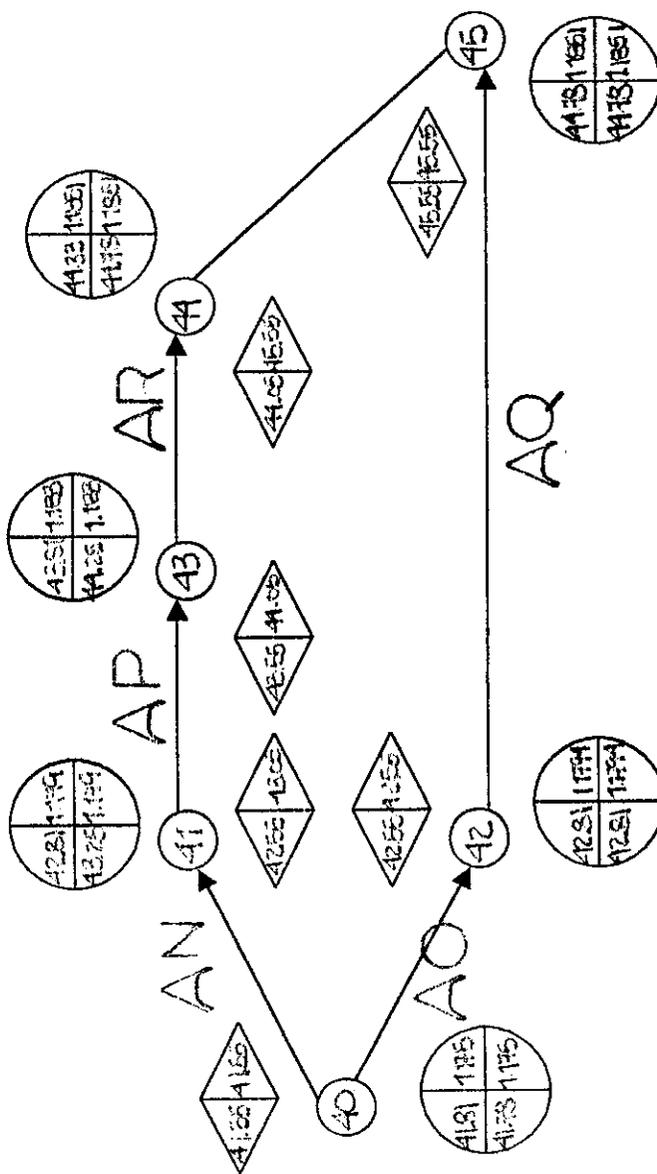


3.4.8. DIAGRAMA DE REDES (MAPOSTERIA)









4.4.9. Calendarización del Proyecto.

Para tener una visión clara de la programación del proyecto, se calendariza haciendo la suposición que el proyecto comienza el 02 de enero de 1999.

Al hacer esto en el diagrama de barras se predeterminan los días que no se trabajan como domingos y sábados medio día, ya que el código de trabajo regula, en su artículo 116, que el trabajo efectivo semanal no exceda de 45 horas equivalentes a 48 horas para el pago del salario.

Se trabajan en el proyecto 8 horas diarias y sábados 4 horas.

En la programación se tiene un total de días que al calendarizarlo nos resulta en mayor tiempo en cuanto a días efectivos de labores.

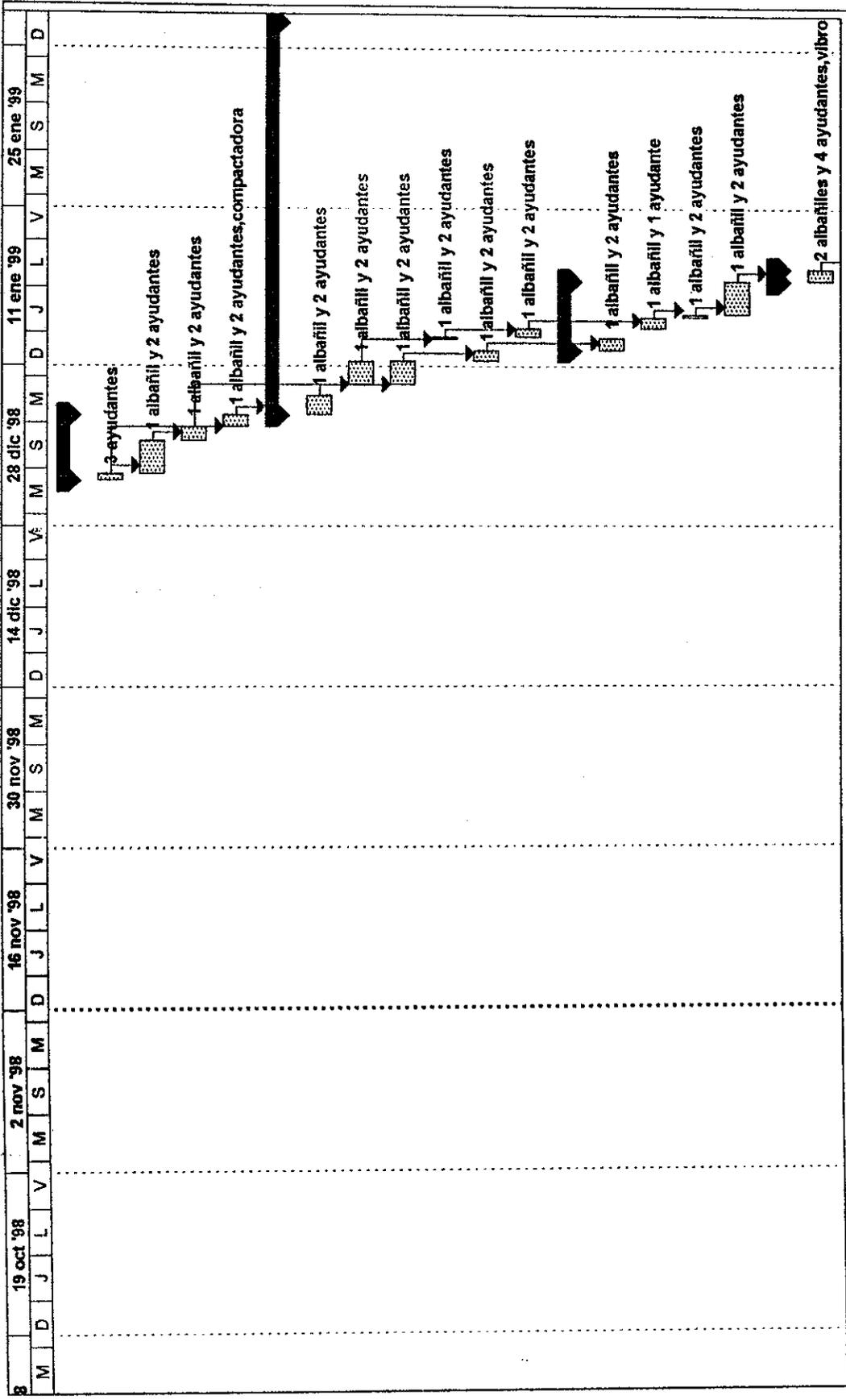
El comienzo del proyecto es el mismo para los dos sistemas y el posible acortamiento de uno de los dos, para luego verificar el día de la finalización del mismo, en cada uno de los casos. La DURACIÓN ESTIMADA ES DE TIEMPO EFECTIVO DE TRABAJO.

**PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO UTILIZANDO
PANELES**

Id	Nombre de tarea	8							9														
		M	D	J	L	V	M	S	M	D	J	L	V	M	S	M	D	J	L	V	M	S	
20	MUROS																						
21	Colocación sección A																						
22	Colocación sección B																						
23	Armado de sección B																						
24	Armado de sección A																						
25	Colocación de sección D																						
26	Armado de sección D																						
27	Colocación de sección C																						
28	Armado de sección C																						
29	Colocación de sección E																						
30	Colocación de sección F																						
31	Armado de sección F																						
32	Armado de sección E																						
33	Colocación de sección H																						
34	Colocación de sección G																						
35	Armado de sección G																						
36	Armado de sección H																						
37	Colocación de sección I																						
38	Armado de sección I																						

Proyecto: VIVIENDA CON PANELES
 Fecha: lun 16/11/98

Página 2

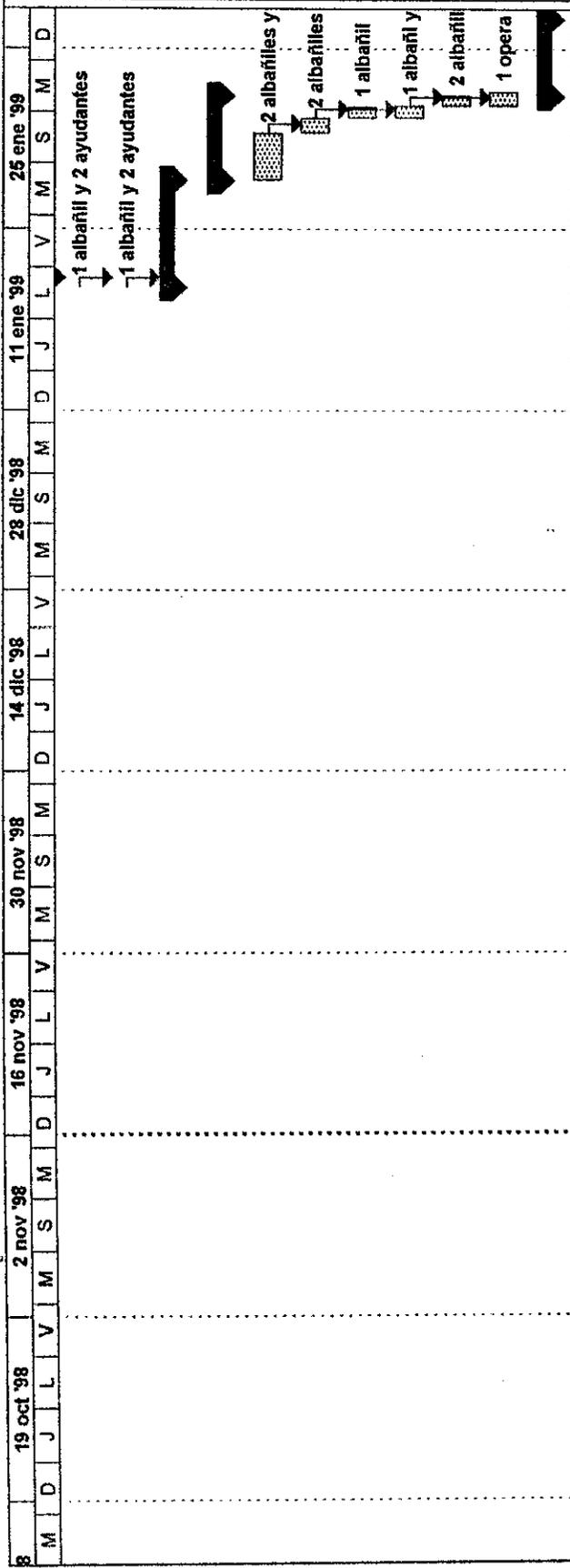


Tarea **Resumen** **Progreso resumido**

Progreso **Tarea resumida**

Hito **Hito resumido**

Proyecto: VIVIENDA CON PANELES
 Fecha: lun 16/1/98

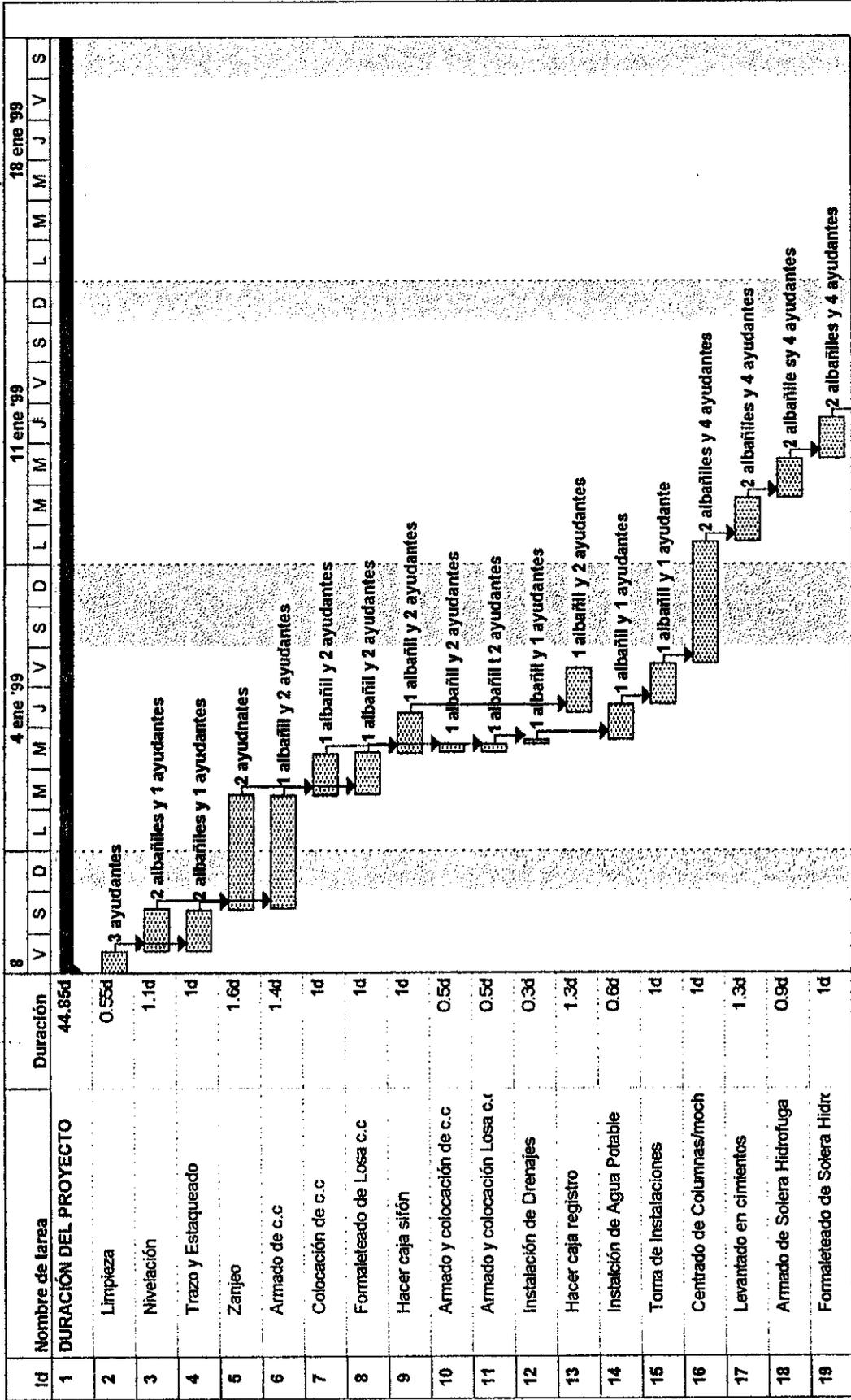


Tarea **Resumen** **Progreso resumido**

Progreso **Tarea resumida**

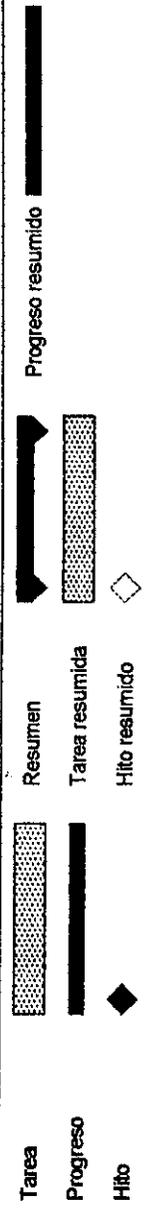
Hito **Hito resumido**

**PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO UTILIZANDO
MAMPOSTERÍA**



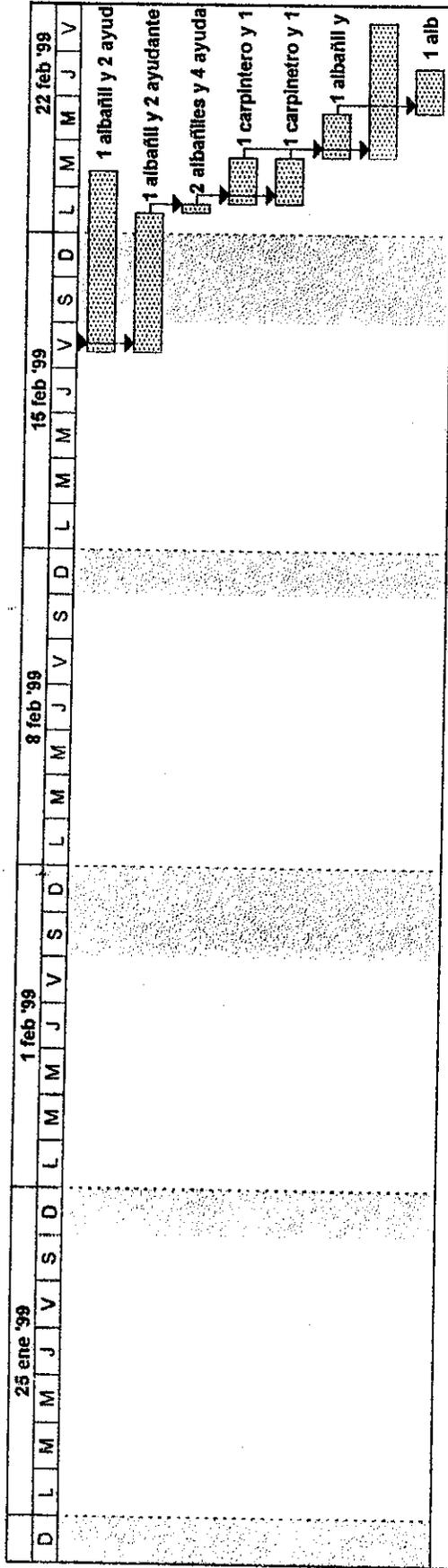
Proyecto: Vivienda construida con sistema tradicional.
 Fecha: agosto de 1998.

Id	Nombre de tarea	Duración	8							4 ene '99							11 ene '99							18 ene '99										
			V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L
39	Alisado	2d																																
40	Acabados	1.3d																																
41	Retiro de Entarimado	0.5d																																
42	Colocación de Puertas	1d																																
43	Colocación de Ventanas	1d																																
44	Colocación de Artefactos	1d																																
45	Colocación de Teja	3d																																
46	Colocación de Accesorios	1d																																

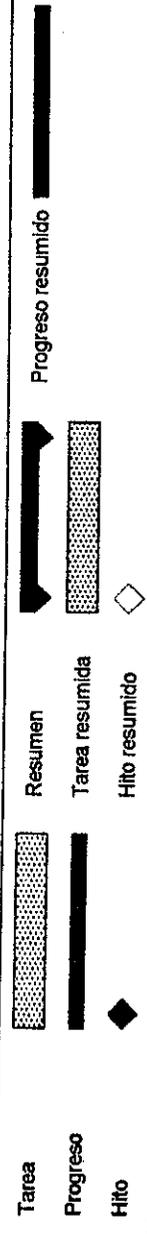


Proyecto: Vivienda construida con sistema tradicional.
Fecha: agosto de 1998.

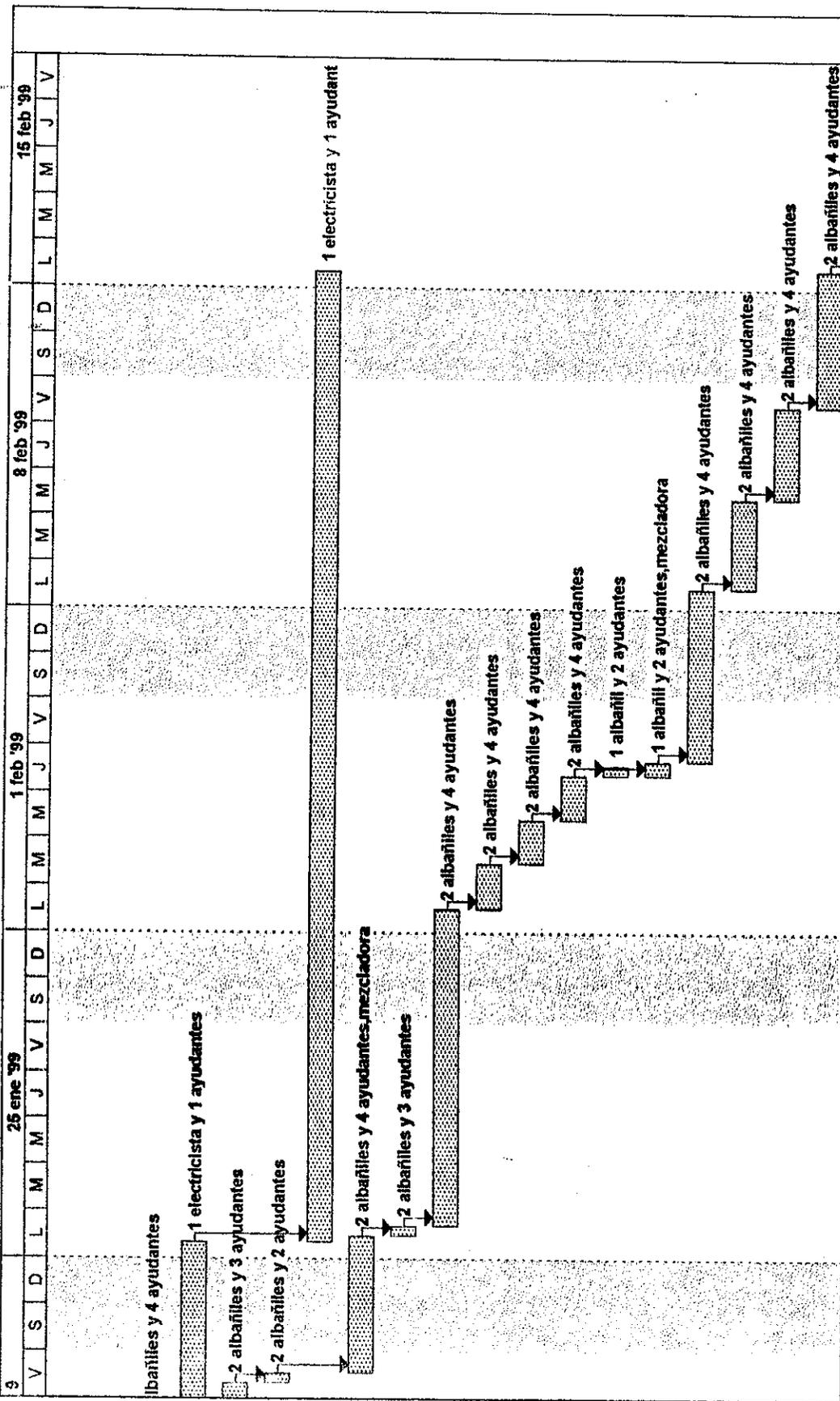
25 ene '99							1 feb '99							8 feb '99							15 feb '99							22 feb '99													
D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S							
Tarea 														Resumen 														Progreso resumido 													
Progreso 														Tarea resumida 														Hito resumido 													
Hito 														Resumen 														Progreso resumido 													
Proyecto: Vivienda construida con sistema tradicional. Fecha: agosto de 1998.																																									
Página 4																																									



