



9  
207  
**Universidad Nacional Autónoma de México**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ACATLAN**

**CONSTRUCCION DE ESCUELAS PRIMARIAS  
(PROTOTIPO) DE LA D. G. O. P. ETAPA 1990**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**I N G E N I E R O C I V I L**  
P R E S E N T A  
**LEONEL CORTES ABURTO**

DIRECTOR DE TESIS: **ING. HECTOR ARCE PAZ**



ACATLAN EDO. DE MEX. 1992

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

	INDICE	Pag.
	INTRODUCCION.....	3
CAPITULO 1.-	ANTECEDENTES.....	6
1.1.-	ANTECEDENTES HISTORICOS.....	6
1.2.-	FACTORES CONSIDERADOS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA ESCUELA PRIMARIA.....	8
1.3.-	ESCUELAS PRIMARIAS EJECUTADAS EN ETAPA 1990.....	11
1.4.-	CONTENIDO DEL PROYECTO PROTOTIPO.....	12
1.5.-	ORGANIZACION DE LA FUERZA DE TRABAJO.....	14
1.6.-	PLANOS DE PROYECTO.....	20
CAPITULO 2.-	PROCESO CONSTRUCTIVO.....	21
2.1.-	ETAPAS DE CONSTRUCCION.....	21
2.2.-	OBRA NEGRA.....	21
2.3.-	INSTALACIONES.....	47
2.4.-	DETALLES Y ACABADOS.....	50
CAPITULO 3.-	PRESUPUESTO.....	58
3.1.-	COSTOS.....	58
3.2.-	CALCULO DE MATERIALES.....	68
3.3.-	CALCULO DE MANO DE OBRA.....	77
3.4.-	CALCULO DE COSTO POR USO DE HERRAMIENTA.....	81
3.5.-	COSTO TOTAL DE LA ESCUELA.....	82
	CONCLUSIONES.....	84
	BIBLIOGRAFIA.....	87

---

## INTRODUCCION

---

Al iniciar la preparación de la tesis sobre la Construcción de Escuelas, se advierte rápidamente la diversidad de sistemas para construir y la imposibilidad de cubrir las necesidades de todos los lectores.

En la industria de la construcción se utilizan diferentes métodos de proceso constructivo, de acuerdo a las características de cada obra y de cada empresa.

Cada concepto de trabajo con especificaciones y alcances, marcarán y regirán el desarrollo constructivo, dentro de las normas y controles de calidad solicitados.

El objetivo de este trabajo es definir en una forma breve y sencilla los principales procesos constructivos que involucran la construcción de escuelas primarias y debe de considerarse como un preámbulo para el desarrollo de la construcción, más que una representación de todo lo que el ingeniero debe de saber para alcanzar los mejores rendimientos y controles de calidad en cuanto a la construcción se refiere.

El capítulo uno, "Antecedentes", trata de una manera sencilla de los principales factores que son base para decidir la iniciación de una escuela primaria, de acuerdo a los objetivos desarrollados por la institución de "Programación Educativa", así

mismo se enuncian el número de escuelas primarias que se ejecutarán en la etapa 1990 y el total del monto contratado por construir.

El tener un juego de planos completos, especificaciones y alcances bien definidos, beneficiarán al constructor, ya que no tendrá problemas para ejecutar cada uno de los trabajos y agilizará el desarrollo de la obra.

En el capítulo dos, "Proceso Constructivo", se desarrolla de una manera descriptiva, desde la cimentación hasta los acabados, desglosando las etapas de construcción en : obra negra, instalaciones, detalles y acabados. La primera comprende, los que por su constitución y manejo, producen grandes desperdicios, que no permite tener en buenas condiciones de limpieza a la obra, quedando involucrados los frentes de trabajo por: preliminares, cimentación, estructura y albañilería. Las instalaciones realizadas fuerón las necesarias, comprendidas en: sanitaria, hidráulica, gas y eléctrica, apegandose a los planos y especificaciones solicitadas. Los detalles y acabados, se integran los trabajos comprendidos por: aplanados, emboquillados, pisos, azulejo en muros, carpintería, herrería y pintura, constituyendo estos frentes practicamente la terminación de la obra, en cuanto a recubrimiento se refiere.

El capítulo tres, "Presupuesto", define los diferentes tipos de costos, y tipos de obra: por administración o por contrato; se desarrolla un ejemplo de flujo de caja, para conocer el financiamiento que una empresa debe de efectuar, cuando se le otorga un anticipo del 30 % y tiene erogaciones fuertes desde el primer mes.

El conocer con anticipación la cantidad de material a ocupar, representará un beneficio, ya que la obra no se parará por falta de éste y su perfecta cuantificación evitará pérdidas de material, se ejemplificaron tres casos muy comunes, como són: mampostería de piedra, muro de tabique rojo recocido y cimbra de una losa.

La elaboración de escuelas de éste tipo, ha dado muy buenos resultados a la Dirección General de Obras Públicas, construyéndose en etapa 1990, el total de 82 escuelas, teniendo un importe de: 18,093',384,703.00 m.n.

La tesis es una representación de los trabajos ejecutados, englobando en forma general, la razón por la cual se construye y la forma en que puede estar constituido el costo de la construcción.

## CAPITULO 1

---

### ANTECEDENTES

---

#### ANTECEDENTES HISTORICOS.

La Dirección de Programación Educativa en el Distrito Federal tiene su primer antecedente en las fracciones sexta y séptima del Artículo Tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:

VI. LA EDUCACION PRIMARIA SERA OBLIGATORIA:

VII. TODA LA EDUCACION QUE EL ESTADO IMPARTA SERA GRATUITA.

En los discursos que el C. Secretario de Educación Pública pronunció en la ceremonia en la que el jefe de la Nación puso en marcha el Programa Nacional de Educación a Grupos Marginados, de fecha 29 de marzo 1978 y, en la reunión de la República, del 5 de febrero de 1979, donde se establecen los programas y metas del sector educativo para el periodo de 1979-1982, en los cuales se señala como primer objetivo:

OFRECER LA EDUCACION BASICA A TODA LA POBLACION  
PARTICULARMENTE A LA QUE SE HALLA EN EDAD ESCOLAR.

PRIMARIA PARA TODOS LOS NIÑOS.

Con el fin de coordinar las acciones de este programa y poder consumarlo para septiembre de 1980, se crea un comando tecnico-ejecutivo al cual se le denomina "Coordinación Nacional del Programa Primaria para Todos los Niños", la diversidad y complejidad que presenta proporcionar la educación primaria en el contexto nacional, obligan a la Coordinación a idear esquemas específicos para situaciones concretas, una de estas es la representada por la Ciudad de México:

- A. Conurbación del Distrito Federal (que en lo sucesivo se le denominará "D.F.") y 11 Municipios del Estado de México (Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Chimalhuacán, Ecatepec, Los Reyes la Paz, Naucalpan, Nezahualcóyotl, Tlalnepantla y Tultitlán).
- B. Alta saturación urbana.
- C. Gran movilidad de la población.
- D. Elevada explosión demográfica.
- E. Diversidad de instituciones responsables de la normatividad y operación del servicio educativo (Dirección General de Educación Primaria en el D.F., Delegación General de la Secretaría de Educación Pública en el Estado de México

y Dirección de Educación Pública del Gobierno del Estado de México).

- F. Diversidad de organismos responsables de la construcción y equipamiento escolar (Dirección General de Obras Públicas del Departamento del D.F., Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas CAPFCE y Obras Públicas del Gobierno del Estado de México, entre otros).
- G. Desequilibrio en la ubicación de la oferta y la demanda educativa.
- H. Reducido espacio de maniobra entre la detección de la demanda y la planeación de la instalación del servicio educativo.
- I. Y, en fin, carencia total de un elemento coordinador que globalizara la situación, definiera estrategias de solución y coordinara su instalación.

FACTORES CONSIDERADOS PARA LA CONSTRUCCION DE UNA ESCUELA  
PRIMARIA

- La regionalización de Escuelas Primarias se realizará formando subzonas de diagnóstico dentro de las zonas enunciadas en el nivel antes citado.
- La longitud máxima de cada zona será de 2.5 Kms. y la mínima de 1.5.
- Los factores a considerar en su demarcación serán los siguientes:

- . Orografía.
  - . Vialidad.
  - . Transporte.
  - . Nivel socio-económico.
  - . Uso de suelo.
  - . Densidad de población.
1. Por lo que corresponde a la determinación de las necesidades de expansión del sector educativo en el D.F., se seguirán las siguientes pautas:
- a. En el anteproyecto se incluirán todas las necesidades resultantes de la microplaneación y la programación detallada de servicios, así como las que manifiesten las áreas sustantivas, no importando si las mismas son consideradas como suntuarias o estrictamente necesarias, agrupándolas por nivel educativo y tipo de obra.
  - b. El proyecto definitivo una vez autorizado se denominará Programa de Construcción de Escuelas para el D.F. de 19\_\_\_. su conformación se hará siguiendo el orden de prioridades y normatividad que a continuación se indica:
    - Sustitución total o parcial de escuelas, que su uso ponga en peligro inminente la integridad física de los usuarios.
    - Continuación de obras inconclusas del programa de construcción de escuelas para el D.F. (que en lo sucesivo se denominará "programa") del año anterior.

- Construcción de inmuebles para la satisfacción directa (aulas, laboratorios, y/o talleres), de demanda educativa sin atención, en el siguiente orden:
  - . Educación Primaria, nuevas creaciones y aulas de ampliación.
  - . Educación Media Básica, crecimiento natural (2os. y 3os. grados), primero Secundarias Técnicas, después Generales.
  - . Educación Preescolar, nuevas creaciones y aulas de ampliación.
  - . Educación Media Básica, nuevas creaciones primero Secundarias Técnicas después Generales.
  - . Educación Especial, primero consolidaciones y después nuevas creaciones.
  - . Capacitación para el trabajo, el mismo criterio que Educación Especial.
  - . Educación Media Básica, nuevas creaciones.
- Sustitución de escuelas alquiladas donde exista orden judicial para desocuparlas.
- Sustitución de escuelas provisionales, el orden estará determinado por la antigüedad.
- Terminación de pendientes de obra y equipamiento con el mismo criterio que el punto anterior.
- Construcción de anexos relacionados con la seguridad de los educandos y/o del patrimonio de la escuela.

- Construcción de otros anexos.
- El orden antes citado estará sujeto a la disponibilidad de terrenos.
- Los montos que resulten para cada nivel y modalidad educativa, serán flexibles en razón de las prioridades antes citadas y por ningún motivo se considerarán fijos.
- Toda modificación al programa deberá estar apoyada por una autorización por escrito de la Dirección de Programación Educativa.

#### ESCUELAS PRIMARIAS EJECUTADAS EN ETAPA 1990.

El número de escuelas primarias ejecutadas y ampliadas en 1990 fueron 82 cubriendo un importe contratado de \$ 18,043'384,763.00 m.n

## CONTENIDO DEL PROYECTO PROTOTIPO

EDIFICACION.- Dentro del proyecto se contempla la construcción de 3 edificios.

Para la construcción de todos estos edificios, se contó con un juego de planos para cada uno de ellos, correspondientes a:

- 1.- Conjunto edificios (plano general).
- 2.- Plano de cimentación.
- 3.- Plano estructural.
- 4.- Instalación hidráulica.
- 5.- Instalación sanitaria.
- 6.- Instalación eléctrica.
- 7.- Plano arquitectónico.
- 8.- Plano acabados.

Cabe hacer mención que para llevar a cabo la obra en sus diferentes etapas, se contó con un catálogo de especificaciones referente a calidad, pruebas, comportamiento, etc., de los materiales a emplear así como de algunos procedimientos de construcción requeridos.

La escuela prototipo en su totalidad fue construida sobre un área de 3539.62 m<sup>2</sup>.

El área total de los edificios es de 784.20 m<sup>2</sup>.

La cimentación de la estructura se hizo a base de zapatas corridas de concreto armado, desplantadas sobre una plantilla de concreto pobre, fabricada y colocada una vez que se dieron los niveles de terracería en la excavación.

Para la estructura, se integraron como elementos primordiales de esta: las columnas, las trabes, y la losa de techo. La losa de techo fue construida a dos aguas de acuerdo con el proyecto, con un espesor de 11 cm.

