

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



FACULTAD INGENIERIA 1982

ORGANIZACION Y CONTROL
DE OBRAS DE INGENIERIA



Acceso
Ribereño Nor
en Rosario

Prof. Ing. Civil SALVADOR R. SPAMPINATO

**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA**



FACULTAD INGENIERIA 1982

**ORGANIZACION Y CONTROL
DE OBRAS DE INGENIERIA**

RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Dr. Guillermo Gallo

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Roberto D. Cotta

SECRETARIO DE ASUNTOS ACADEMICOS DE LA FA-
CULTAD DE INGENIERIA

Ing. Juan Carlos Delorenzo

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECA, PUBLICA-
CIONES Y MEDIOS AUDIOVISUALES

Ing. Daniel J. Lugones

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Publicaciones de la Facultad de Ingeniería

Serie Tercera

180

Publicaciones Especiales

Publicación N° 261

Para correspondencia y canje dirigirse a:

Facultad de Ingeniería

Departamento de Biblioteca, Publicaciones y Me-
dios Audiovisuales.

Calle 1 esquina 47 (1900)-La Plata Rep.Arg.

INDICE

CAPITULO I

ORGANIZACION DE LA EJECUCION DE LAS OBRAS

1. Generalidades.....	1
2. Primeros trabajos.....	2
3. Plano de replanteo.....	5
4. a) Replanteo de edificios.....	5
5. b) Replanteo de obras lineales.....	14
6. c) Replanteo de presas, diques, etc.	16
7. d) Replanteo de túneles.....	16
8. Trabajos posteriores.....	18
9. Accesos y comunicaciones.....	22
10. Instalaciones generales.....	23
11. Depósitos y almacenes.....	25
12. Talleres y playas.....	28
13. Centro habitacional y oficinas.....	30
14. Dependencias técnicas para el director de obras y asistentes.....	31
15. Dependencias técnicas y administrativas.	31
16. Servicios de obras y grupos habitaciona- les.....	32
17. Asistencia comunitaria: Pabellón Sanita- rio; Instalaciones recreativas.....	33
18. Equipo y plan para modelos de construc- ción.....	34

CAPITULO IIEJECUCION DE LAS OBRAS DE HORMIGON ARMADO (Organizado)

19. Generalidades.	
20. a) Encofrado.....	35
21. a.1) Metálicos.....	35
22. a.2) Cerámicos.....	36
23. a.3) De Madera.....	38
24. Encofrado de bases de fundación de columna.....	40
25. Encofrado de columnas.....	45
26. Encofrado de vigas.....	45
27. Encofrado de losas.....	46
28. Proceso de encofrado.....	46
29. Planos de encofrados.....	50
30. Plantillas de detalles.....	51
31. Maquinaria para el trabajo de encofrados	55
32. Cálculo de la madera necesaria y desperdicios.....	56
33. Estimación de la madera necesaria.....	56
34. Armadura.....	58
35. Planos de armaduras.....	60
36. Trabajo de taller.....	60
37. Montaje.....	62
38. Maquinarias y herramientas utilizadas...	63
39. Colados o Vaciado del hormigón.....	63
40. Maquinarias y equipos que se utilizan...	66

CAPITULO IIIESTUDIO Y ANALISIS DEL COSTO DE ESTRUCTURAS DE
HORMIGON ARMADO

41. Planeamiento previo.....	63
42. Cómputo de las estructuras.....	72
43. Análisis o estimación del costo.....	77
44. Materiales.....	78
45. Mano de obra de ejecución.....	79
46. Costo de la planta de operación y equi- pos y medios auxiliares.....	80
47. Gastos generales y riesgo y beneficio industrial.....	83
48. Formas de cotización.....	83

CAPITULO IVCONTROL DE COSTOS Y DEL PLAN DE TRABAJOS

49. Aplicación del sistema.....	87
50. Cantidades en ingeniería y unidades de medida.....	89
51. Estudios y análisis.....	89
52. Análisis mensuales.....	90
53. Informes quincenales y diarios.....	91
54. Cuadros y gráficos.....	92
55. Estudios sobre tiempos y movimientos...	99
56. Análisis de horas-hombre (mano de obra).	99
57. Tipo de construcción.....	99
58. Demoras.....	99

CAPITULO VLOS SISTEMAS PARA EL CONTROL DE COSTOS Y PLANES DE TRABAJO

58. Contralor de los programas de ejecución	103
59. Contabilidad y distribución de costos..	107
60. Proceso del contralor de la mano de obra	109
61. Modelos de fichas y planillas de tiempos	111
62. Contralor de materiales.....	115
63. Documentacion complementaria.....	117
64. Contralor de plantas y equipos.....	117

-----#-----

CAPITULO I

ORGANIZACION DE LA EJECUCION DE LAS OBRAS

1.- GENERALIDADES

La construcción moderna ha evolucionado generalmente de tal modo, que el equipo y el proyecto son de importancia fundamental en la ejecución de un trabajo. Los nuevos equipos han hecho posible que puedan emprenderse trabajos de forma tal, que hace una o dos décadas se hubiera considerado imposible. Aunque en algunos casos la instalación ideal pueda ser una ingeniosa combinación de maquinaria y equipos standard, recientes experiencias han demostrado que los modernos proyectos en equipos, frecuentemente se pagan por sí mismos con un sólo trabajo, a pesar de que al principio su costo parezca elevado.

Los excelentes resultados de esta clase de trabajos son universalmente conocidos.

Pueden presentarse obras de dos a cuatro o más años de duración, que exigen grandes instalaciones, equipos y disponibilidad de personal en grandes cantidades; es decir, un obrador de mucha envergadura, a más de los recursos económicos, financieros y administrativos que las sustentarán.

Todos estos parámetros, requieren una planificación previa a la iniciación de los trabajos del contrato. Este momento es tan crítico para el contratista como lo fuera el de la licitación.

Distinguiremos como planificación la secuencia conveniente de las distintas etapas y trabajos de la obra; mientras que en la programación se asignan los tiempos de ejecución o progresión a cada ítem, tarea, trabajo o evento, con la secuencia dispuesta en la planificación. Vale decir que esta se hará con anterioridad a la programación.

A los métodos clásicos, que habláramos en nuestra publicación "Planes y Costos de obras de Ingeniería" del autor, o de diagramación visual: Gantt o de barras y los de porcentajes (coordenadas cantidad-tiempo) agregaremos, los de programación analítica o camino crítico (CPM) que se tratará en detalle más adelante.

En la organización de la ejecución distinguiremos:

- 1°) Primeros trabajos
- 2°) Trabajos posteriores

2.- PRIMEROS TRABAJOS: los que se realizarán de inmediato. De no contarse con experiencia de obras similares, será conveniente dedicar un tiempo apreciable a su preparación. En ésta tarea es importante la experiencia y veteranía adquiridas en trabajos anteriores; existe muy poca bibliografía al respecto, sobre todo en nuestro país, que continúa con métodos tradicionales sin aprovechar las ventajas de las modernas técnicas. El profesional de obra o de conducción, es generalmente subestimado frente a los de cálculo y pro-

yecto, no obstante las relevantes tareas que cumplen, que en la mayoría de los casos éstos últimos no son gustosos de afrontar. Así como es difícil encontrar buenos ingenieros organizadores, otro tanto ocurre con los de conducción de las obras. Los conductores de obras además de la capacitación técnica del caso, deben poseer condiciones personales, como un carácter firme, presen-cia física y anímica para la clase de trabajo, saber tomar medidas oportunas, tener adecuada política de trato con el personal obrero, administrativo, proveedores, etc.

Entre los primeros trabajos tendremos:

- 1.1. De gabinete: planos de replanteo,
- 1.2. Planos de detalles de la obra, etc, y entre los posteriores: De obra:
 - 2.1. Estudios y trabajos topográficos y,
 - 2.2. Estudios y trabajos geológicos.

Al estudio de las propuestas de licitación, que realizáramos en nuestra publicación anterior, (op.cit.) dijimos que era necesario hacer una primera programación, para relacionar bs tiempos de ejecución con las cantidades a ejecutar (movimientos de tierra, cantidad de materiales, etc.) sincronizándolos a su vez, con la planta de equipos a utilizar y el personal necesario, por tanto se llega así, al momento de aprovechar todos esos estudios y análisis, adecuándolos a esta segunda etapa de ejecución.

Lista o cuadro de verificación para planear en construcción.

<u>Topografía</u>	<u>Fuerza motriz, combust.y agua</u>	
Instalaciones del cemento	Clases	Transmisión
Superficie para desechos	Fuentes	Plant. portat.
Equipo de la Planta	Característ.	Plant. centr.
Superficies de Almacenam.	Capacidades	Prov. agua
Anclajes	Proporción	Almacenamiento.
Desagues		

<u>Geología</u>	<u>Comodidades para el personal</u>	
Sobrecarg. Estratific.	Ciudad más próx.	Hospital
Subsuelo Fallas	Campamento	Escuelas
Agua del S. Caract.Físic.	Servicio Sanit.	Bomb.y Pol.
Salt.deAgua Cauces	Alimentación	Jardines
Cavernas	Prov.de agua	
Rocas		

<u>Clima</u>		<u>Trabajo</u>
Temperatura	Hielo	Regulaciones
Lluvias	Nieve	Estaciones: Variaciones
Lodo	Tormenta	Coberturas de seguros
Tornados	Terremotos	Disponibilidades
Polvo		Trabajadores hábiles e inhábiles
		Nativos o extranjeros

<u>Plataformas de rios</u>		<u>Propiedad</u>
Desag.norm.	Clas.de Curv.	Propietarios vecinos
Marea baja	Rompeolas	Límites, Accesos
Mareas	Pred.de Grad.	Compras (adquisiciones)
		Alquileres-Servidumbres
		Derechos Sanitarios
		Riesgos contra incendios
		Derechos ribereños
		Derechos de minería

3.- PLANO DE REPLANTEO: Como dijimos se realiza previamente, en gabinete y tiene por finalidad el permitir trasladar al terreno, o lugar de emplazamiento, todas las medidas y cotas planimétricas y altimétricas de la obra proyectada, sin tropiezos o inconvenientes. Haremos una distinción entre planos de replanteo para:

- A) Obras de edificios
- B) Obras lineales (caminos, ferrocarriles, canales, acueductos)
- C) Obras hidráulicas (presas)
- D) Obras de túneles, etc (aunque lineal, tienen especiales características)

4.- A) Replanteo Edificios: Entre las de edificios distinguiremos: a) edificios con muros portantes, b) con estructuras independientes. En los primeros es determinante el replanteo de los muros en los segundos el de la estructura.

a) En todos los casos la confección del plano de replanteo, significa la constatación y/o depuración de posibles errores, deslizados en los acotamientos y ubicación de elementos y/o estructuras durante el proyecto, Puede ocurrir que la documentación de contrato provea en su totalidad los planos de replanteo y detalles; de lo contrario, en base a los planos de arquitectura (plantas, cortes fachadas, etc.) se realizarán entre otras las siguientes operaciones:

1) Ejes de replanteo en base a elementos existentes (medianeras, línea municipal, cercos, etc.) o alineaciones elegidas convenientemente.

2) Medidas planimétricas

3) Cotas de niveles

4) Progresivas según ejes y controles - con medidas perimetrales.

5) Centrado de aberturas en fachadas, plomo de marcos, sentido de aberturas, etc.

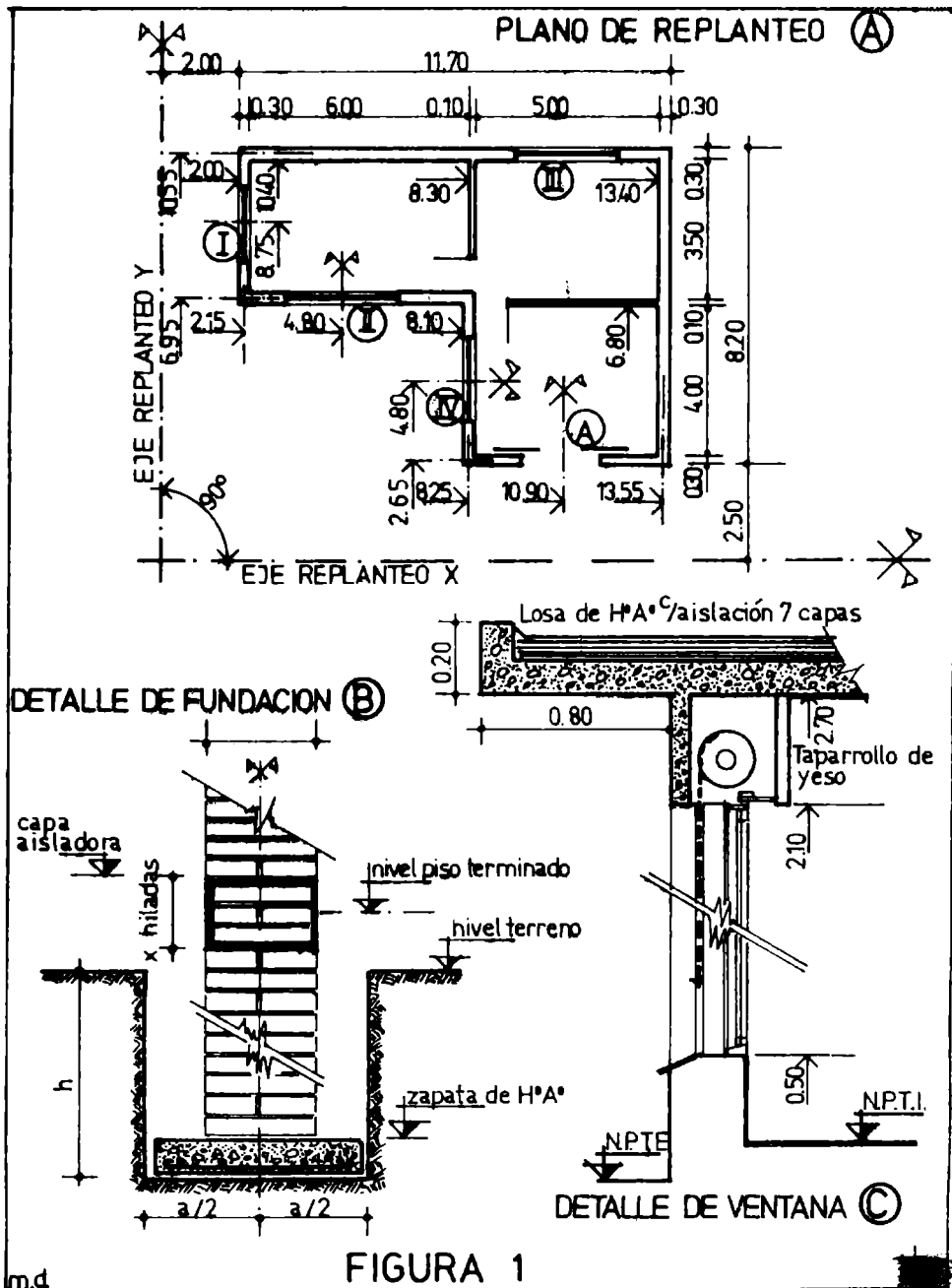
6) Detalle de fundaciones (zapatas de albañilería, hormigón simple, hormigón armado, profundidad de fundación, etc.)

7) Cortes y detalles de: fundaciones, capas aisladoras, umbrales, pisos, antepechos y alfeizares dinteles y encadenados, cubiertas, etc. Fig.1.-

La ubicación de todos los elementos se referirá al sistema de ejes de replanteo, principales y auxiliares, distantes de 1 a 1,50m. de los muros, y mediante progresivas calculadas se ubicaran los ejes de muros, puertas, ventanas, etc. Una de las constataciones de importancia es la de progresivas totales con la suma de las parciales, de esta manera cualquier error en las medidas de acotaciones de ambientes y muros queda a descubierto. Por lo general el plano de replanteo requerirá la aprobación de la inspección o dirección técnica respectiva.

a₁) Replanteo en obra. La ejecución del replanteo en obra debe ser efectuado por personal de buena capacitación, de lo contrario los errores de operaciones (mediciones, niveles, etc) producirán los consabidos vicios de obra en cuanto a falsa escuadra, fueras de plomo, etc.-

Se materializarán en el terreno los ejes principales y auxiliares utilizando jalones, prismas, escuadras a bastón y nivel óptico, teodolitos, niveles, etc. Se trazará una primera alineación o eje principal, determinando dos puntos fijados por estacas o jalones, referidos a línea municipal, medianeras o límites geométricos del



predio; para alineaciones de longitud considerable, se recurrirá a teodolito o nivel, para disminuir los errores posibles. Las normales (90°) a este eje, según las distancias, se harán recurriendo a teodolito, nivel, prisma, escuadras de acero o madera o bien en casos de menos importancia, se acostumbra también, formar el ángulo recto mediante las medidas de catetos e hipotenusa (3,4,5) o (1,1,1,414) etc. Fig.2.-

Para la materialización de los ejes se colocarán alfajías (1 x 2" o 1 x 3") clavadas sobre estacas convenientemente dispuestas. El retiro de los ejes con respecto a los muros tiene por objeto dejar espacio libre para tierra de excavaciones y acopio de materiales lateralmente a los mismos. Se trata de formar con las alfajías un recinto, que siga el contorno del edificio, de tal modo que la progresiva de cualquier muro, quede determinada por la intersección de alambres o hilos sujetos a clavos, colocados en correspondencia con las progresivas del eje del muro, sobre dos alfajías paralelas entre ellas y a su vez normal al eje del muro.

De esta manera además de los clavos correspondientes al espesor del muro en cuestión, se colocarán distanciados según el caso, otros que fijarán anchos de zapatas, recortes de albañilería, etc.

b) Edificios con estructura independiente de H°A°.

La preparación del plano de replanteo de la estructura, requiere la presencia de los planos de arquitectura, de los de distribución de estructura y planillas de cálculos respectivos. Se comienza con los planos de encofrados que consiste en el acotamiento de todos los elementos estructurales: columnas, vigas y losas; para lo

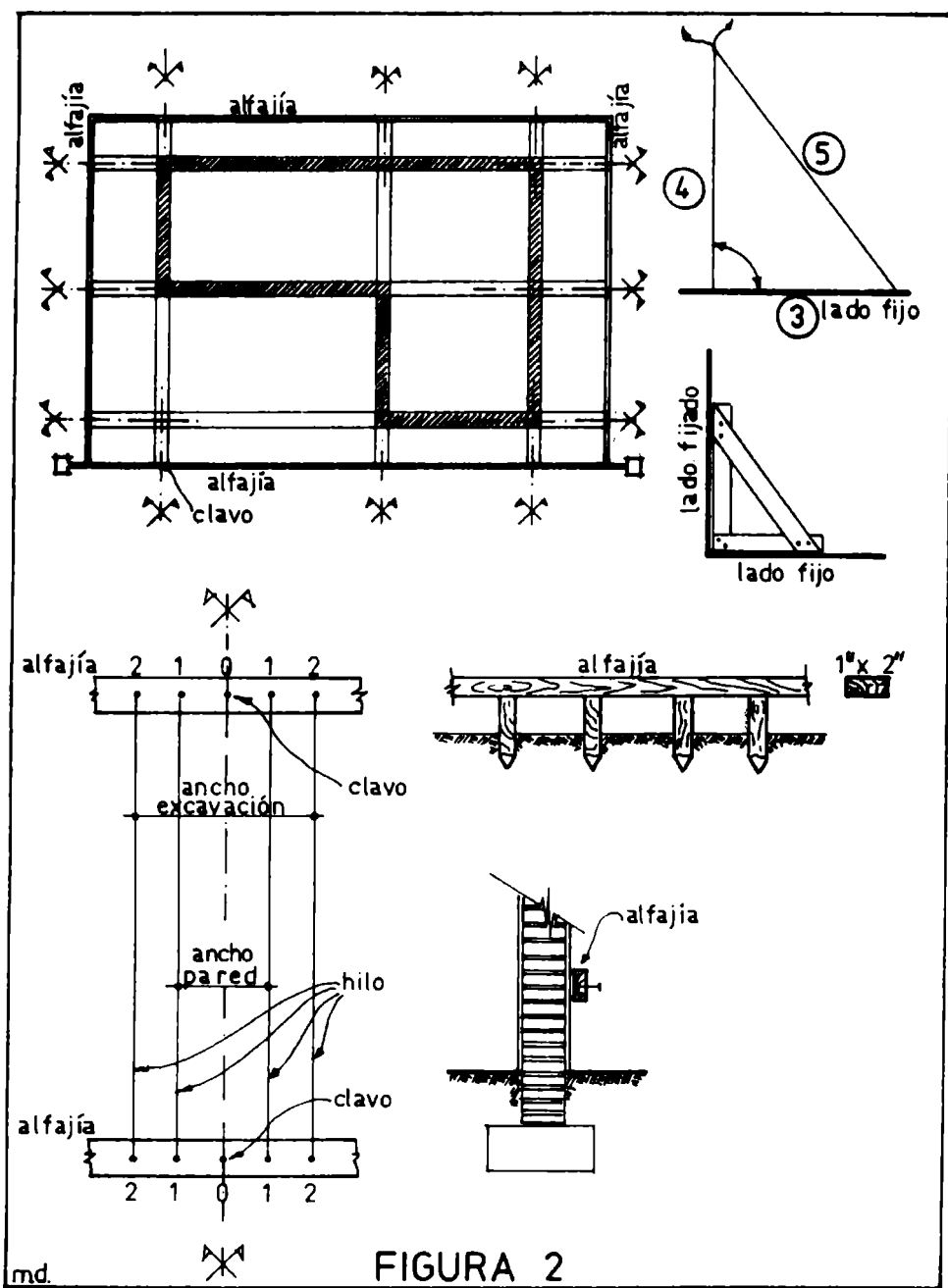


FIGURA 2

cual se estudiará la ubicación definitiva de cada uno de ellos con relación a los muros, revestimientos, o cerramientos en general. Estos últimos constituirán el medio en que se embutirán o alojarán los distintos elementos del H°A°. Así puede verse en la Fig.3, disposiciones de columnas respecto a muros, idem de vigas, donde la ubicación está condicionada a los espesores de muros, revestimientos, etc. Las dimensiones progresivas se establecen entre ejes de columnas y de vigas, aunque también se acostumbra en algunos casos acotar las caras de columnas cuyos planos se mantienen verticalmente en todos los pisos. Estos pequeños desplazamientos de ejes de columnas no afectan mayormente la estabilidad de la estructura en si, aunque en caso de apoticados deberá mantenerse la continuidad supuesta en el cálculo.

Además de las dimensiones establecidas en los planos de encofrados se efectúan cortes de vigas y losas indicando si es T, L, o invertida, se acotan las dimensiones de lo que se llama "superficie mojada" del encofrado, el espesor de las losas van en semicírculos inferiores y la designación de las mismas en las superiores, Fig.4. Todas estas circunstancias determinan que los planos de encofrados se comiencen de arriba hacia abajo, en combinación con la planta dominante, llegando finalmente a la planta de fundación en que se acotarán ejes de columnas, dimensiones de bases o vigas de fundación, cabezales de pilotes, pozos de fundaciones, etc.

El replanteo de las bases de hormigón difiere en parte con el de los muros; se colocan caballetes de alturas y distancias convenientes entre las bases y mediante teodolito se alínean clavos o soportes para el posterior tirado de alambres de alineamientos finalmente mediante plomadas se bajan a los pozos de fundación las co-