Proyecto: Vivienda construida con sistema tradicional.
 Fecha: agosto de 1998.

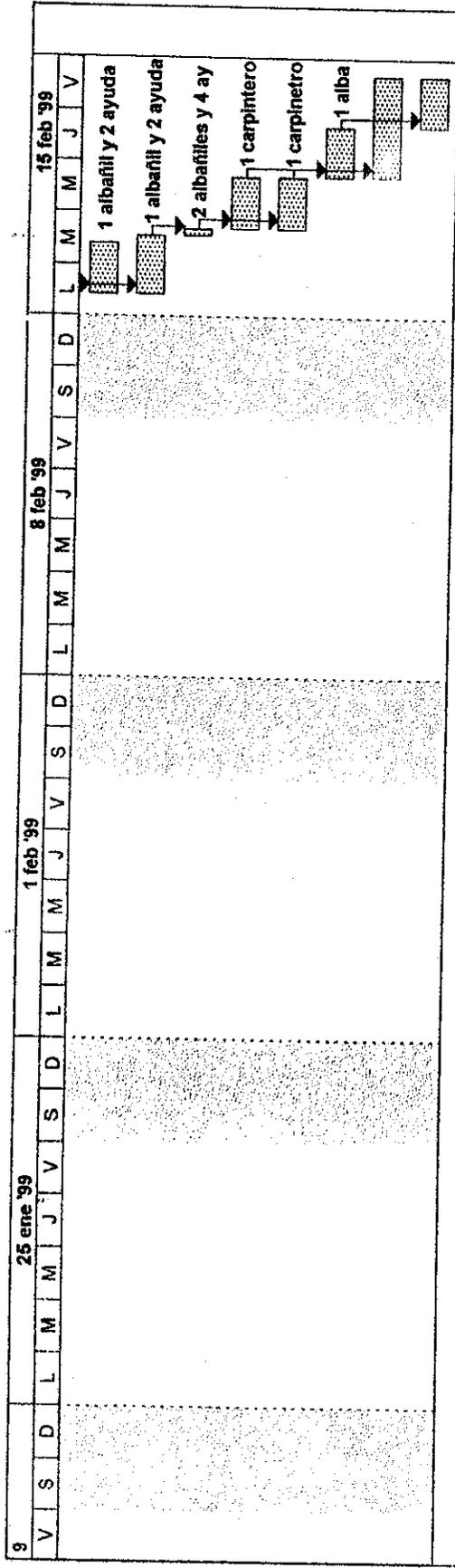


**PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO CON LA POSIBLE
REDUCCIÓN DE MAMPOSTERÍA.**

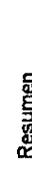


Proyecto: Posible Reducción del proyecto. (Sist. Tradicional).
 Fecha: Agosto de 1998

Tarea	Resumen	Progreso resumido
Progreso		
Hito		
	Tarea resumida	
	Hito resumido	



Tarea 
Progreso 
Hito 

Resumen 
Tarea resumida 
Hito resumido 

Progreso resumido 

Proyecto: Posible Reducción del proyecto. (Sist. Tradicional).
 Fecha: Agosto de 1998

3.4.10 Resultados.

Paneles.

En lo que concierne al proyecto elaborado con paneles se determinó que la probabilidad que se cumpla en el tiempo del C.P.M es:

$$Z = \frac{26.12-25.32}{\sqrt{0.18}} = 1.83.$$

Z.	Pr.
1.8	0.9641
1.9	0.9713

1.83 equivale a 0.96626.

La probabilidad es de 96% que se termine el proyecto en la duración sugerida por C.P.M.

Sistema Tradicional.

La probabilidad de que se logre terminar en el C.P.M. es de:

$$Z = \frac{45.81-44.78}{\sqrt{1.1851}} = 0.94615$$

Z	Pr
0.9	0.8151
1.0	0.8413

Z= 0.94615 la probabilidad de terminar en el tiempo del C.P.M. es de 82%.

Como afirmación se supondrá la probabilidad de que se termine el proyecto utilizando mampostería con el resultado de los tiempos con sistema de paneles es $Z= 25-45.81/\sqrt{1.1851}= 0.50131$.

La probabilidad no existe.

Conclusiones

1. El desarrollo de la planeación y programación el sistema de paneles presenta menor tiempo de ejecución en la realización del proyecto.
2. Las actividades determinantes, que son colocación y armado de paneles así como el revoque, tienen una duración que permite un ahorro de tiempo considerable.
3. La probabilidad de que se cumpla la red C.P.M con el sistema de paneles es de 96% y su duración es de 25.18 días.
4. El sistema de paneles permite la aplicación de la teoría de 0 desperdicios, ya que las piezas y su montaje permite pedir sólo el material necesario para muros y terrazas.
5. La probabilidad de que se cumpla la red C.P.M con el sistema tradicional y su ponderación de tiempos es del 82%, sin embargo, al evaluar la posibilidad de que se ejecute el proyecto en el tiempo de los paneles, que es de 25.82 días, la probabilidad es nula y no existe.
6. El tiempo de duración del proyecto utilizando el sistema tradicional es de 45.32 días con una posible reducción del mismo de 7 días, de manera que a lo sumo se lograría terminar el proyecto en 38.33 días.
7. La diferencia entre los dos sistemas es de 12.51 días.
8. La objetividad del tiempo de ejecución de un proyecto depende no sólo de la programación o de materiales versátiles o recursos ilimitados sino de una

adecuada supervisión y control sobre lo planificado para el logro de los objetivos del proyecto durante el desarrollo del mismo.

9. El sistema representa grandes ventajas, no sólo en la construcción de una vivienda sino en la ejecución de proyectos de viviendas en serie, ya que aumenta la producción de unidades en un espacio de tiempo relativamente corto.