La albañilería estuvo comprendida por los trabajos relativos a la construcción de muros divisorios, castillos, firmes, banquetas, impermeabilización, rampas y forjado de escalones de concreto.

Los acabados fueron realizados con aplanados, emboquillados, pisos (cemento escobillado, pulido u otras), pintura, etc.

Las puertas y ventanas de los edificios fueron construídos a base de herrería de aluminio anodizado natural.

## ORGANIZACION DE LA FUERZA DE TRABAJO

### Mano de obra.

La mano de obra fue integrada por diferentes cuadrillas a las cuales se les asignaron trabajos determinados con relación a los eventos de que estuvo compuesta la obra.

A continuación se mencionan los frentes de trabajo desde el inicio de la obra y las cuadrillas propuestas.

CONCEPTOS DE OBRA	CUADRILLA No.
1.- Preliminares	
1.1 Limpieza y deshierbe	XIII
1.2 Trazo y nivelación	XIV
2.- Cimentación	
2.1 Excavación	I
2.2 Concreto $f'c=150$ kg/cm <sup>2</sup> p/plantilla	XVIII
2.3 Concreto $f'c=200$ kg/cm <sup>2</sup> p/zapatas	XVIII
2.4 Cimbra en zapatas	XXI
2.5 Acero de refuerzo	IX
2.6 Relleno y compactado	II
3.- Estructura	
3.1 Concreto $f'c=200$ kg/cm <sup>2</sup>	XVIII
3.2 Cimbra acabado aparente	XVI
3.3 Acero de refuerzo	IV

4.- Albañilería obra gruesa	
4.1 Muro block cemento-arena	V
4.2 Firme concreto f'c=150 kg/cm <sup>2</sup>	XX
4.3 Colocación de accesorios de baño	V
5.- Acabados	
5.1 Aplanados cemento-arena 1:5	X
5.2 Lambrín de azulejo	X
6.- Herrería	
6.1 Ventana de aluminio	XX
6.2 Puerta de aluminio	XX
7.- Instalación Hidráulica	
7.1 Salida hidráulica en muebles sanitarios de tubería de cobre o P.V.C.	IX
8.- Instalación Sanitaria y muebles	
8.1 Tubo albañal 0.10 mts	XXIV
8.2 Registros	V
8.3 Coloc. de W.C.	IX
8.4 Coloc. de lavabo	IX
8.5 Coloc. de coladera	IX
8.6 Coloc. de desague	IX
8.7 Coloc. de rejilla	V

9.- Instalación eléctrica

9.1 Sal. lamp. incandescente	X
9.2 Sal. lamp. fluorescente	X
9.3 Sal. apagador	X
9.4 Sal. contacto	X

10.-Pintura

10.1 Pintura vinílica	XI
-----------------------	----

11.-Limpieza

11.1 Limpiezas generales	II
--------------------------	----

Las cuadrillas integradas para el desarrollo de la obra fueron las siguientes, mismas a las que se les asignó un número para su clasificación e integración dentro del catálogo de conceptos de obra.

No se les consideró salario, con el fin de que se utilice el vigente cuando sea consultado por los estudiantes.

I	Peon	1
	cabo	1/10
II	Peon	1
	cabo	1
III	cabo	1
	albañil	1
	ayudante	1
	peon	5
	peon	1
IV	Df. fierrero	1
	ayudante	1
	cabo	1/10
V	Albañil	1
	peon	1
VI	Carpintero	1
	ayudante	1
VII	Mosaiquero	1
	ayudante	1

VIII	Albañil	1
	peon	1
	cabo	1
IX	Plomero	1
	ayudante	1
X	Of. especialista	1
	ay. especialista	1
	cabo	1/2
XI	Fintor	1
	ayudante	1
XII	Herrero	1
	ayudante	1
XIII	Peon	1
	cabo	1/20
XIV	Topógrafo	1
	estadelerero	1
	cadenero	2
XV	albañil	1
	peon	1
	cabo	1/10
XVI	Carpintero o negra	1
	ayudante	1
	cabo	1/10
XVII	Of. carpintero	1
	ayudante	1
	maestro	1/10

XVIII	Albañil	1
	ayudante	1
	peon	5
	cabo	1/10
XIX	Azulejero	1
	ayudante	1
XI	Df. aluminero	1
	ayudante aluminero	1
	cabo	1/2
XXI	Df. herrero	1
	ayudante herrero	1
	cabo	1/10

#### PLANOS DE PROYECTO.

A continuación se presentan los planos más representativos del proyecto prototipo de escuelas primarias.

- 1.- Ejes de trazo.
- 2.- Planta arquitectónica de conjunto.
- 3.- Cimentación.
- 4.- Estructura.
- 5.- Instalación hidráulica.
- 6.- Instalación sanitaria.
- 7.- Instalación eléctrica.
- 8.- Plano arquitectónico de acabados.
- 9.- Acabado en baños, área administrativa y casa conserje.
- 10.- Obra exterior.
- 11.- Detalles sanitarios.
- 12.- Detalles y armado de cisterna.
- 13.- Cortes generales.





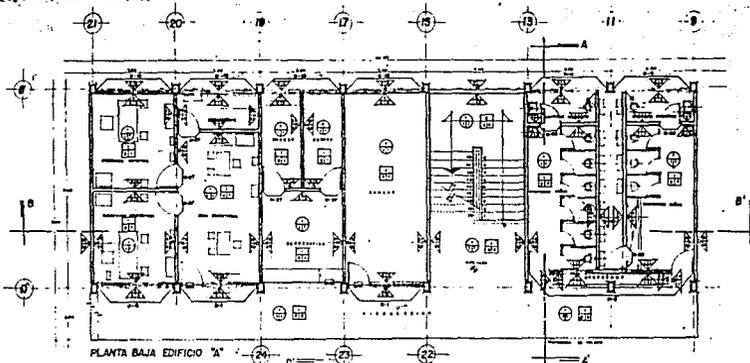




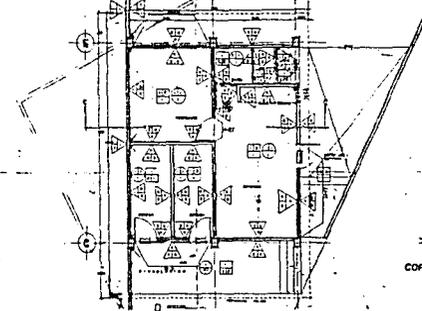




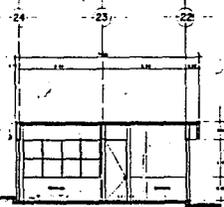




PLANTA BAJA EDIFICIO "A"



PLANTA EDIFICIO "B"



CORTE TRANSVERSAL C-C' EDIFICIO "B"

**ACABADOS**

PARED		PISO	
1. PARED EXTERNA	2. PARED INTERNA	1. PISO DE CONCRETO	2. PISO DE MADERA
3. PARED DE ALBAÑILERIA	4. PARED DE YESO	3. PISO DE CERAMICA	4. PISO DE PIEDRA
5. PARED DE CEMENTO	6. PARED DE PLASTICO	5. PISO DE PAVIMENTO	6. PISO DE CARPETAS
7. PARED DE ALUMINIO	8. PARED DE VIDRIO	7. PISO DE MARMOL	8. PISO DE GRANITO
9. PARED DE BRONCE	10. PARED DE ORO	9. PISO DE MADERA	10. PISO DE PIEDRA
11. PARED DE PLATA	12. PARED DE COBRE	11. PISO DE CERAMICA	12. PISO DE PAVIMENTO
13. PARED DE NIQUEL	14. PARED DE CROMO	13. PISO DE MARMOL	14. PISO DE GRANITO
15. PARED DE ZINCO	16. PARED DE ALUMINIO	15. PISO DE MADERA	16. PISO DE PIEDRA
17. PARED DE ORO	18. PARED DE PLATA	17. PISO DE CERAMICA	18. PISO DE PAVIMENTO
19. PARED DE COBRE	20. PARED DE NIQUEL	19. PISO DE MARMOL	20. PISO DE GRANITO
21. PARED DE CROMO	22. PARED DE ZINCO	21. PISO DE MADERA	22. PISO DE PIEDRA
23. PARED DE ALUMINIO	24. PARED DE VIDRIO	23. PISO DE CERAMICA	24. PISO DE PAVIMENTO
25. PARED DE BRONCE	26. PARED DE ORO	25. PISO DE MARMOL	26. PISO DE GRANITO
27. PARED DE PLATA	28. PARED DE COBRE	27. PISO DE MADERA	28. PISO DE PIEDRA
29. PARED DE NIQUEL	30. PARED DE CROMO	29. PISO DE CERAMICA	30. PISO DE PAVIMENTO
31. PARED DE ZINCO	32. PARED DE ALUMINIO	31. PISO DE MARMOL	32. PISO DE GRANITO
33. PARED DE ORO	34. PARED DE PLATA	33. PISO DE MADERA	34. PISO DE PIEDRA
35. PARED DE COBRE	36. PARED DE NIQUEL	35. PISO DE CERAMICA	36. PISO DE PAVIMENTO
37. PARED DE CROMO	38. PARED DE ZINCO	37. PISO DE MARMOL	38. PISO DE GRANITO
39. PARED DE ALUMINIO	40. PARED DE VIDRIO	39. PISO DE MADERA	40. PISO DE PIEDRA
41. PARED DE BRONCE	42. PARED DE ORO	41. PISO DE CERAMICA	42. PISO DE PAVIMENTO
43. PARED DE PLATA	44. PARED DE COBRE	43. PISO DE MARMOL	44. PISO DE GRANITO
45. PARED DE NIQUEL	46. PARED DE CROMO	45. PISO DE MADERA	46. PISO DE PIEDRA
47. PARED DE ZINCO	48. PARED DE ALUMINIO	47. PISO DE CERAMICA	48. PISO DE PAVIMENTO
49. PARED DE ORO	50. PARED DE PLATA	49. PISO DE MARMOL	50. PISO DE GRANITO
51. PARED DE COBRE	52. PARED DE NIQUEL	51. PISO DE MADERA	52. PISO DE PIEDRA
53. PARED DE CROMO	54. PARED DE ZINCO	53. PISO DE CERAMICA	54. PISO DE PAVIMENTO
55. PARED DE ALUMINIO	56. PARED DE VIDRIO	55. PISO DE MARMOL	56. PISO DE GRANITO
57. PARED DE BRONCE	58. PARED DE ORO	57. PISO DE MADERA	58. PISO DE PIEDRA
59. PARED DE PLATA	60. PARED DE COBRE	59. PISO DE CERAMICA	60. PISO DE PAVIMENTO
61. PARED DE NIQUEL	62. PARED DE CROMO	61. PISO DE MARMOL	62. PISO DE GRANITO
63. PARED DE ZINCO	64. PARED DE ALUMINIO	63. PISO DE MADERA	64. PISO DE PIEDRA
65. PARED DE ORO	66. PARED DE PLATA	65. PISO DE CERAMICA	66. PISO DE PAVIMENTO
67. PARED DE COBRE	68. PARED DE NIQUEL	67. PISO DE MARMOL	68. PISO DE GRANITO
69. PARED DE CROMO	70. PARED DE ZINCO	69. PISO DE MADERA	70. PISO DE PIEDRA
71. PARED DE ALUMINIO	72. PARED DE VIDRIO	71. PISO DE CERAMICA	72. PISO DE PAVIMENTO
73. PARED DE BRONCE	74. PARED DE ORO	73. PISO DE MARMOL	74. PISO DE GRANITO
75. PARED DE PLATA	76. PARED DE COBRE	75. PISO DE MADERA	76. PISO DE PIEDRA
77. PARED DE NIQUEL	78. PARED DE CROMO	77. PISO DE CERAMICA	78. PISO DE PAVIMENTO
79. PARED DE ZINCO	80. PARED DE ALUMINIO	79. PISO DE MARMOL	80. PISO DE GRANITO
81. PARED DE ORO	82. PARED DE PLATA	81. PISO DE MADERA	82. PISO DE PIEDRA
83. PARED DE COBRE	84. PARED DE NIQUEL	83. PISO DE CERAMICA	84. PISO DE PAVIMENTO
85. PARED DE CROMO	86. PARED DE ZINCO	85. PISO DE MARMOL	86. PISO DE GRANITO
87. PARED DE ALUMINIO	88. PARED DE VIDRIO	87. PISO DE MADERA	88. PISO DE PIEDRA
89. PARED DE BRONCE	90. PARED DE ORO	89. PISO DE CERAMICA	90. PISO DE PAVIMENTO
91. PARED DE PLATA	92. PARED DE COBRE	91. PISO DE MARMOL	92. PISO DE GRANITO
93. PARED DE NIQUEL	94. PARED DE CROMO	93. PISO DE MADERA	94. PISO DE PIEDRA
95. PARED DE ZINCO	96. PARED DE ALUMINIO	95. PISO DE CERAMICA	96. PISO DE PAVIMENTO
97. PARED DE ORO	98. PARED DE PLATA	97. PISO DE MARMOL	98. PISO DE GRANITO
99. PARED DE COBRE	100. PARED DE NIQUEL	99. PISO DE MADERA	100. PISO DE PIEDRA