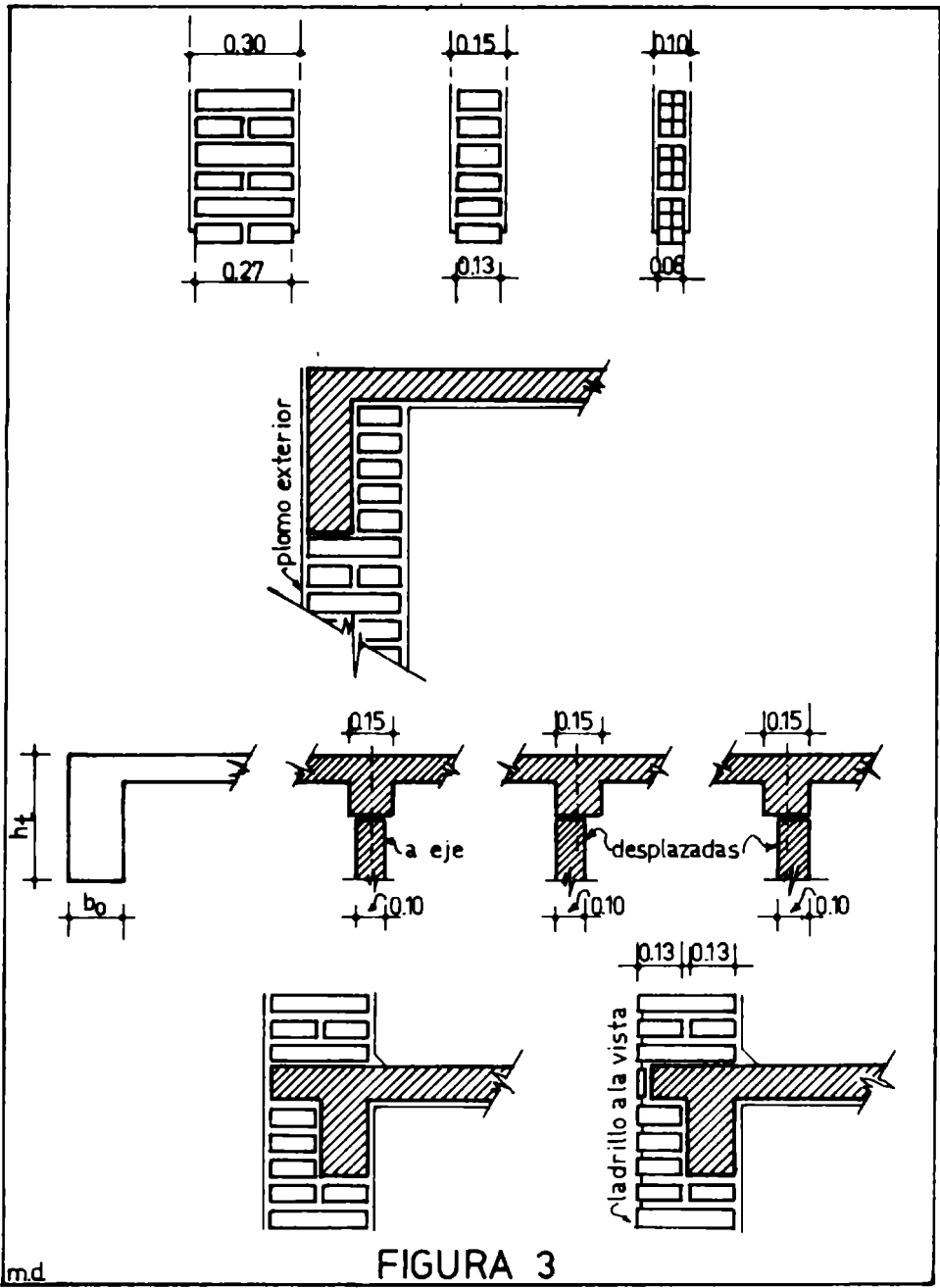


FIGURA 3

m.d

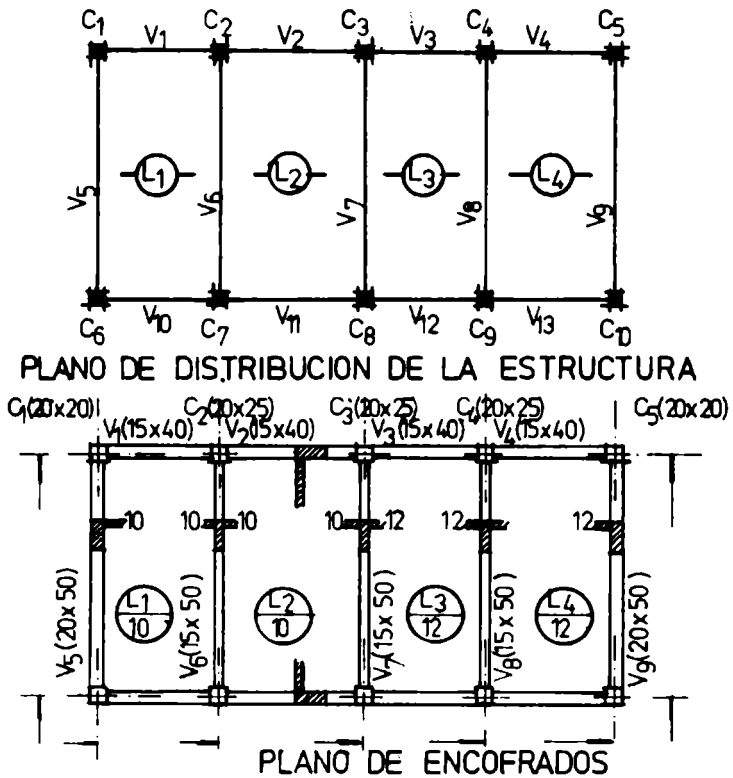
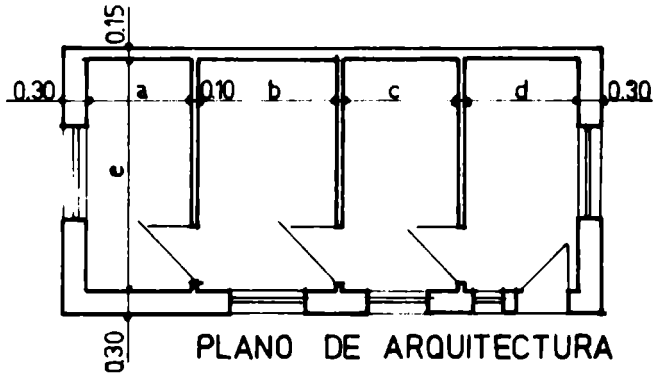
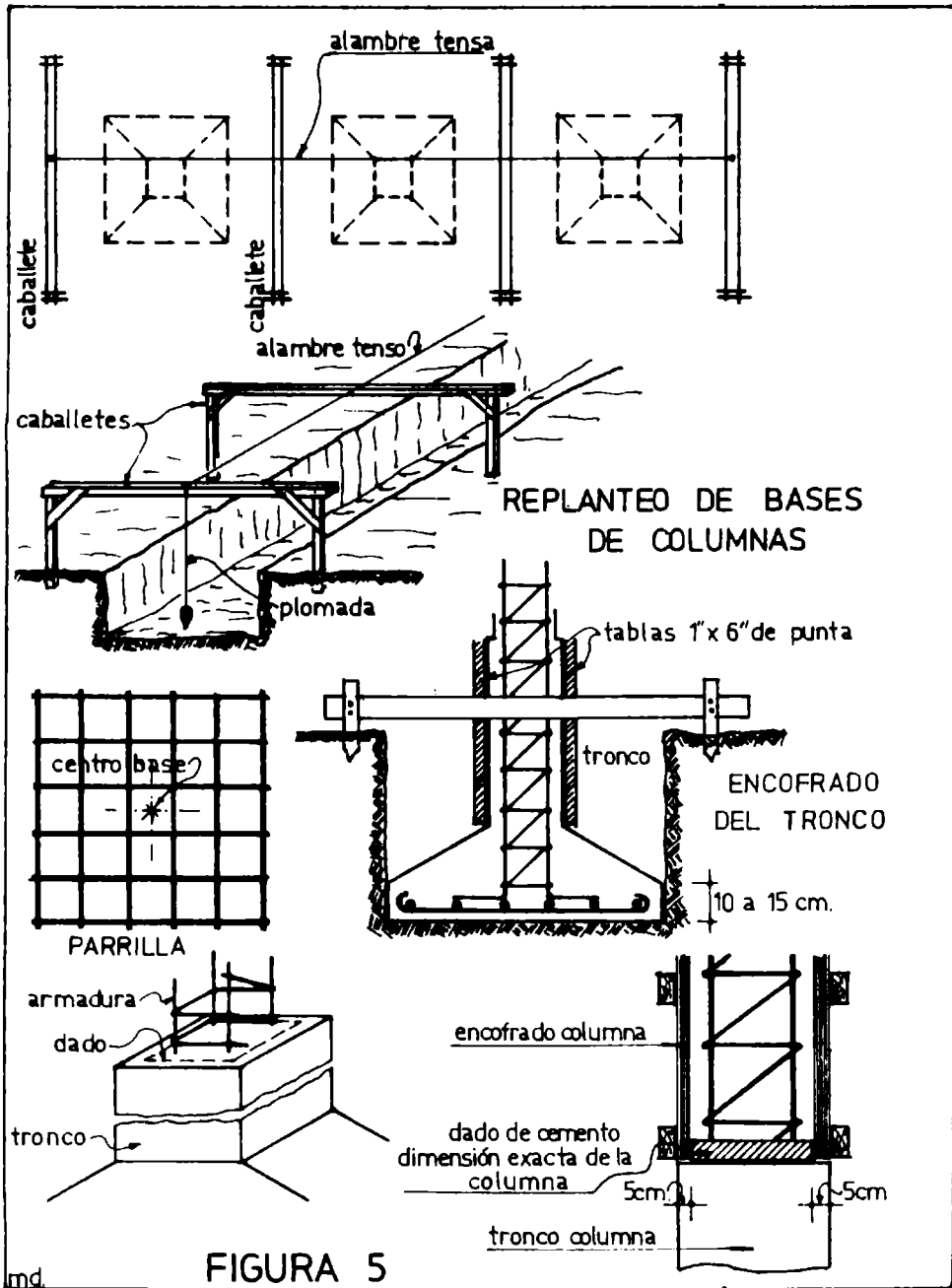


FIGURA 4

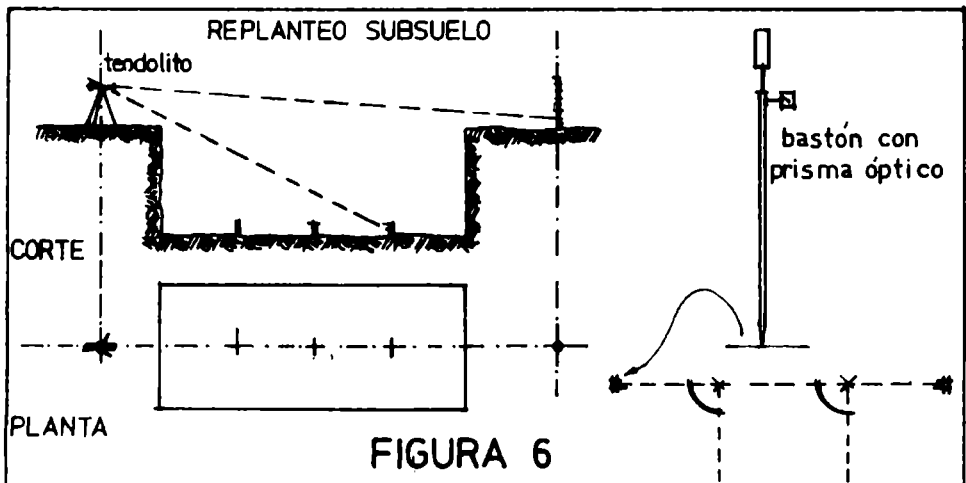


rrespondientes medidas. (Fig.5).

El tronco de columna de la base hasta 30 cm. bajo nivel de piso se hormigona de dimensiones de 5 a 7 cm. en más que los respectivos lados de la columna; posteriormente se efectúa un centrado de ejes de columna sobre el tronco y se procede a construir sobre él un dado de concreto de 5 cm de altura y de las dimensiones exactas de la columna, para enchufar posteriormente en el mismo, el encofrado de elevación de la columna. Se insiste en la exactitud de las operaciones debido a que el hormigón no permite correcciones posteriores una vez fraguado. En las cotas de nivel de las losas de los pisos se pondrán las que corresponden a hormigón terminado (N.H.) para lo cuál se tendrá en cuenta espesores de pisos, cielorrasos, altura dominante de vigas, etc. Hormigonada la estructura sobre planta baja (s/P.B.) las medidas de los pisos siguientes se relacionarán a ésta, y así sucesivamente se relacionarán los otros pisos al precedente en nivel.

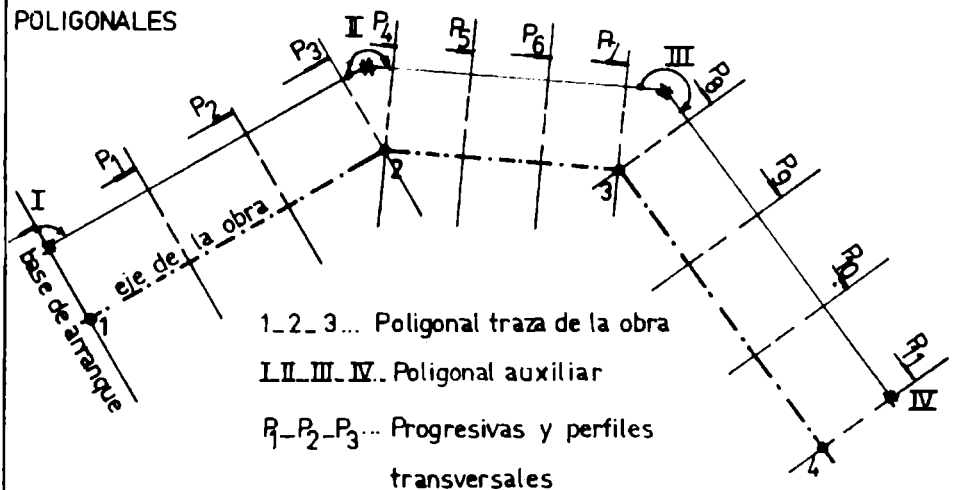
En la figura 6 se representa el replanteo de bases en un subsuelo, para lo cual se bajarán las alineaciones de superficie, mediante teodolitos y/o plomadas.

5.- B) Replanteo de obras lineales: Daremos a grandes rasgos algunos de los métodos que se usan. Se trazan poligonales abiertas apoyadas en bases de referencias conocidas. Pueden trazarse siguiendo el eje de la obra o bien como es más frecuente, desplazadas paralelamente a los lados, y desde estos se trazarán normales para determinar el referido eje y demás cotas de los perfiles transversales que se espaciarán, según topografía del terreno y características de las obras. Estas poligonales planimétricas se com--



OBRAS LINEALES

POLIGONALES



plementarán con las respectivas altimétricas apoyadas en ellas. En curvas se usan ordenadas relacionadas a las tangentes, cuerdas, o radiaciones angulares desde puntos determinados. En los casos que sea indispensable alto grado de precisión, se trazarán poligonales primarias geodésicas plani-altimétricas a las cuales se vincularán poligonales secundarias de precisión topográfica en cantidad y disposición requeridas por los trabajos. (Fig.7).

6.- C) Replanteo de presas, diques, etc.: En estas obras, se combinan los sistemas de ejes coordenados, con radiaciones de ángulos desde puntos convenientemente elegidos, a fin de poder replantear los distintos perfiles, variables con las cotas de nivel, en planimetría (diseños curvos). Siempre la utilización de la parte construída prestará apoyo para delinear el avance de obra. (fig.8).Las operaciones se apoyarán en la triangulación básica.

7.- D) Replanteo de túneles. A lo dicho sobre la utilización de poligonales abiertas (en obras lineales) que se trazarán por el interior del túnel, agregaremos que el trazado de túneles a determinadas profundidades presenta características especiales, en estas obras de frente móvil. Se trabaja externamente con una triangulación cuya red cubrirá la zona del trazado planimétrico de la obra y a la cual se apoyará la poligonal interior, que mediante bocas de accesos convenientemente elegidas permitirán efectuar controles con puntos de la triangulación. La utilización de instrumental con uso del rayo laser, ha facilitado las tareas de replanteos en todos los tipos de obras, dependiendo la precisión operativa de las características de la obra y topografía de las zonas que afectan el trazado(Fig.9).-

REPLANTEO DE PRESAS

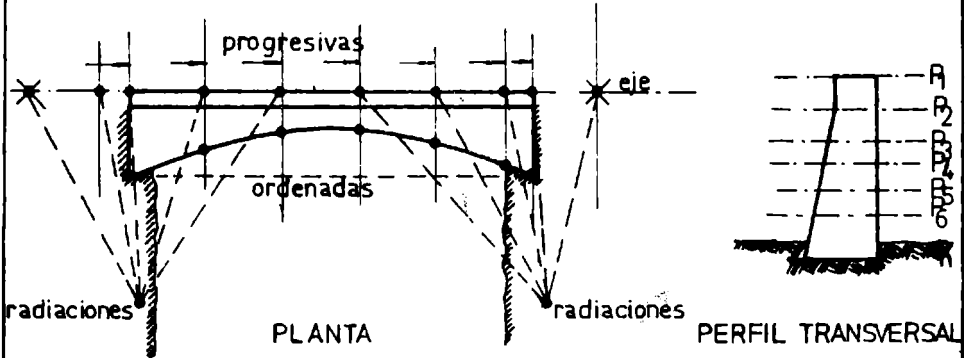


FIGURA 8

REPLANTEO DE TUNELES

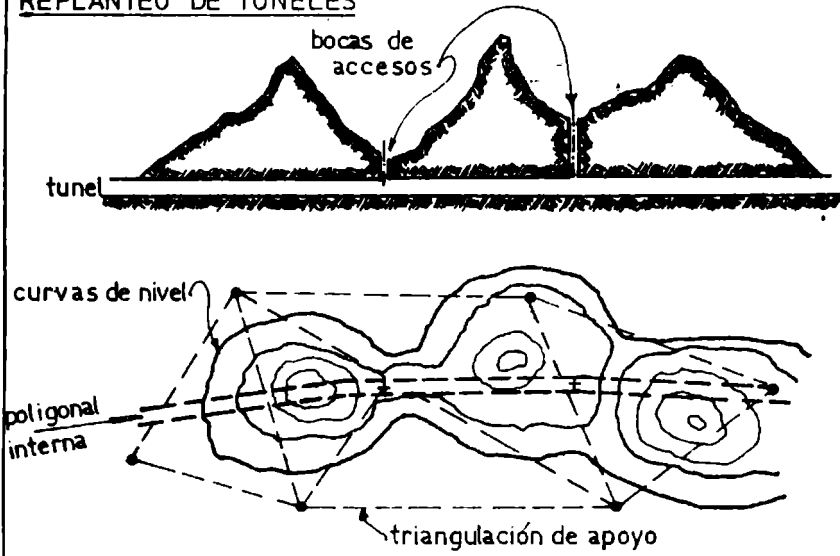


FIGURA 9

8.- TRABAJOS POSTERIORES.

o.1) Topográficos: Además de los que acabamos de mencionar para efectuar el replanteo de las obras de distintos tipos, podemos agregar para:

a) Edificios: planimétricos, para constatación del dominio o propiedad; altimétricos, para desagües, movimientos de tierras, pendientes, etc. Por lo general no asumen mucha importancia y se tendrá especial cuidado en dejar puntos característicos (mojones, estacas, cotas de nivel, etc.) en lugares que no resulten afectados por la obra nueva, a efectos de constataciones posteriores. También entran en este punto el replanteo de: construcciones destinadas a servicios auxiliares (oficina central, comedor, dormitorios, sanitarios, etc), emplazamiento de plantas y equipos fijos, playas y el obrador, etc. cuyo proyecto y organización serán tratados más adelante.

b) Obras lineales: algunos de éstos trabajos plani-altimétricos, se efectuarán paralelamente con el avance de obra, para el cumplimiento de los distintos perfiles y sus respectivas cotas de nivel. Otros destinados a medir cubajes de excavación y/o rellenos, exigirán registrar los hechos existentes antes y después de ejecutados los trabajos (perfiles o préstamos), a efectos de realizar la medición y certificación de los diversos items.

c) Presas y túneles: complementando los que requieren el trazado o emplazamiento de las obras, se realizarán otros a fines de ubicar zonas de trabajos, emplazamientos de la planta y equipos (hormigón, agregados, etc.), se tendrá en cuenta lo expuesto en el punto 39: Planeamiento y Selección de la Planta (op.cit.), proyecto de: los sistemas de transportes (caminos auxiliares, "Decau-

ville", cables carril); las obras destinadas a movimientos de materiales (recepción, almacenamiento y distribución), los emplazamientos de los servicios auxiliares de obras (alojamiento, comedores, vestuarios, sanitarios); etc. Para el movimiento de los materiales, repetimos conceptos ya expuestos (op.cit.), los hormigones y mezclas elaboradas cumplirán el menor trayecto posible, aprovechando la gravedad para su traslación vertical. En un proyecto de un gran dique la topografía del lugar constituye uno de los factores predominantes para determinar la forma de la construcción. En un desfiladero o garganta, es conveniente tener un equipo con cable aéreo de transporte, mientras en un dique de cabecera baja, en un río llano, se requieren generalmente puentes y grúas. Las condiciones topográficas regularán la colocación de bases adecuadas para plantas cribadoras, mezcladoras, cables aéreos de transporte, caminos de acceso y cualquier otra clase de edificios. En un valle llano estos problemas generalmente no tienen gran importancia pero en una garganta la cosa es muy distinta.

8.2) Trabajos y estudios geológicos: No pretendemos describir el análisis y estudios de estos importantes trabajos, pues ello es tema de publicaciones especiales. Unicamente nos vamos a referir al apoyo o utilización de los mismos en distintas obras.

a) Edificios: Mediante perforaciones y exploraciones condicionadas específicamente al análisis de suelos se logra conocer: la profundidad a fundar, el coeficiente de trabajo del terreno, talud de los suelos, esponjamiento, napas freáticas, ubicación y clasificación de los mantos geológicos.

En pequeñas obras y por referencias de otras

realizadas en las inmediaciones, puede tenerse una apreciación directa, pero siempre que sea posible, es importante conocer que ocurre en los mantos profundos. No obstante en la mayoría de los casos la realización de los estudios y análisis por equipos especializados conduce a obtener a veces grandes economías y seguridad.

En excavaciones de cierta profundidad el desconocimiento o mal diseño del talud puede provocar desprendimiento y/o accidentes; la presencia de napas freáticas conducirá a operaciones de entibados, tablestacados, bombeos de desagotes o de presivos de napas, pudiendo resultar la necesidad de pilotajes, plateas de fundación, etc.

b) Obras lineales: A lo expresado para las de edificio cabría agregar: conocimiento de las características mecánica de los suelos, compactación, humedad, esponjamiento (para préstamos y transportes), etc.

c) Obras hidráulicas, presas, etc: En estas se dá muchísima importancia a los estudios y análisis geológicos en obra, puesto que en base a éstos puede llegarse hasta modificar los tipos de fundaciones y/o diseños elegidos previamente en el proyecto. Por lo general en la zona y alrededores de la obra se practicará un relevamiento geológico, referido planimétricamente a hechos conocidos, en el cuál se ubican las distintas perforaciones y sondeos. Se determina además de las características y constantes de los puntos a) y b): resistencia específica, permeabilidad, fracturas, clivajes, mantos geológicos. El problema es bastante complejo por las variaciones que suelen presentarse, determinando inyecciones de cemento o de hormigón para reforzar zonas no adecuadas. Finalmente diremos que se acostumbra a reproducir en tubos de vidrios la morfología, cotas, etc. de los sucesivos mantos atravesados por una perfora-

ESTUDIO Y TRABAJOS GEOLOGICOS

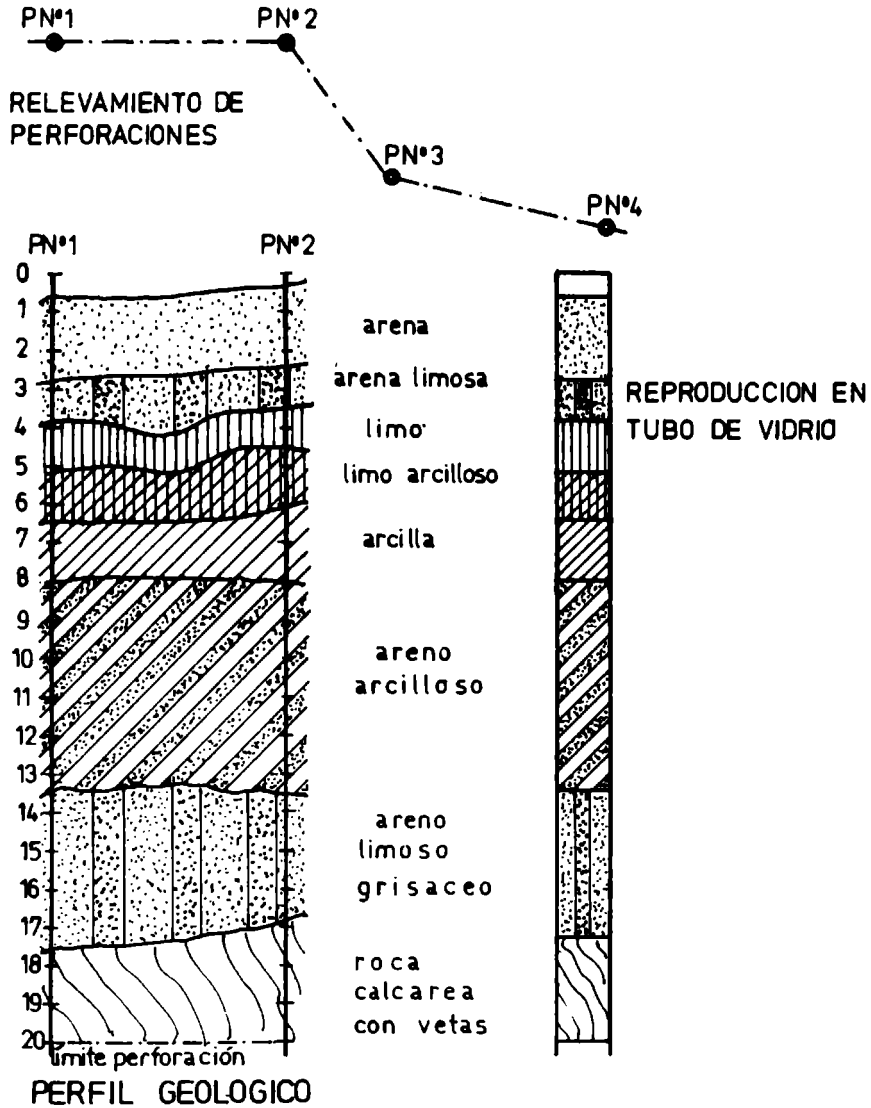
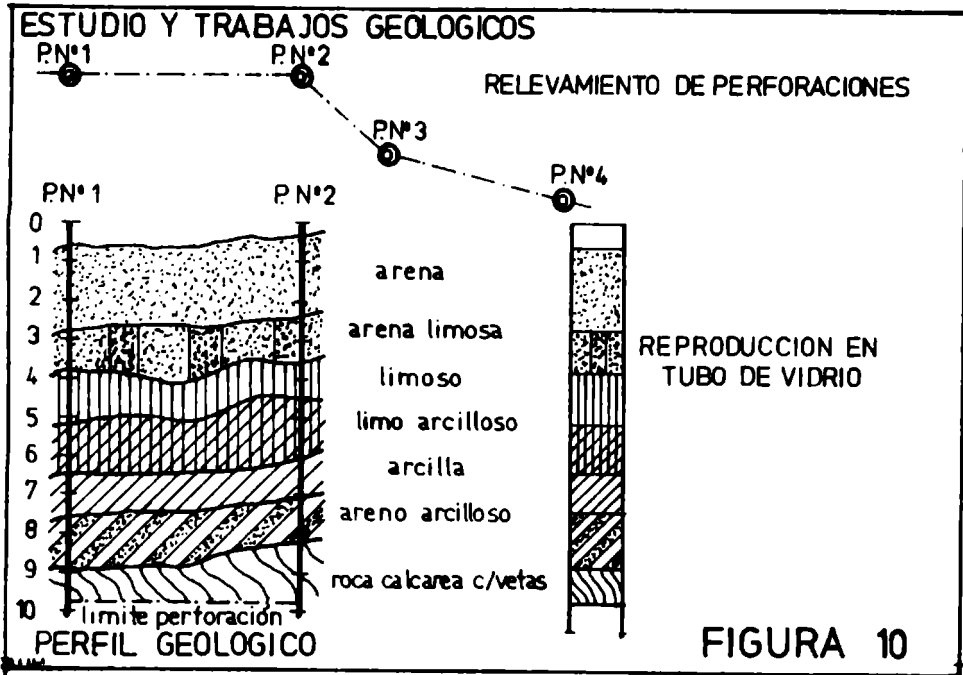


FIGURA 10

ción (Fig. 10). Todos éstos estudios pueden complementarse con la técnica que suministra la "ecogeología" o aplicación del sonar.



Hacer un estudio de las condiciones geológicas en el lugar es de importancia. En donde se utilizan agregados fabricados, la selección de la cantera más adecuada crea un vínculo con el equipo de la planta, siendo esto uno de los costos principales en la construcción. Los datos de las exploraciones de las fundaciones y perforaciones del dique principal debe ser cuidadosamente verificados; es importante saber como fueron logrados aquellos, de modo que la verificación de esos cálculos pueda ser hecha con las diferentes clases de excavaciones. Una selección inteligente del equipo más adecuado y económico no puede realizarse si existen posibilidades de derrumbes en las diferen

tes clases de materiales, como por ejemplo, rocas o tierras. En general, es conveniente al proyectar un dique, utilizar los materiales naturales prevalientes en la misma región. Antes que un constructor pueda determinar adecuadamente como deben manejarse estos materiales debe conocer la naturaleza y lugar de esos depósitos. Puede usarse la excavación del dique como agregado del hormigón? Son las represas de tierra a construirse arenosas o arcillosas? Cómo manejarlas? Qué equipo debe usarse? En el caso de material rocoso para relleno, cómo debe procederse para quebrarlo? Cómo levantar el equipo? Qué tamaño de equipo se necesita? Con que clase de superficies se debe trabajar? Estas son solamente algunas de las muchas preguntas que deben ser contestadas por medio de una cuidadosa exploración del lugar.

Se comprenderá que no es posible exponer en unas pocas páginas la multiplicidad de los problemas, exigencias y características que puede requerir la planificación del obrador, plantas y equipos de operación, que puedan utilizarse en los variados tipos de obra que se presentan. Por tal motivo nos limitamos a exponer los puntos más característicos de las obras de cierta envergadura.

Los estudios y planificaciones ejecutados durante el período de licitación serán aprovechados y complementados en esta oportunidad. Los criterios y métodos ya expuestos para selección de plantas y equipos serán de máxima utilización en este momento (ver op. cit.).

9.- ACCESOS Y COMUNICACIONES.

9.1) Internos. En un plano de la obra e inmediaciones se determinará entrada, circulación y salida. La entrada en lo posible se hará sobre un camino principal o de buena transibilidad para ase-

gurar tránsito permanente, la circulación interior deberá seguir funcionalmente la distribución de las plantas, playas, talleres, edificios auxiliares, etc.

9.2) Externos: Pueden ser ferroviarios o viales. Según las posibilidades pueden proyectarse desvíos y/o playas ferroviarias, aunque en nuestro país cada día son más reducidas estas posibilidades. En cuanto los caminos de acceso a obra desde los principales o troncales de la red, tendrán la importancia que decidirá la obra a ejecutar. Su ejecución podrá quedar a cargo de subcontratos y su costo o bien estará incluido en el presupuesto de la obra como un ítem más, o el contratista lo habrá considerado en su partida de gastos generales.

10.- INSTALACIONES GENERALES.

10.1) Planta de operación y equipos: La elección, sincronización y coordinación de los equipos, plantas y medios auxiliares de operación fue tratada en el punto 39 (op. cit.). En base a ello efectuaremos su proyecto teniendo presente los aspectos económicos, topográficos, accesos y demás parámetros determinantes de la planificación. Sobre un plano de la obra y contornos se irán ubicando las plantas, equipos, hormigoneras, etc, con sus vinculaciones al abastecimiento, distribución del elaborado, y a los talleres y playas todo ello relacionado a las comunicaciones internas y externas ya vistas.

Eventualmente pueden ser necesarios cambios de ubicación o desplazamientos, provocados por la funcionalidad del uso, o previstos con motivo de las variaciones del frente de obra. Por ello se tratará de preveer emplazamientos fijos para plantas pesadas y trasladables o móviles, para equipos

de apoyo, es decir que los ajustes y variaciones posteriores se tratará que se realice en la forma más económica y en menor cantidad posible.

10.2) Instalación y provisión de energía eléctrica: Cubrirá las necesidades de la obra, poblado obrero, campamento, etc; tanto en iluminación como en fuerza motriz. Conocido el emplazamiento del obrador y demás, se proyectará el servicio en base a un levantamiento previo de las necesidades, modalidades de uso (día, noche) coeficiente de simultaneidad, distancias de conducción, transformación, pérdidas, etc, hasta determinar la potencia a instalar en la central con una adecuada reserva. En relación a todo ello se proyectarán las líneas de conducción, transformadores, tomas de potencia, etc. Se adoptarán las medidas de protección o de seguridad técnica, en todo el sistema a fin de prever accidentes e inconvenientes.