Recomendaciones

1. Es necesario aceptar nuevos sistemas constructivos por parte de ingenieros y constructores, siempre que presenten calidad, ahorro de recursos y con bases científicas convincentes de su aplicabilidad en el medio.
2. La demanda es grande, los recursos son escasos, sin embargo se deben utilizar sistemas que presenten ventajas tanto a empresarios, como a personas particulares.
3. Los profesionales y técnicos de la construcción deben evaluar y utilizar sistemas económicos y flexibles y es su responsabilidad aplicar tales materiales sin afectar la seguridad de las personas.
4. El sistema de paneles es práctico y los resultados son favorables en los tiempos de ejecución de las actividades, pero se debe tomar en cuenta la planificación y supervisión necesaria para lograr ahorros de tiempo.

REFERENCIAS.

A. Manual de Diseño.

Covintec.

E-Mail: covintec@acnet.net.

Sistemas Prefabricados con Panel de Estructromalla y poliestireno.

B. Proyectos.

San Lucas I.

San Lucas II.

Volcanes (Km 47. Ruta a Chimaltenango).

COINDICO S.A.

Multivistas.

BIBLIOGRAFÍA

Aplicación de los Métodos C.P.M. y P.E.R.T. en la planificación de ejecución de un edificio. Erick Alejandro Morales Bathen. Tesis de Graduación de ingeniero civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Marzo de 1980.

Comparación del costo de construcción con viviendas de un nivel elaboradas con el sistema prefabricadas de panel de estructromalla tridimensional. Juan Carlos Velásquez Ávila. Tesis. Facultad de Ingeniería. USAC. 1997.

COVINTEC. E mail: covintec @acnet.net. Sistemas Prefabricados
Veracruz. Covintec S.A de C.V.

Descripción y Aplicación del Método S.A.M. Julio Roberto Aceituno Gracias. Tesis de graduación de ingeniero civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Diseño y Construcción de Sistemas Estructurales con mampostería concreto para muros de carga. Ing. James Amrhein. Seminario Centroamericano. BLOTECA. Guatemala C.A octubre de 1997.

Estudio para la Cámara Guatemalteca de la Construcción. Comparación de Rendimientos. C.G.C. Inga. Beatriz Aragon I. 1995.

JAFRED, Francisco J y Alberto Moreno Bonett. Métodos de Optimización . Programación Lineal-Gráficas. Editorial Continental. 1era ed. 1974.

Manual Técnico. EMEDOS. Panel de Estructromalla con núcleo de poliestireno. Curso de Capacitación. 5 y 6 de junio de 1998.

MENDENHALL, William. Estadística para Administradores. 2da ed. Trad. Dirk Valcks Vervrek. U. Américas. D.F. México. Editorial: Iberoamérica. 1988.

Prefabricados. Bruno Mertins Luna. Tesis de graduación de ingeniero civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1975.

Rendimientos de mano de obra sugeridos. Cámara Guatemalteca de La Construcción. C.G.C. 1990.

APÉNDICE

Fotografías del proyecto.