**simbología**

**carta esquemática**

**planta de contexto**

**croquis de localización**

**escala gráfica**

**DEPARTAMENTO DEL DISEÑO PROYECTA**

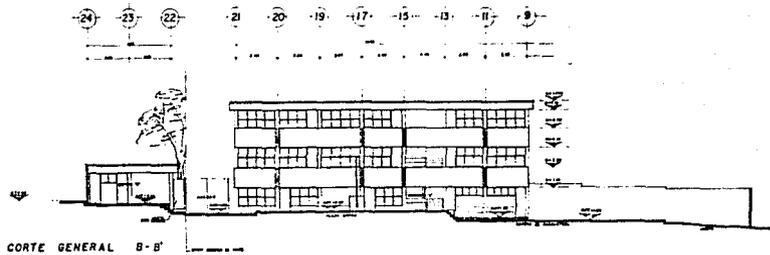
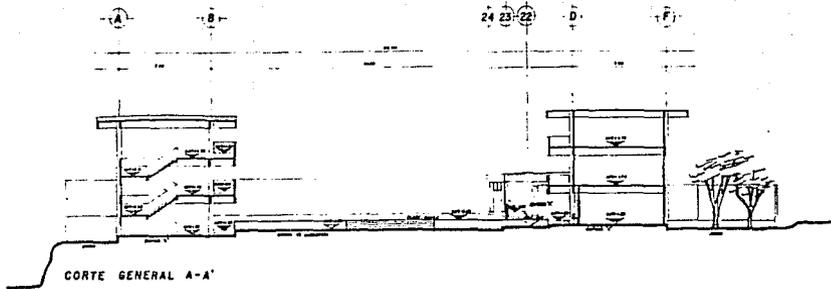
DISEÑO: [ ]  
 PROYECTO: [ ]  
 PLANO: [ ]  
 ESCALA: [ ]  
 FECHA: [ ]  
 AUTORES: [ ]  
 REVISOR: [ ]  
 APROBADO: [ ]  
 AC-02 E











**simbología**

- - - - - línea de corte  
 - - - - - línea de fachada  
 - - - - - línea de planta

**corte esquemático**

**planta de conjunto**

**croquis de localización**

**escala gráfica**

**APARTAMENTO DEL DISCANTO RESERVA**

INSTITUCIÓN GENERAL DE OBRAS  
 PÚBLICAS DE CHILE  
 S. R. L. - AV. ALBAZANO 124 - SANTIAGO  
 S. R. L. - AV. ALBAZANO 124 - SANTIAGO  
 S. R. L. - AV. ALBAZANO 124 - SANTIAGO

ESTE DISEÑO ES DE LA S. R. L.  
 ESTE DISEÑO ES DE LA S. R. L.  
 ESTE DISEÑO ES DE LA S. R. L.

40-10

## CAPITULO 2

---

### PROCESO CONSTRUCTIVO

---

#### ETAPAS DE CONSTRUCCION

Las etapas de construcción mencionadas en este capítulo son: 1 obra negra, 2 instalaciones, 3 detalles y acabados.

Esta clasificación obedece primordialmente a los conceptos de obra manejados en el capítulo anterior y que son los que se manejan en cualquier tipo de obra.

#### Obra negra.

Los trabajos comprendidos dentro de la obra negra son aquellos en los que se emplean materiales como concretos, morteros, aceros, cimbras, block tabique, etc. los que por su constitución y manejo producen grandes desperdicios que no permiten tener la obra en buenas condiciones de limpieza, dentro de esta clasificación quedan involucrados los frentes de trabajo constituidos por preliminares, cimentación, estructura y albañilería.

#### PRELIMINARES

Para la limpieza y deshierbe del terreno se asignaron cuadrillas integradas por un peon y 1/20 de cabo (No. XIII), utilizando herramienta menor para el desarrollo de este trabajo, tales como: machetes, palas, carretillas, picos, etc.

El rendimiento por cuadrilla fue de aprox. 32 m<sup>2</sup>/jor. habiéndose limpiado y deshierbado todas las áreas correspondientes a los edificios.

Trazo y nivelación.

Trazo.- Consiste en marcar sobre el terreno natural los ejes correspondientes a cada edificio, o las coordenadas de los mismos para formar puntos que unidos, nos limiten las secciones de desplante.

Nivelación.- Tiene por objeto determinar las diferencias de altura entre puntos del terreno, para que va considerándolas se proceda a dar los niveles del proyecto.

El trazo y nivelación se efectuó por una cuadrilla técnica integrada por un topógrafo, un estadalero y dos cadeneros (No. XIV).

La secuencia en el desarrollo de este trabajo fue la siguiente:

Se limitó el área total de cada edificio a construir utilizando para ello el trazo de los ejes según sus coordenadas.

Para la obtención de los niveles de terracería y de pisos terminados según proyecto, se ubicaron bancos de nivel cercanos a los edificios cuya cota o elevación fue la que se corrió desde un banco de nivel ubicado en una estructura existente.

Esta cuadrilla desarrolló un rendimiento promedio de 500 m<sup>2</sup>/jor.

## CIMENTACION

Después de terminados los trabajos preliminares se procedió a iniciar la cimentación de cada edificio, misma que según el proyecto se construyó de concreto armado.

La secuencia de los trabajos de cimentación se llevó a cabo de la manera siguiente:

Excavación.- Es la remoción del material producto del mismo terreno natural, que se lleva a cabo con el objeto de alojar la zapata y contratrabe de la cimentación.

El material excavado se considerará dentro de la categoría tipo 'A' que es el material blando o suelto que puede ser eficientemente excavado y que lo constituyen los suelos sueltos o nada cementados con partículas menores a 3".

La excavación se llevó a cabo en forma manual utilizando para ello herramienta menor como picos, palas, barretas, carretilas, etc. El personal utilizado fue:

Cuadrilla No. XIII con un rendimiento promedio de 4.5 m<sup>3</sup>/jor

Plantilla de concreto simple de 0.05 m de espesor. Esta plantilla se construye con el objeto de que el acero no asiente directamente sobre el terreno natural y también para tener una superficie de trabajo uniforme.

Esta se inicia inmediatamente después de la excavación apisonando el terreno, de acuerdo a los niveles de proyecto, posteriormente se fabrica el concreto y por último se cuela la plantilla a volteo, utilizando para ello carretillas.

Durante el colado se va regleando el concreto para cuidar el espesor requerido de plantillas.

Personal utilizado: cuadrilla No. XV para colado de plantilla, con un rendimiento de 22 m<sup>2</sup>/jor.

#### Acero de refuerzo.

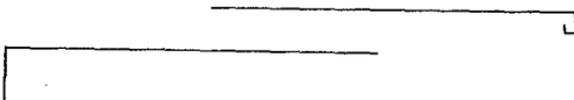
La colocación del acero de refuerzo puede definirse como el conjunto de operaciones necesarias, para cortar, doblar, formar ganchos, y colocar las varillas de fierro de refuerzo para la formación del concreto reforzado. Armados: son piezas dobladas en formas diversas que tienen la función de reforzar las diferentes armaduras de varilla, absorbiendo parte de los esfuerzos a los que están sometidas.

Las características generales de los armados son:

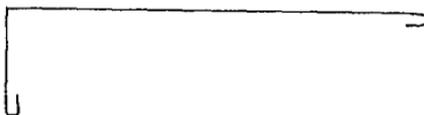
- 1.- En las vigas, por lo general, las escuadras se le hacen a las piezas que trabajan en la parte superior y que se introducen en las columnas .



2 .- También se les hace escuadra a las piezas de las columnas, cuando éstas arrancan de los cimientos .



3 .- En los muros de sostenimiento las escuadras se les hacen a las piezas principales que trabajan en posición vertical para apoyarlas y fijarlas en la parilla de base del muro.



4 .- Los refuerzos en vigas pueden trabajar en la parte superior de los apoyos y también en forma combinada, una parte trabaja en el plano inferior y otra en el superior.

Continuando con la secuencia de construcción y después de haber dado tramo con la plantilla, se procede a habilitar, armar y colocar el acero de refuerzo. Al ir colocando el acero, éste se ve alineado con respecto al eje de excavación.

El personal de este trabajo fue la cuadrilla No. IV, con un rendimiento de 170 kg/jor.

### Cimbra.

Los cimientos son elementos de concreto y acero en los que se apoyan las estructuras, los cuales quedan enterrados por debajo del terreno natural, lo que permite el uso de cimbras toscas.

Para esta obra se construyeron cimientos continuos, consistentes en vaciado de concreto en pequeñas zanjas, excavadas longitudinalmente en los ejes de los elementos que han de soportar, estos cimientos sirven de bases para paredes de carga, incluyendo machones, cimientos para muro de sostenimiento y cimientos para tabiques.

Los dados son elementos que sirven de apoyo y para desplante de las columnas, las cuales se cuelan conjuntamente con la contratrabe de cimentación. La cimbra de dados, consta de dos cachetes exteriores paralelos perpendicularmente a la cimbra de la contratrabe, dos de cada lado, con un ancho igual a la separación entre el paño de muro de la contratrabe y el paño exterior del dado.

La cimbra de la contratrabe se lleva a cabo de igual manera que la cimbra de muros y las partes principales que los constituyen son: tableros, largueros, tornapuntas, separadores y tensores, estos elementos cumplen las siguientes funciones:

Tableros.- Son las caras de cimbrado que reciben el concreto, pueden ser de tabla o de paneles metálicos.

Largueros verticales.- Son los castillos que sirven para armar los tableros y soportar los elementos de refuerzo.

pueden ser de polín y van colocados verticalmente.

Largueros horizontales.- Elementos de refuerzo. Se colocan perpendicularmente a los largueros verticales, son de polín de 10 x 5 cm y siempre van en sentido horizontal, proporcionan rigidez a los tableros y sirven de apoyo a los tensores, pueden colocarse dobles o sencillos.

Tornapuntas.- Son polines o viquetas colocadas en forma inclinada, apoyados en el suelo o en el talud de la excavación por un extremo y en la cimbra por el otro. Mantienen la estabilidad del cimbrado.

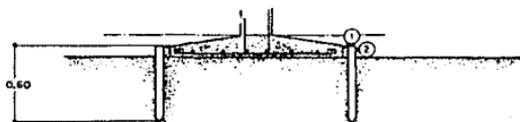
Separadores.- Son elementos destinados a mantener los tableros a la separación deseada. Los separadores pueden ser exteriores o interiores, generalmente los interiores son metálicos de varilla o tubo, los exteriores son de madera.

Tensores.- Impiden la separación de los tableros causada por el empuje del concreto.

#### Características de la cimbra:

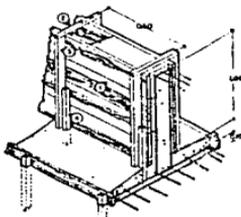
Los largueros por una cara reciben el tablero del cimbrado y por la otra los largueros y el conjunto de contraventeo. En base a esto debemos de tener en cuenta, el tipo de tablero que vamos a utilizar para determinar las separaciones de los largueros, generalmente si el tablero se compone de tabla de 1.2 x 0.80 m, se puede tener como norma que la separación de largueros verticales sea de 60 cm entre ejes.