La ubicación de la central debe elegirse estratégicamente y por lo general un tanto alejada de la zona de trabajos, ya que es una de las plantas que ofrece gran flexibilidad de emplazamiento.

10.3) Instalación y provisión de aire comprimido: Se efectuará un programa de necesidades y características de la zona de trabajo, de donde resultarán las bocas de conexión, las cañerías de conducción y las plantas estacionarias o móviles. Los equipos generadores de aire estables podrán accionarse con motores eléctricos o de combustible, según conveniencia.

10.4) Instalación y provisión de agua. El proyecto de necesidades debe considerar una dotación de 80 a 150 lts/pers. día de agua potable para consumo y para las industriales, (que pueden eximirse las más de las veces, de tratamientos de filtrado, químico, bacteriológico) se hará un cálculo

lo en base a la siguiente tabla:

TABLA DE CONSUMOS

1- Hormigón armado	160 a 250	l/m ³
2- Limpieza encofrados	15 a 25	l/m ³
3- Curado de hormigón	210 a 220	l/m ³
4- Albañilería de ladrillos	100 a 120	l/m ³
5- Mezclas y morteros	200 a 300	l/m ³
6- Compactación de tierras	120 a 250	l/m ³
7- Lavado de máquinas	1500 a 3500	l/m ³

En líneas generales los temas a resolver comprenden: Fuentes (perforaciones profundas, cursos de agua, conexión a red existente); equipo de extracción (bombas, obras de derivación, filtrado, tratado, etc); almacenamiento (cisternas, tanques de bombeo, tanques elevados, etc); distribución (red cañerías de; asbesto-cemento, hierro fundido, H°galvanizado, tomas, grifos, mangueras, etc.).

10.5) Instalaciones de audio, video, etc. Son las destinadas a facilitar las comunicaciones externas: con la sede central de la empresa y las internas entre: la obra, obrador y dependencias. Se utilizarán transmisores-receptores, intercambiadores, video circuito cerrado, transreceptores manuales (Walking talking) y altavoces para órdenes de operatividad. Complementariamente podrán instalarse en viviendas y poblado obrero algunos de estos servicios con fines recreativos.

11.- DEPOSITOS Y ALMACENES

11.1) Depósitos general y pañol de herramientas. En general en todo depósito se cumplen las fun

ciones de recepción, transporte y almacenamiento de los materiales y elementos. En estos depósitos irán únicamente los materiales o elementos que no pueden dejarse en playas, tales como stok de repuestos de las plantas y equipos, piezas, partes, aparatos de electricidad, sanitarios, etc. Según la importancia podrán utilizarse para el desplazamiento, grúas y aparejos monoriel, autoelevadores, pallets, containers, grúas automotrices, etc.

El diseño de los depósitos y almacenes cubrirán áreas de acuerdo a los volúmenes y necesidades del caso y sus accesos, (los menos posibles) ofrecerán seguridad. Funcionarán bajo un estricto control combinado con la contabilización de entradas, salidas y existencias mediante libros, fichas, etc.

Los pañoles de herramientas además de los tableros o estantes de almacenamiento llevarán un control de uso, que permita saber quien retira o devuelve los elementos. Para el proyecto de depósitos o almacenes de gran importancia aconsejamos consultar la obra "Movimientos y almacenamiento de materiales" del Ingeniero Rodolfo E. Biasca.

11.2) Depósito de cales y cementos. Su capacidad se dimensionará en base al consumo quincenal o mensual, más la reserva que corresponda, de acuerdo a los imprevistos que se supongan. El piso se hará de entablonado de madera para aislación de la humedad y la estiba de no más de 2ms. de alto, se calcula en $3,5 \text{ t/m}^3$; dicha altura no conviene sobrepasar a fin de evitar el endurecimiento del material. Es conveniente diferenciar en el acopio las distintas partidas y usarlas en orden de evitar el envejecimiento de las mismas. En cuanto a la ventilación, se dispondrán ventanas orientadas convenientemente, a fin de permitir el secado del ambiente. El cemento a granel se acopia en silos metálicos ex-profeso. Se tratará en lo posible de

disminuir el costo de operación del manipuleo, utilizando vagonetas carriles, o auto-transportes complementados con autoelevadores, pallets, zorras, etc.

11.3) Playas de ladrillos y áridos. El ladrillo se acopia por volcado en el lugar más cerca de su utilización. El acopio de áridos se hará en playas contiguas a la planta de elaboración o de las dosadoras. Como regla práctica se calcula el volúmen de áridos como el doble del hormigón. Se entiende que éstas playas de acopios estarán a la intemperie. En cuanto a la superficie de acopio se aplicará lo dicho en 10.2).

11.4) Depósito de maderas. Preferiblemente se utilizarán recintos cubiertos y/o abiertos por uno o más lados, aunque también para exposiciones no prolongadas pueden estar al aire libre. Se tendrán en cuenta las siguientes condiciones: estibas con suficiente aireación (elementos de separación entre las distintas camadas); clasificación por largos y escuadrías; ubicación cerca de los talleres y sitios de trabajo; protección del fuego, robo, etc.

11.5) Playas de almacenamiento de hierros. Nos referiremos al redondo para hormigón armado. Clasificación por clase o calidad y luego por diámetros y longitudes; espacio para maniobra de camiones largos; elementos para descarga, guinches, grúas, plumas y entramados a ex-profeso.

La estiba ocupa: $0,5 \text{ m}^2/\text{ton}$.

11.6) Depósito para combustibles y lubricantes. De requerirlo las necesidades se utilizarán depósitos subterráneos de nafta, gasoil, kerosene, etc. con sus respectivos surtidores. Caso contrario se usarán tambores o envases menores. Se ubi-

carán en zonas apartadas, con espacio para libre maniobras de camiones y demás rodados y se tomarán precauciones para "inflamables". En local especial se instalará el control de existencias y consumos.

11.7) Depósito para explosivos. Para pequeñas cantidades se usarán locales cubiertos de superficie y en cambio se utilizarán depósitos subterráneos para grandes almacenajes. La ubicación se rá apartada de los campamentos y poblados y demás dependencias habitables. Se tomarán precauciones del caso contra incendios y robo.

12.- TALLERES Y PLAYAS. En los talleres se realizan tareas de partes para ser luego incorporadas a la obra, pueden ser cubiertas o al aire libre. El gráfico de la figura 11 nos da el concepto de funcionamiento

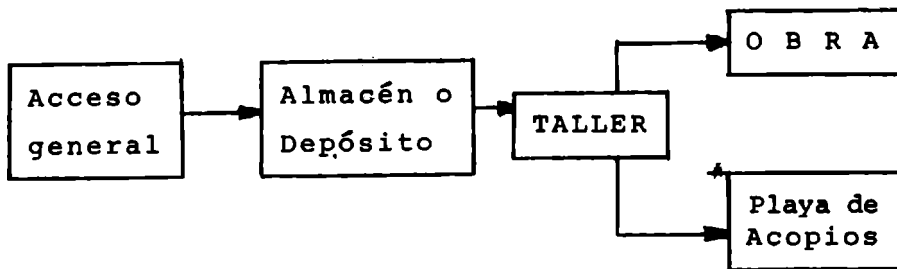


Fig. 11.

12.1) Taller de hierros redondos: Ubicación contigua al depósito o almacén de hierros; puede funcionar total o parcialmente a la intemperie y/o cubierto, en este último caso se logra continuidad de labor en caso de lluvias, etc. Se utilizan las siguientes máquinas o herramientas: para estirar, para cortar, para doblar y para soldar en caso de hierros comunes, (sin tratamientos) con lo que se dis

minuye el desperdicio. Las máquinas detalladas pueden ser manuales o de accionamiento mecánico. Finalmente se complementa el taller con los bancos de trabajo y la respectiva playa de acumulación de los elementos ya trabajados.

12.2) Taller de maderas para encofrados. Se utiliza: bancos; sierras circulares; sierras sinfin (para formas curvas); cepilladoras (para tablas en terminaciones a la vista). Las sinfines y cepilladoras se instalarán bajo cubiertas. Se dispondrá de una playa para acopio de los elementos ejecutados, se completará con el "tupi" y "cadena".

12.3) Taller de herrería: En locales cubiertos se instalarán según las necesidades: fraguas, bigornias, máquinas para corte de perfiles, idem para hierros, idem para chapas, (tranchas, sierras y guillotinas), máquinas de amolar (fijas o portátiles), máquinas soldadoras (de punto, de tope o de costura), grúas, guinches, etc. para el movimiento y traslado de los materiales o estructuras.

12.4) Taller de carpinterías de obras. Indefectiblemente cubierto; estará provisto de, sierras sinfin, cepilladoras pulidoras, ensambladoras, tupí, etc. Necesita espacios para acopio de maderas antes y después de trabajadas (éstas últimas, bajo techo).

12.5) Taller de premoldeados. Según las necesidades, puede constar de una planta de preparación, desaje y mezcla del hormigón, mesas vibradoras, piletas de curado, mesas de pretensado, guinches, grúas de transporte (según la importancia de la obra), playa de acopio del elaborado, ocupando áreas cubiertas y a la intemperie.

12.6) Taller de reparaciones y mecánica en general. Resulta de vital importancia, pues es el apoyo mecánico a los distintos elementos de las plantas, equipos, rodados, etc. y maquinaria pesada. Se instalará bajo superficie cubierta y estará provisto de las herramientas, aparatos de control, soldadura eléctrica, tornos, cepilladoras, fresadoras, etc. y hasta una pequeña fundición de ser necesario, para el fundido de piezas vitales; además de guinches y grúas para mecánica pesada. Lógicamente que este taller estará directamente relacionado con el stock de repuestos y partes del depósito general. La mayor o menor importancia del mismo dependerá de la proximidad o facilidad que las reparaciones puedan encargarse parcialmente a terceros.

12.7) Taller de electricidad y electrotecnia. Estará montado para atender el mantenimiento y reparación de la central eléctrica y los motores e implementos eléctricos de toda la planta y equipo de operación, del servicio de iluminación y fuerza motriz. La parte puramente mecánica será absorbida por el taller de mecánica general. Constará de bancos, aparatos e instrumentos de medición y control, equipamiento para bobinados, soldadura, guinches, grúas, etc.

En menor escala contará con lo necesario para el mantenimiento del servicio de las instalaciones de comunicaciones, audio y video.

13.- CENTRO HABITACIONAL Y OFICINAS

Con solo tener en cuenta, que se presentan obras de gran magnitud en las cuales la construcción de sus obras civiles habitacionales, oficinas y complementarias, puede durar uno o más años, es posible formarse una idea de la importancia que puede asumir este rubro, al llegar a constituirse, luego de terminada la obra, en pequeñas poblaciones de ca

racter permanente.

Su construcción, según la cantidad de personas a albergar, condiciones climáticas, duración de la obra, ubicación relativa con los centros poblados cercanos, puede ofrecer distintas características. (Desde el precario cerramiento de madera y chapas, a prefabricados, hasta albañilería convencionales con instalaciones de confort y aire acondicionado y demás servicios.) El criterio que privará es que cuando mejores comodidades, confort, condiciones de vida se brinden, resultará más fácil, afincar el personal y mejorar su rendimiento al crear una situación anímica de optimismo.

Se comprenderá por lo tanto, dado el carácter de nuestra publicación que solo abordamos una somera descripción de las referidas obras, diferenciadas entre sí por las funciones a cumplir. Su emplazamiento puede agruparse en uno o varios edificios o pabellones, según los casos, y en las cercanías o alejados del obrador.

14.- DEPENDENCIAS TECNICAS PARA EL DIRECTOR DE OBRAS Y ASISTENTES.

De ser posible su emplazamiento dominará visualmente el conjunto de la obra. Se dotará del número de gabinete o salas de trabajo con sus útiles y amoblamientos complementarios. Por lo general de alto confort.

15.- DEPENDENCIAS TECNICAS Y ADMINISTRATIVAS

De acuerdo a las funciones y destinos estas oficinas requieren cierta tranquilidad y pueden alejarse del sitio de obra (talleres, depósitos obrador, etc). Su destino es para personal técnico y administrativo jerarquizado (profesionales) y auxiliares (dibujantes, computistas, etc.). Entre

1 otras tendrán las funciones de conducción de obra (ejecución, programación, certificados y liquidaciones, etc.); control de costos y ejecución; laboratorios de ensayos de materiales (suelos, áridos, cementos, hierros, etc); dependencia para el cuerpo de inspección técnica (según lo establecido por la documentación de contrato); administración (administrador general, dependencias de compras, recepción y pagos); personal (jefe de personal y dependencias, admisión, liquidación y pago, retiro, mercado de trabajo, etc); oficina de relaciones públicas: funciones de atender visitas, delegaciones, etc. además de mantener relaciones cordiales y de colaboración con el entorno. Constará de una sala de reunión y proyección audiovisual para dar a conocer los pormenores de la obra a las visitas y análisis y críticas con el "Staff" de la misma.

16.- SERVICIOS DE OBRAS Y GRUPOS HABITACIONALES.

16.1) Servicios: Pueden estar concentrados o dispersos según la extensión de la obra y se refieren a vestuarios, locales sanitarios, y comedores y cocinas, estimándose 0,6 m²/obrero para los primeros, 1 c/15 a 20 obreros para los segundos y 0,8 m²/obrero para los comedores.

16.2) Grupos habitacionales: Se diferenciarán los destinados a obreros con 3m²/obrero en pabellones de 30 a 50 personas, separándose casados y personal especializado; pabellones para personal jerarquizado (viviendas de buen confort, generalmente este personal reside con su familia), viviendas para el director y para los ejecutivos, ubicadas a lejanías del resto del poblado con todo el confort y servicio para una residencia permanente.

17.- ASISTENCIA COMUNITARIA: PABELLON SANITARIO; INSTALACIONES RECREATIVAS (salas de lectura y radio y/o T.V.; cine y deportes, etc); ESCUELA; CAPILLAS DE OFICIOS RELIGIOSOS, etc.)!

18.- EQUIPO Y PLAN PARA MODELOS DE CONSTRUCCION.

Frecuentemente un modelo pequeño o planeamiento de la planta, servirá mucho como medio de verificación de elementos que han sido previamente estudiados, al mismo tiempo que se descubrirán otros que han sido descuidados y deben considerarse; lo mismo ocurrirá con errores potenciales que podrán prevenirse cuando se realice la obra a escala real. Similarmente, los modelos que tienen piezas especiales proveerán información valiosa y en algunos casos, la seguridad de que antes que se realicen costos en grado mayor, el planeamiento del trabajo puede ofrecer soluciones en forma satisfactoria.

- - - - -

CAPITULO II

EJECUCION DE LAS OBRAS DE HORMIGON ARMADO (ORGANIZACION).

19.- GENERALIDADES.-

Se hallan muy generalizadas dentro del campo de la construcción, entre otras causas: resistencia, estética, continuidad estructural y económicas. En los países con abundante disponibilidad de agregados y cementos y altos costos de los aceros, su uso resulta muy competitivo.

Para disminuir los costos de ejecución, conviene organizar y sistematizar los trabajos adecuadamente en talleres, pudiendo distinguirse claramente las siguientes operaciones:

- A) encofrado,
- B) armadura,
- C) colado o llenado,
- D) desencofrado.

20.- A) Encofrado: se utiliza para esta operación distintos tipos caracterizados por los materiales empleados, entre otros:

- A.1) Metálicos
- A.2) Cerámicos
- A.3) De madera

21.- A.1) Metálicos: Se usan para estructuras que

se repiten idénticamente permitiendo utilizar los moldes un número importante de veces (desgaste casi nulo) tal como para justificar su amortización y por tanto su campo de aplicación resulta perfectamente determinado. Entre otros usos, pueden aplicarse en obras lineales, en caminos y pavimentos, como cordones simples o integrados; canales, túneles, conductos (los encofrados configuran la sección o perfil de la obra y son desplazables de a tramos), y en obras de altura del tipo: tanques, silos, chimeneas, torres, etc. con los clásicos encofrados deslizantes; muros de contención; premoldeados en general, etc.

En obras de edificios (entre nosotros) raramente se usan para la totalidad de las estructuras, en cambio es frecuente y económico, la utilización de elementos metálicos auxiliares y/o complementarios de los de madera. Entre otros pueden citarse:

A.1.1) Puntales telescópicos (extensibles pueden variar su altura).

A.1.2) Fondos de vigas extensibles (variables en longitudes).

A.1.3) Escuadras para columnas, efectúan el zunchado de las caras de columnas. Fig.12.-

A.1.4) Celdas o cajones (también en plásticos P.V.C.) en casetonados o emparrillados de vigas.

A.1.5) Varios.

22.- A.2) Cerámicos: Son elementos cerámicos de alta resistencia que permiten reemplazar casi totalmente al encofrado de madera. Tienen campo económico en obras de una y tal vez dos plantas, que dan incorporados definitivamente a la estructura; pueden ser preparados por personal poco especializado. Adoptan distintos tipos y configuraciones,

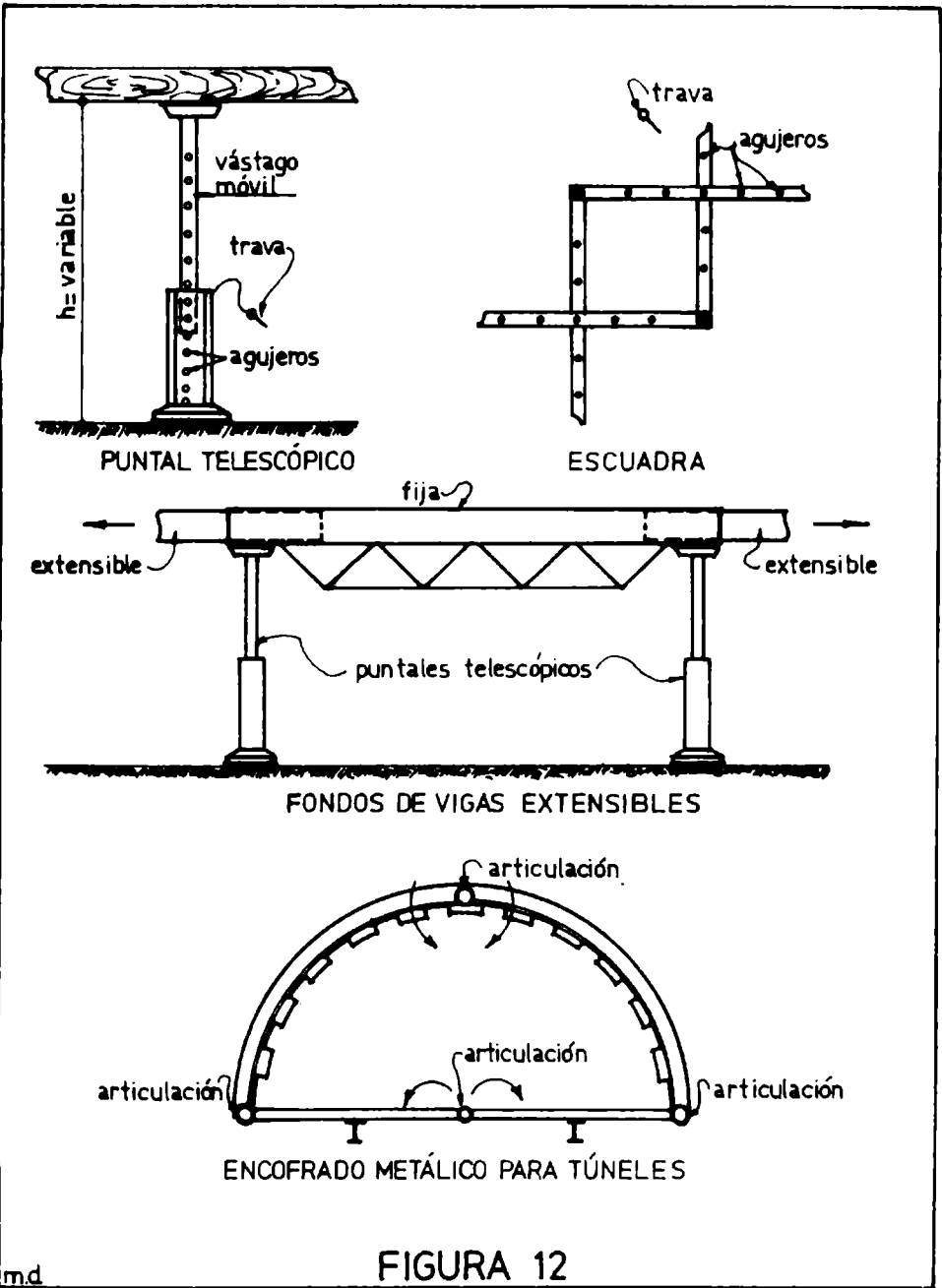


FIGURA 12

distinguiéndose los formados con ladrillos especiales a los cuales se sellan con concreto las barras de aceros; una vez fraguados, se colocan cubriendo las áreas y apoyados en muros o vigas; posteriormente se cubren con un colado de terminación, que puede integrar la zona de compresión de la losa. Otros tipos se arman mediante la utilización de listones o viguetas precomprimidos, sobre los que apoyan elementos inertes de cerámicos o plásticos, terminándose con un colado de hormigón y/o concreto.

Finalmente una variedad de los del primer tipo permiten construir cubiertas curvas o bóvedas de considerable luz. Las figuras 13 a ilustran suficientemente los temas.-

23.- A.3) De madera: En lo que sigue nos referimos a encofrados para estructura de edificios en altura. Las maderas más usadas son las de Pino Paraná, Brasil y Saligna; las partidas se califican por calidad mediante cocientes del tipo 80/20, que significa 80% primera calidad, 20% segunda calidad. Las unidades de medidas usuales en obras, son el pie (0,305m) y la pulgada (25,4mm); (comercialmente también se emplea el sistema métrico decimal). Las tablas se utilizan para los tableros de losas, cajones de vigas, caras de columnas, flechado o arries trado. Su espesor clásico es 1" y los anchos más usuales varían de 3" a 8", siendo de la más corriente en obra la de 1" x 6", que viene en largos de 5 a 6,50m (las mayores longitudes confieren máximo a provechamiento). La equivalencia es $1m^2 \times 1"$ espesor equivalen a 10.76 pies cuadrado. La tirantería se emplea para correas y vigas principales de los tableros de las losas, para puntales de sostén y en pequeños trozos para travesaños y soleras, etc. Las escuadrías usuales: 3" x 3", 3"x4", 3"x5", y 3"x6", 2"x3" y 2"x4"; la más utilizada es la 3"x3" que viene en largos de 5 a 7m y su equivalencia es $1m \times 3 \times 3 \times 0,274 = 2,466 \text{ piés}^2/m$ que resulta de

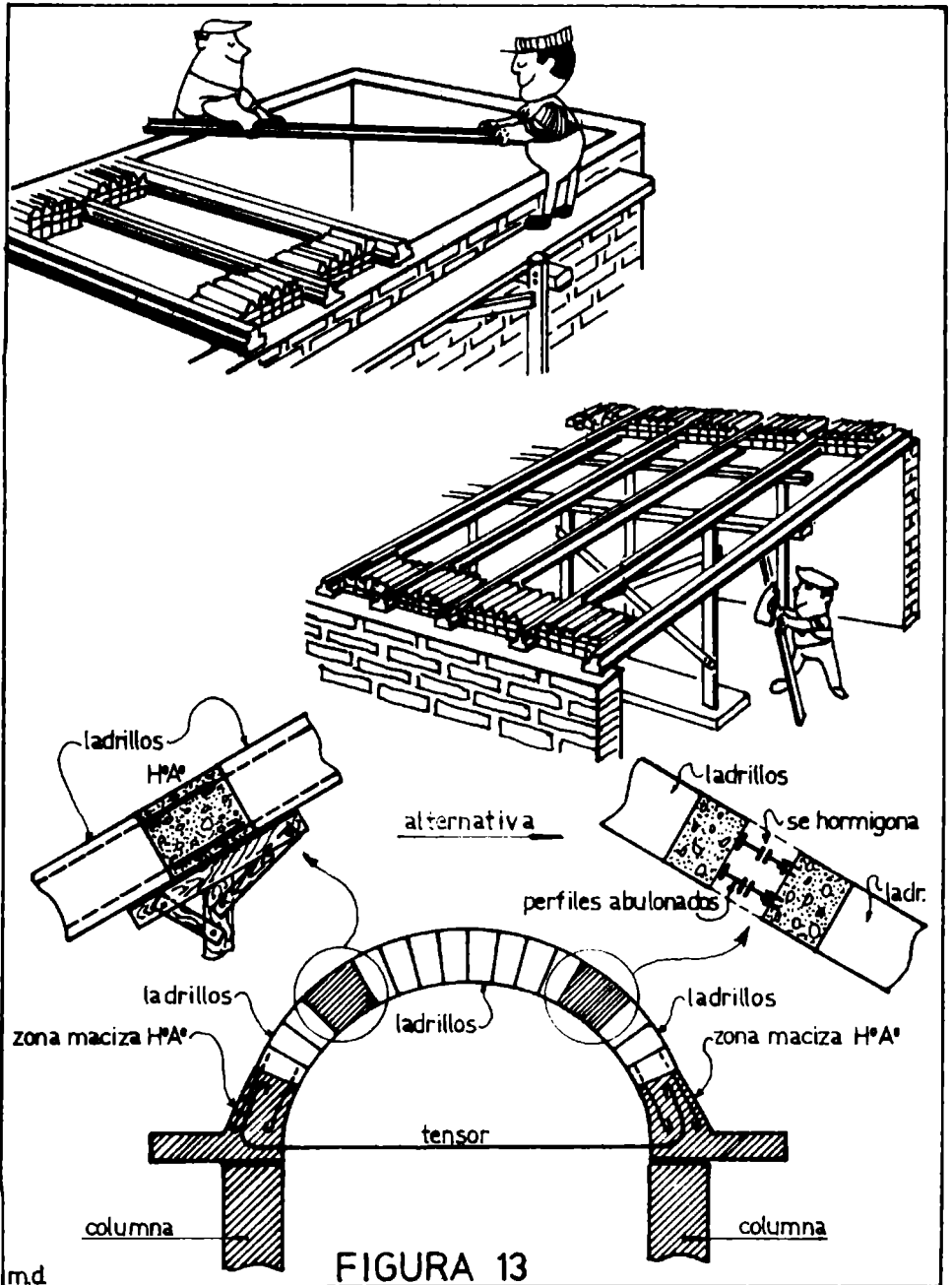


FIGURA 13

aplicar: $N^{\circ} \text{ de pies}^2 = \text{longitud en metros} \times \text{escuadría en pulgadas} \times C$ donde $C = 0.274$.-

A.3.1) Formas usuales: El cálculo y proyecto de los encofrados no resultan del alcance de esta publicación; pueden consultarse obras especializadas, entre otras "Encofrados" de Kupfert o. "La Práctica del Hormigón Armado" de Luz David y aunque exista una tradición en obra, en su ejecución por los carpinteros especializados, pensamos que el ingeniero debe conocer los más elementales detalles de los encofrados, a fin de poder realizar la estimación de sus costos y otros parámetros económicos de la obra. Por eso daremos a continuación los elementos que forman encofrados de la estructura de hormigón armado de un edificio de mediana altura con columnas separadas entre 3 a 6m.

↓ 24.- Encofrados de bases de fundación de columnas. Las bases tipo piramidales no llevan por lo general encofrados, únicamente se encofra el tronco que va desde la base hasta el dado, al cual se enchufará la columna. Suele hacerse con tablas de recortes (para disminuir desperdicios) de 1" x 6" colocadas verticalmente conformando las caras del tronco; en dos caras opuestas se juntan las tablas mediante travesaños de 1" x 2", distanciados 0,50m, mientras que en las dos restantes se arriestran con tirantillos de 2" x 3" ó 3" x 3" que rebasen lateralmente las dimensiones de las caras y que finalmente las dimensiones de las caras y que finalmente serán a su vez arriestrados con tablas de 1" x 3" por su cara superior e inferior (ver fig. 14 a), b), c)). El arriestrado del tronco de columna para evitar el atonelamiento, puede también efectuarse mediante las escuadras metálicas citadas.