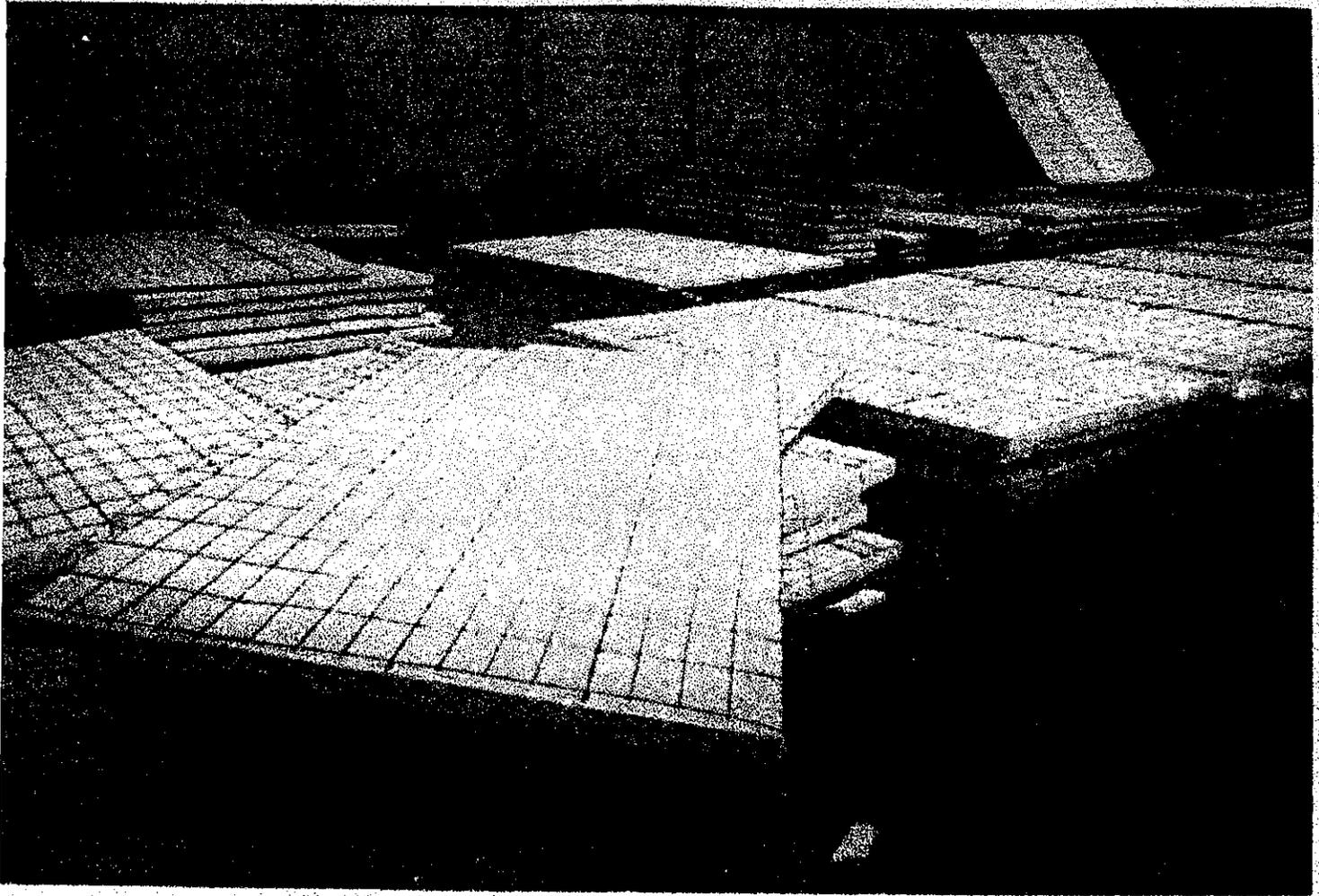


Foto1. Elementos del sistema Paneles

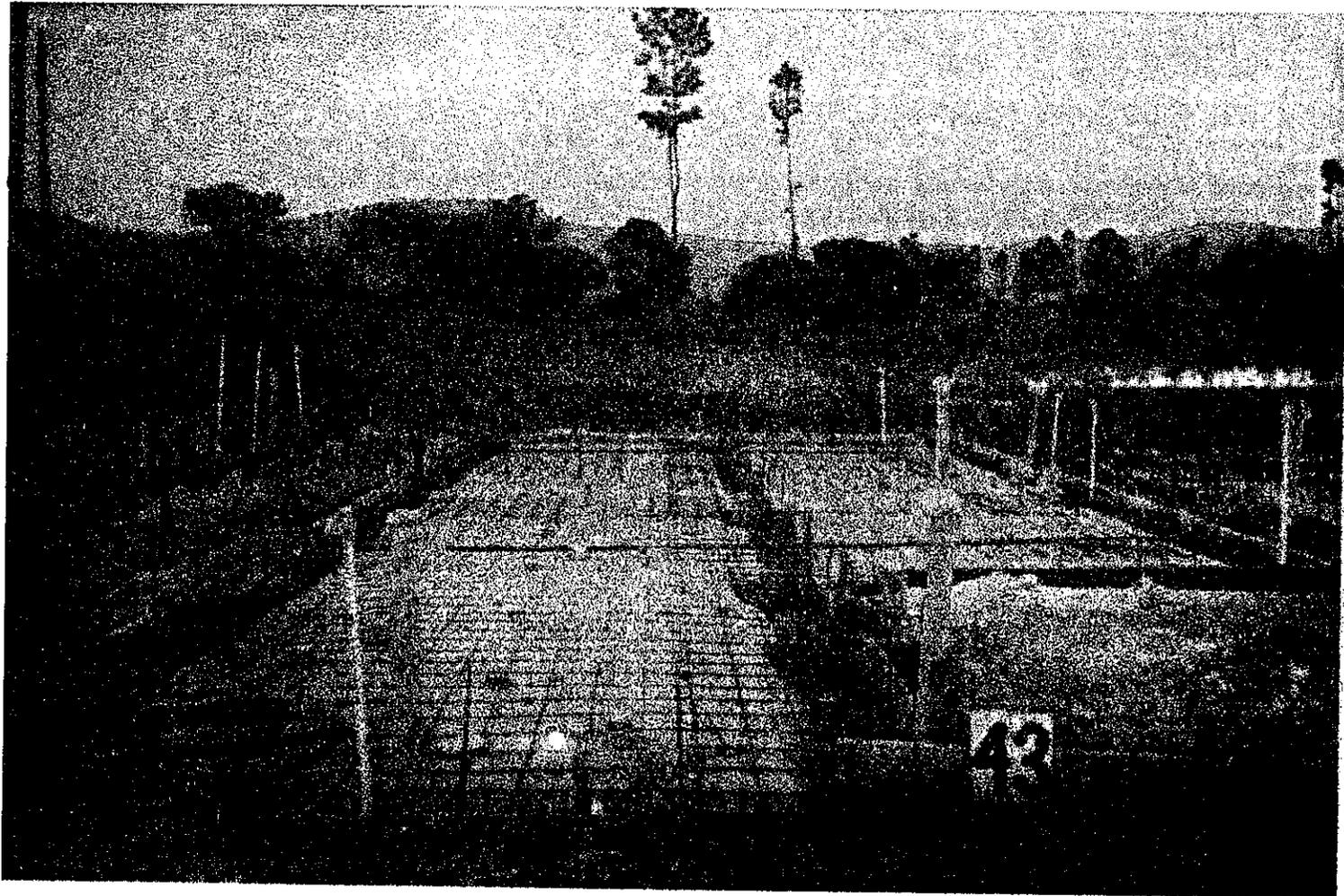


Foto2. Cimentación de la vivienda prefabricada.

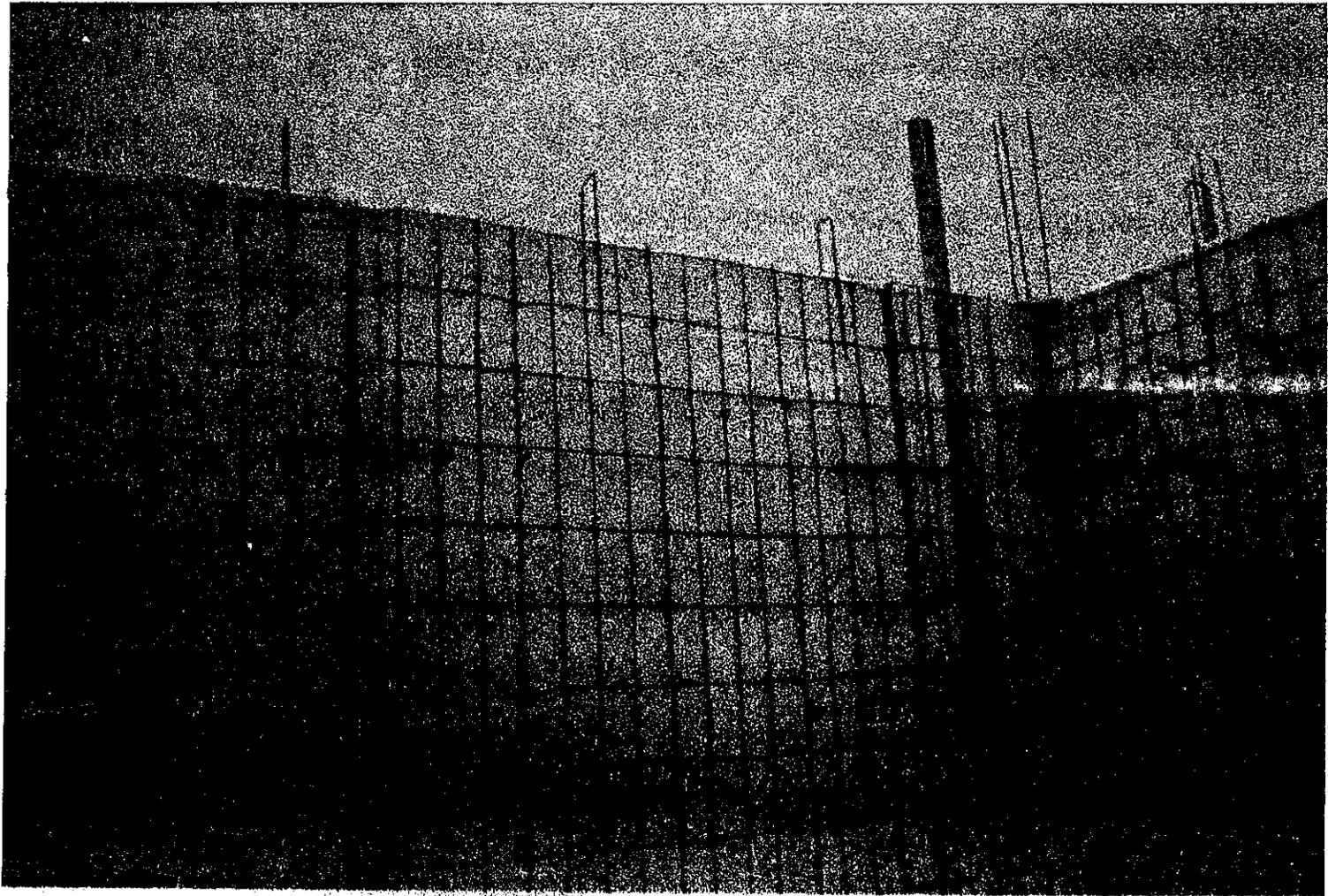


Foto3. Levantado y colocación de instalaciones.