CIMBRA DE MADERA EN ZAPATAS DE CIMENTACION POR METRO CUADRADO DE SUPERFICIE DE CONTACTO



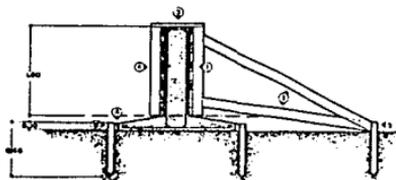
ZAPATA	①	CACHETE	1 1/2" x 4"
	②	ESTACA	2" x 2"

CIMBRA DE MADERA EN TRABES DE CIMENTACION (CON PATAS DE MADERA AHOGADAS EN EL CONCRETO) POR METRO CUADRADO DE SUPERFICIE DE CONTACTO



①	TIRANTE	1 1/2" x 4"
②	SEPARADOR	1/2" x 1/2"
③	ATISADOR	1/2" x 4"
④	PATA	2" x 2"

CIMBRA DE MADERA EN TRABES DE CIMENTACION (CON TIRANTES) POR METRO CUADRADO DE SUPERFICIE DE CONTACTO



ZAPATA	①	CACHETE	1 1/2" x 4"
	②	ESTACA	2" x 2"
TRABE DE CIMENTACION	③	CACHETE	1 1/2" x 4"
	④	SEPARADOR	1/2" x 1/2"
	⑤	REFORZO	1 1/2" x 4"
	⑥	REFORZO	1 1/2" x 4"
	⑦	ESTACA	2" x 2"

Si el tablero tiene una altura de 50 cm. o una altura que no sea superior a 60 cm, se colocan los largueros verticales con arreglo a estas medidas en cualquiera de los casos, la separación entre largueros no debe ser mayor de 60 cm aproximadamente.

Tomando en cuenta que la presión es mayor en la parte inferior y menor en la parte superior, se recomienda para separaciones de los largueros horizontales las siguientes:

El primer larguero de abajo hacia arriba se colocará de 25 a 30 cm de la base; los dos o tres siguientes de 40 a 50 cm, y los otros de 60 a 80 cm.

Las cimbras hay que ligarlas para que mantengan su estabilidad, en éstas, el contraventeo se efectúa mediante la colocación de tornapuntas, lo cual no deja de ser un apuntalamiento.

El apuntalamiento se lleva a cabo mediante la colocación de tornapuntas ligadas a los largueros y estacas. Estos elementos forman el conjunto de refuerzos que estabiliza el cimbrado.

El proceso de montaje del cimbrado se efectúa como sigue:

- 1.- Se efectúa la alineación para ubicar la cimbra.
- 2.- Se habilita y arma el conjunto: tableros, largueros y tornapuntas.
- 3.- Se plomean los tableros.
- 4.- Se colocan separadores y tensores.
- 5.- Se colocan tableros de cierre y ángulos.
- 6.- Finalmente y antes de iniciar el colado, se da a la

cimbra una mano de diesel o aceite quemado siempre y cuando no manche el acabado.

Este trabajo lo efectuó la cuadrilla No. VI con un rendimiento de 10 m<sup>2</sup>/jor.

#### Concreto.

Comúnmente la resistencia del concreto para las cimentaciones y estructura es de 200 kg/cm<sup>2</sup>. Para la fabricación de éste, se utilizaron los siguientes materiales: cemento portland normal, arena limpia cuyas partículas pasan por la malla No. 4, grava o agregado grueso de 3/4" (19 mm) y agua. La fabricación del concreto se llevó a cabo por una cuadrilla integrada por un oficial, 4 peones y 1/10 de cabo, las cuales tienen un rendimiento de 20 m<sup>3</sup>/jor.

El colado de la cimentación se elaboró por medio de la transportación y vaciado del concreto en carretillas, la cual la depositan a volteo en los canalones, hasta hacerlo llegar al molde de la cimbra. Durante esta operación se cuida que el acero quede perfectamente ahogado en el concreto con un espesor mínimo de 1.5 cm de grueso como recubrimiento.

También en el proceso del colado se procura que el concreto se conserve en estado plástico y fluya fácilmente en los espacios comprendidos entre las carretillas. Además se consolida totalmente utilizando un vibrador de tal forma que se hace penetrar en todos los rincones del molde.

La cuadrilla No. XVIII fue la integrada para colados, con

un rendimiento de 10 m<sup>3</sup>/jor.

Durante los colados se sacaron cilindros de concreto para efectuar pruebas de resistencia a la compresión. se sacaron tres cilindros por prueba, formándose uno por cada 3 m<sup>3</sup> de mezcla. Esto cilindros se tronaron a los 7, 14 y 28 días de edad respectivamente para corroborar la resistencia alcanzada en cada fase.

En cada vaciado de 5 m<sup>3</sup> se efectuó una prueba de revenimiento descartando el material cuyo revenimiento estuviera fuera de los límites entre 7 y 12 cm.

Después de haber terminado el colado se inicia el curado. Este se lleva a cabo después de haber principiado el fraguado inicial (aproximadamente 3 horas después del colado), utilizando para ello el procedimiento de riego constante.

Descimbrado.- El descimbrado se lleva a cabo pasados los primeros 7 días y según los resultados que arrojó la primera prueba de resistencia a la compresión de los cilindros.

Posteriormente al descimbrado se continua inmediatamente con el relleno compactado, utilizando para ello el material producto de excavación y retirando el material sobrante producto del volumen del concreto empleado.

El relleno se llevó a cabo con la cuadrilla No. 11 empleando para ello, herramienta menor como palas, picos y pisones de mano, el rendimiento promedio de esta cuadrilla fue 4.2 m<sup>3</sup>/jor.

## ESTRUCTURA

La secuencia de trabajos durante el desarrollo de la estructura, se lleva a cabo de la manera siguiente:

- 1.- Armado y colocación de acero para columnas.
- 2.- Cimbrado de columnas.
- 3.- Colado de columnas.
- 4.- Armado y colocación de acero para trabes.
- 5.- Cimbrado de trabes.
- 6.- Cimbrado de losa de techo.
- 7.- Armado de la losa.
- 8.- Colado de losa con trabes.

## COLUMNAS

Armado y colocación de acero. Al mismo tiempo que se cuela la cimentación, se van colando los dados de concreto que sirven de base para el arranque de las columnas. En los dados se dejan las varillas salidas, las cuales se empotran con las que integran la columna en sí, utilizando para ello soldadura o alambre recocido.

La altura que debe llevar una armadura de columna, está estrechamente relacionada con su sección.

A la relación que existe entre el lado menor de la sección de una armadura de columna y la altura, se le denomina esbeltez. La esbeltez de una columna, es el resultado que se obtiene al

multiplicar la medida del lado menor por 15, que es un valor constante.

**EJEMPLO:**

Si vamos a construir un armado de 35 x 50 cm se toma el lado menor que es 35 y lo multiplicamos x 15 que es constante, obteniendo de este modo la altura.

$35 \times 15 = 525$  cm; altura de la columna.

Durante el proceso de armado de la columna, se cortan las varillas longitudinales que nos dan la altura, y se habilitan los estribos que nos sirven para reforzar la sección.

Los estribos son piezas de varilla de diámetro y sección variable, que tienen la función de darle forma a los armados y absorben partes de los esfuerzos que están sometidas dichas armaduras.

Los estribos pueden ser de formas diferentes, pero todos cumplen la misma función, y pueden ser: rectangulares, hexagonales, circulares, etc.. también reciben el nombre de ganchos o ligaduras. Los rectangulares son utilizados en columnas y vigas, generalmente son en forma individual pudiendo ser sencillos o dobles.

Para la elaboración de estribos se tiene en cuenta que a la medida del estribo se le tiene que agregar la longitud de los ganchos. También se debe tener en cuenta que si el estribo por doblar es de 1.4" de diámetro, al colocar la medida para doblarlo, se le resta a la medida del estribo 1/2 cm x or.

Medidas del estribo: 50 x 45 cm.

Medida por colocar en la máquina 30 x 45 cm.

Longitud de varilla por cortar para hacer el estribo:

$30 \times 2 = 60$  cm;  $45 \times 2 = 90$  cm. más lo de ganchos = 160 cm.

Como norma general la separación entre un estribo y otro, no debe ser menor de 10 veces el diámetro de las varillas verticales.

Una vez armada la columna se procede a fijarla al dado y posteriormente a alinearla.

La alineación es la acción que permite al fierro alinearla en una misma dirección, con la ayuda de hilos o a simple vista, permitiendo así que al vaciar y fraguar el concreto no se encuentren desplazadas de sus ejes, para que el alineamiento se mantenga y evitar que se desplacen, se contraventean mediante la colocación de polines, los cuales se ponen a los lados, apoyados en el terreno y perpendiculares al hueco de la cimentación.

También se troquelan por medio de la colocación de vientos de varilla, los cuales se colocan por las caras exteriores con una punta apoyada en el piso y la otra recostada en la columna, a la cual se fijan por medio de amarres.

El rendimiento de habilitado, armado y colocación para la cuadrilla No. IV fue: 140 kg/jor.

Cimbrado en columnas. La cimbra de columna cuadrada o rectangular, es un molde compuesto por cuatro tableros en forma de caja y reforzado por corbatas o yugos. Esta cimbra consta de las siguientes partes:

- 1.- Tableros interiores - tienen el mismo ancho de columna.
- 2.- Tableros exteriores - Tiene el ancho de la columna más dos gruesos de la tabla.
- 3.- Corbatas o yugos - contrarrestan el empuje del concreto sobre la cimbra.
- 4.- Marco base - Ubica el cimbrado en el lugar preciso.
- 5.- Tornauntas vientos - mantienen la estabilidad del encofrado.

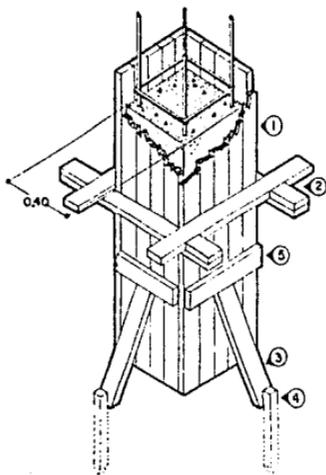
Por lo general los tableros o cachetes se construyen de tabla de 1" x 10", o también de duela de madera de 1" x 4". El ensamblado consiste en unir las duelas, formando así los cachetes, los cuales se ensamblan por medio de atezadores y clavos.

Los yugos son elementos que impiden que se deformen los tableros y sirven para el ensamblado de estos. La separación y cantidad de traviesas, van de acuerdo al tamaño del cimbrado. Teniendo presente la presión del concreto según el volumen de éste, así como el tipo y cantidad de refuerzos que debe llevar el cimbrado.

Los yugos tienen un ancho de 7 y 10 cm aproximadamente por el mismo grueso de la tabla (2.5). El largo de los yugos está en

**CIMBRA DE MADERA EN COLUMNAS RECTANGULARES POR METRO CUADRADO  
DE SUPERFICIE DE CONTACTO**

(Considerando una columna de 3 metros de altura)



①	CACHETE	1 1/2" x 4"
②	YUGO	1 1/2" x 4"
③	TIRANTE	1 1/2" x 4"
④	ESTACA	2" x 2"
⑤	ATIESADOR	1 1/2" x 4"

función de los diferentes elementos del cimbrado.

Por norma, la separación entre yugos no deberá ser superior a 80 cm. Estos constituyen los refuerzos de la cimbra colocados en forma de marco: comunmente cuando el refuerzo es de madera lo llaman cepo, y cuando el refuerzo es metálico lo llaman corbata. Los cepos y corbatas son elementos de resistencia que se oponen a los empujes del concreto y evitan la flexión (curvatura) de los cachetes.

Cuando se hace el vaciado de concreto en la cimbra, éste origina empujes que tratan de separar o abrir los cachetes del cimbrado. El empuje actúa de forma creciente de arriba hacia abajo y ejerce la mayor presión en el tercio inferior de la altura del cimbrado. Para contrarrestar estas presiones se colocan los yugos, más juntos en la parte inferior del molde y se aumentan las separaciones progresivamente.

Para columnas de tipo normal, generalmente el primer refuerzo va a 30 cm de la parte inferior de la cimbra (30 cm del piso). Los sucesivos refuerzos van separados a 45 cm aproximadamente.

Teniéndose preparados los tableros se procede al montaje, colocando un chafalán de 1" en donde hacen esquina dos tableros, esto se hace con el objeto que no queden terminaciones en aristas.