Las bases tipo "hongo" serán encofradas

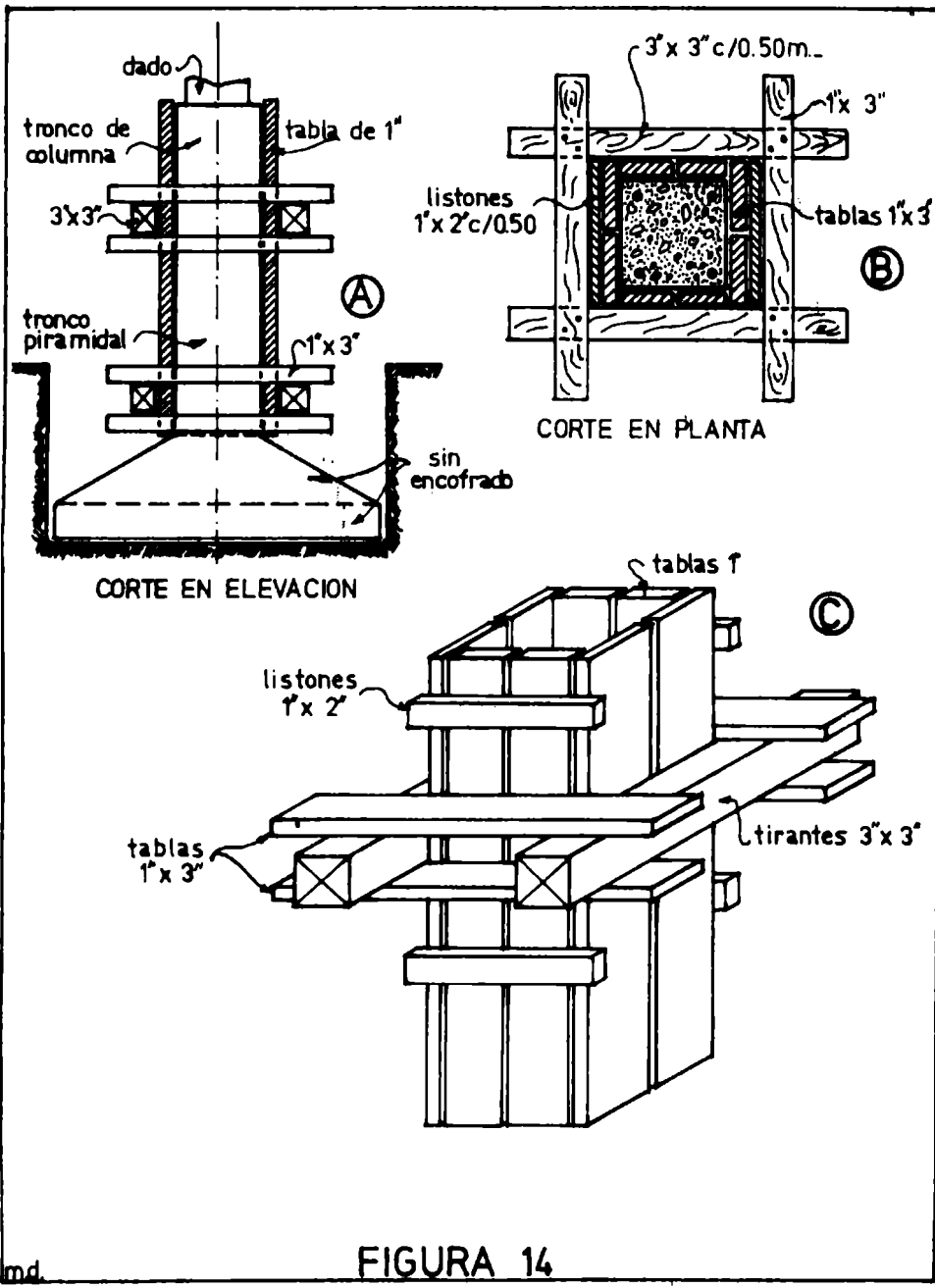


FIGURA 14

md.

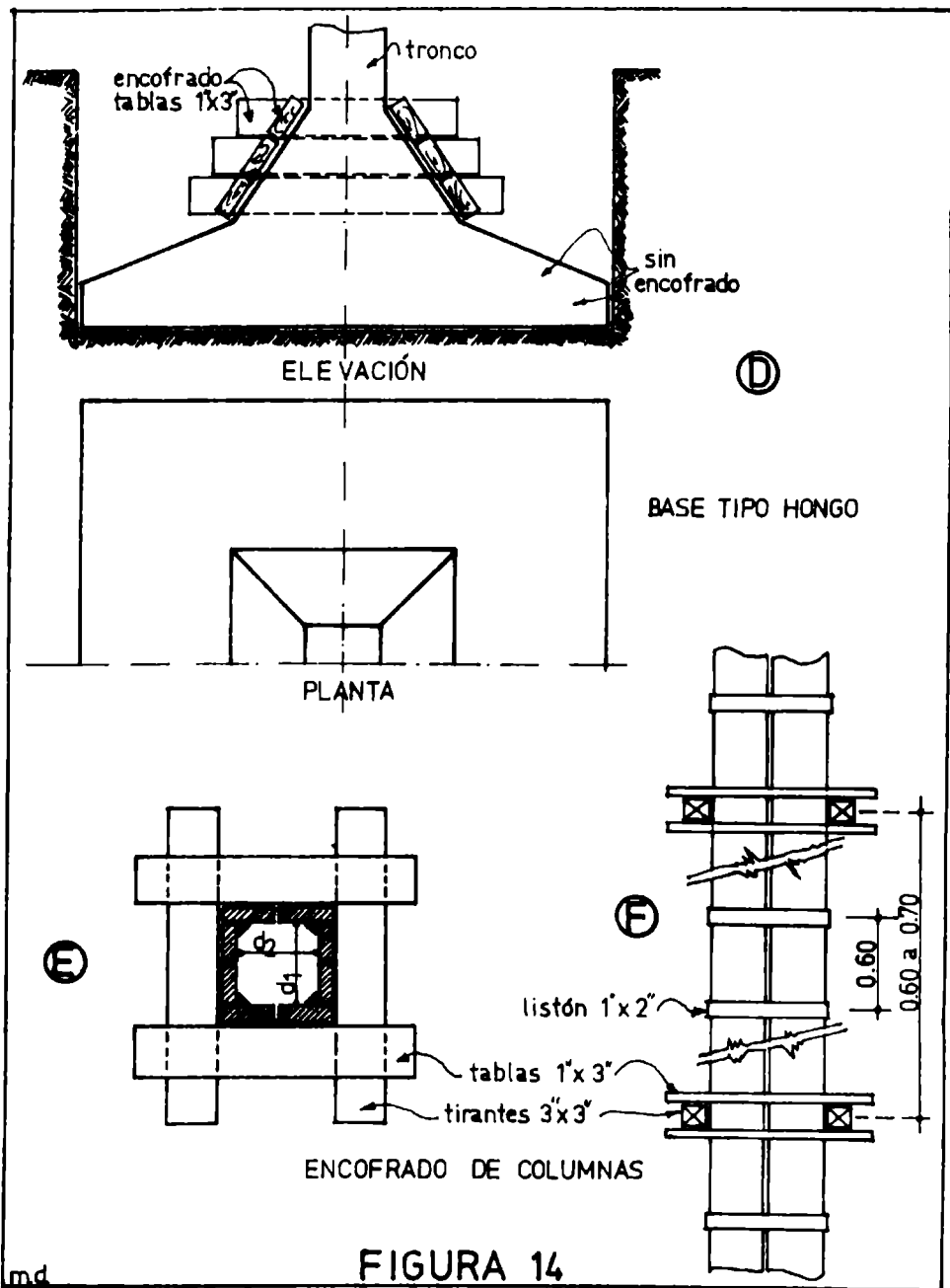
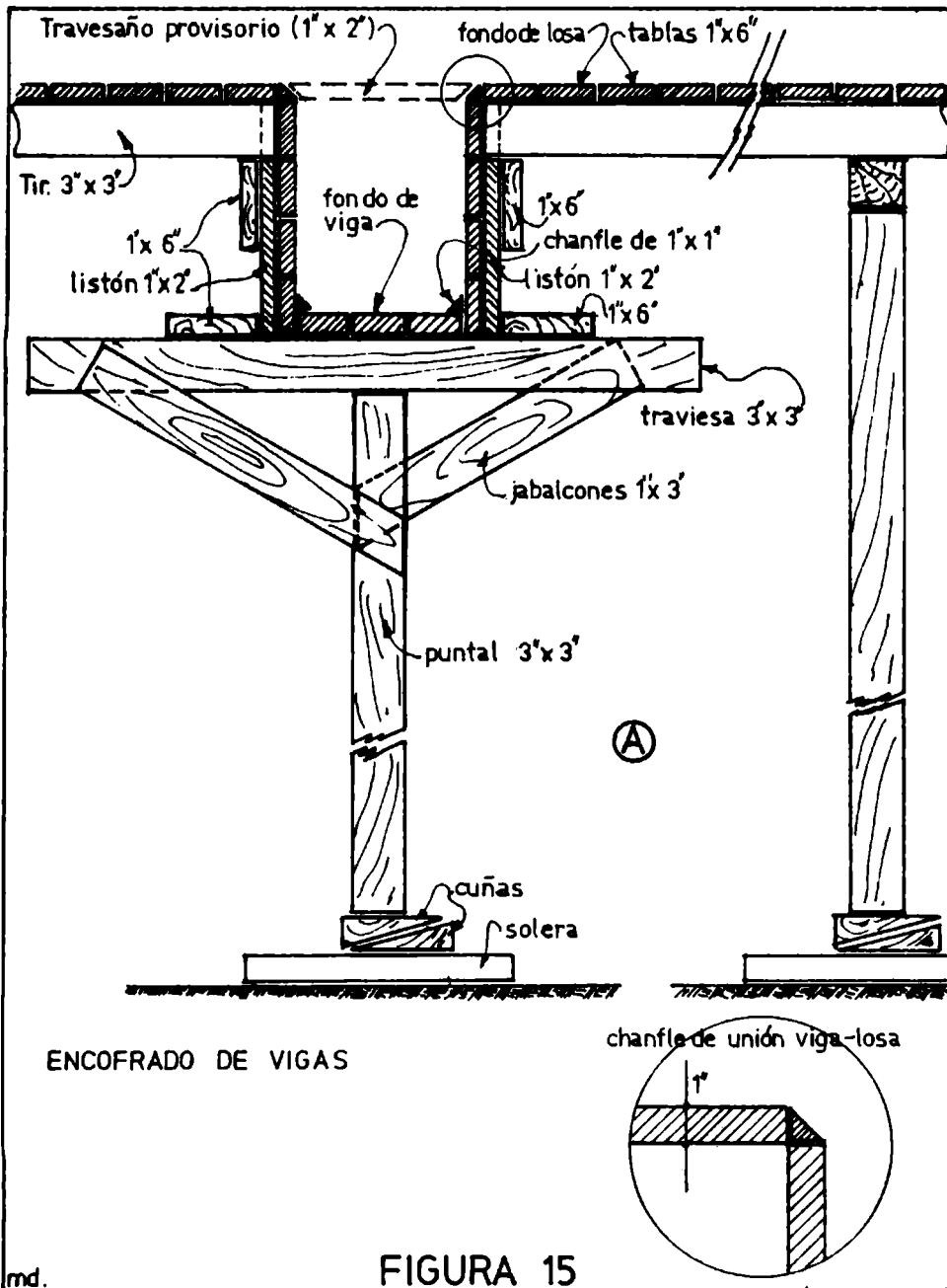


FIGURA 14



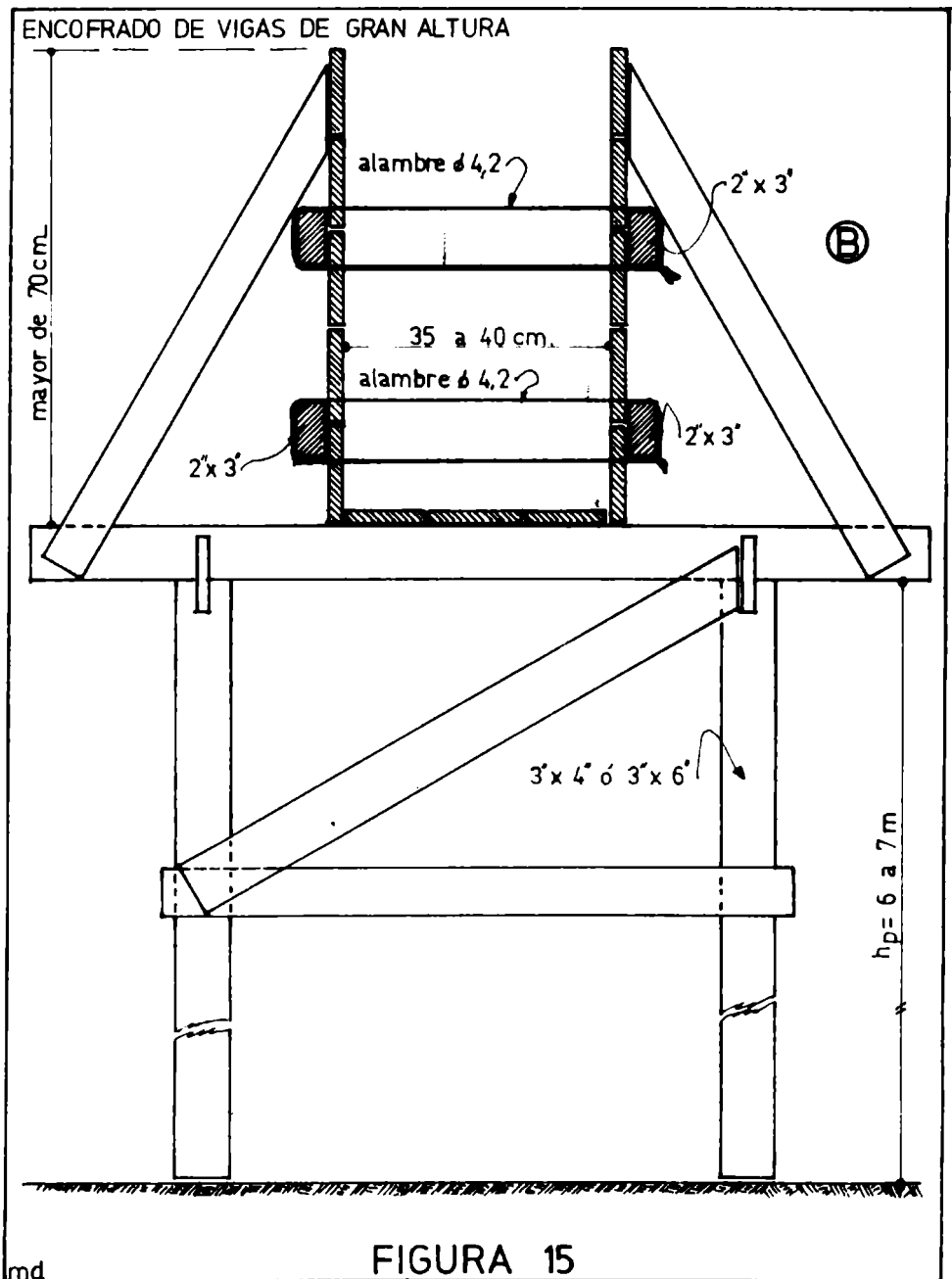


FIGURA 15

en sus caras más verticalizadas, contiguas al tronco, con tablas horizontales que sobresalen, en dos de los extremos, mientras que en las otras dos caras, será necesario cortar las tablas pues quedan internas a las anteriores (Fig.14 d).

25.- ENCOFRADOS DE COLUMNAS. La organización es similar a la de los troncos de bases, explicada en el punto anterior. Para columnas pequeñas se forman los cajoes cerrados de la longitud requerida ya que la armadura se coloca desde arriba. En grandes columnas, el encofrado de una de las caras, se colocará luego de introducirse lateralmente la armadura de la columna. Conviene colocar en los ángulos los chanfles para evitar el descascarado al desencofrar. (Ver figs. 14 e) y f).

26.- ENCOFRADOS DE VIGAS.- Su organización puede verse en la figura 15.- Para vigas de hasta 0,70m de altura, los cajones con tres caras (la del fondo interna) se construyen en bancos y luego de elevarlos son soportados por puntales de 3"x3" distanciados de 0,80m a 1,50m que llevan soportes y jabalcones en la parte superior y un par de cuñas y solera en la inferior (Fig.15 a).

En las caras laterales del encofrado de viga, se corren unas tablas de canto para apoyo de la tirantería de los tableros de losas y en la parte inferior se colocan a ambos lados sendas tablas de plano para impedir desplazamientos laterales del encofrado.-

Los encofrados para vigas de gran altura, tienen la novedad que se sustentan sobre caballetes (simples o dobles) y jabalcones que impiden la apertura del cajón; a este fin pueden utilizarse hierros pasantes sujetos a travesaños laterales de 2"x2" ó 2"x3", dichos hierros quedarán perdidos en la masa de hormigón (Fig.15 b).

Se pasará del puntal al caballete en atención al peso a soportar, que incluirá además del propio de la viga, la descarga de la tirantería de tableros, más la sobrecarga a que se afectará la estructura durante el proceso constructivo.-

27.- ENCOFRADO DE LOSAS (Tableros). - El entablonado (1"x6") se clava a correas o vigas secundarias (3"x3") distanciadas de 0,60 a 0,90m, que se apoyan sobre tirantería (3"x3") dispuesta normalmente a las anteriores y con sustento sobre puntales distanciados de 1 a 1,30m. Ambas tiranterías se colocan con longitudes reales (sin cortes) apareándose lateralmente, evitando así desperdicios (Fig. 16). Con este mismo propósito resulta muy económico el uso de pequeños tableros, fabricados a ex-profeso, con tablas de recortes, de 0,60 a 0,75m (5 ó 6 anchos de tablas de 1"x6") que se apoyan sobre vigas secundarias separadas a esas distancias, los espacios no cubiertos por la modulación, se completan con tablas hasta cubrir las medidas necesarias. (Figura 16c).

Conviene que la cara mojada de los tableros sea tratada con aceite usado ó otros líquidos apropiados, a fin de impedir la adherencia del hormigón de las losas, evitando el posterior limpiado. El costo de ejecución de los tableros será entonces amortizado en un gran número de usos, de ahí su economía, y además de resultar fácil la colocación y el almacenamiento. Para entrepisos case tonados pueden utilizarse cajones prefabricados de madera, de chapa metálica o de poliuretano P.V.C.o similares.-

28.- PROCESO DE ENCOFRADO. - Insume las siguientes operaciones en orden cronológico, y a grandes rasgos:

- 1- Preparación de los planos de encofrados y

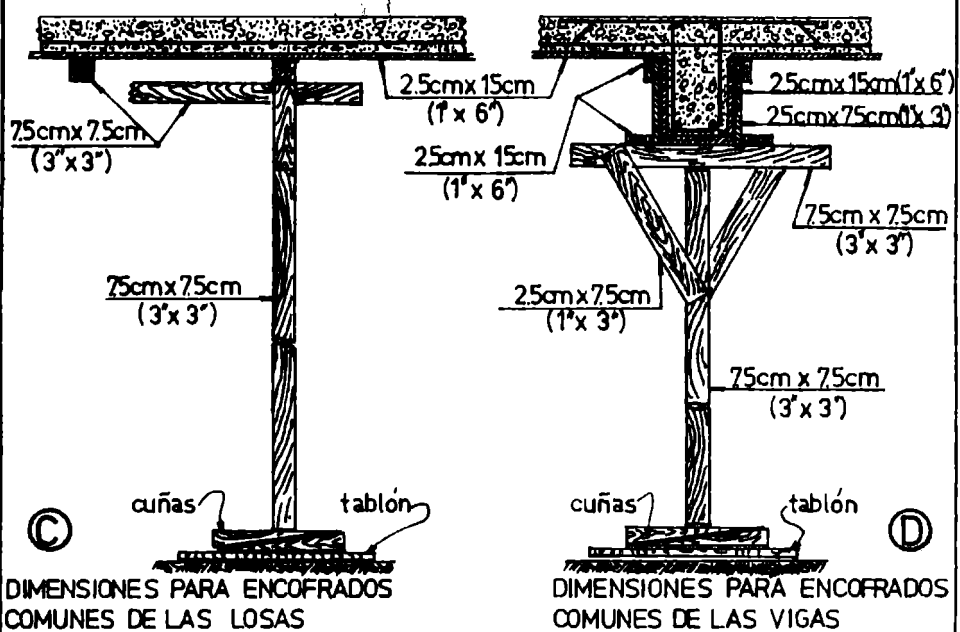


FIGURA 15

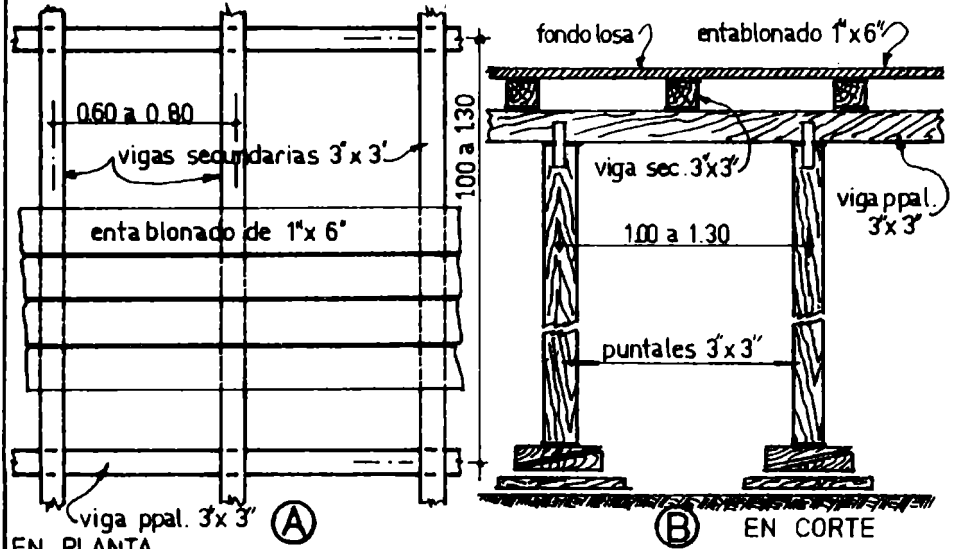


FIGURA 16

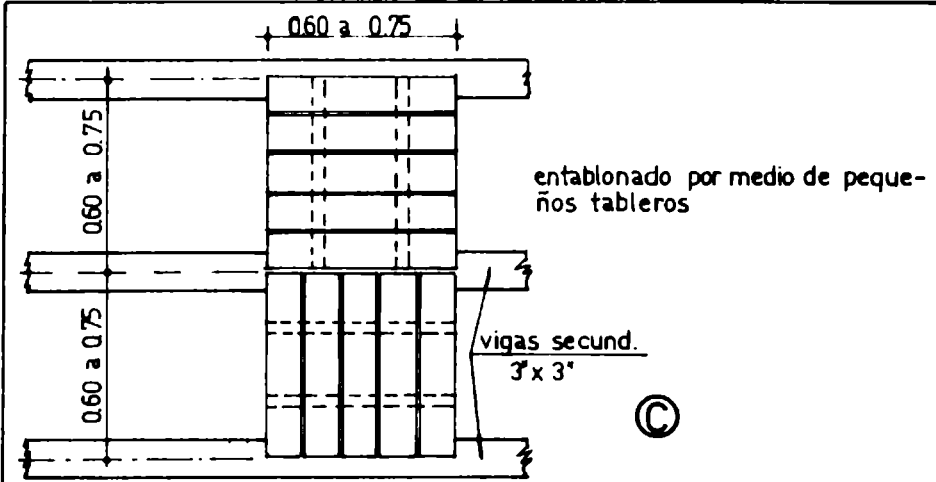


FIGURA 16

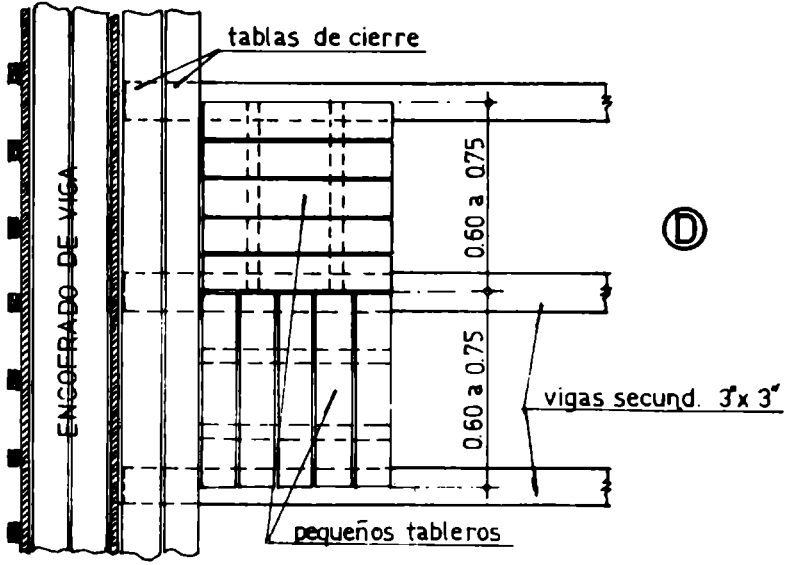
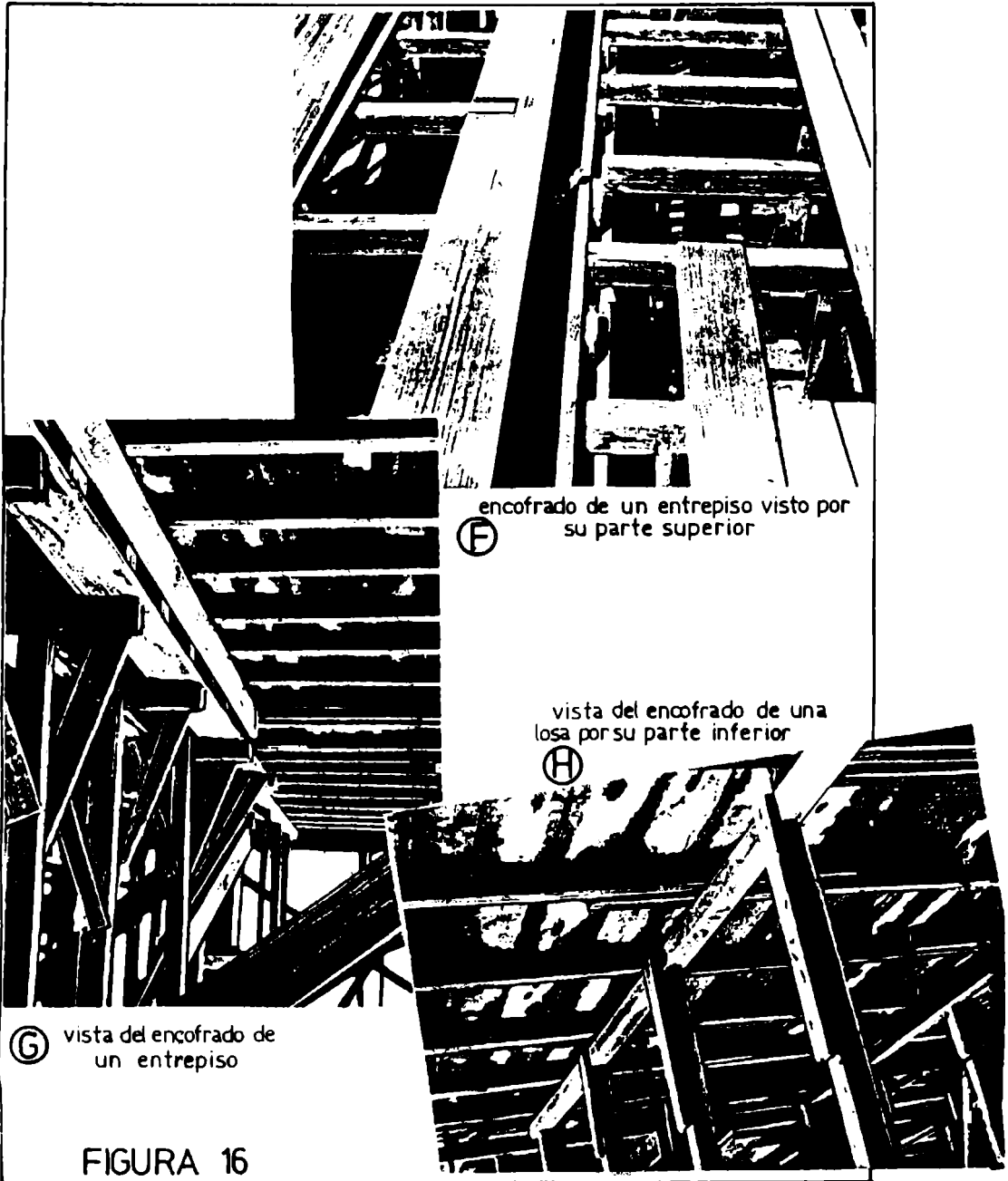


FIGURA 16



encofrado de un entrepiso visto por su parte superior
Ⓕ

vista del encofrado de una losa por su parte inferior
Ⓖ

Ⓖ vista del encofrado de un entrepiso

FIGURA 16

planillas de detalles de vigas y columnas (preparación en gabinete).