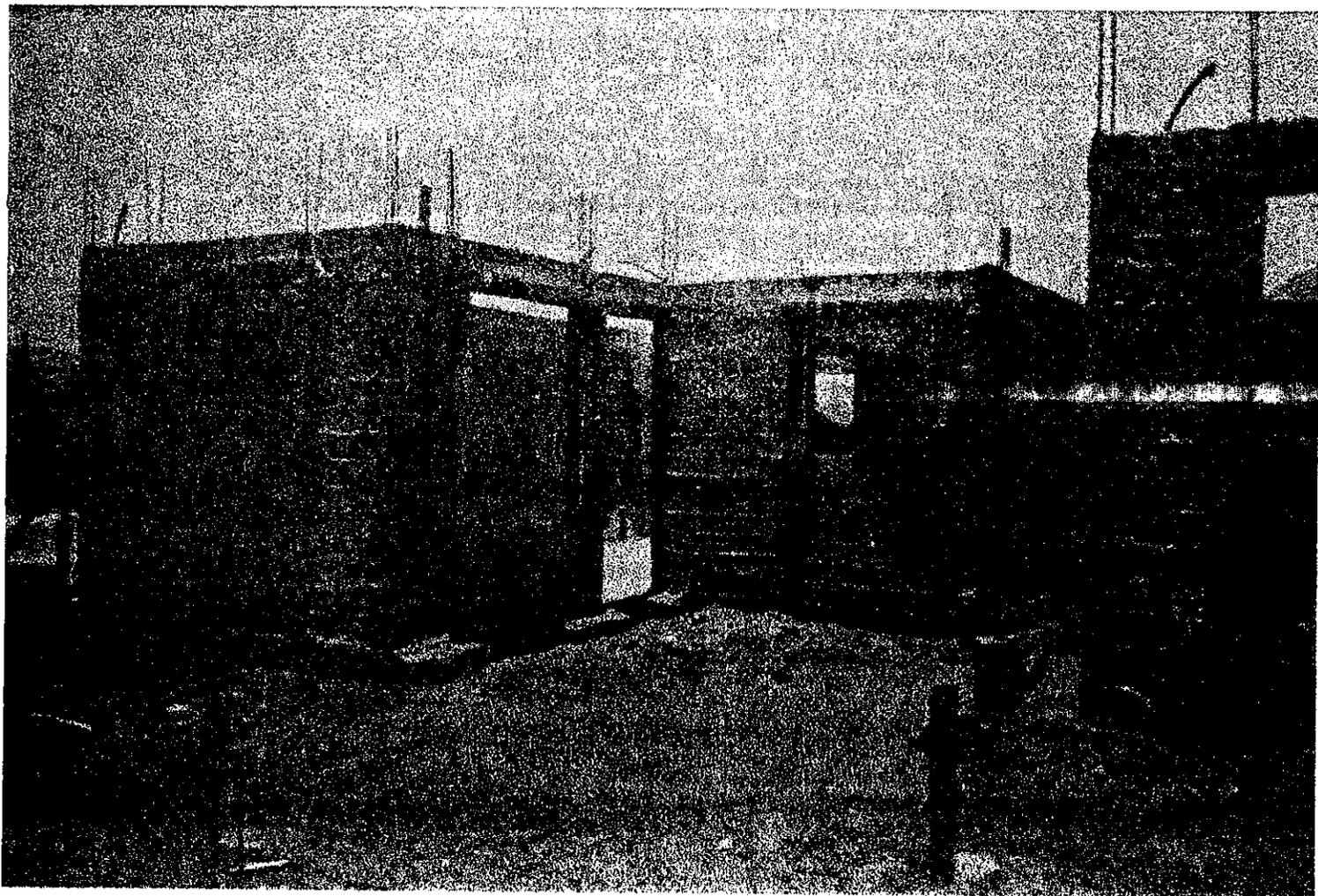


Foto4. Revocado de muros (primer revoque).

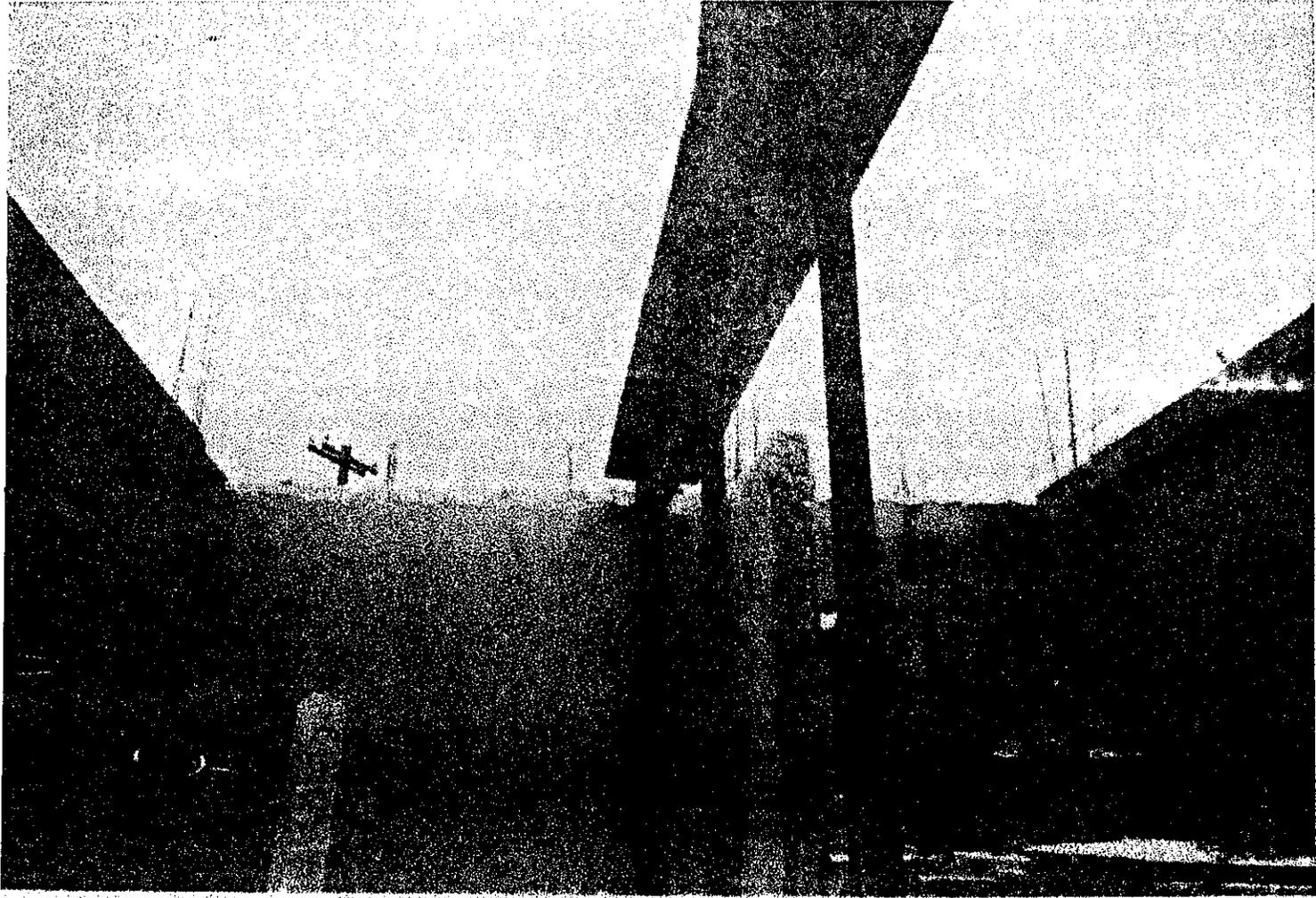


Foto5. Paraleado y entarimado de Losa.