El inicio del montaje se lleva a cabo colocando uno de los tableros dentro del marco base. Otra persona sostiene el tablero. Se coloca el otro tablero adyacente dentro del marco base y

coincidiendo con el canto del otro tablero, se apunta un clavo en la parte superior para fijar los tableros. Se refuerza el ensamblado, reclavando ambos tableros y colocando un taquito en cada clavo para facilitar el desclavado, sin estropear los tableros. Finalmente se colocan de la misma manera los tableros restantes. Antes de fijar los tableros éstos se barnizan con una película de diesel para evitar que se adhiera el concreto.

Por último y antes de iniciar el colado, se plomea el molde al mismo tiempo que se estabiliza con un buen contraventeo. La cuadrilla empleada No. XVI con un rendimiento de 6.75 m<sup>2</sup>/jor.

#### Concreto.-

Una vez terminada la cimbra se procede a la fabricación y colado del concreto. La fabricación se llevó a cabo con la misma cuadrilla que elaboró la cimentación, auxiliándose de una revolvedora.

Para el vaciado del concreto se utilizó un andamio en el cual se apoya una escalera, de manera que una persona al subir alcance a botear el concreto dentro de la cimbra.

Durante el colado se siguen todos los procedimientos, normas y secuencias utilizadas en la cimentación, así como la extracción de muestras para las pruebas de resistencia y revenimiento.

El colado se efectuó con la cuadrilla No. XVIII con un rendimiento de 8.85 m<sup>3</sup>.

#### TRABES.-

Armados y colocación de acero. Dentro de las generalidades para el armado de trabes, se consideran las siguientes:

No se deben hacer empalmes en puntos de esfuerzos máximos. Cuando es forzoso hacer el empalme, la superposición deberá ser tal que transmita los esfuerzos entre las barras de adherencia y esfuerzos cortante. En todos los casos de empalmes, estos deberán amarrarse perfectamente con alambre recocido o unirse con soldadura.

Las varillas empalmadas deben llevar un traslape mínimo de 40 diámetros cuando se trata de varilla corrugada o 50 diámetros si se trata de varilla lisa.

Procedimiento de ejecución: habiéndose habilitado el acero para las trabes, se procede a amarrarlas según indicaciones del plano estructural, teniendo ya algunos tramos amarrados se inicia la colocación del acero apoyados sobre las columnas, donde se ubicará finalmente.

Previo a la colocación de acero se cimbra los fondos de la trabe para que estas sirvan de apoyo al acero de la misma, logrando con esto mayor facilidad de colocación y avance en el trabajo que si se colocara el armado y posteriormente los fondos de la cimbra.

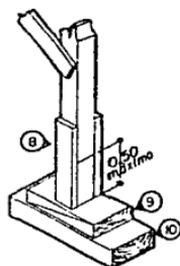
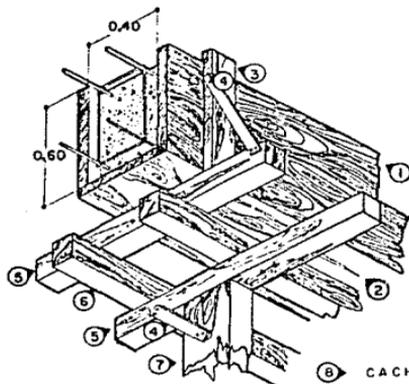
Rendimiento promedio = 170 kg./hor.

#### CIMBRADO EN TRABES.-

El cimbrado se inicia habilitando la madera para los pies derechos (portales) y los fondos de las trabes. Una vez

**CIMBRA DE MEDERA EN TRABES DE ESTRUCTURA POR METRO CUADRADO  
DE SUPERFICIE DE CONTACTO**

(Se ha considerado para el cálculo una trabe de 5 metros de claro libre)



①	CACHETE	1 1/2" x 4"
②	FONDO	1 1/2" x 4"
③	ATIESADORES	2" x 4"
④	PATA DE GALLO	1" x 2"
⑤	POLIN	4" x 4"
⑥	LARGUEROS	4" x 4"
⑦	PIE DERECHO	4" x 6"

⑧	CACHETE	1 1/2" x 4"
⑨	CUÑA	2" x 6"
⑩	VIGA ARRASTRE	4" x 8"

habilitados. se inicia el proceso de armado para posteriormente colocarla.

Los fondos son los primeros en colocarse, ya que sirven de soporte al armado de las trabes. Los fondos se habilitan y arman de manera similar a los cachetes. Para la colocación de éstos se utilizan portales de madera, que sustentan la cimbra.

La función de los puntales es la de servir de apoyo y recibir las cargas producidas por el propio peso de los moldes, así como también las producidas por el concreto que posteriormente se vacía. Los puntales pueden fabricarse con polines o con troncos.

Los de tronco deben tener un diámetro aproximado a los 10 cm y su parte más delgada no será inferior a 7 cm y se usarán piezas lo más rectas posibles.

Cuando se utilicen polines estos deben de ser de 8 x 8 cm.

Al cortarse los polines se toma la medida del suelo a la madrina descontando el grueso de las cuñas y el arrastre. La parte superior se sujeta por un cachete clavado a la guía en forma alternada por ambas caras.

La separación máxima entre puntales debe ser 1.5 mts. Esta distancia puede variar en función del peso que se debe soportar, pero en ningún caso debe de sobrepasarse esta distancia máxima.

Ya teniendo colocados los fondos, se procede a la colocación de los cachetes. Durante la colocación de fondos y cachetes, se utilizan andamios que facilitan el trabajo a determinadas alturas.

La fijación de los cachetes se inicia apoyando estos sobre las salientes laterales de el fondo, para posteriormente clavar las retenidas a el fondo y a la parte superior utilizando para ello separadores de madera.

Cuadrilla utilizada No. XVI

Rendimiento 7.5 m<sup>2</sup>/jor.

#### CONCRETO.-

Teniendo algún tramo de cimbra en trabes, se inicia la fabricación y colado de las mismas.

Durante el colado se siguen todas las normas y secuencias utilizadas en la cimentación y columnas; así como también la extracción de muestras para las pruebas de resistencia y revenimiento.

Durante el vaciado del concreto se utilizan andamios metálicos o de madera en los que se suben los peones por medio de escaleras y con botes de 20 lts que ellos cargan se lleva a cabo el colado.

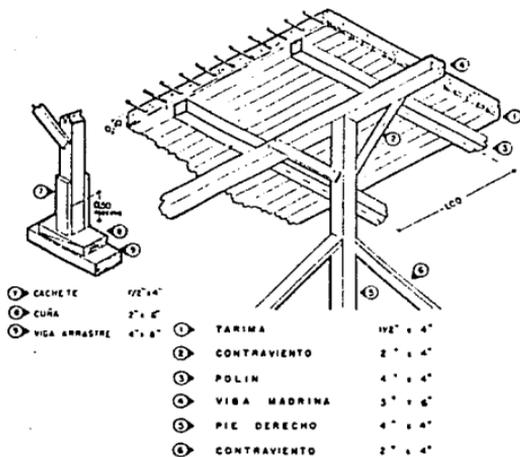
Cuadrilla No. XVIII rendimiento 7 m<sup>3</sup>/jor.

#### LOSA

#### CIMBRA.-

El inicio de una losa maciza principa con el cimbrado de la misma que puede ser a base de tableros de duela 1" x 4" sin labrar cuando se requiere un acabado rústico, o bien a base de tableros de triplay de 5 mm de espesor.

**CIMBRA DE MADERA EN LOSAS DE ENTREPISO POR METRO CUADRADO DE SUPERFICIE DE CONTACTO**



Las secuencias y procedimientos de cimbrado se llevan a cabo de la misma manera que si se tratara de fondos para trabes, con la diferencia que para la losa se consideran áreas de trabajo menores.

Personal utilizado cuadrilla No. XVI rendimiento promedio 90 m<sup>2</sup>/hor.

#### Armado y colocación de acero.-

Durante el proceso de armado de la losa, se siguen las mismas normas empleadas para las trabes, antes de iniciar la colocación de acero se hace el trazo sobre la cimbra para la ubicación y la distribución del acero, comúnmente la parrilla de la losa se habilita y arma sobre la cimbra, no así las bayonetas que se habilitan en el banco, para después colocarlas donde les corresponde de acuerdo al proyecto.

Cuadrilla No. IV 180 kg./hor.

#### CONCRETO.-

El colado de la losa se lleva a cabo de la manera siguiente:

- 1.- Se fabrica el concreto con la cuadrilla integrada para este trabajo.
- 2.- Se inicia el llenado de botes de 20 lts. y se acarrea con la cuadrilla integrada para colados, hasta el lugar donde se vaciarán.
- 3.- Auxiliándose de andamios y escaleras, el personal de colados suben los botes por encima de la losa y proceden a vaciarlos.

4.- Al mismo tiempo que se vacía y extiende el concreto, se le va pasando el vibrador para procurar que no queden espacios de aire entre varillas.

Durante este proceso se siguen las normas empleadas en la cimentación, además de llevar a cabo la extracción de muestras para pruebas de resistencia y revenimiento.

#### ALBAÑILERIA

Secuencia de los eventos:

- a) Firmes de concreto
- b) Muro de block cemento-arena.
- c) Castillos de concreto.
- d) Cerramientos de concreto.
- e) Replisones de concreto.
- f) Banqueta perimetral de concreto.
- h) Colocación de accesorios para baño.
- i) Muro de tabique rojo recocido.

FIRME DE CONCRETO.- Los firmes se hacen con el fin de tener una base uniforme, para dar un acabado final según se escoja, pudiendo ser este último cemento pulido, mosaico, loseta etc.

Para proceder a la elaboración del firme se debe tener la terracería limpia y totalmente nivelada. posteriormente se coloca el armado por temperatura que es a base de malla o-b 10/10 para

finalmente elaborar y vaciar el concreto.

Cuando se hace el vaciado del concreto este se va regleando para mantener el espesor requerido y dar una superficie uniforme.

**MURO DE BLOCK.**— Es la obra de albañilería formada por bloques unidos entre sí por medio de morteros para formar lienzos, mochetas, etc. Los bloques deben de cumplir las siguientes especificaciones de proyecto:

- 1.- Resistencia mínima de ruptura a la compresión a los 28 días sobre área total 50 kg/cm<sup>2</sup>
- 2.- Absorción máxima de agua fría en 24 horas, 240 lts/m<sup>3</sup>.
- 3.- Variación máxima a peso seco con relación al peso especificado por el fabricante + 8 %
- 4.- Dimensiones reales de 15 x 20 x 40 son de 14.2 x 19.2 x 39.2 cm.

El mortero utilizado en los muros se elaboró con una resistencia de 50 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días a base de cemento-arena en proporción 1:4.

**Junteo y colocación.**— Se asienta con mortero el 100 % del área sólida del bloque. Las hiladas se asientan a nivel y las piezas se hacen coincidir a plomo en sus caras.

Todas las juntas se hacen rectas, o a plomo y nivel y con un espesor de 1.0 cm.

**CASTILLOS Y CERRAMIENTOS DE CONCRETO.**— Los castillos y cadenas de concreto son elementos estructurales cuya función primordial es la de servir de amarre (unión) entre alturas o

longitudes de muro para que estos tengan mayor estabilidad con relación a esfuerzos que pudieran presentarse como empujes. Los castillos también se construyen en terminaciones de muro en donde estos hacen quiebres (ángulos de 90 grados).

Los cerramientos de concreto son elementos de concreto que se ubican en la parte superior de los claros proyectados para puertas y ventanas, los que sirven de amarre a los castillos laterales para la formación del marco.

El procedimiento de construcción se llevó a cabo de la manera siguiente:

- 1.- Se habilita y arma el acero de refuerzo de acuerdo con las indicaciones del proyecto.
- 2.- Se coloca el acero (horizontal o vertical) en el sitio donde se vaya a colocar, ya sea para cadena o castillo procurando dejar por lo menos 2.5 cm de recubrimiento de concreto.
- 3.- Ya colocado se cimbran dos caras que quedan al paño del muro si es para cadenas o tres si es para cerramiento o castillo.
- 4.- Finalmente se fabrica y cuela el concreto, procurando un buen vibrado para evitar que los espacios entre varillas queden sin concreto y evitándose también las burbujas de aire.

REPISONES.- Repisión es la obra que se ejecuta en el borde inferior horizontal de las ventanas, con la función de facilitar el escurrimiento del agua pluvial hacia el exterior. Se

construyen de concreto con resistencia según el proyecto, de 7 cm de espesor promedio, sobresaliendo 5 cm del paño terminado del muro.