2- Ejecución en bancos de cajones de vigas y de columnas.-

3- Montaje o erección:

- a) de los cajones de columnas, verticalización y arriostramientos.
- b) de los cajones de vigas, nivelación y apuntalamientos.

4- Entablonados de losas y/o tableros prefabricados.

5- Desencofrado. (Preveer detalles constructivos que la faciliten).

Finalmente diremos que para el montaje resulta de gran utilidad, la marcación en los cajones de columnas, de las cotas de un nivel de un metro sobre piso y al cual se referirán las demás.

29.- PLANOS DE ENCOFRADOS. En obras de envergadura debe prepararse en gabinete, los planos de encofrados y planillas o plantillas de vigas y columnas. Esta división del trabajo tienen por objeto, liberar en lo máximo posible, a los operarios de la interpretación de medidas, lectura de planos, y planillas y confección de detalles que pueden ser realizadas, por personal técnico capacitado, que dispone en forma completa de la información, útiles e instrumental requerido.

Con todo esto se logra exactitud de medidas, fácil control técnico y economía de costos.

Complementando lo expuesto en el N°4b) agregaremos que los planos de encofrados, deben contener las dimensiones, ubicación, cotas (planimétricas y de nivel) referidas a ejes convenientemente elegidos, de todos los elementos: columnas,

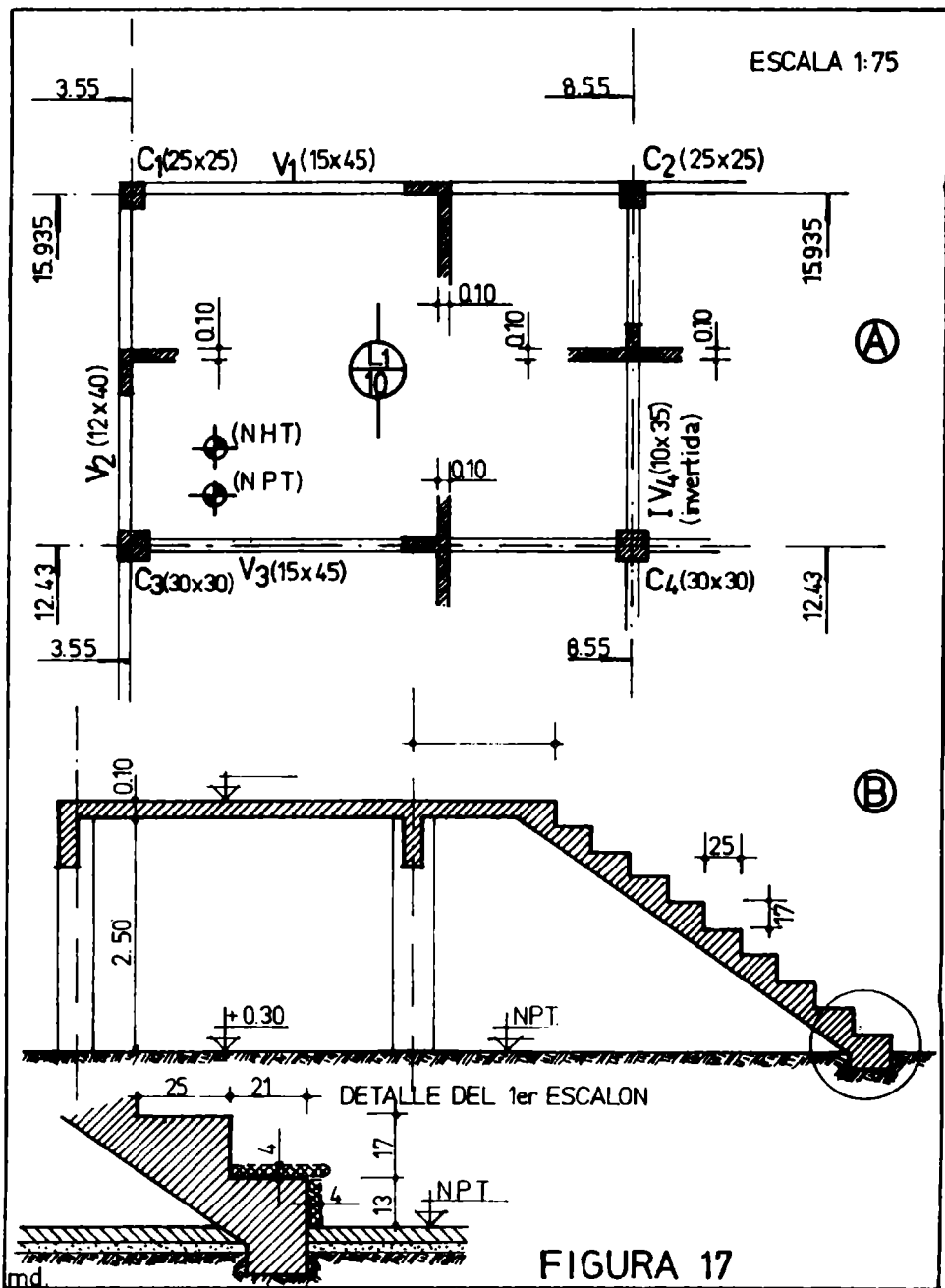
vigas, losas, etc, en plantas y cortes para dar con exactitud las dimensiones y características del proyecto para su traslado a la obra, Fig. 17.-

Los referidos planos (con exactitud al $1/2$ centímetro) se confeccionarán en acuerdo con los planos de arquitectura, respetando espesores de muros, detalles de fachada, revestimientos de muros, pisos, escaleras, contrapisos, aberturas, taparrollos, pantallas, etc., que serán dominantes en la centración o desplazamientos de columnas, vigas, etc. Estos planos deben dar las dimensiones exactas de la "Cara Mojada de Hormigón" para lo cuál se complementarán con cortes de vigas, losas, escaleras y demás detalles necesarios.

Posteriormente en base a ellos, se hará el diseño de las armaduras en los respectivos planos de armaduras. Finalmente, deben consignarse en los planos, las cotas de nivel de hormigón terminado (N.H.T) y de pisos o revestimientos terminados (N.P.T).

30.- PLANTILLAS DE DETALLES. Resultan de gran utilidad, ya que evita a los operarios tener que manejar planos y planillas para obtener cotas y medidas, concentrándose casi exclusivamente al trabajo de banco, quedando a cargo del personal de gabinete dicha preparación.-

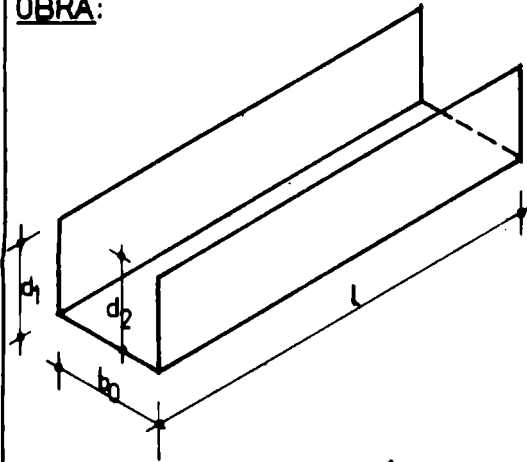
Distinguiremos en primer término, las plantillas de vigas, en una planilla como la de la Fig.18a) se consignarán las medidas, de longitud, ancho y alturas (cara mojada) además se nombrarán con el nombre de la obra, fecha de ejecución, operario que las preparó en banco y tiempo empleado. Esto último permitirá determinar los tiempos medios de ejecución, de tan valioso conocimiento para nuevos trabajos. Como se ve en la figura también se indica la posición y dimensiones de cualquier otra viga que apoye en la misma. El corte del



PLANTILLAS ENCOFRADO VIGAS

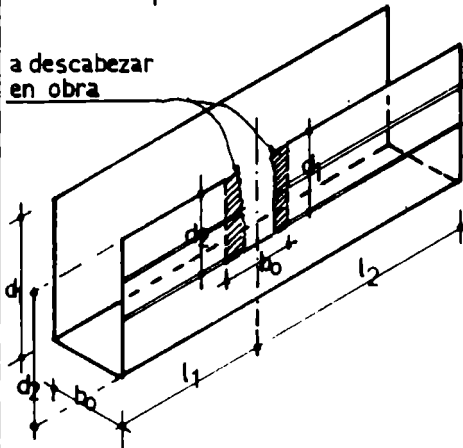
OBRA:

OBSERVACIONES



VIGA N°

a descabezar
en obra



ENCUENTRO DE VIGA N°...C/VIGA N°...

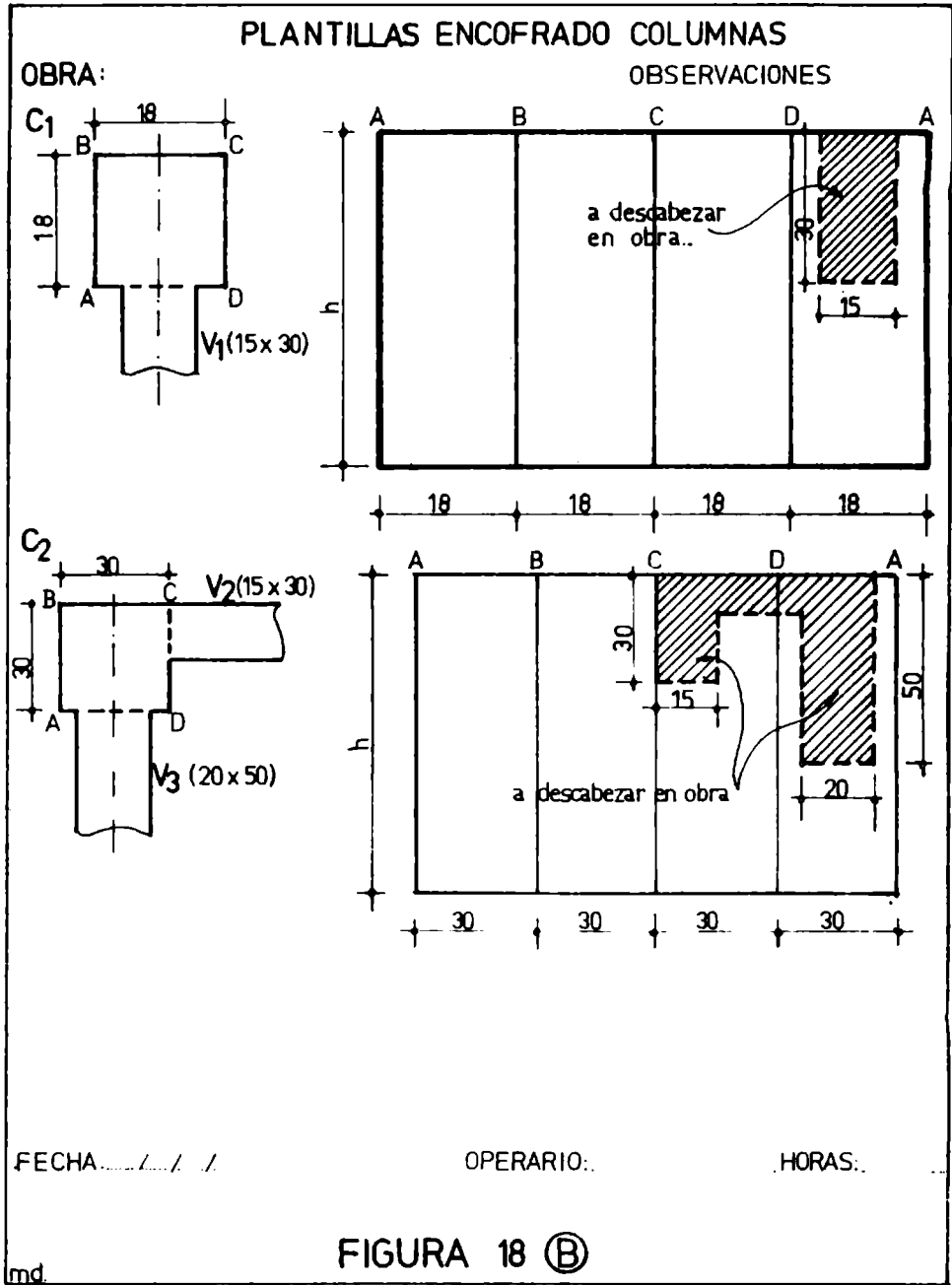
FECHA / /

OPERARIO

HORAS

md.

FIGURA 18 (A)



encastre o "desmochado" no se realiza en banco sino, que se hará después de colocado el cajón de la viga en la obra, donde además de las dimensiones de la viga que encastra, se adicionará el espesor de la tabla (1") a fin que ella apoye en la principal.

La indicación del encastre en las plantillas, es a los efectos que se elijan tablas de longitudes adecuadas, y no cortar tablas enteras.

Tanto los cajones, de vigas como los de columnas serán etiquetados en pilas para su identificación y colocación posterior en obra.

En forma similar se preparan las plantillas para columnas, Fig.18b, donde en planta y elevación se consignarán las medidas de la columna con ubicación de los encastres de vigas y losas, a fin de evitar cortes de tablas, pero el "descabezado" final se hará una vez verticalizada la misma en obra. En la parte inferior del encofrado de columna, se dejará un hueco para retirar residuos que caen dentro de la misma. Para el encofrado de losas, no se necesitan plantillas, siendo suficiente indicar la separación entre vigas principales y entre las secundarias y la respectiva escuadría. En encofrados de losas, de longitud considerable, suelen dejarse a intervalos tablas sin colocar para permitir dilatación o hinchamiento por humedad, en el momento del colado se procede al cerramiento.

31.- MAQUINARIA PARA EL TRABAJO DE ENCOFRADOS.

- 1- Sierra circular de mesa (para cortes rectos)
- 2- Sierra "sinfin" (para cortes curvos).
- 3- Sierras portátiles eléctricas (de mano) para trabajos de montajes: recortes, "descabezados", encastres, etc.
- 4- Tupí y cadena, para formas especiales, con acanaladuras, etc.

32.- CALCULO DE LA MADERA NECESARIA Y DESPERDICIOS.

El cálculo de la madera necesaria para la ejecución de una estructura de hormigón armado podría hacerse computándola sobre el de todos los elementos del encofrado, lo cual significaría una labor extensa y complicada. Por tal motivo se recurre a fórmulas o coeficientes empíricos que permiten la determinación en forma aproximada y con poco trabajo.

33.- ESTIMACION DE LA MADERA NECESARIA. Su necesidad resulta del conocer previamente, las cantidades a disponer para el proceso constructivo, como así también poder precisar su participación en el cálculo del costo de ejecución. Una sencilla práctica, consiste en analizar la madera necesaria para ejecutar un parcial de estructura, que se considere representativo del conjunto, y luego extender los resultados a toda la obra. Mientras que la otra sería usando los coeficientes ya mencionados. Por ejemplo, en estructuras de edificios con alturas de columnas de 2,50 a 3,50m, se establecen las siguientes proporciones:

a) Cantidad necesaria de tablas (1"x6") =
= (2,5 a 3,5)m² de la superficie cubierta por las estructuras. Promedio 3 m²/m².

b) Cantidad de tirantería (3"x3") = (5a7)m
tirantes/m² de superficie cubierta de estructura.
Promedio 6 m²/m².

c) Desperdicios o pérdidas (consumo). Depende de la sistematización del proyecto y del cálculo estructural; la homogeneización de las dimensiones de los elementos (vigas, columnas, losas, etc.) produce notable economía, pues permite usos repetidos, por ejemplo, el mantener las dimensiones de columnas cada tres pisos.

En condiciones generales o comunes, las tablas pueden usarse de 3 a 5 veces produciéndose en consecuencia, un desperdicio o consumo de un 20% a 33%; los tirantes se usan de 7 a 10 veces y su desperdicio o consumo alcanzaría del 10 al 15%.

En cuanto a la cantidad total queda condicionada al plan de progresión (programa o cronograma) que se establezca de acuerdo al planeamiento o planificación de la obra, (Fig.19), tema que se tratará más adelante. Para aclarar tomemos como ejemplo (puramente ilustrativo) la ejecución de una estructura de edificio de 12 entrepisos de 500 m²/c.u, en un plazo de 120 días.

La intensidad diaria de ejecución resultará:

$$Id = \frac{120 \text{ días}}{12 \text{ entrep.}} = 10 \text{ días/entrepiso}$$

Asignando 7 días para encofrar y 1 día para el colado, las tareas de preparación y colocación de armaduras dispondrían de 9 días, con lo que el respectivo plan de proyección sería del tipo siguiente:

Considerando que del primer juego, las caras de columnas y laterales de vigas, se pueden desencofrar de los 3 a 5 días del colado y que representan el 10% de la madera y el resto (90%) se dispondría a los 30 a 35 días del inicio, resulta que para ejecutar el 2° entrepiso, (que se inicia al 11° día) se necesitará otro juego completo de encofrado. Otro tanto ocurrirá para iniciar el 3° entrepiso (a los 21 días), para el cual solo dispondremos a esa fecha de un 10% (laterales de viga y columnas) del 1° entrepiso, por ello se necesitará un tercer juego de encofrados. Fig.19.

Resumiendo la necesidad de madera, re--

sultará de la siguiente estimación:

Tablas (1" x 6")

$$\begin{aligned} 3 \text{ juegos x necesidad de una planta} &= \\ &= 3 \times 3 \text{ m}^2/\text{m}^2 \times 500 \text{ m}^2 = 4.500 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Desperdicio

$$0,20 \times 3\text{m}^2/\text{m}^2 \times 500\text{m}^2 \times 12 \text{ p} = \underline{3.600 \text{ m}^2}$$

$$\text{Total de tablas} = 8.100 \text{ m}^2$$

Tirantería (3" x 3")

$$3 \text{ juegos x } 6 \text{ m/m}^2 \times 500 \text{ m}^2 = 9.000 \text{ m}$$

Desperdicio

$$0,10 \times 6 \text{ m/m}^2 \times 500\text{m}^2 \times 12 \text{ plantas} = \underline{3.600 \text{ m}}$$

$$\text{Total tirantes (3 x 3)} = 12.600 \text{ m}$$

Este cálculo, permitirá conocer la cantidad de madera necesaria, a la vez que el monto del desperdicio o consumo que se adicionará a los costos a más de la desvalorización de la madera usada y que se estima de un 15 a 30%.

34.- ARMADURA.-

Los hierros comerciales (aceros) que se utilizan pueden clasificarse en dos tipos: los comunes (lisos) resistencia de rotura $3.700\text{kg}/\text{cm}^2$ y los de alta resistencia (torsionados en frío y/o mejorados en caliente) que van de 4.600 a $7.000\text{kg}/\text{cm}^2$, etc., de tensiones de rotura. Los aceros comunes

PLAN PROGRESION TRABAJOS											
N° ITEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PLAZO DE EJECUCION, etc. -							
				FECHAS	10 días	10 días	10 días	10 días	10 días	10 d	
				INICIA TERMINACION							
3.1	<u>PRIMER ENTREPISO</u>										
3.11	encofrado				1 ^o juego 7 días						
3.12	armadura-cañerías				9 días						
3.13	colado				1d						
3.14	desencofrado					10%				90%	
3.2	<u>SEGUNDO ENTREPISO</u>										
3.21	encofrado					2 ^o juego 7 días					
3.22	armadura-cañerías					9 días					
3.23	colado					1d					
3.24	desencofrado						10%				90%
3.3	<u>TERCER ENTREPISO</u>										
3.31	encofrado						3 ^o juego 7 días				
.....										
.....										

FIGURA 19

pueden expendirse además de en barras, en rollo para los diámetros $\varnothing 6$, $\varnothing 8$ y $\varnothing 10$ y los demás diámetros en barras de 12 m de longitud. En cambio en los mejorados solamente los $\varnothing 4,2$ vienen en rollos y los demás diámetros, también en barras de 12m. A pedido, para obras especiales, pueden obtenerse barras de 20 a 25m de largo.

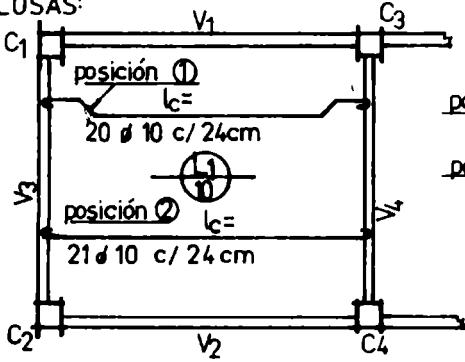
35.- PLANOS DE ARMADURAS. Sobre plantas y cortes de la estructura con medidas coincidentes a las de los planos de encofrados, se ubican los hierros en las distintas "posiciones". Las armaduras de las losas se consignan en plano de planta donde cada posición indicará diámetro, la forma de cada hierro (partes rectas, dobladas, etc.) colocación, separación y cantidad total de hierros. Las armaduras de vigas se dibujarán en cortes longitudinales y transversales, consignando datos similares a los anteriores. Se complementarán ambos detalles (losas y vigas), con las planillas de hierros, donde además de dimensionar la forma, ganchos, longitud de corte, se incluye el peso de cada barra; podrá apreciarse lo dicho en las figuras 20 y 21a). Se cuidará especialmente al distribuir las armaduras, de dejar los recubrimientos y separaciones reglamentarias, a fin que el colado o llenado, se efectúe de modo que el hormigón recubra todos los hierros sin vacío alguno.

En cuanto a las armaduras de columnas, si únicamente están sometidas a compresión, basta con indicar los hierros longitudinales y estribos en las planillas de hierros. En cambio si están sometidas a esfuerzos combinados, se procederá en igual forma que las vigas.

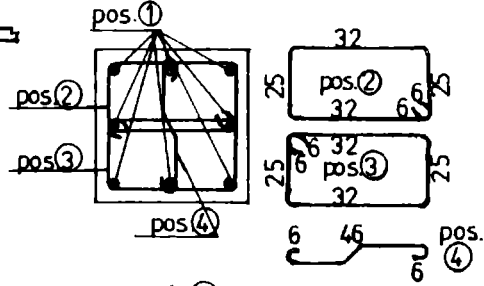
36.- TRABAJO DE TALLER. Se procede al desliado y enderezamiento de los hierros en rollos, el corte de cada barra, se hace según la longitud de corte indicada para cada posición en la planilla

PLANO DE ARMADURA:

LOSAS:



COLUMNAS:



- posición ①: 8 ϕ 20 $l_c =$
- ②: 25 ϕ 6 c/24cm $l_c =$
- ③: 25 ϕ 6 c/24cm $l_c =$
- ④: 25 ϕ 6 c/24cm $l_c =$

VIGAS:

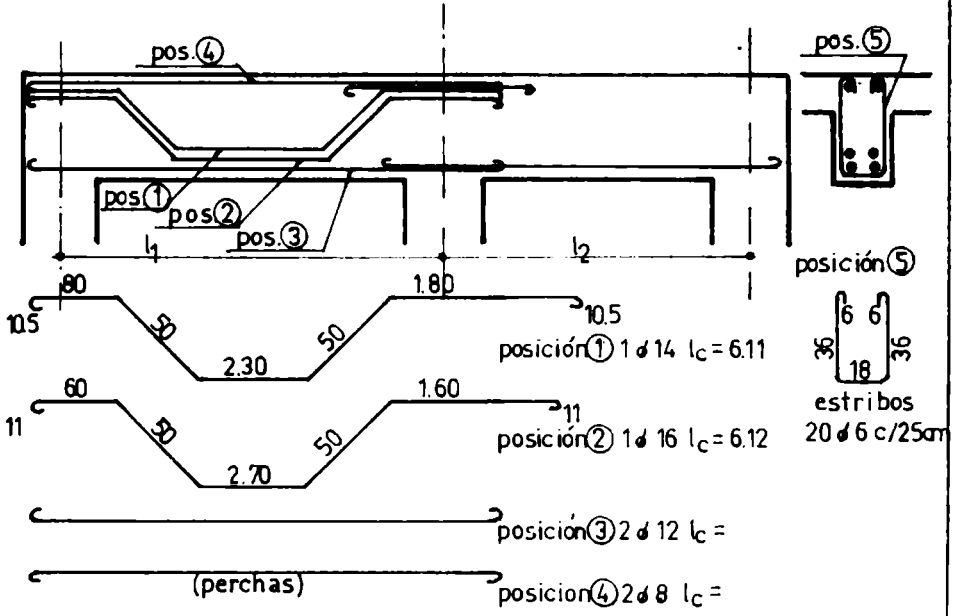


FIGURA 20

md

respectiva (en dicha longitud se incluye la longitud de ganchos). Una vez doblados se forman paquetes con los hierros de losas, debidamente etiquetados. Para vigas y columnas de dimensiones normales, se preparan los hierros de las vigas en forma separada: estribos, barras, perchas, etc.; con las de columna se forma una cercha con los hierros longitudinales y los estribos atados convenientemente y posteriormente serán introducidos en los encofrados (cajones) correspondientes. En caso de columnas importantes se deja sin cerrar una cara del encofrado por donde se introducirán las armaduras longitudinales y transversales de las columnas.-

37.- MONTAJE.- Preparados en banco las distintas barras, de acuerdo a la respectiva planilla, se procede al montaje sobre los encofrados siguiendo el siguiente orden: 1°) Armaduras de columnas (que se introducirán por arriba (columnas medianas) o lateralmente (grandes), 2°) Armaduras de las vigas; las pequeñas pueden prepararse y colocarse enteras dentro del encofrado o más general es que se armen ordenadamente sus componentes, comenzando con los estribos, siguiendo con las barras inferiores y luego las superiores, 3°) Armaduras de losas; previamente se marcará con tiza sobre los encofrados, la separación entre las barras. La armadura de repartición de cargas, se ata sobre la armadura principal. En el proceso de montaje, se cuidará especialmente, que queden barras que obstruyan el colado, para ello se utilizan, separadores de recortes de barras o pequeños tacos de hormigón prefabricados, con o sin ranuras para recibir las barras. En grandes estructuras la continuidad de las barras (limitadas a su longitud de 12m) para evitar los taponamientos que producen los ganchos en los empalmes solapados, se hace necesario la utilización de soldaduras o uniones especiales.

Tratándose de aceros comunes se efectúa la soldadura a tope, de las barras o retazos entre sí, mediante soldaduras eléctricas de arco. Esto permite reducir el desperdicio al 1 a 2% contra un 8 a 12% en caso de no usarse, introduciéndose por tanto un factor de economía. En las tablas Fig.21b y Fig.21c, se dan las longitudes de ganchos y recorres que se consideran desperdicios

Los aceros especiales requieren soldadura a electrodos con la adición de barritas de uniones (Fig.21 d) o con manguitos roscados. Ambos tipos resultan de considerable costo, por lo cual solamente se usan en casos imprescindibles.

38.- MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS.

- 1- Banco de trabajo.
- 2- Tijeras, cizallas, cortadoras, de mano o mecánicas.
- 3- Grifas, dobladoras de mano y mecánicas.
- 4- Soldadoras de tope o a electrodos (según tipos de aceros).