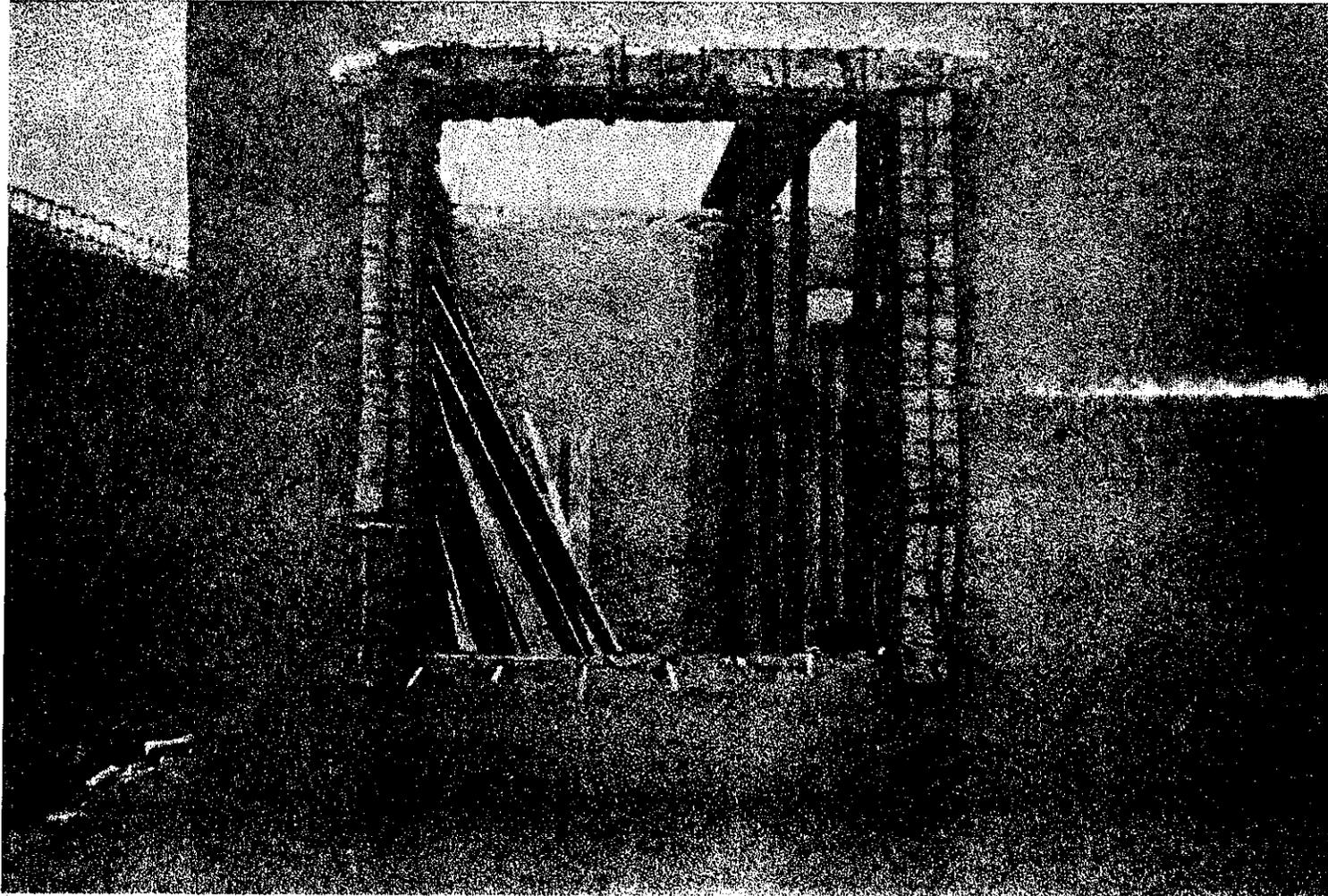


Foto6. Detalle de dinteles de ventana.

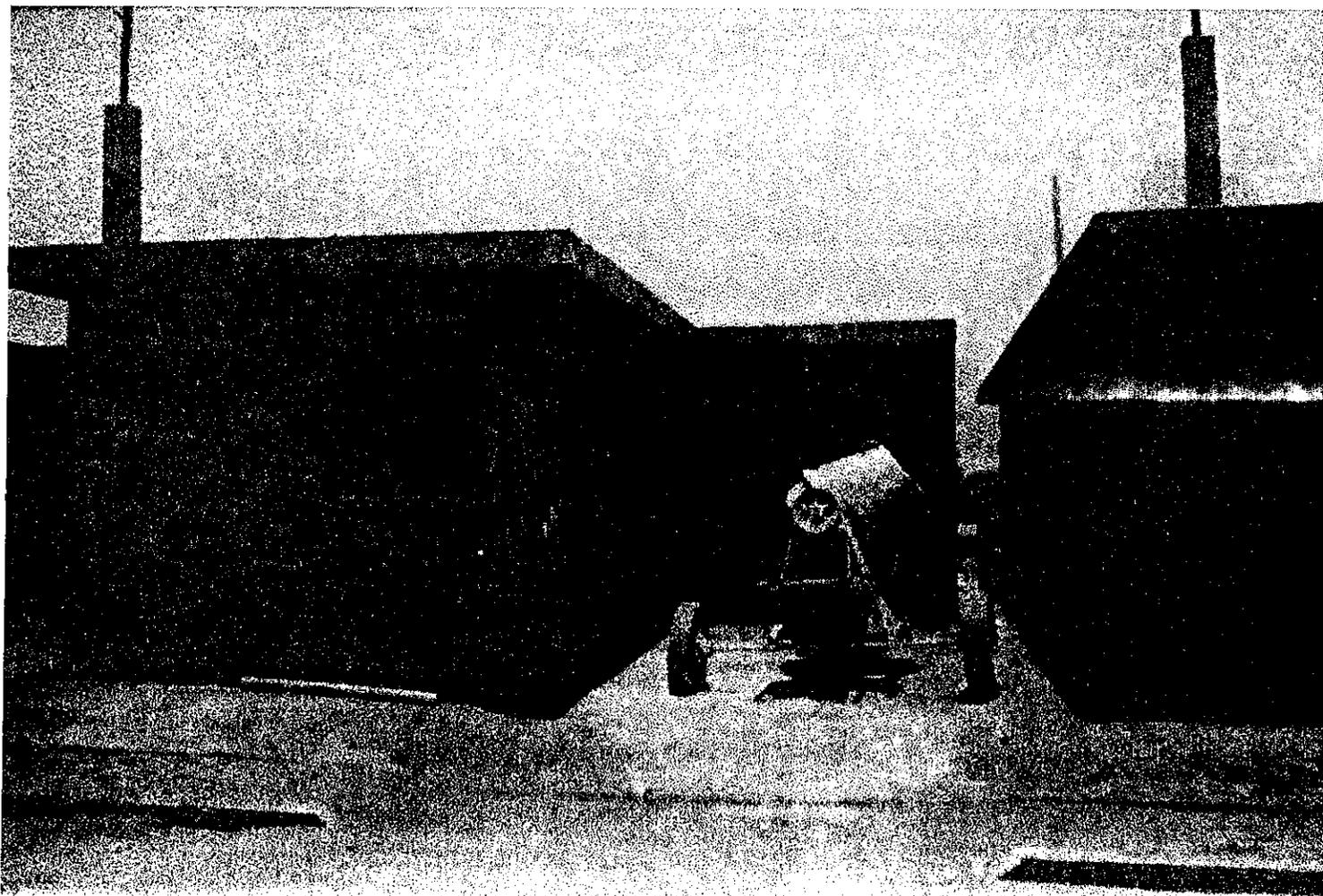


Foto7. Obra Gris concluida de la vivienda.