La secuencia constructiva se lleva a cabo de la manera siguiente:

- 1.- Se habilita y arma el acero de refuerzo.
- 2.- Se coloca el acero en el borde inferior horizontal anclado a la cadena que sirve de marco a la ventana.
- 3.- Se procede a habilitar la cimbra la cual lleva un chaflán de 1" en la parte inferior que nos sirve para que después del colado nos quede una muesca en el concreto que funciona como gotero.
- 4.- Se coloca la cimbra y se barniza con una mano de diesel.
- 5.- Finalmente se fabrica y se cuele el concreto.

BANQUETA PERIMETRAL.- Es la obra construida en todo el perímetro de la estructura, consistente en losas de 0.90 x 2.50 y con un espesor de 10 a 15 cm con la función de servir como andador para el tránsito de peatones.

La construcción de la banqueta se inicia dando los niveles de terracería alrededor de la estructura.

Habiendo dado los niveles se procede a habilitar y colocar el acero por temperatura.

Posteriormente se cimbra la cara exterior, la cual se conoce como cimbra de frontera.

MUROS DE TABIQUE DE 14 CM.- Se harán muros de tabique de barro recocido hecho a mano y para ser dejados aparentes en los sitios, y con la medidas que se indican en los planos.

El tabique de barro recocido será del llamado 7x14x26 cm, escogido por su uniformidad, tanto en dimensiones como en color, con aristas bien definidas y sin deformaciones notables. Arena limpia, de mina, cernida y cemento marca Tolteca o similar.

Las piezas se unirán entre sí con revoltura de cemento y arena en proporción 1:4.

Cada hilada deberá quedar a hilo y plomo y las piezas cuatrapiadas, la junta deberá tener un espesor de 12 a 15 mm, para compensar las irregularidades del tabique. Los paramentos verticales quedarán a plomo con una tolerancia máxima de 1 cm en cada entrepiso. Las juntas horizontales se marcarán con un rayador de ángulo de fierro de 1" formando un doble chafón que deberá quedar a hilo y nivel en cada hilada.

COLOCACION DE ACCESORIOS PARA BAÑO.- Los accesorios de baño son de porcelana y se empotran al muro fijándose estos con cemento blanco. Cada juego de accesorios cuenta con toallero de barra, jabonero para lavabo, ganchos, portavasos, cepillero y portarollo con rodillo.

RESUMEN ALBAÑILERIA OBRA GRUESA.

EVENTO	CUADRILLA No.	RENDIMIENTO
A	XV	10 M2/JOR
B	V	9 M2/JOR
C Y D	V	12 ML/JOR
E	VIII	14 ML/JOR
F	VIII	9 M2/JOR
H	V	1.5 KG/JOR
I	XV	15 M2/JOR

## INSTALACIONES

El tipo de instalaciones efectuadas durante la construcción de esta obra fueron por lo general las empleadas en la mayoría de las obras correspondientes al tipo de terracería y edificación. Las instalaciones realizadas fueron las siguientes:

- Instalación sanitaria.
- Instalación hidráulica.
- Instalación de gas.
- Instalación eléctrica.

INSTALACION SANITARIA.- De acuerdo con el diseño, diámetros y demás características indicadas en los planos, será la instalación sanitaria. En ésta se incluyen la totalidad de los ramales a los muebles y la tubería principal hasta su entrada al registro.

En una cepa del ancho necesario, según el diámetro de los tubos y con la profundidad adecuada para que la pendiente sea del 2% y las salidas queden a la debida altura, se hará una plantilla de grava cementada, apisonada, con una superficie a hilo y sin irregularidades. En las cepas se colocarán y unirán las tuberías y conexiones horizontales, y en ranuras en el muro las verticales.

Una vez colocada y unida la tubería, las conexiones y accesorios, la instalación se probará con agua, tapando las salidas y comprobando que durante 24 horas no haya fugas. A continuación se quitarán los tapones y se observará que el agua

corre sin estancarse en parte alguna.

Registros con coladera.- En los lugares indicados en los planos se construirán registros con coladera de acuerdo con el diseño y demás datos que se consignan en el plano de detalle respectivo.

El firme de concreto se hará, hasta que haya sido compactado el fondo y luego vaciando la mezcla, los muros se aplanarán con revoltura de cemento arena en proporción 1:5 y se pulirán con cemento. En la parte superior se colocará una losa de concreto armado que incluirá el marco y contramarco.

INSTALACION HIDRAULICA.- Dicha instalación se llevó a cabo de acuerdo con el plano de red hidráulica de alimentación, y las especificaciones correspondientes a estos trabajos.

Toma de la calle al depósito.- La alimentación de la toma de agua al depósito, se hará de acuerdo con los diámetros, diseño, y datos indicados en el plano.

La instalación se apegará en diámetro, diseños, conexiones, válvulas, etc., a lo indicado en el plano. En todas las salidas se colocarán tapones capa de los diámetros necesarios y la totalidad de la tubería se probará con agua a una presión de 80 lbs/in<sup>2</sup> sostenida durante 48 horas como mínimo y con una variación máxima del un 10% .

Alimentación de agua fría y caliente.- Las alimentaciones tanto para agua fría como para agua caliente, se ajustarán a lo indicado en el plano en cuanto distribución, diámetros conexiones, válvulas, etcétera.

INSTALACION DE GAS.- Según se indica en el plano, se hará la instalación para gas. Se incluye la red de gas del tanque a la estufa y calentador.

La tubería a utilizar será de cobre de los diámetros indicados, marcas Nacobre o Imperial, conexiones de cobre marcas Nibco o Mueller Brass.

Los diámetros y diseño de la instalación serán los indicados en los planos. Todas las tuberías quedarán visibles.

INSTALACION ELECTRICA.- Según se indica en el plano se instalarán las tuberías, cables conductores, accesorios de control y lámparas respectivas.

La instalación se hará, en todos sus aspectos, con apoyo estricto a lo indicado en el plano.

Terminada la instalación se probará con energía eléctrica.

## DETALLES Y ACABADOS

Dentro de los detalles y acabados se integran los trabajos comprendidos por los aplanados, emboquillados, pisos, azulejo en muros, carpintería, herrería y pintura.

Todos estos frentes constituyen prácticamente la terminación de la obra en cuanto a recubrimiento se refiere.

**APLANADOS.**- Aplanado es una capa de mortero aplicado sobre los muros, de tabique ó block, para proteger estos del intemperismo y darles una textura fina para recibir el acabado final. El mortero utilizado se fabricó a base de cemento-arena en proporción 1:5 y el espesor aplicado a los muros fue de 1 cm promedio. Previamente a la aplicación del aplanado se humedecen las superficies de los muros para con esto evitar pérdidas de agua en el mortero.

La ejecución del aplanado se realizó con liana de madera, regla, quedando este a plomo y reventón, admitiéndose tolerancias mínimas.

La secuencia de trabajos se realizó de la manera siguiente:

- 1.- Acarreo de materiales para la fabricación del mortero hasta un lugar cercano al de su utilización.
- 2.- Fabricación y acarreo del mortero.
- 3.- Mojado de la superficie por aplanar.
- 4.- Aplicación del mortero aventándolo contra el muro utilizando para ello una cuchara de albañil.
- 5.- Finalmente se hace pasar la liana de madera y/o la

regla para dejar con esto una superficie uniforme: al mismo tiempo se pasan reventones para cuidar el espesor del mortero aplicado.

Cuando se requiere aplanar superficies de muros ubicados en lugares altos se emplean andamios "deslizantes" de madera, mejor conocidos como andamios colgantes, los cuales facilitan el trabajo a grandes alturas.

EMBOQUILLADO.- Es el aplanado en las aristas ubicado en los marcos de las puertas y ventanas, dándoles el acabado y el afine de tal forma que su terminación quede a plomo y nivel, y formando ángulos.

Se procura dejar bien terminadas las boquillas para evitar que queden huecos o vacíos entre las boquillas propiamente dichas, y los marcos de las puertas o ventanas que se colocarán sobre ellas, independientemente del material del que estén fabricados estos marcos.

El mortero utilizado se fabricó a base de cemento-arena 1:5 y el espesor aplicado fué de 1.0 cm promedio.

La secuencia de trabajo fué la misma que la llevada a cabo para los aplanados, auxiliándose además de dos tronteras de madera colocadas en forma perpendicular a las boquillas y apoyadas sobre el muro.

- PISOS -

PISOS DE CONCRETO.- Se formó a base de losas armadas por temperatura de 3.0 x 3.0 mts de sección x 10 cm de espesor con acabado final escobillado. Estas losas fueron vaciadas

directamente sobre el firme de concreto, en el cual fue asentado el acero por temperatura.

La construcción de las losas se llevó a cabo de la manera siguiente:

- 1.- Acarreo de materiales para la fabricación del concreto.
- 2.- Se compacta el terreno con un pisón de mano.
- 3.- Se corta y coloca el acero por temperatura a base de malla 6-o 8/8.
- 4.- Se traza sobre el firme la dimensión de la losa y se cimbran las fronteras que no van apoyadas en muros.
- 5.- Se fabrica el concreto con una resistencia de 150 kg/cm<sup>2</sup>
- 6.- Vaciado del concreto a carretillas y acarreo en estas hasta el lugar del colado.
- 7.- Vaciado y regleado del concreto en los moldes (fronteras) de 3.0 x 3.0 mts.
- 8.- Terminándose la losa regleada se hace un pulido previo para finalmente dar el acabado escobillado.

PISOS DE AZULEJO.- El azulejo utilizado para este trabajo se considera como de primera, siendo aquel que no presenta variaciones en medida, tonos, valores y textura, esta última exenta de defectos e impurezas.

Este azulejo es del tipo antiderrapante y se asienta directamente sobre el firme de concreto utilizando para ello cemento blanco o cemento crest.

Una vez puesto el cemento blanco sobre la superficie del

firme y previo a la colocación del azulejo, este se moja y humedece para evitar con esto perdidas de agua en el cemento.

En el área de baños donde se ubica coladera, se va dejando una pendiente mínima en el piso terminado y hacia la coladera; de tal manera que se permita el escurrimiento del agua, y el desalojo de la misma por medio de la coladera.

**AZULEJO EN MUROS.** - El azulejo empleado en muros tiene las mismas características que el utilizado en pisos, pero no es del tipo antiderrapante siendo este del tipo liso.

La secuencia en el desarrollo de este trabajo se llevó a cabo de la manera siguiente:

- 1.- Se efectúa un aplinado rústico como recubrimiento del muro.
- 2.- Acarreo del azulejo al frente de trabajo.
- 3.- Se humedece la superficie del muro (aplanado rústico) al mismo tiempo que se humedece y moja el azulejo.
- 4.- Se hace la mezcla cemento blanco-agua.
- 5.- Se aplica la mezcla al muro utilizando una llana metálica.
- 6.- Se coloca el azulejo a hilo en ambos sentidos debiendo quedar a plomo y a nivel.
- 7.- Posteriormente se lechadea con la mezcla cemento blanco-agua para con esto resanar las juntas que van quedando en las uniones.
- 8.- Por último se limpia el exceso de la lechada y se pule y brilla.

**CARPINTERIA.**- Los trabajos de carpintería se reducen a los que constituyen las puertas interiores.

Las puertas consisten en un marco de madera resistente y formada con tableros de triplay. El marco se fabricó con madera de pino con peinazos según lo indicado en el proyecto y con sección de 1 1/2" x 3" y con tableros de triplay de 6 mm de espesor.

La madera utilizada para la construcción de las puertas fue de primera, definiéndose esta como aquella que tiene vetas un poco ceñidas y presenta nudos muy pequeños. Estas maderas no deben tener rajaduras, torceduras o resinas en exceso.

La puerta se apoya sobre un marco de madera también colocado en el perímetro del emboquillado teniendo un espesor de 1" y un ancho igual al espesor del muro. El marco se remata sobre el muro con una chambrana a base de duela de 1" x 4".

Para la colocación, se habilita y ubica el marco que soportará a la puerta fijándose este por medio de taquetes y tornillos, empotrados en la pared. Una vez fijado el marco se rebajan los espesores de madera donde llevan la bisagra (tanto en el marco como en la puerta) y por último se coloca esta fijándose con tornillos a las bisagras.