39.- COLADOS o VACIADO DEL HORMIGON.- Es una tarea de cuidarse muy especialmente pues de ella depende en parte, el comportamiento estático de la estructura (resistencia) y el acabado final o presentación. Se comienza con el llenado de columnas, continuándose con vigas y losas "barriendo" áreas continuas desde el arranque al final de las estructuras (generalmente el punto donde accede el hormigón). La compactación debe ser enérgica y eficaz, recurriéndose a barras, pisones y /o vibradores, complementándose con golpes en los encofrados de columnas. Los riegos previos del encofrado, tienen por finalidad hinchar la madera para impedir escurrimientos, permitir el fácil

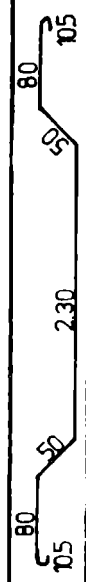
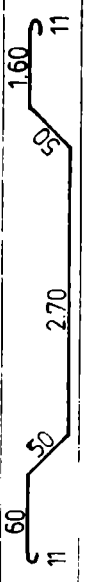
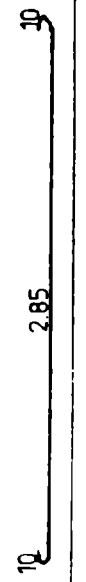
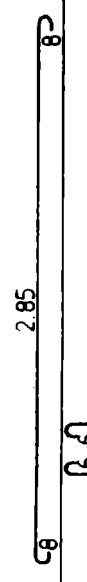

EMPRESA		OBRA:		PLANILLA N°					
SECTOR:		SECTOR:		PLANO N°					
ELEMENTO	POSICION	TIPOS DE LOS HIERROS	Cant. por elem.	Diam. ϕ	Long. m.	Cant. total	Long. total	Kg/m.	Kg (total)
V15	1		1	14	6.11	1	6.11	1.573	9.61
	2		1	16	6.12	1	6.12	1.208	7.39
	3		2	12	3.05	2	7.10	0.888	6.30
	4		2	8	3.05	2	7.10	0.395	2.80
	5		20	6	1.02	20	20.40	0.222	4.53

FIGURA 21 (A)

md

TABLA

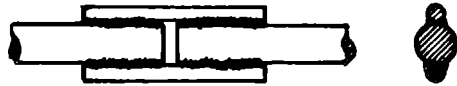
ϕ (mm)	Δl \rightarrow cm.
6	6
8	8
10	9
12	10
14	10.5
16	11
18	12.5
20	13.5
22	14.
24	15.5
25	16
26	16.5
28	17
30	18

(B)

LONGITUD DE RECORTES

ϕ	trozos menor de 0.60 m._
4.2 a 6	1.00 m._
8 a 12	1.50 m._
20 a 24	2.00 m._
26 a 30	2.50 m._
> 30	

(C)



(D)

FIGURA 21

desplazamiento del hormigón y evitar que los encofrados de madera absorban el agua cementicia del hormigón. Es de importancia el barrido o limpieza previa de los encofrados, pues los recortes de madera pueden llegar a alterar la continuidad estructural con graves perjuicios, ya que estos vicios se detectan al desencofrar, al igual que la aparición de vacíos o "nidos de abejas", que además de dar mala terminación a la presentación de la estructura, pueden también afectarlas.

40.- MAQUINARIAS Y EQUIPOS QUE SE UTILIZAN. Como en los casos anteriores nos limitaremos a su nominación, sin entrar en la descripción que no sería del caso en estas páginas.

a) Elaboración. Hormigoneras de pera o con cargadores, plantas dosadoras, camiones mezcladores (mixers).

b) Transporte. Mixeres, carritos, carretillas, grúas torres, grúas telescópicas automontantes, trepadoras, etc., bombas de hormigón (cada vez más usadas, permiten cubrir grandes distancias en vertical y horizontal), torre con cangilón y guinche, idem plumas y pescantes, etc.

c) Compactación, pisones, barras, vibradoras, etc.-

Lógicamente que existen limitaciones según la consistencia del hormigón y características de la obra, al respecto decidirá la tecnología del hormigón especificada para la obra.

d) Desencofrado. Deben contemplarse dos aspectos: el constructivo y el de tecnología del hormigón. Con referencia al primero, diremos que al construirse un encofrado, debe pensarse que después de un tiempo será desencofrado o desarmado. Por lo tanto su proyecto, además de la simplicidad y economía posible, debe prever el proceso de de

sencofrado que se cumplirá en un orden determinado, para que las cargas se distribuyan a la estructura, a medida que su endurecimiento o frague permita soportarlas. Para facilitar la recuperación sin desperdicios de la madera, se toman disposiciones de fácil desarmado de moldes parciales, como ser caras de columnas, laterales y fondos de vigas, etc. Toda la estructura de soporte queda a poyada sobre cuñas, soleras, etc. que permiten el "descalse" o aflojamiento paulatino de la misma.

En obras de edificios se desencofran en primer término las caras de columnas, siguiendo con los laterales de vigas, luego los tableros de losas (dejándose un apuntalamiento parcial) y finalmente los fondos de vigas.

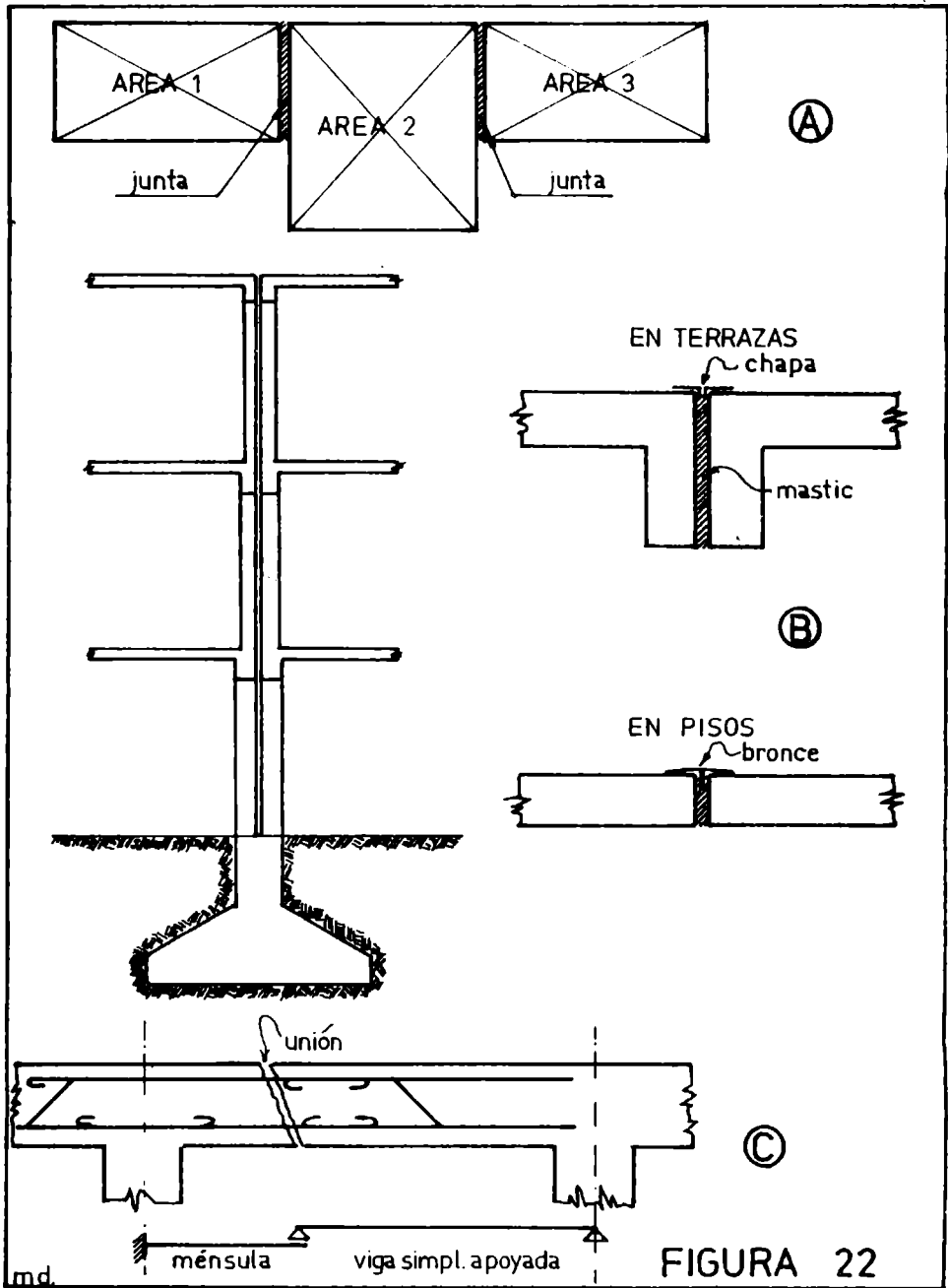
Del segundo aspecto, el de la tecnología del hormigón, dependerán las mezclas usadas, tiempos de frague (normal o rápido), uso de supercementos, aditivos de frague, etc. Sin que ello significara una regla, diremos que en caso de mezclas normales (tensión característica de 130kg/cm^2) las caras de columnas y laterales de vigas, se desencofran de 3 a 5 días; las losas de 15 a 21 días y los fondos de vigas de 21 a 28 días. Todo ello depende de las luces, espesores de losas, dimensiones de vigas, columnas y magnitud de la carga de servicio, que soportará la estructura, durante el proceso constructivo de los entrepisos.

CAPITULO III

ESTUDIO Y ANALISIS DEL COSTO DE ESTRUCTURAS DE H° A°.-

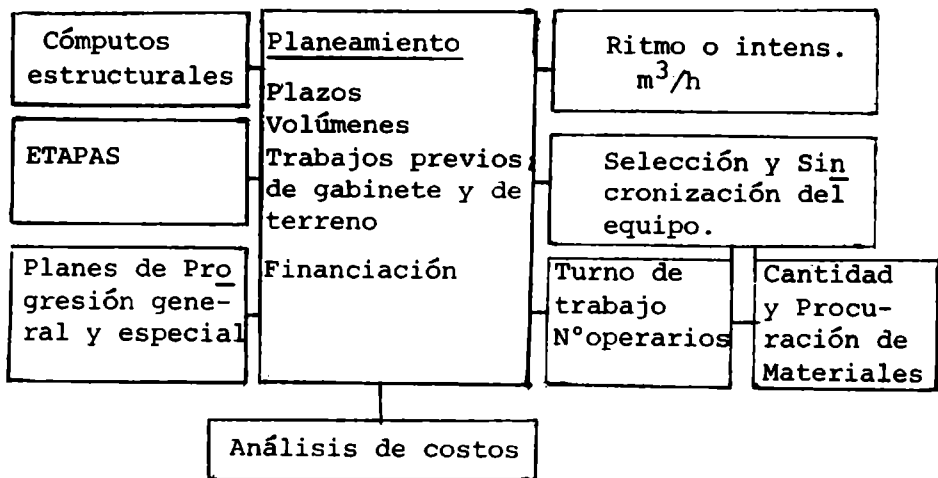
41.- PLANEAMIENTO PREVIO. En obras de envergadura es corriente acometer las mismas en varias etapas. En grandes edificios de hormigón armado, sobre todo en plantas que ocupan gran desarrollo, resulta conveniente en las mayoría de los casos, seccionar la planta en dos o más áreas, de modo de obtener un anticipo en tiempo en la terminación de alguna de ellas, lo que permitirá adelantar la ejecución de los items de "relleno" e instalaciones de esas áreas. Además de facilitar el mejor aprovechamiento del equipo y los encofrados, introduce la posibilidad de tener en trabajo dos o más empresas subcontratistas de hormigón y de los items que integran cada sección. Ello significa una división de trabajo, que además de establecer una competencia permite que los inconvenientes propios de cada subcontratistas, no se propaguen al total de la obra, sino que se localicen en la respectiva sección. Fig. 22a).-

Los límites de las áreas seccionadas, que dan impuestos por las juntas de dilataciones (modernamente c/50 a 80m de longitud) o bien mediante juntas constructivas, verdaderos cortes que se paran las estructuras totalmente, mediante la du-



plicación de vigas y columnas (las bases queda en común) a cada lado de las juntas, que también permitirán las dilataciones (Fig. 22b). El otro procedimiento consiste en cortar las vigas en consolas de modo de permitir el hormigonado posterior apoyándose en ellas. Por supuesto que toda junta o corte debe establecerse, compatibilizándola con el proyecto y cálculo estructural (Fig.22c).-

Conocido que sea el cómputo métrico estimativo o exacto, estaremos en condiciones de efectuar los programas de progresión (cronogramas) general y especial, utilizando la técnica y los métodos ya expuestos en N°33 c) que completaremos más adelante con la programación por camino crítico. Finalmente es de especial consideración, la tecnología de hormigón que se utilizará en lo que hace a frague, consistencia, asentamiento, etc.; que puede introducir variante en los encofrados y otros equipos. En el cuadro que sigue consignamos el proceso que conduce a la programación y costos de las estructuras.



42.- COMPUTO DE LAS ESTRUCTURAS.- Se trata de de terminar el volúmen de hormigón a colocar (cubaje) y la cantidad de hierro (acero) en Kg o Tn que se utilizará en la obra. Se presentan tres casos:

- a) Cómputos estimativos sin el cálculo o dimensionamiento previo;
- b) Cómputos estimativos con cálculo pero sin planos de encofrados ni planillas de hierros.
- c) Cómputos exactos cuando se posee cálculos, planos de encofrados y planillas y planos de armaduras.

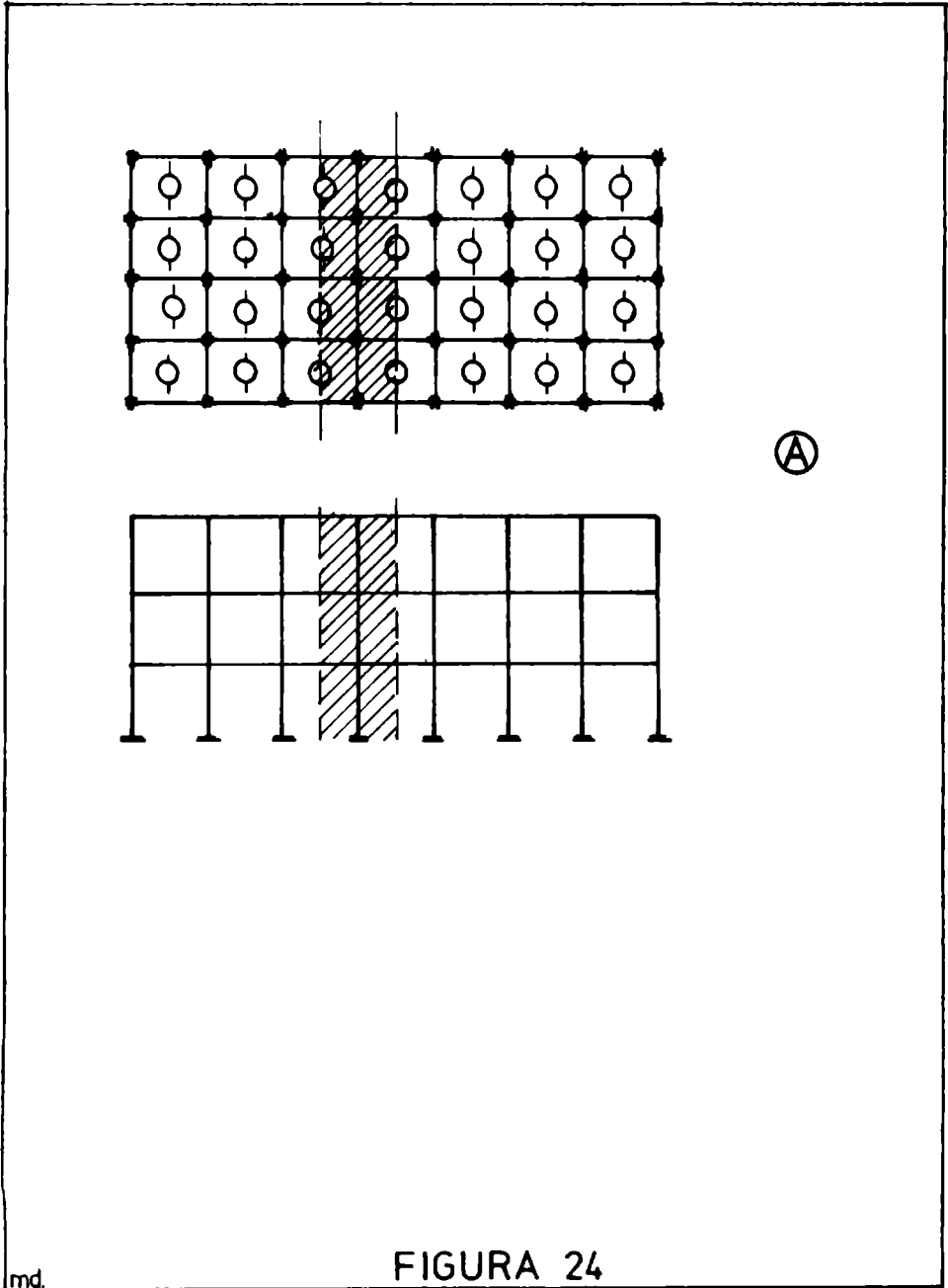
El caso a) ocurre cuando se dispone únicamente de un anteproyecto de la obra, es decir la superficie a cubrir con las estructuras y puede o no existir ubicación en plantas de las columnas.

En este caso, si se tiene experiencia con obras muy similares ejecutadas anteriormente, pueden utilizarse dos parámetros significativos que son: el espesor medio E_m (m) y la cuantía media de armadura F_{em} (Kg/m^3) y como la superficie a cubrir por las estructuras S m^2 es de fácil determinación, obtendremos: (valores de E_m y F_{em} daremos más adelante)

I) Volúmen total de hormigón: $V_m^3 = S m^2 \times E_m (m)$

II) Cantidad de acero: $F_e Kg = V_m^3 \times F_{em} Kg/m^3$

Otra posibilidad sería la del caso de estructuras muy moduladas, en las que se puede efectuar un cálculo rápido, de los diversos elementos correspondientes a una zona representativa del total y extender los resultados del cómputo parcial de esa zona, a la totalidad de las estructuras (Fig. 24).



md.

FIGURA 24

El caso b) se refiere a la existencia de planillas de cálculos (tipo Municipales) y en base a las mismas (pués se conocen las dimensiones de los elementos) será fácil determinar el cubaje de hormigón por el cómputo geométrico de las partes que componen la estructura (vigas, losas, columnas, bases, etc). A tal fin conviene organizar un planillado, adaptado a las dimensiones y demás características de los elementos, calculándose separadamente los volúmenes correspondientes a bases y fundaciones (Vb), a columnas (Vc), vigas (Vv) y losas (VL). La suma total nos dará el (Vt) volumen total o cubaje de las estructuras y al dividirlo por la superficie cubierta total S, nos dará el espesor medio Em:

$$Em (m) = \frac{Vt (m^3)}{S (m^2)}$$

Como dato ilustrativo diremos que en estructuras corrientes con acero común (37) para obras de edificios de altura, la proporción de los volúmenes oscila aproximadamente:

$$\begin{aligned} VB &= 5 \% VT \\ VC &= 15 \% VT \\ VV &= 30 \% VT \\ VL &= 50 \% VT \end{aligned}$$

En cuanto a los espesores medios siempre en el mismo supuesto (estructuras comunes y acero 37) andan en los valores siguientes:

Edificios 1 a 2 plantas Em = 0,16 a 0,18m

Edificios varias plantas Em = 0,20 a 0,24m

En cuanto a la determinación o cálculos del kilaje de acero (hierro) en barras, diremos que para las bases y columnas resulta muy sencillo el preparar planillas ad-hoc, con las cuales calcularemos las longitudes o los pesos de las barras; recordemos para ellos que el peso específico del acero es $p = 0,00785 \text{ kg/cm}^3$ o caso contrario se hará uso de las tablas de pesos unitarios de las barras, no olvidando de computar en cada tramo intermedio de columna, el sobrelargo de 20ϕ para empalme con el tramo superior y de adicionar un 2 a 3% en concepto de desperdicios.

Para la determinación del peso de las armaduras de vigas y losas en función de la sección de hierro calculada ($Fe \text{ cm}^2$ o $A \text{ cm}^2$) pues de usar se diversas tablas, que tienen en cuenta la continuidad de los tramos de vigas o losas, incluyen armaduras de repartición y estribos, etc; caso de la tabla XXVIII de "Entrepisos de hormigón de cemento portland" del Instituto del Cemento Portland Argentino y que transcribiremos a continuación: (Fig 25).

La obra de Luz David, "La Práctica del Hormigón Armado" ofrece tablas y coeficientes con mayor discriminación de datos y valores. Debe tenerse en cuenta, que por lo general las mencionadas tablas se refieren a determinadas tensiones de hormigón y aceros, por lo que se hace necesario adoptar sus límites para usarlas con distintos valores de tensiones. Se adicionará para losas y vigas de un 5 a 8 % por desperdicios.

Cuando se trata de estructuras no corrientes, calculadas con tensiones límites o elevadas, se aconseja establecer coeficientes que relacionen la longitud de apoyo, con la proporción de las barras rectas del tramo, y con las de las barras dobladas, cuyas longitudes incluirán los largos pasantes en cada apoyo, más los aumentos de longitudes que se producen al doblar las barras.

$$\frac{L}{m^3} \times \frac{\phi}{n}$$

COEFICIENTES PARA DETERMINAR EL PESO TOTAL DE LA ARMADURA EN FUNCION DE LA SECCION DE HIERRO CALCULADO

f_e = sección de armaduras en cm^2 .

TIPO DE ESTRUCTURA	PESO DE LA ARMADURA	OBSERVACIONES
Losa simplemente apoyada.....	$0.87 f_e$ (kg/m ²)	—
Losas continuas.....	Tramos extremos.....	$0.98 f_e$ (kg/m ²) levantando $1/2 f_e$ a $L/5$
		$1.00 f_e$ " " " $L/4$
	$1.02 f_e$ " $2/3 f_e$ " "	
	Tramos internos.....	$1.10 f_e$ $1/2 f_e$ a $L/5$
		$1.14 f_e$ " " $L/4$
$1.18 f_e$ $2/3 f_e$ " "		
Losas con armadura cruzada.....	$0.79(f_{e_x} + f_{e_y})$ kg/m ² caso a, tabla nº 7	
	0.86 " " " b, " "	
	0.90 " " " c, " "	
	0.92 " " " d, " "	
	0.99 " " " e, " "	
	1.06 " " " f, " "	
Vigas simplemente apoyadas.....	$0.9 f_e (l + a)$ kg/m	} f_e = armadura superior más inferior $a = h/l$
Vigas continuas.....	Tramos extremos..... $1.05 f_e (l + a)$ kg/m	
	Tramos internos..... $1.15 f_e (l + a)$	

TABLA Nº 7

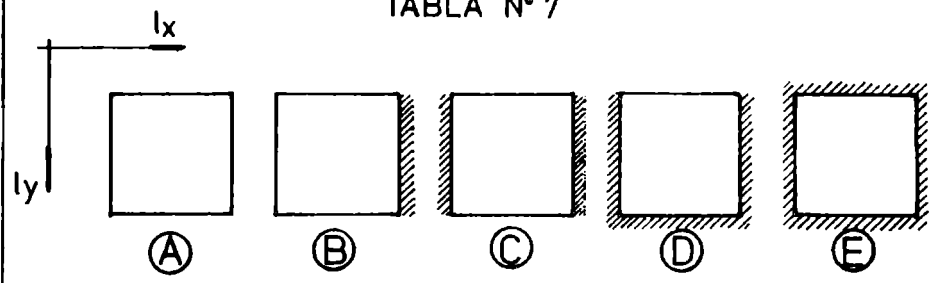


FIGURA 25

md.

Siempre en el supuesto de cálculos con acero común y baja tensión de hormigón, puede utilizarse con fines comparativos las siguientes cifras: (estructuras corrientes).

Edificio de 1-2 plantas cuantía media Fem 80 a 90 Kg/m³.

Edificio de varias plantas Fem 90 a 120Kg/m³.

Cuantía en bases y fundaciones de 40 a 60 kg/m³.

Cuantía en columnas de 90 a 125 kg/m³.

Cuantía en vigas de 90 a 135 kg/m³.

Cuantía en losas de 35 a 50 kg/m³.

Finalmente en el supuesto c) los cálculos exactos pueden efectuarse sin problema alguno; de los planos de encofrado se podrá cubicar los volúmenes de los distintos elementos (bases, columnas, vigas y losas) y de las planillas y planos de armaduras se determinarán los pesos correspondientes a las armaduras de los referidos elementos no olvidando de adicionar al total un 5 a 8% en concepto de "desperdicios" o recortes de barras que quedan sin utilizar.

43.- ANALISIS O ESTIMACION DEL COSTO.-

Conocidos los cálculos métricos estamos en condiciones de efectuar el planeamiento (N°41) y la programación (Fig.19) de ejecución de la estructura; ésta última nos permitirá conocer la mano de obra necesaria (número de operarios y turnos de trabajos a establecer) y la capacidad del equipo y/o medios auxiliares para cumplir con la intensidad media (horaria o diaria) que nos exige el programa.

Siguiendo la discriminación de partidas que diéramos en el N°17 (Planes y Costos de Construcción) estableceremos el análisis para las siguientes

partidas:

- 1- Materiales (hormigón y armaduras)
- 2- Mano de obra en ejecución
- 3- Costo de operación de la planta, equipos y medios auxiliares (encofrados)
- 4- Gastos generales
- 5- Riesgo y beneficio industrial

44.- MATERIALES.- El análisis de su costo se hará en base a los datos de dosajes resultantes de los ensayos de laboratorio, o a tablas de cuantías unitarias, métodos de los coeficientes de aportes, etc. Distinguiremos los costos de materiales del hormigón sin elaborar (hemos tomado un dosaje 1:3,3) a títulos de ejemplo, y la participación del acero o hierro se entiende sin trabajar y la cuantía es su puesta:

Costo de los materiales para 1 m³.

a) Cemento (consumo) 320 kg/m ³	a \$/kg
b) Arena (consumo) 0,750 m ³ / m ³	a \$/m ³
c) Pedregullo (consumo) 0,750 m ³ /m ³	a \$/m ³
d) Hierro (Acero) (consumo) 0,750m ³ /m ³	a \$/kg
e) Clavos (consumo) 0,500 kg/m ³	a \$/kg
f) Alambre de atar 0,400 kg/m ³	a \$/kg
g) Agua de amasado (?)	a \$/kg

El agua de amasado pudo considerarse en los gastos generales de la obra, en cuyo caso se excluirá el g).

45.- MANO DE OBRA DE EJECUCION.- Se tendrá en cuenta lo expresado en el N°23 etc. (Planes y Costos de Construcción), debemos distinguir la mano de obra de ejecución para:

- a) Endofrados y desencofrados,
- b) Armaduras,
- c) Elaboración,
- d) colado y terminación.

Por tanto se hace necesario conocer los tiempos medios de ejecución respectivos, a los que se aplicarán los salarios efectivos (reales, más cargas sociales, más recargas por horas extras). Los referidos tiempos medios se obtendrán de tablas o textos de presupuestos y pueden estar expresados parcialmente para los distintos elementos, bases, columnas, vigas y losas; en cuyo caso se aplicarán sobre los porcentajes de participación de cada uno de ellos en 1 m³ de estructura. Estos porcentajes podrán determinarse con los cálculos, o bien adoptar las proporciones del tipo de las expuestas en el N°42. Se acostumbra en determinadas obras cotizar la ejecución en \$/m², lo que se obtendrá fácilmente mediante el cociente entre el precio por m² (materiales y/o mano de obra) con el espesor medio de la estructura (Em (m)):

$$\text{Precio } (\$/\text{m}^3) = \frac{\text{Precio } (\$/\text{m}^2)}{\text{-Espesor medio (Em(m))}}$$

Expresión que permite pasar también, de precios en (\$/m³) a (\$/m²).

46.- COSTO DE LA PLANTA DE OPERACION Y EQUIPOS Y MEDIOS AUXILIARES.

Lo expresado en los números N°28 y etc.de "Planes y Costos de construcción" resulta de aplicación en este caso para calcular los costos de operación de las distintas unidades, que participarán en la ejecución.

Mediante el plan de progresión de los, trabajos (Fig.19) se obtendrán las intensidades, diarias ú horarias, que permitirán asignar los tiempos de ejecución, en días ú horas, para las distintas tareas, encofrados, armaduras, colado y terminación y desencofrado.

Como ejemplo, la selección de la capacidad horaria de producción de la hormigonera deberá ser superior a la intensidad horaria de llenado o colado

$$\text{Producción horaria} = C (\text{Intensidad horaria } (m^3/h))$$

C = es un coeficiente de resguardo mayor que la unidad que se fijará en cada caso.