Las bisagras son por lo general de 3" x 3" con 6 tornillos cada una colocándose 3 piezas por cada puerta instalada.

**HERRERÍA DE ALUMINIO.**- Las piezas de producto de aluminio para la construcción son piezas terminadas que normalmente no reciben ningún otro acabado, y por lo tanto, se manejan con

cuidado para no maltratar y conservar su acabado de fábrica.

El aluminio es uno de los materiales más fáciles de mantener en buenas condiciones. La invisible y fina película de óxido que se forma en la superficie, al ponerse en contacto con el aire, protege el metal de mayor ataque bajo varias condiciones de servicio, ni siquiera ambientes industriales ni costeros producen efectos notables en su duración.

A pesar de su resistencia a la corrosión el aluminio se mancha y su superficie puede ser dañada por corrosiones fuertes o por un trato rudo. Si bien es cierto que su resistencia no se reduce con daños superficiales, tampoco afecta su duración pero sí dañan su buena apariencia.

Estos elementos se colocaron a base de tornillos y taquetes de fibra y las juntas fueron selladas a base de acrílico.

**PINTURA.**- Se define así al conjunto de operaciones que debe ejecutarse para alinear con una película delgada, elástica y fluida, las superficies indicadas, con la finalidad de dar un acabado decorativo, lograr efectos sedantes a la vista, y protección contra el uso, el intemperismo y/o agentes químicos.

Esta pintura se aplicó sobre el sellador y totalmente sin rebajar.

La secuencia de trabajos se llevó a cabo de la manera siguiente:

1.- Limpieza de las superficies por pintar, auxiliándose de escobas para quitar el polvo de muros y pisos.

2.- Preparación y aplicación del sellado (se aplica para tapar el poro), siendo este a base de cal y agua.

3.- Aplicación de una mano de sellador en muros y plafón.

4.- Finalmente se aplican dos manos de pintura sin rebajar, dando un espacio de tiempo de 24 horas entre una mano y la otra.

**ENLADRILLADO CON IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL.**- Sobre la losa de concreto se hará un entortado y sobre este se enladrillará.

Una vez limpia de toda materia extraña la superficie de la losa, se hará un entortado con revoltura de cemento y arena en proporción 1:4 con 2% de Festergral por cada 50 kg de cemento.

Sobre el entortado se colocará el ladrillo que se pegará con revoltura de cemento y arena en proporción 1:4, a la que también se agregará el impermeabilizante integral.

Los ladrillos se juntarán entre sí con la misma revoltura, la cara superior del ladrillo deberá quedar a hilo, libre de irregularidades y con las pendientes indicada, no deberá estancarse el agua al vaciarla sobre dicho enladrillado.

EVENTO	CUADRILLA	RENDIMIENTO
Aplanados	V	9.00 m2/ jor
Emboquillado	V	10.00 m1/ jor
Piso de concreto	XV	6.00 m2/ jor
Piso de azulejo	XIX	13.00 m2/ jor
Azulejo muro	XIX	10.00 m2/ jor
Carpintería	XVII	1.50 pza/ jor
Herrería	XII	14.00 m2/ jor
Pintura	XI	19.00 m2/ jor
Enladrillado	XI	45.00 m2/ jor

## CAPITULO 3

---

### PRESUPUESTO

---

#### COSTOS

En los costos, según sean los aspectos que se consideren: composición, evolución en el tiempo, etc., pueden distinguirse los tipos que a continuación se incluyen.

De acuerdo con la técnica que se use para calcularlos son:

- 1) Analíticos.
- 2) Paramétricos.

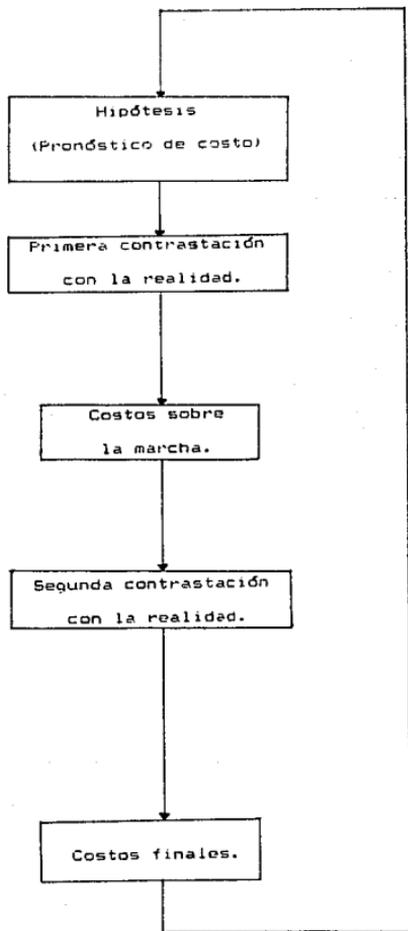
Según su evolución a lo largo del proceso de planeación y construcción:

El costo inicialmente calculado, usando la técnica analítica, o la paramétrica se constituye en un pronóstico, en una hipótesis, pues fue establecido antes de la realización de la obra y habrá de cumplirse a su término. Al contrastar dicha hipótesis con la realidad podremos saber en que grados se corresponden.

Esta contrastación se hace, tanto durante el proceso de construcción, como al final del mismo.

Durante el proceso se hará en relación con los costos unitarios, si el cálculo se hizo analíticamente, y con los de los subsistemas si se usó la técnica paramétrica.

Terminada la obra, la haremos con el gasto, con la erogación total que será ya conocida: con las dos instancias podremos ir estableciendo el grado de validez de la hipótesis inicial, la que ya ajustada tomará de nueva cuenta el carácter de hipótesis en el siguiente proceso:



Atendiendo a su composición se clasifican como:

- 1) Costos directos.
- 2) Costos indirectos.

El directo es la suma de los costos de los materiales, la mano de obra y el uso de equipo, siempre y cuando puedan asignarse a un concepto de obra específico.

Los indirectos, por exclusión, son todos los demás costos que inciden en la realización del proceso productivo.

Se consideran, usualmente, como indirectos en una construcción los gastos relativos a los siguientes capítulos.

- 1) Administración de la obra:
  - a) En la obra misma.
  - b) En la oficina central.
- 2) Imprevistos.
- 3) Fianzas.
- 4) Impuestos.
- 5) Utilidad.

Con la suma de los directos y los indirectos se integra el costo total de construcción.

Para estimar el monto de los indirectos, se recurre a la aplicación de un porcentaje de los directos, que se determina de acuerdo con la experiencia obtenida en obras realizadas y tomando en cuenta los factores de los que dependen.

Uno de ellos es la decisión que se tome en cuanto a la realización de la obra, que puede ser por contrato o por administración.

**Obras por contrato.**

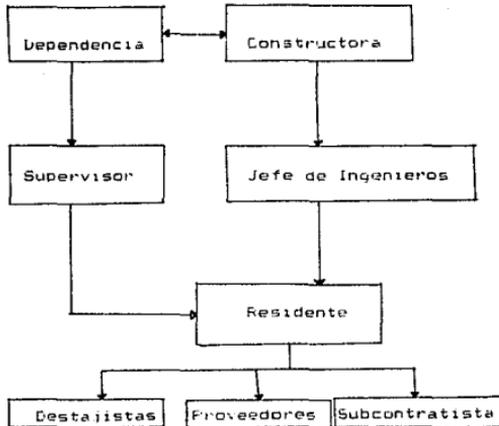
En este caso, el propietario y la compañía contratista establecen un convenio para que ésta construya el edificio con estricto apego a los planos, especificaciones y cláusulas del propio contrato.

**Obras por administración.**

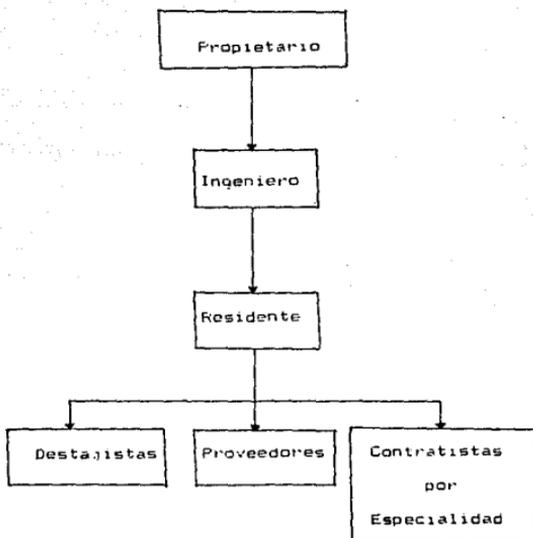
En las obras por administración el propietario encomienda directamente al ingeniero la construcción respectiva.

Del costo total de la obra que se ejecute, se le aplicará un factor o porcentaje, (previo acuerdo mutuo entre el propietario y el ingeniero) que representara los honorarios del profesionista.

Obras por Contrato.



Obras por administración



Entre otras consecuencias, en una y otra organización es diferente el porcentaje de indirectos.

El costo directo, por definición, permanece constante.

	Obra por Contrato	Obra por Administración
Costo directo:	100 %	100 %
Indirectos:		
1) Administración de la obra:		
a) En la obra	5 %	5 %
b) En oficina central	5 %	
2) Imprevistos	1 %	1 %
3) Fianzas	0.5 %	
4) Impuestos	6 %	4%
5) Utilidad	15 %	10%
	-----	-----
	132.5 %	120 %

Los porcentajes que incluyo por concepto de indirectos pueden variar notoriamente.

Los de administración en la obra dependen tanto del tamaño medido en su costo de construcción, como de su situación geográfica.

Los de la administración en la oficina central de la compañía dependen del grado de eficiencia que haya alcanzado y también del monto de la obra.

Los capítulos de financiamiento e impuesto son los que presentan mayores fluctuaciones. El primero se calcula con el estudio del flujo de caja, el cual se hace como el ejemplo siguiente, considerando que la compañía recibe el 30% de anticipo.

Mes	Obra	I N G R E S O S		E G R E S O S			Financ.
		Anticipo	Estima.	Amort.	Gastos	Saldo	
1	1 500	30'000			30 810	(-) 810	(-)69
2	4'000				2'160	(-)2'970	(-)25
3	7'000		1 500	(-) 450	3'780	(-)5'700	(-)48
4	10'000		4'000	(-)1'200	5'400	(-)8'300	(-)70
5	12'000		7'000	(-)2'100	6'480	(-)9'880	(-)84
6	15'000		10'000	(-)3'000	8'100	(-)10'980	(-)93
7	14'000		12'000	(-)3'600	7'560	(-)10'140	(-)86
8	13'000		15'000	(-)4'500	7'020	(-)8'660	(-)56
9	10'000		14'000	(-)4'200	5'400	(-)2'260	(-)19
10	8'000		13'000	(-)3'900	4'320	(+)2'520	(+)15
11	4'000		10'000	(-)3'000	2'120	(+)7'360	(+)44
12	1 500		8'000	(-)2'400	810	(+)12'150	(+)72
13			4'000	(-)1'200		(+)14'950	(+)89
14			1'500	(-)4'500		(+)11'950	(+)71
<hr/>							
SUM. 100'000		30'000	100'000	30'000			(-)259

$$\% \text{ de financiamiento} = \frac{259}{100,000} \times 100 = 0.25$$

Se considero una tasa de interes del 8.5% cuando se trata de egresos y del 6% cuando son ingresos. Podemos apreciar que el financiamiento fue del 0.19%. condición favorable para cualquier empresa.

Para los impuestos considere solamente el que se paga sobre utilidades. el impuesto sobre la renta, que a una tasa media del 40 % sobre el 15 % de utilidad nos da 6 % del costo directo.

Podemos decir, en terminos generales, que en la obra por contrato los costos directos se incrementan en un porcentaje que puede fluctuar entre un 28 y un 40 %, según sean las condiciones que someramente he relatado.

En la obra por administración si bien el porcentaje es menor, apenas un 20 %-. no hay que olvidar que de algunos aspectos de los que se responsabiliza la contratista, como pueden serlo: desperdicios mayores que los incluidos en los costos directos, errores, accidentes, etc., en este segundo caso será el propietario quien lo sufraque.