Suponiendo se trate de hormigonar (colado) un entrepiso de $S = 500 \text{ m}^2$ de superficie y espesor medio $E_m = 0,20$ en un plazo de un (1) día (valor resultante del plan de progresión), significará un volumen total de

$$VT = 500 \text{ m}^2 \times 0,20 \text{ m} = 100 \text{ m}^3$$

que implicará una intensidad horaria

$$I_h = \frac{100 \text{ m}^3}{8 \text{ h}} = 12,5 \text{ m}^3/h$$

La capacidad de la hormigonera se elige en base a los tiempos de mezclado y de carga y descarga de la misma, adoptando:

Tiempo de mezclado mínimo	1 minuto
Operación de carga y descarga	0,8 " "

Tiempo de elaboración del pastón=1,8 minutos

Pastones producidos en la hora

$$= \frac{60 \text{ minutos}}{1,8 \text{ minutos}} = 33 \text{ pastones/hora,}$$

luego la capacidad teórica de la hormigonera (mínima necesaria) resultará:

$$\begin{aligned} \text{Capacidad hormigonera} &= \frac{I_h}{\text{Pastones/h}} = \frac{12,5 \text{ m}^3/\text{h}}{33 \text{ Pastones/h}} = \\ &(\text{volumen 1 pastón}) \\ &= 0,350 \text{ m}^3/\text{pastón} \end{aligned}$$

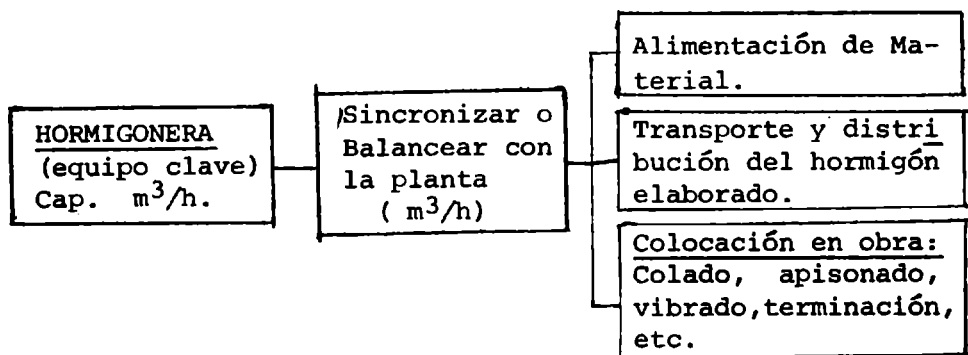
La intensidad horaria $I_h = 12,5 \text{ m}^3/\text{h}$ puede ser satisfecha con una hormigonera de 350 lts; pero también es posible utilizar otra de menor capacidad durante un plazo mayor de las 8 horas de trabajo legal (entre 10 y 12 horas por jornada) y una intensidad horaria $I'h$ distinta de I_h . Si dispusiéramos de una hormigonera de $0,300 \text{ m}^3$ el período de trabajo sería

$$\frac{VT \text{ m}^3}{\frac{\text{N}^\circ \text{pastón}}{\text{hora}} \times \text{vol pastón}} = \frac{100 \text{ m}^3}{33/\text{h} \times 0,300 \text{ m}^3} = 10,1 \text{ h} = \underline{10\text{h } 06'}$$

La nueva intensidad horaria sería

$$I'h = \frac{100 \text{ m}^3}{10,1 \text{ h}} = 9,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

Una vez elegida la capacidad de la hormigonera (equipo clave) el resto de la planta de hormigonado debe ser balanceada o sincronizada con ella para cumplir el programa. Sinópticamente visualizamos ello con el cuadro siguiente:



De esta manera podemos calcular la incidencia del equipo en forma global, por m³ o m² de acuerdo a nuestra forma de cotizar; pero realmente resultará muy interesante en todo el proceo del análisis de costo, el establecer o deducir valores porcentuales de costos de materiales, mano de obra, equipos, etc; relacionados al costo total, pués nos prestarán valiosa ayuda en casos de obras similares, ya que esos valores relativos se mantienen, no así los precios afectados por la inflación siempre notable.

Un item aparte dentro de la presente partida, es el de los medios auxiliares que se refie-

re a los encofrados. Se ha visto que el planeamiento previo (N°41) y los programas de progresión (Fig. 19) o cronogramas, permiten determinar la cantidad de madera necesaria (tablas y tiranterías), número de juegos de encofrados y de usos, desperdicios (consumo) y desvalorización de la madera remanente de un 20 a 30% del valor origen, (explicado en el punto: Encofrados N°33c). Evaluados que sean estos costos, pueden calcularse su incidencia sobre el m² o m³ de estructura, además se establecerán los porcentajes señalados precedentemente. Al tratar en los N°31, 38 y 40 encofrados, armaduras, colado y elaboración hemos listado los diferentes equipos, máquinas, herramientas, etc; que se utilizan para éstas obras.

Finalmente diremos que debe prestarse atención, en no considerar doblemente la mano de obra de operación de equipos (maquinistas, etc) con la ya considerada en los tiempos medios de ejecución, que expusimos en el punto 45 (Mano de obra de ejecución).

47.- GASTOS GENERALES Y RIESGO Y BENEFICIO INDUSTRIAL.-

Los conceptos expuestos en los N°54 y 55 (Planes y Costos de Construcción), resultan de total aplicación en esta oportunidad, por lo que no se hace necesaria su nueva consideración.

48.- FORMAS DE COTIZACION.-

Para obras de edificios, la cotización de la ejecución de las estructuras, asumen por lo general algunas de las siguientes modalidades:

- a) Precio por ajuste alzado (global) por el total de la estructura a ejecutar;

- b) Precio por m^3 completo ($\$/m^3$) de estructura a ejecutar;
- c) Precio por m^2 completo ($\$/m^2$) de estructura a ejecutar;
- d) Precio por mano de obra únicamente, por m^2 o m^3 de estructura a ejecutar;
- e) Precio discriminado.

Todas estas modalidades se ven facilitadas con el conocimiento del espesor medio (E_m) y de la cuantía de armadura ($F_{em} = \text{kg}/m^3$ o m^2) que permiten pasar de una a otra modalidad pues:

Precio por $m^2 = \text{Precio por } m^3 \times \text{espesor medio (m)}$

Precio por $m^3 = \frac{\text{Precio por } m^2}{\text{Espesor medio (m)}}$

Finalmente a título de comparación, en edificios de varios pisos con proyectos corrientes y modulados, el costo de ejecución, que comprende la mano de obra completa (encofrados, armadura, colado y desencofrado), costos de encofrados y desperdicios, (no comprende ni materiales, ni gastos generales, ni beneficios) puede oscilarse entre estos valores:

3 a 3,5 horas de oficial/ m^2 , más
3 a 3,5 horas de ayudante/ m^2

Por supuesto el costo de la hora es la del salario efectivo que involucra el salario real (no de convenio) cargas sociales y recargo por turnos de ser necesarios.

La última modalidad e) Precio discrimina

do, se emplea por lo general en obras masivas, (aun que puede aplicarse a cualquier clase de obra) tipo industriales, hidráulicas, viales, túneles, etc.

Consiste en cotizar la ejecución en los tres siguientes items:

- 1) Hormigón colocado ($\$/m^3$) incluye materiales: cemento, arena, piedra, agua, elaboración, distribución y colocación del hormigón.
- 2) Ejecución de encofrados ($\$/m^2$ de superficie mojada). Incluye: ejecución del encofrado completo, consumo o desperdicio de madera, desvalorización de la madera remanente, desencofrado y limpieza de tablas, clavos, etc.
- 3) Armaduras ($\$/kg$) incluye costo de las barras de acero a utilizar más desperdicios, ejecución y colocación de las mismas, alambre de ataduras, etc.

- - - - -

PLAN DE PROGRESION

OBRA N°

FECHA: 30 de JUNIO de 1980

PROYECTO: EDIFICIO PARA OFICINAS INFORME N° 15

CODIGO

LA MITAD SUPERIOR DEL RENGLON MUESTRA CANTIDADES Y AVANCES DE ITEM ESTIMADOS... LA MITAD INFERIOR MUESTRA CANTIDADES ACTUALES Y AVANCES A LA FECHA... LINEAS VERTICALES INDICAN FECHA DE LOS AVANCES DEL PLAN Y EL PORCENTAJE FISICO EJECUTADO DEL ITEM A LA FECHA DEL INFORME...

% DEL TOTAL	ITEM N°	DESIGNACION	CANTIDADES	Un.	INICIAC.	TERMIN.	PORCENTO (%) FISICO EJECUTADO	1979												1980					1981													
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19												
								JULIO	AGOSTO	SETIEM.	OCTUB	NOVIEM	DICIEM	ENERO	FEBRER	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEM	OCTUB	NOVIEM	DICIEM	ENERO												
0.1%	1	OBRADOR Y CONST. TEMPORARIAS			1-7-79	30-7-79		100																														
1.0%	2	EXCAVACION	7.600	m3	15-7-79	15-10-79		0	16	50	84	100																										
			7.960	m3	15-7-79	30-10-79		0	14	48	80	100																										
0.9%	3	RELLENO Y COMPACTACION	15.650	m3	1-9-79	30-8-80	41				16	24	33	41	50	58	67	75	83	92	100																	
			15.348	m3	1-9-79	30-1-80	34				18	25	31	34																								
0.2%	4	FUNDACIONES DE HORMIGON ARMADO	970	m3	1-8-79	30-10-79				34	83	100																										
			976	m3	2-8-79	31-10-79				33	70	100																										
0.9%	5	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO	4.510	m3	1-9-79	28-2-80	83				16	33	50	66	83	100																						
			4.780	m3	30-8-79	30-1-80	18				10	24	48	67	84																							
1.7%	6	ALBAÑILERIA	128.200	m3	1-12-79	31-5-80	13							16	33	48	66	82	100																			
			129.400	m3	1-12-79	6-1-80	31							18	31																							
		PERSONAL SUPERVIS	24																																			
		MECANICOS Y OPERARIOS	360																																			
		N° DE DIAS POR MES						31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31												
		N° DE SEMANAS						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

FIGURA 26 md.

CAPITULO IV

CONTROL DE COSTOS Y DEL PLAN DE TRABAJOS

49.- APLICACION DEL SISTEMA.-

El control de costos representa en el aspecto competitivo de cualquier empresa, un factor importante. Ningún negocio puede desenvolverse sin un conocimiento de los costos y un control adecuado de éstos.

Más del 35% de los empresarios presentan quiebra en sus negocios. Cuánto tiempo tardan en hacerlo y la proporción de contratiempos que cada año se producen no se ha establecido, pero el porcentaje es sin duda alarmante. Todo esto indica un conocimiento inadecuado de los negocios, organización pobre, financiación inapropiada, conocimiento insuficiente de los costos, juegos de bolsa o especulaciones temerarias o una combinación de tales elementos.

Por supuesto se puede perder dinero por muchas razones, como por ejemplo, licitaciones preparadas insuficientemente, conocimientos pobres con respecto a las condiciones, un aumento en los precios del material o de la mano de obra no previstos. Algunas veces las condiciones adversas del tiempo o inundaciones contribuyen a ocasionar pérdidas, especialmente en trabajos de construcción pesada,

pero quizás las formas más comunes de pérdidas las originan la insuficiencia de un buen planeamiento al manejar y supervisar la obra.

Los requerimientos del sistema de contaduría y la preparación de estados de cuenta deberán establecerse. Una clasificación de informes sobre costos para guiar la distribución de éstos, se analizará prolijamente de tal manera y en tal detalle que las comparaciones directas puedan ser hechas entre los costos estimados y los reales.

Es fácil determinar si se gasta más para el equipamiento y la planta que lo estimado y si servicios previsionales tales como construcción de carreteras, tuberías de agua, administración de edificios, depósitos o almacenes, han costado más de lo estimado. Los costos hechos para los items en los gastos generales pueden ser revisados. El análisis de los costos y los estudios de trabajos directos y los costos del material pueden ser preparados y comparados con los estimados, sobre los cuáles se basó la licitación.

El problema ahora reside en la forma de preparar los informes sobre los costos en forma simple, inteligente y tan cuidadosa como sea posible de manera que puedan ser usados por el superintendente o capataz u otros funcionarios principales, para hacer los cambios necesarios en los métodos, materiales o personal, de modo que puedan hacerse economías.

Otros informes ayudan al buen funcionamiento de la empresa de modo de hacer "sentir" las condiciones del trabajo, de modo que una estimación real y completa podrá prever el provecho que puede extraerse o las pérdidas que puedan ocasionarse, de modo de hacer cambios sustanciales de manera de poder realizar economías en los bienes o capital de la empresa.

50.- CANTIDADES EN INGENIERIA Y UNIDADES DE MEDIDA

Las cantidades correctas en ingeniería son tan importantes como los costos cuidadosos en la preparación de los costos por unidad. Ciertamente, los costos por unidad serán inadecuados aún en los casos en que los datos sean exactos, si la medición de las cantidades de trabajo no reflejan apropiadamente el análisis de la labor realizada.

Por lo tanto, cuando se preparan análisis de costos, un dato separado para la toma de unidades, debe establecerse de modo que se correspondan con los costos a ser analizados. Generalmente el fin de la nómina o salarios de un período, provee datos útiles separados. Si se hacen análisis mensualmente, estos datos representarán una nómina que podrá hacerse al final del mes.

En obras grandes en donde hay ingenieros empleados, las cantidades pueden obtenerse de aquéllos directamente, en las oficinas en donde trabajan. El ingeniero encargado de los costos tiene demasiado trabajo como para ocuparse el mismo de esos pormenores. En trabajos de menos montos, en donde no hay ingenieros encargados de esa labor, el ingeniero encargado de los costos, puede tratar de obtener por sí mismo la medición de sus cantidades.

El aspecto principal, sin embargo, que no puede dejarse de lado es que los costos analizados pueden ser directamente identificados con las cantidades de trabajo hechas. Los costos no deben ser mezclados con cargas de mano de obra, materiales o gastos que no estén directamente relacionados con el trabajo hecho.

51.- ESTUDIOS Y ANALISIS.-

Como una introducción a este tema tan importante, no puede dejarse de lado que los informes

sobre costos y los análisis de éstos deben ser sencillos, cuidadosos y oportunos; no deben contener detalles inútiles o poco importantes, sino que cada ítem, cifras o explicación debe dar a entender hechos en forma precisa e informativa.

No tratar de decir demasiado en un informe. Si se requiere detalles, dos informes serán mejores que uno, el primero para inducir detalles y el segundo para resumirlos.

Los informes no muy cuidadosos o equivocados, en vez de ser de valor para las empresas, comprometen todo el sistema de costos y se convierte así en algo dañoso para aquellas.

52.- ANALISIS MENSUALES.-

Los análisis detallados de costos son útiles solamente si muestra el costo de las unidades controlables del trabajo.

Supongamos que el costo de mezclar el hormigón es más alto que el estimado anteriormente. Analizando los informes de la mezcladora, el capacitado podrá hacer las correcciones necesarias en los ítems que aparecen demasiado altos. Si los gastos o costos son demasiados altos para la obra, puede descubrirse que la cuadrilla que maneja la mezcladora de hormigón es demasiado grande para las necesidades del trabajo. Si las reparaciones son demasiado costosas, pueden hacerse cambios que redunden en reducciones.

Por medio del estudio de la producción horaria o de tandas de obreros, se puede lograr que los metros cúbicos de hormigón por tandas, alcancen un nivel más elevado. Aunque no se pueda conseguir reducir los costos, o no se logre aumentar la producción, por lo menos no habría sorpresas en el costo de la mezcla de hormigón al final del trabajo.

Frecuentemente, se requiere una breve ex plicación de las condiciones con las cuáles se e-fectúan los trabajos, debido a que el análisis de los costos es muy conveniente para prever cualquier contingencia. Cuando esas interpretaciones son ne-cesarias, deben incluirse pues desempeñan una parte importante en el análisis.

53.- INFORMES QUINCENALES Y DIARIOS.

Es muy conveniente hacer informes diarios y quincenales, los cuales pueden efectuarse por el capataz, en los ítems importantes o que requieren un movimiento rápido, de modo que pueda por medio de su estudio determinar una tendencia con respecto al costo de trabajo a realizar. Al efectuarse estos análisis, debe hacerse éstos con oportunidad. Es decir, los informes deben ser efectuados regularmente cada día o cada semana, como se requiera, siempre que su valor justifique el gasto que se de manda en su preparación.

El encargado o capataz de la obra puede entonces depender de esos informes y apreciar su u tilidad. Normalmente, cada uno de éstos informes, cubre solamente una operación o fase del trabajo y por otra parte los análisis frecuentemente no in-cluyen los costos de material. Generalmente, cubre solamente el trabajo realizado, la labor hecha cuan titativamente.

Los informes o análisis diarios, algunas veces llamados "quikies" en inglés, son muy útiles para el encargado principal, para ayudarle a mante ner al día, en lo que respecta a los costos, o las cantidades necesarias para el trabajo.

Con la ayuda de análisis se puede rápida mente diagnosticar los puntos débiles o las difi cultades originarias del trabajo. Los quikies (aná-lisis diarios) no deben hacerse en forma tan cuida

dosa como los mensuales. Su mismo nombre en inglés implica velocidad, rapidez, pero por supuesto no deben hacerse de modo que se deslicen errores, sin ningún cuidado por su preparación. Otro análisis diario de gran valor para el encargado de la obra es el archivamiento de la fuerza laboral, mano de obra del día anterior.

54.- CUADROS Y GRAFICOS.

Los cuadros y gráficos sencillos representan una forma muy efectiva de mostrar costos de construcción de naturaleza reiterativa. Por medio de estos gráficos, se pueden quizás mejor que con otros métodos, darse cuenta de las tendencias que sigue la línea de costos. Por consiguiente, los ingenieros y capataces, como también otros empleados administrativos algunas veces, están saturados con grandes cantidades de datos y encuentran la misma información en forma gráfica, muy interesante y fácil de interpretar.

Al acrecentar de ese modo su interés y comprensión, se ven obligados así a referirse de nuevo a los datos escritos, para un estudio más detallado. Uno de los objetivos principales de los costos en ingeniería y contabilidad, después de haber trabajado fuerte distribuyendo aquellos y preparando análisis, es preparar éstos en forma tan simple, inteligente y efectiva que puedan ser fácilmente comprendidos, e interpretados apropiadamente por los encargados y capataces de obra para los cuáles se hace esa clase de informes.

Una proporción relativamente pequeña de planeamientos cuidadosos, en el desarrollo y oportunidad de los gráficos, acrecentará un nuevo interés en los costos, para el control de éstos, como también para los que los hacen será un medio de propia satisfacción. El uso de colores, algunas veces,

acrecienta la legibilidad de un gráfico. Estos son muy fáciles de realizar y susceptibles de conservarlos al día. Una vez dibujados, demandando esto, solamente unos pocos minutos al mes, semana o día, como requiera el caso, es necesario actualizarlos.

Practicamente, una operación continuada, como excavación, trabajos en acero, ladrillos, colocación de cañerías, etc., proporciona una oportunidad favorable para interpretar cualquier gráfico. Estos gráficos frecuentemente revelan tendencias a través del trabajo realizado y el por realizar, con más acierto que las cifras estimativas sobre costo.

También, otros ejemplos interesantes sobre gráficos son aquellos que muestran la nómina sobre el esfuerzo laboral. Estos gráficos pueden iniciarse en el comienzo del trabajo y mantenerse hasta su terminación.

Normalmente, se preparan como murales, siendo más útiles si se colocan y conservan actualizados sobre la pared de la habitación donde trabaja el encargado o director de la obra. Los gráficos murales deben ser lo suficientemente grandes, para que se puedan leer a través de toda la habitación, o al menos desde una distancia razonable.

Al hacer los gráficos, debe tenerse mucho cuidado al diseñar las escalas, ordenadas verticales y las abscisas horizontales. Las dos escalas deben equilibrarse. Por otra parte, es mejor no mostrar demasiados detalles en un simple gráfico. Cuatro o cinco ítems son suficientes; hacer más ítems tiende a confundir al lector y disminuye el interés de los gráficos.

Los gráficos se utilizan algunas veces como medio para crear un espíritu de competencia entre diferentes empresas o tandas, de modo de mostrar las unidades de trabajo realizadas por las dis-

tintas cuadrillas que realizan el mismo trabajo. Por ejemplo, el trabajo realizado en las tandas de la noche, y de día, para la carga y arrastre: (excavaciones); la operación de rellenamiento de tierra o el colado del hormigón.

55.- ESTUDIOS SOBRE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.-

Estos estudios sirven como un medio de proporcionar informaciones valiosas, no obtenibles en otra forma, en ciertos aspectos de trabajos de construcción.

Se pueden hacer estos estudios por las siguientes razones:

- 1- Para analizar completamente todos los elementos que entran en los costos de un ítem.
- 2- Para determinar correctamente las razones de variación en los costos, sobre trabajo que aparecen en operaciones similares.
- 3- Para estudiar posibles métodos de reducir costos, sobre construcción.
- 4- Para obtener información especial de varias clases no obtenibles, a través de los canales distribuidores de labor.
- 5- Para comparar la eficiencia operativa de tipos diferentes de equipos; desde el punto de vista de los costos de operación y producción.

Cualquier análisis de funcionamiento de construcción o de equipo debe hacerse por medio de la observación física. Esta operación debe hacerse en etapas. El tiempo de trabajo del hombre o de la pieza del trabajo del equipo, debe hacerse notar y determinarse cada elemento.

Estudios de esta naturaleza revelan frecuentemente, que lo que aparece como un procedimiento de construcción natural, es realmente antieconómico y puede hacerse notar, particularmente.

Algunas demoras son imprevisibles, es decir no fácil de controlar, tales como la suspensión de un colado o vaciado a causa de la lluvia o toma de precauciones durante operaciones de voladuras. Otras demoras son controlables como la espera de materiales o la de reacomodación de estacas de señalamiento alteradas por factores diversos.

El encargado o capataz de las operaciones de construcción en estudio debe ser consultado y completamente informado de los propósitos del estudio. Esta coordinación motivará su cooperación y frecuentemente reportará una completa información y consejos. El uso de equipos y métodos de construcción debe considerarse como las causas de elevados costos mientras no sea demostrada la ineficiencia de la labor manual de los trabajadores.

Los estudios de tiempos están justificados cuando se trate de trabajos repetitivos y continuos y cuya información pueda aplicarse a futuras operaciones de construcción o proyectos. En estos estudios, como también en los estudios de costos, se tendrá cuidado de realizarlos, únicamente si los beneficios a obtener de ellos sean importantes, frente a los gastos que demanda llevarlos a cabo. Los estudios de tiempos y movimientos quedan perfectamente justificados y su costo absorbido, en grandes proyectos y operaciones de construcción.

Un estudio de tiempo debe ser extendido lo suficiente para lograr una relativa seguridad de los costos. Los resultados de estos estudios con las recomendaciones que de ellos surgen, deben ser transmitidos de inmediato al superintendente o encargado del trabajo.

Un estudio de tiempos debe llenar entre otros los siguientes aspectos:

- 1- Introducción: Mostrar los propósitos y alcances del estudio, descubriendo los métodos que conducirán a él. Mostrar las detenciones o paros entre secuencias de las operaciones describiendo cada etapa o paso.
- 2- Requerimientos: Mostrar en formularios tabulados; costos, cantidades, costos unitarios y tiempos unitarios para cada tarea o etapa.
- 3- Resultados: Análisis de cada costo. Si es alto discutir la causa. Particular atención se prestará a las demoras, sus causas y efectos.
- 4- Conclusiones y recomendaciones: Mostrar como los cambios en los métodos o procedimientos constructivos pueden reducir los costos.

56.- ANALISIS DE HORAS-HOMBRE (mano de obra).-

La obtención de los tiempos medios de ejecución (horas-operarios) por unidad de item resulta de gran importancia, puesto que sus valores permanecen relativamente constantes y no están afectados por las variaciones de salarios, cargas sociales, o gastos generales, etc.

El propósito de establecer las tomas de tiempos medios (horas-hombre) es obtener una base de información bastante completa que pueda ser utilizada con exactitud para las estimaciones de costos de nuevos trabajos.

Los tiempos medio de ejecución u horas-hombre unitaria, es el número de horas requeridas para que un operario realice la unidad de trabajo o la cantidad standard fijada para el mismo.

Por ejemplo:

N° de horas-operarios para ejecutar	1 m ²	de encofrado
N° de horas-operarios para colocar	1 m ³	de hormigón
N° de horas-operarios para excavar	1 m ³	de tierra
N° de horas-operarios para ejecutar	1 m ³	de albañil.

Los análisis sobre el trabajo horario por hombre es similar al de los costos unitarios de trabajo. El ingeniero de costos debe primeramente revisar la clasificación sobre el trabajo y decidir que cuentas o apropiaciones deben formar la base de un análisis sobre hombre-hora. Todas las cuentas o items de licitaciones que tengan un alto contenido laboral, deben ser incluidos, particularmente en donde el trabajo puede ser medido en unidades standard.

El trabajo de construcción de naturaleza poco frecuente debe usualmente ser excluidos ya que los análisis sobre el rendimiento de trabajo de los obreros por hora no sirven para valores futuros.

La fuente de datos sobre el rendimiento de hombre-hora puede encontrarse en instrucciones de los capataces, que incluye una columna recapitulatoria, como resúmen del tiempo que tarda una cuadrilla de obreros en determinada faena. Cada día, el ingeniero encargado de los costos recibe las tarjetas de análisis de costos para compilarlos; aquel debe separar y tabular por medio del cómputo numeral las horas totales de trabajo. Al fin de mes debe resumirse las horas trabajadas en un análisis hombre-hora, como daremos más adelante.

Las cantidades para este análisis se toman del análisis o informe de Producción Mensual,

preparada por el ingeniero encargado de la obra.

Los formularios o planillas hombre-hora, incluirán una columna para una cuadrilla promedio. Estos datos son esenciales para que el análisis cumpla eficazmente sus fines. La información con respecto a la composición de las cuadrillas de obreros puede obtenerse por los tiempos medios adaptados por el capataz general a cargo de las distintas cuadrillas de operarios.

El análisis debe también hacer notar bajo la palabra "anotaciones" cualesquiera de las condiciones que afecten el rendimiento del trabajo.

Alguna de estas condiciones se describen en la forma siguiente:

- 1- Condiciones del tiempo.- Extremos de calor, frío, lluvia o nieve.
- 2- Eficiencia general de las cuadrillas.- Experimentados o novatos, nativos o extranjeros.
- 3- Equipo-Grado de utilización.- Por ejemplo en un trabajo de hormigón puede colocarse con grúas de cangilones o baldes con manijas, vibradores, mezcladores, mientras que en otros trabajos en hormigón pueden ser transportados en carretillas y mezclado con la pala.
- 4- Riesgos de trabajo.- Las condiciones promedio con respecto al peligro en el trabajo consisten en los andamios demasiado altos, en espacios confinados, túneles, etc.
- 5- Ubicación del trabajo.- Está el trabajo si tuado a una distancia considerable, y es el tiempo demandado por el viaje, para llegar al lugar en donde se efectúa, cargados al trabajo en sí.

6- Condiciones de materiales.- El material es proporcionado en el mismo lugar del trabajo o los obreros tienen que esperar por él, o traerlo ellos mismos.

57.- TIPO DE CONSTRUCCION.-

Por ejemplo:

- a) Albañilería: tipo de construcción, cantidad de andamios requeridos;
- b) Madera: pesada o ligera, terminación rústica o creosotada;
- c) Encofrados: construídos en el lugar del trabajo o en forma de paneles (prefabricado);
- d) Acero reforzado: tamaño;
- e) Hormigón: bases, losas, columnas o paredes, etc.

58.- DEMORAS.-

Las demoras en el trabajo se reducen a dos clases: las controlables y las incontrolables. Las demoras controlables consisten en roturas de la línea de la planta o equipo, instrucciones erróneas en niveles y elevaciones, accidentes al personal, fallas al coordinar requerimientos de materiales en el trabajo, etc.

Los incontrolables consisten en las condiciones del tiempo, detención del trabajo por voladuras de dinamita, etc.

Como se dijo al principio de esta sección, los análisis del rendimiento horario por hombre son de valor permanente para el archivo. Estos datos proporcionan para trabajos futuros una guía

mejor que los de costos por unidad. Cuando se hace un contrato nuevo se deben hacer ajustes que se estimen necesarios y aplicar entonces las proporciones corrientes en cuanto a salarios, con respecto al nuevo trabajo para obtener los costos resultantes estimados.

Así se reduce la adivinación al estimar similares trabajos en diferentes lugares en donde varían los salarios para la construcción y las condiciones generales, casi invariablemente, difieren de experiencias anteriores.

Estos análisis son útiles para el capataz en su trabajo. Dan a éste bases más firmes que los de costos por unidad, al comparar periódicamente la capacidad y la eficiencia de diferentes cuadrillas de obreros en ese trabajo o en otros similares.

Como en el caso de los análisis de costos y en otros análisis, debe tenerse cuidado de prepararlos en forma correcta. Si no se hace así, se invalidan sus resultados presentes y futuros, lo cual ocasiona pérdidas de tiempo y de esfuerzos laboriosamente empleados en su preparación. Ningún análisis sobre rendimiento laboral de operarios por hora debe ser hecho, si no posee un valor definido y útil.

Relación o informe sobre costos y pronósticos de estos al final de la obra.-

La relación de costo mensual y la estimación oficial, debe merecer consideraciones especiales. En algunos aspectos, este análisis es el de más utilidad, porque resume la previsión de costos de todo el trabajo. El costo probable total, comparado con el costo estimado originariamente, sobre el cual esta basada la licitación, muestra la última estimación de las ganancias o pérdidas del pro-

yecto completo.

Esta planilla cuando está completamente llenada, presentará:

- 1- Gastos a la fecha.
- 2- Estimaciones a completar.
- 3- Pronóstico de costos final.
- 4- Estimación oficial de costos estimado originariamente con más o menos cambios en su alcance, como se puede observar en cambios de órdenes o acuerdos suplementarios (ampliaciones).
- 5- "Sobres" y "bajos" costos (variaciones del costo final de la obra, desde el punto de vista inicial de su estimación).

Muchos puntos deben ser considerados para hacer la estimación completa. El costo completo por unidad de cualquier ítem, puede ser más grande o menor que los costos por unidad a la fecha. Puede ser más grande, debido a las condiciones futuras del trabajo, condiciones de tiempo anticipados, o sencillamente, debido a la parte más fácil, como arrastre más corto, que se ha hecho previamente.

Los costos de unidades a completar, puede esperarse que sean menores en el futuro, por las razones expresadas anteriormente, o quizás, debido a que las cuadrillas de obreros se están organizando mejor, al hacer su trabajo cada vez más eficiente.

El costo a completar no significa que el trabajo requiera desembolsos de dinero en la misma proporción. Los gastos hasta la fecha ya incluyen costos para construcción provisional y del equipo y la provisión de material en la playa y en el al-

macén o depósito. Cualquiera material permanente y maquinaria pueden ya haber sido comprados.

Por lo tanto, mientras estos ítems ya adquiridos se muestran en la estimación a completar, y no han sido incluidos en el costo de la fecha, puede considerárselos separadamente cuando se prepara el presupuesto, que muestra que cantidad nueva de dinero se requiere para completar el trabajo. Después de añadir una estimación completa del costo hasta la fecha, para prever el costo final, se puede hacer una comparación directa entre el pronóstico de costo final con la estimación original, más los cambios de pedidos oficiales del contrato, (ampliaciones o disminuciones)

El resultado de esta comparación se puede observar claramente en las anotaciones referidas a "sobres" y "bajos". En ellas se podrá ver cuáles son los costos de los ítems, en cuanto al dinero que se necesita para la obra, de modo que podamos saber, cuáles son los que "costean" en realidad los beneficios mayores.

Las ganancias reales, en cuanto a la estimación de su monto, no se pueden observar en este análisis. Pero si la suma neta, entre las anotaciones del máximo y el mínimo es mayor, el trabajo, mostrará más ganancias que las estimadas originalmente. Si lo neto es menor, la ganancia estimada, se diluirá debido a los altos costos.

CAPITULO V

LOS SISTEMAS PARA EL CONTROL DE COSTOS Y PLANES DE TRABAJO.

59.- CONTRALOR DE LOS PROGRAMAS DE EJECUCION.- Fundamentalmente tiene por objeto el establecer los medios, que puedan hacer cumplir los plazos y previsiones adoptadas en la planificación y programación (cronogramas) de la marcha (progresión) de una obra o construcción.

El control o contralor debe realizarse en forma continuada durante el proceso constructivo y consistirá en la constatación (verificación) entre los valores (fechas, cantidades, etc.) previstos en la programación adoptada de antemano, con los de los resultados que se vayan detectando durante la ejecución. De esa comparación directa entre previsto y ejecutado quedarán a la vista las anomalías o desviaciones en el cumplimiento de plazos y cantidades; permitiendo entonces, la adopción de las medidas necesarias para normalizar el proceso.

Hay varias formas de llevar a cabo el contralor de ejecución siendo el más difundido el de GANTT, que consiste en complementar el diagrama adoptado en la oportunidad que se concretó el respectivo plan de progresión. (N°13 de "Costos y planes", etc.).

La diagramación de la cédula de control, consiste en adicionar al plan general de progresión adoptado, una columna en que se establecerá, el porcentaje físico de items ejecutado a la fecha del

informe, mientras que los renglones horizontales de cada ítem se dividirán en dos llevando: en la mitad superior las estimaciones de cantidades y progresos previstos en el plan original; y en la midad inferior las cantidades y progresos de ítems ejecutados hasta la fecha del informe.

En la columna "observaciones" se consigⁿan las causas de "retrasos" o anticipos de fechas, interrupción de trabajos, etc.

En una obra de corta duración los informes se harán semanal o quincenalmente, en cambio serán mensuales las de largo plazo.

Debe entenderse claramente que cada fecha de informe requiere una nueva cédula, que al volcarse los resultados o valores anteriores en ella, va dando en cada fecha la progresión de la totalidad de los ítems. (Figura N°26).-

Los valores de los informes se obtienen por medición directa y cómputo de las cantidades ejecutadas en cada ítems y como se verá más adelante, pueden coincidir con los que se toman al realizar el control de los costos.

Otra forma de contralor de progreso de obra o ítems, se realiza con la utilización de diagramas cartesianos de plazos en abscisas y cantidades en las ordenadas. Resultan prácticos en obras de pocos ítems o cuando por características constructivas, interesa solamente el control de unos pocos ítems (Figura N°27a)

Ante similares condiciones podrán utilizarse los diagramas del tipo de la Fig.27b que es una combinación de los anteriores.

Finalmente mencionaremos el control del plan de trabajo mediante el empleo de programaciones PERT o por camino crítico: sus ventajas pueden

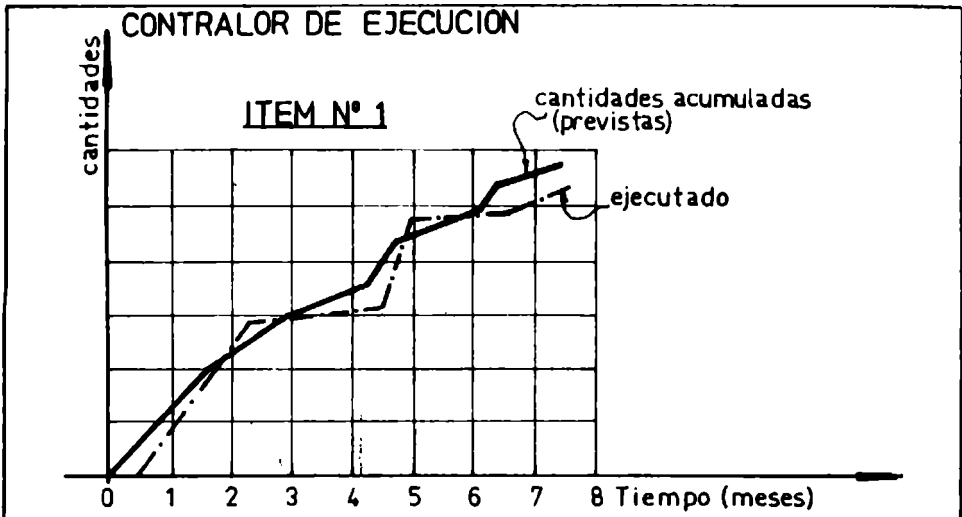


FIGURA 27 A

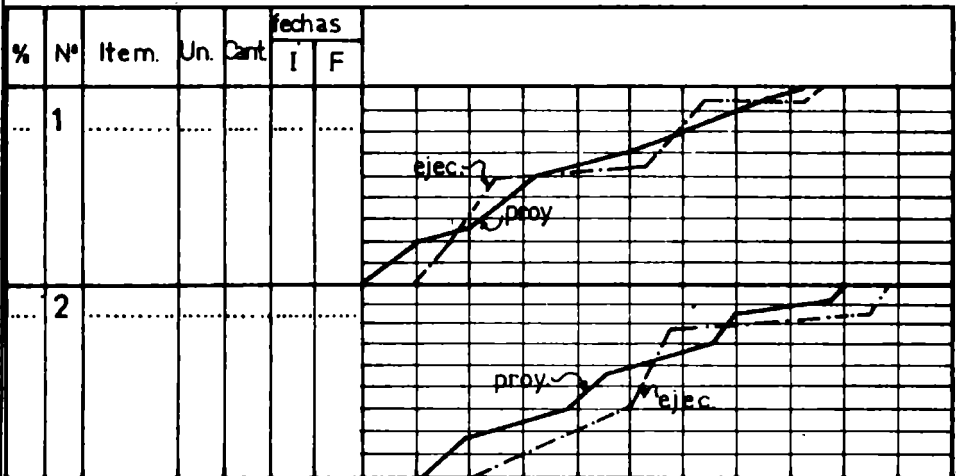


FIGURA 27 B

md.

REGISTRO DE DIAS TRABAJADOS

N°	DESIGNACION DEL ITEM	MES:																
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	-
2		X	X	αM	X	X	αL	αF	X	X	X	X	αH	X	αF	X	X	-
3		X	X	αE	X	X	αL	αF	X	X	X	X	αH	X	αF	X	X	-
4		X	X	X	X	X	αL	αF	X	X	X	X	αH	X	αF	M	X	-

REFERENCIAS: x días trabajados

- α M falta de materiales
- α E desperfectos en equipos
- α F feriados
- α H huelga
- α L lluvia
- etc

DIAS NO TRABAJADOS

FIGURA 28 A

FICHA INDIVIDUAL

OBRA... .. OBRERO N°... ..
 UBICACION... .. CATEGORIA... ..
 EMPRESA... .. QUINCENA: del... .. al... ..
 MES... ..

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DESEMPEÑO	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	-
1) ASISTENCIA	4	1	2													
2) PUNTUALIDAD	%															
3) COMPETENCIA	%															
4) COLABORACION	%															

FIGURA 28 B

HORAS TRABAJADAS... .. 8

aprovecharse al máximo cuando se los procesa por computadora y monitores que permiten obtener en cualquier momento, los valores de marcha de obra y demás parámetros, según la programación de sus datos; los veremos al tratar el método del camino crítico.

Un elemento importante para el contralor del estado de obra es la planilla del registro de días trabajados que se da en la Fig. N° 28a).

Este registro que se lleva quincenalmente, resulta de interés para el contratista, pues además de los valores consignados, permite obtener la información administrativa, para que él pueda gestionar prórrogas del plazo de ejecución, cuando las causales sean del tipo imprevisible, (huelgas, lluvias, escasez de materiales, etc.).

60.- CONTABILIDAD Y DISTRIBUCION DE COSTOS.- Hasta aquí hemos dado una reseña y los principales fundamentos del control de costos de obras de ingeniería; podríamos decir que nos ocupamos de la "anatomía" del problema. Pasemos entonces a la "fisiología", es decir a las operaciones que involucran o derivan de aquella. Se ha insistido, en la necesidad de una contabilidad con cuentas clasificadas y codificadas, que sigan el programa de distribución de costos establecidos en la confección de la estimación o presupuesto de los trabajos. Puede distinguirse en esta operación del control de costo, dos aspectos: uno contable que trabajará con los costos globales causados por los trabajos en períodos determinados, en comparación con los costos previstos en la estimación o presupuesto original. El otro es el que se refiere a los costos unitarios de los ítems, que resulten de interés por su monto o importancia, a fin que de su análisis surja la necesidad de correcciones y/o modificaciones, etc. en las operaciones constructivas. Se trata de evitar

pérdidas, mejorar beneficios o adecuar los rendimientos con la productividad exigida por los cronogramas o planes de progresión (marcha) de obra. También destacamos que los resultados obtenidos en este último aspecto nos brindarán valiosa información para poder establecer competencias en futuras licitaciones, con seguros márgenes de conocimientos.

En países tales como EE.UU. se ha llegado al establecimiento de estimaciones tipos (standard) en base a clasificación de cuentas y distribución de costos aceptados por la mayoría de las empresas o compañías de construcciones. Entre nosotros se ha intentado también establecer sin éxito el "presupuesto y pliego único nacionales" que permitan simplificar la actuación de las empresas frente a distintas reparticiones contratantes.

Recordando los conceptos expresados en el N°17 de "Planes y costos de obras de ingeniería", mencionada frecuentemente, en la confección de la estima propusimos la siguiente distribución de costos:

- 1- Costos de materiales (N°18)
- 2- Costos de mano de obra (fuerza laboral) (N°23)
- 3- Costos de operación de plantas y equipos (N°28)
- 4- Gastos generales (N°42)
- 5- Riesgos y beneficio Industrial (N°54 y 55).

(Los números entre paréntesis se refieren a la publicación ya citada).

Debe encararse el problema, a fin de controlar por separado los costos de cada una de las partidas componentes. El control de costo de la mano de obra es el más difícil de practicar, por la complejidad de tareas de ejecución de muchos de los ítems.

61.- PROCESO DEL CONTRALOR DE LA MANO DE OBRA.-

Resulta más cómoda realizar el control de costos partiendo de los tiempos medios de ejecución o su inversa los rendimientos promedios. De esta manera no participarán las variaciones de salarios, cargas sociales, etc. y los valores obtenidos servirán de base para futuras estimaciones. El proceso comprende las siguientes operaciones:

- I- Ordenamiento y clasificación de los índices o valores adoptados en la estima (valores previstos, de tiempos medios, rendimientos, etc).
- II- Apropiación o discriminación de las operaciones fundamentales que integran un ítem y que resulte de posible medición o contralor. Para ello se establecerá un ordenamiento o clasificación en correspondencia con los del punto I.

Al solo efecto de dar una idea sobre la apropiación de los ítems, pues cada empresa puede discriminarles a su arbitrio, daremos el lineamiento que sigue:

TABLA O CODIGO DE APROPIACIONES

<u>ITEMS</u>	<u>DESIGNACION</u>
1.-	<u>Excavación</u>
1.1.-	Excavación
1.2.-	Transporte de tierras sobrantes.
1.3.-	Operación de cargas, descargas, etc.

(dependerá si se utiliza equipo, o se hace manualmente).

<u>ITEMS</u>	<u>DESIGNACION</u>
2.-	<u>Albañilería Elevación</u>
2.1.-	Ejecución
2.2.-	Transporte de materiales y mezclas.
2.3.-	Elaboración de mezclas.

(en lo posible se tratará de apropiar el número menor de tareas, para no complicar el análisis).

3.-	<u>Hormigón Armado</u>
3.1.-	Encofrado
3.11.-	Preparación en bancos.
3.12.-	Montaje.
3.13.-	Desencofrado.-
3.2.-	Armadura.-
3.21.-	Preparación en bancos.
3.22.-	Armado y montaje.
3.3.-	Colado.
3.31.-	Elaboración.
3.32.-	Transporte, colado y terminación.

Los items de poca monta o muy específicos no se apropiarán. Se tratará en lo posible de extender el análisis a los items estrictamente de importancia dentro del presupuesto y cuyo plazo de ejecución, permitan realizar el control semanal o quincenalmente. Los resultados volverán rápidamente a obra para poder modificar o corregir las operaciones, para obtener menores costos y/o plazos.

III- Medios auxiliares del control: planillas y tarjetas o fichas; medidores, contadores, cronómetros, etc; operadores de costos, apuntadores, listeros, etc.

IV- Medición en obra de las magnitudes de esos valores o índices: tiempos empleados o gas

tados en la ejecución de las diversas tareas (performance o rendimientos).

62.- MODELOS DE FICHAS Y PLANILLAS DE TIEMPOS.-

Uno de los problemas más grandes a resolver, es que en las obras de construcción, el personal no tiene permanentemente las mismas tareas, como en las fábricas o talleres. Por ejemplo en una obra de edificio, simultáneamente habrá obreros-ayudantes (categ.3) trabajando en el ítem 1-Excavaciones, pero al concluirlo, pasarán al ítem 2-Albañilería, en el cual a su vez trabajarán oficiales (categ.1), 1/2 oficiales (categ.2) y a su vez otros ayudantes (3) distintos de los que trabajaban en las excavaciones, etc. Por estas circunstancias se aconseja el uso de tarjetas o fichas individuales (una para cada trabajador) donde se registrará las horas trabajadas por el operario en las distintas apropiaciones. Estas fichas reemplazarán a las comunes quincenales, en las cuales únicamente se anotan las horas diarias de labor. El llenado de las tarjetas estarán a cargo de: listeros, apuntadores, operadores de costos o capataz según la importancia de los trabajos y cantidad de obreros, turnos, etc. Quienes, recorriendo los trabajos, media hora después de iniciado cada turno y antes de la finalización, anotarán las horas trabajadas en cada apropiación. Figura N°28b).-

Los datos obtenidos en las fichas individuales, de la totalidad de los operarios, serán totalizados en las planillas de registro diario. En ella figurarán la suma de las horas trabajadas diariamente en cada apropiación. Se deberá llevar una planilla para cada categoría donde se volcarán las fichas individuales respectivas. Fig. N°29a).

Llenados que sean los registros diarios, en el lapso de una quincena, se podrá implementar

el registro quincenal por ítem y categoría de acuerdo a la figura N°29b).

Durante ese mismo lapso (quincena) se procederá a la medición y cómputo de la cantidad ejecutada (m, m², m³, tn, etc) de cada uno de los ítem que designaremos con B, el cociente:

$$\frac{A = a \text{ horas oficiales}}{B = \alpha \text{ m}^3} = \text{tiempo medio ejec. oficiales (h/m}^3)$$

$$\frac{A = (b+c) \text{ horas } 1/2 \text{ of.}}{B = \alpha \text{ m}^3} = 1/2 \text{ ofic. (h/m}^3)$$

$$\frac{A = (d+c) \text{ horas ayud.}}{B = \alpha \text{ m}^3} = \text{ayudante (h/m}^3)$$

Los valores obtenidos comparados con los adoptados en la estima original de costo, nos permitirán establecer las conclusiones para actuar en la forma ya aconsejada. Claro está, que los valores obtenidos en una sola quincena no dicen mucho. Para tener en cuenta las alteraciones, dificultades, detenciones y numerosos otros factores que han variado indefectiblemente los valores, es necesario establecer los promedios acumulados durante la marcha de los trabajos. Es lo que presenta la figura N°30, donde además se pueden comparar los valores obtenidos en obra (ejecución) con los previstos (estima, presupuesto).

Los valores del cuadro muestran que los promedios de la segunda quincena, los tiempos medios de ejecución de oficiales (7,5 h/m³) superan a los previstos (6 h/m³), mientras que los tiempos medios (5,5 h/m³), de la labor de los ayudantes son

REGISTRO DIARIO DE TIEMPOS POR ITEM Y CATEGORIA

CATEGORIA. 3 (ayudantes) QUINCENA. del al de de 198

FECHA	DIA	ITEM 1			ITEM 2			ITEM 3		
		1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.2	3.1	3.2	3.3
16	L		(x)							
17	M									
18	M									
al 31										
Tiempo quincenales		ΣT=			ΣT=			ΣT=		

FIGURA 29 A

(x) Total horas labor ayudantes en apropiac. 1.2 durante el día 15.—

REGISTRO QUINCENAL DE TIEMPOS QUINCENA: del al de de 198

CATEGORIA	ITEM 2			A) TOTAL HORAS	B) CANT. EJECUTADA	ITEM 3			A) TOTAL HOS
	2.1	2.2	2.3			3.1	3.2	3.3	
1) oficial	a			a	α m3				
2) medio oficial	b		c	b + c	α m3				
3) ayudante		d	e	d + e	α m3				

FIGURA 29 B

md

CUADRO DE ANALISIS DE TIEMPOS MEDIOS:



ANALISIS DE TIEMPOS MEDIOS		OBRA:											
RUBRO: Albañilería		EMPRESA:											
	CATEGORIAS			CATEGORIAS			CATEGORIAS			CATEGORIAS			CA
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Promedio de tiempos medios quincenales	6 7 5			6 Hms	7 Hms	5 Hms	7 Hms	5 Hms	5 Hms				
Tiempos medios quincenales	6 Hms	7 Hms	6 Hms	6 Hms	6 Hms	6 Hms	7 Hms	5 Hms	5 Hms				
Quincena	1ra quincena del 16 al 30 mes.....			2da quincena del 1º al 15 mes.....			quincena del al mes.....		 quincena del al mes.....			
Referencias:	 previsto												 ejecutado

FIGURA 30

nd

menores que los previstos (7 h/m³). Este alejamiento de valores podría obedecer a una mala proporción entre ambas categorías: la insuficiencia de ayudantes determinaría el menor rendimiento de los oficiales, por falta de colaboración. También puede pensarse en otras causas, como dificultades del trabajo de los oficiales, esperas de materiales, etc.

63.- CONTRALOR DE MATERIALES.

Deberá prepararse para ello un planillaje adecuado a las funciones del control. En el concepto distinguimos:

1- Contralor comercial.

- 1.1.- Cantidad y ritmo de consumo o procuración.
- 1.2.- Pedido de precios.
- 1.3.- Compra o adjudicación.
- 1.4.- Transporte o envío a obra.

(En los N°s. 18 a 22 de la publicación "Planes y costos de Construcción") hemos aclarado suficientemente las referidas operaciones.

2- Control en obra

- 2.1.- Codificación. Se hace asignando un número código a cada material, organizando un blok de tarjetas o fichas como muestra la fig. N° 31.-
- 2.2.- Recepción. (Medición, pesaje, control de especificaciones, etc.). En un lugar conveniente se ubicará la báscula o balanza. Según la importancia de la obra puede tener capacidad para el pesado de los camiones transportadores de barras de acero (12m) u otros materiales de dimensiones. Se pesará el camión cargado (peso bruto) y luego vacío (tara). Es un aspecto de im

CONTROL EN OBRA

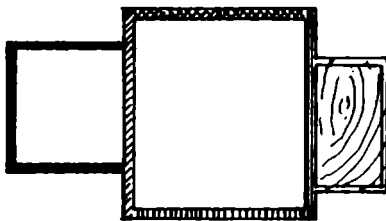
1	2	3	4	5
N° PEDIDO		CANTIDAD		PROVEEDOR				FECHA		

FIGURA 31 A

ESTADOS DE OBRA Y MEDICIONES PERIODICAS :

N°	ITEM	UN.	CANTIDAD	ANTERIOR		PRESENTE		TOTAL	
				Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
1		m3	1.000. _	200. _	20	100. _	10	300. _	30

**GRAFICOS Y PLANOS
COMPLEMENTARIOS**









-  excavación
-  fundaciones
-  cimientos
-  capa aisladora
-  encofrados
-  mamp. en elevación

FIGURA 31 B

portancia en la economía de la obra, si se tiene en cuenta que los materiales pueden sobrepasar el 50% del monto del presupuesto.

- 2.3.- Libro de movimientos de materiales. Se consignarán fechas, entradas, salidas, existencias, etc.
- 2.4.- Planillas de consumos. Se consignarán en las mismas los materiales que periódicamente se destinan a cada ítem.
- 2.5.- Planillas de elaboración y consumos de mezclas. Se anotará fecha, cantidades elaboradas y consumos por ítem, en forma continuada.

64.- DOCUMENTACION COMPLEMENTARIA.-

- 1- Estado de obra y mediciones periódicas, según fig. N°31b).

Se complementa con planos, gráficos y/o memorias, utilizando claves, colores, señales, etc. Fig. N°31b).

- 2- Parte diario general. Puede hacerse de distintas formas discriminados o globalmente. En la fig. N°32 se muestra un tipo bastante difundido.

65.- CONTRALOR DE PLANTAS Y EQUIPOS. De los controles de costos es el más accesible en forma directa. Distinguiremos:

1- Codificación.

- 1.1- Herramientas menores (0 - 100)
- 1.2- Equipos y plantas (por rubros)
- 1.21-Excavación (100 - 199)

1.22- Transporte	(200 - 299)
1.23- Pilotaje, etc.	(300 - 349)
1.24- Hormigón, etc.	(350 - 399)

2- Performance e historial de medidas. Pueden utilizarse diversos juegos de fichas con destino a obra, oficina central y playas y talleres. Damos un modelo de estas fichas en la Fig. N°33.-

3- Gráficos de utilización semanal. Permiten conocer el porcentaje de ocupación, detenciones, reparaciones. El contratista tiene conciencia, que su máquina también envejece estando detenida, por lo tanto su deseo es que se gaste trabajando. La fig. N°34a, muestra el modelo de planilla.

4- Consumos de combustibles y lubricantes. La N°34b, muestra el modelo.

5- Dispositivos y aparatos de medición y control. Actualmente pueden utilizarse una diversidad de aparatos o controles. En plantas de importancia, basados en sistemas computarizados, con monitores en las oficinas de control o supervisión, suministran entre otras las siguientes informaciones:

- a) tiempo de funcionamiento
- b) detenciones o interrupciones
- c) variaciones por sobrecargas o modificaciones de trabajo (por ejemplo cambio dosaje en una hormigonera, etc)
- d) consumos de energía, combustibles, lubricantes, etc.

Otros dispositivos más corrientes son los medidores gráficos a watts y el archivador de atención o servicio, en base a mecanismos de relojería o de circuitos electrónicos, que pueden instalarse en un camión o cualquier otro artefacto que vibre suficientemente cuando está funcionando, para excitar un punzón unido a un péndulo sensitivo, (relojería) o bien un plotter registrador (electrónico).

PARTE DIARIO:

EMPRESA:

OBRA:

UBICACION:

PARTE DIARIO

FECHA: / / 198

1.- PERSONAL	2.- MATERIALES	3.- EJECUCION
Nº Oficiales Nº Medio oficiales Nº Ayudantes... Nº Cementistas Nº Encofradores etc.-	<u>Entrados o recibidos:</u> <u>Consumidos o gastados:</u>	<u>Items:</u> <u>OBSERVACIONES:</u>

FIGURA 32

md.

PLANILLA DE UTILIZACION SEMANAL DE EQUIPO




FECHA	23/4/81	24/4/81	25/4/81	RESUMEN		
TURNOS	M	M	J	horas trabajadas en la semana...		
UNIDAD	1	2	3	1	2	3
Nº	DESIGNAC.					
25	Camión 20 tn					
CODIGO:  trabaja;  detenida;  en reparaciones.						

FIGURA 34 A

PLANILLA DE CONSUMO DIARIO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

FECHA	UNIDAD Nº	COMBUSTIBLE (lts)	LUBRICANTES (lts)	OBSERVACIONES
...

FIGURA 34 B

DISPOSITIVOS DE MEDICION O CONTROL:



FIGURA 34 C

md

Fig.N°34c). Con esto se puede obtener un gran número de informaciones útiles como ser número de frecuencias, tiempo de funcionamiento, velocidad promedio, medida de detenciones y otras más. Es obvio que el conocimiento de estos gráficos o informaciones serán de gran beneficio para el encargado del funcionamiento del equipo, el cuál trabajará así mejor. Dichos gráficos también proveen una guía para evitar paros inútiles, y elegir condiciones de trabajo, junto con una cuenta o registro del número de cargas manejadas, tiempos de mezclado, etc.

A grandes rasgos, estos serían los medios o las ideas para llevar a cabo el contralor de una obra, los cuales pueden ser adaptados a la modalidad o características de cada obra.

Debe destacarse que con los avances logrados actualmente, en los sistemas de planificación y programación de los trabajos, es posible su sincronización con los sistemas de contralor, incluyendolos en el mismo programa, cuando se utilizan modernos equipos electrónicos de computarización y monitores.

Lamentablemente, en nuestro país, por razones, que en la mayoría de las obras no se cumplen las previsiones económicas-financieras, para afrontar los pagos en forma suficiente y continuada, ha determinado que tanto la programación, como los contralores, no pueden satisfacerse real y concretamente, por cuyo motivo no hemos desarrollado suficientemente las técnicas respectivas en esta materia.

El autor agradece muy especialmente la gentileza brindada por el Sr. Roberto Carmuega, Director de la Revista Vivienda, de cuyo número 224 se tomó la portada de esta obra:

DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECA Y PUBLICACIONES