#### COSTOS UNITARIOS DIRECTOS.

Como su nombre lo indica son unitarios por corresponder a una unidad de medida para cada concepto; y directos por incluir solamente los materiales, mano de obra y uso de equipo necesarios para la elaboración del concepto específico.

El primer paso para su cálculo, consiste en la selección de la

unidad adecuada a cada uno de ellos.

Para tal fin un criterio posible es el siguiente:

- a) Si las tres dimensiones son variables se expresarán en unidades de volumen, capacidad o peso: en m<sup>3</sup>, kg, litros o toneladas.
- b) Si son dos las dimensiones variables y la tercera es fija o se determina de antemano, las unidades serán de área, m<sup>2</sup>.
- c) Si una sola dimensión es variable, y dos fijas o previamente determinadas, las unidades serán de longitud, m.
- d) Si las tres dimensiones son fijas la unidad será la pieza.

#### CÁLCULO DE MATERIALES.

A continuación, una vez seleccionada la unidad en la que se expresará el concepto, se procede al cálculo de las cantidades de cada uno de los materiales que serán necesarios.

Para algunos conceptos, concreto y mezclas en particular, el cálculo sería bastante complicado pues hay que tomar en cuenta que las partículas de los agregados pétreos, arena y grava, al acomodarse entre sí ocupan un volumen diferente a la suma de los que corresponden a cada uno por separado: de manera que para hacer un metro cúbico de concreto la suma de los agregados pétreos es de más de un metro cúbico.

Lo más adecuado al respecto es consultar las tablas, que ya han sido calculadas en laboratorio, para la dosificación de aglutinantes.

En otros conceptos sí es conveniente hacer el cálculo, sobre todo en aquellos en los que los materiales pueden tener

dimensiones que de un fabricante a otro cambian sin ningún control o norma, como es el caso del tabique de barro hecho a mano, al que por costumbre se le llama de 7cm x 14cm x 28cm, sin que sean esas sus medidas reales.

Ejemplos:

a) Mampostería de piedra.

1) Selección de la unidad:

Por ser las tres dimensiones, ancho, alto y largo variables, el m<sup>3</sup> es la indicada.

2) Consumo de materiales:

Para cada m<sup>3</sup> de mampostería, el volumen neto de piedra fluctuara entre 0.700 m<sup>3</sup> y 0.800 m<sup>3</sup> y la revoltura entre 0.300 m<sup>3</sup> y 0.200 m<sup>3</sup> respectivamente.

No obstante, la piedra se adquiere usualmente de acuerdo con el volumen de la caja del camión que la transporta, y se dice que se compran 3, 4 o 6 m<sup>3</sup> de piedra, cuando en realidad el volumen neto es mucho menor. Por experiencia se sabe que para construir un m<sup>3</sup> de mampostería se requieren aproximadamente 1.5 m<sup>3</sup> medidos en el camión, así uno de los llamados de 6 m<sup>3</sup> sólo contiene la piedra necesaria para 4 m<sup>3</sup> de mampostería, o sea un poco más de 3 m<sup>3</sup> netos.

La revoltura, en este caso de cemento y arena en proporción 1:5 requiere, según la tabla respectiva las siguientes cantidades de cada material por m<sup>3</sup>:

Cemento            0.360 ton

Arena 1.150 m<sup>3</sup>

y para 0.300 m<sup>3</sup>:

Cemento 360 kg x 0.300 m<sup>3</sup> = 108 kg

Arena 1.15 m<sup>3</sup> x 0.300 m<sup>3</sup> = 0.345 m<sup>3</sup>

Considerando un desperdicio de alrededor de un 10 %.

108 kg + 10 % = 118 kg, redondeamos a 120 kg; 0.345 m<sup>3</sup>

+ 10 % = 0.3795 m<sup>3</sup>, redondeamos a 0.400 m<sup>3</sup>.

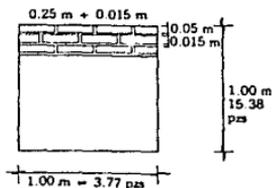
- b) Muro de tabique de barro cocido hecho a mano del llamado 7 x 14 x 28 cm.

Suponiendo que sus dimensiones reales fueran de 5 x 13 x 25 cm y el espesor del muro de 13 cm. Siendo el espesor de la junta de 1.5 cm tendremos:

- 1) Selección de la unidad.

Tomando en cuenta que el espesor del muro se ha fijado en 13 cm, la unidad adecuada en este caso es el m<sup>2</sup>.

- 2) Cantidad de material para un metro cuadrado de muro:



En sentido vertical

$$\frac{1.00 \text{ m}}{0.065 \text{ m}} = 15.38 \text{ pzs}$$

$$0.065 \text{ m}$$

En sentido horizontal

$$\frac{1.00 \text{ m}}{0.265 \text{ m}} = 3.77$$

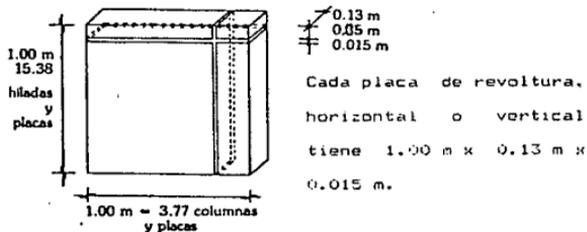
$$0.265 \text{ m}$$

Número de piezas =  $15.38 \times 3.77 = 58.04$  piezas.

Aumentando un 10 % por desperdicio y redondeando llegamos a un total de 64 piezas de tabique por m<sup>2</sup> de muro.

### 3) Revoltura.

El volumen de revoltura lo podemos calcular con base en que entre hilada e hilada, y entre columna y columna de tabique, se forma una placa de 1 m de longitud por 13 cm de ancho y 1.5 cm de espesor.



El número de piezas y la cantidad de revoltura no se alteran al variar el aparejo de los tabiques si no se modifica el espesor del muro.

El número total de placas será igual a:

$$15.38 + 3.77 = 19.15$$

El volumen de cada placa

$$1.00m \times 0.13m \times 0.015m = 0.002 \text{ m}^3$$

$$19.15 \times 0.002 \text{ m}^3 = 0.0373$$

Esta cantidad tendrá que ser incrementada tanto por el desperdicio normal, como porque al colocar el tabique la revoltura se compacta.

Considerando un aumento del 20 % tenemos:

$$0.0373 + 20 \% = 0.0448 \text{ m}^3$$

Consultamos a continuación una de las tablas mencionadas y encontramos que para un m<sup>3</sup> de revoltura de cemento - mortero, en proporción 1:4, se requieren:

0.300 ton mortero

1.150 m<sup>3</sup> de arena

De manera que para 0.448 m<sup>3</sup> de revoltura se necesitan:

0.300 ton  $\times$  0.448 m<sup>3</sup> = 0.0134 ton de mortero para cada m<sup>2</sup> de muro y

1.150 m<sup>3</sup>  $\times$  0.448 m<sup>3</sup> = 0.0515 m<sup>3</sup> de arena para cada m<sup>2</sup> de muro.

Redondeando esas cantidades tendremos:

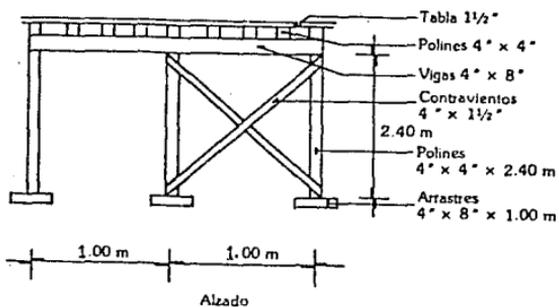
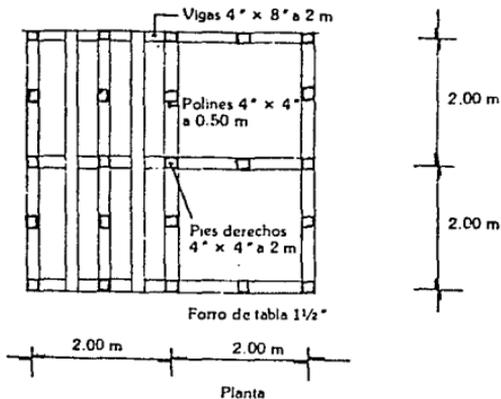
14 kg de mortero y

0.06 m<sup>3</sup> de arena.

c) Cimbra para losa de entrepiso o techo.

El diseño de la cimbra debe hacerse tomando en cuenta

las cargas que tendrá que soportar durante la construcción: concreto húmedo, tránsito de los trabajadores, equipo. Suponiendo que el diseño abajo indicado sea el adecuado para una losa de 10 cm de espesor en condiciones normales de trabajo:



1) Un m<sup>2</sup> de superficie de contacto será la unidad.

2) Cantidades de cada material.

Tabla de 1 1/2" espesor = 4m x 4m = 16 m<sup>2</sup>

Folines 4" x 4" = 9 pcs x 4m = 36 ml

Vigas de 4" x 8" = 3 pcs x 4m = 12 ml

Pies derecho de 4" x 4" = 25 pcs x 2.4m = 60.0 ml

Contraventeo:

En sentido longitudinal:

20 entrejes x 2 pcs x 2.60 m = 104.0 ml

en sentido transversal:

20 entrejes x 2 pcs x 2.60 m = 104.0 ml

Arrastres:

4" x 8" o 9 pcs x 1 m = 9 ml

Dividimos esas cantidades entre la superficie cubierta

16 m<sup>2</sup> y obtenemos:

Tabla 16 ml/16 = 1 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

Folines 36 ml/16 = 2.25 ml/m<sup>2</sup>

Vigas 12 ml/16 = 0.75 ml/m<sup>2</sup>

Pies derechos 60.0 ml = 3.75 ml/m<sup>2</sup>

Contraventeo 208.0 ml = 13.0 ml/m<sup>2</sup>

Arrastres 9 ml = 0.56 ml/m<sup>2</sup>

La madera suele cotizarse en una unidad especial que es el pretabla o pietablón, que es una medida de volumen, pues es la cantidad equivalente a 1 pie de longitud por 1 pie de ancho, por 1 pulgada de espesor.

$$L = 1' = 12''$$

$$A = 1' = 12''$$

$$E = 1''$$

$$1 \text{ PT} = 1'L \times 1'A \times 1''E = 1 \text{ PT}$$

y ya que un pie  $1' = 12''$

$$1 \text{ PT} = \underline{1'L \times 12''A \times 1''} = 1 \text{ PT}$$

12

y también

$$1 \text{ PT} = \underline{12''L \times 12''A \times 1''E} = 1 \text{ PT}$$

144

Para aplicar estas ecuaciones convertimos las medidas de longitud en metros o pies: 1 pie = 0.305 m, por lo que 1 m = 3.28' y un m<sup>2</sup> = 3.28' x 3.28' = 10.75 in<sup>2</sup>.

Tabla  $1\text{m}^2 = 3.28' \times 3.28' \times 1.5'' = 16.13 \text{ PT}$

Polines  $2.25\text{m} \times 3.28' = \underline{7.38' \times 4'' \times 4''} = 9.84 \text{ PT}$

12

Vigas  $0.75\text{m} \times 3.28' = \underline{2.46' \times 4'' \times 8''} = 6.56 \text{ PT}$

12

Pies derechos  $3.75' \times 3.28' = \underline{12.3' \times 4'' \times 4''} = 16.40 \text{ PT}$

12

Contraventeo  $13.0\text{m} \times 3.28' = \underline{42.64' \times 4'' \times 1.5''} = 21.3 \text{ PT}$

12

Arrastres  $0.56' \times 3.28' = \underline{1.84' \times 4'' \times 8''} = 4.90 \text{ PT}$

12

forro = 16.13 PT

Obra falsa = 59.02 PT

---

Total = 75.15 PT

En consecuencia para construir 1 m<sup>2</sup> de cimbra son necesarios, con el diseño indicado, 75 pies tablón de madera.

Ahora bien, la cimbra se usa varias veces; podemos considerar para el forro un promedio de 5 usos y para el resto del armazón u obra falsa 10.

Así pues por m<sup>2</sup> de cimbra el consumo será:

Forro  $\frac{16.13}{5} = 3.23 + 10\% \text{ desperdicio} = 3.55 \text{ P.T}$

Obra falsa  $\frac{75.15}{10} = 7.51 + 10\% \text{ desperdicio} = 8.27 \text{ P.T}$

---

Total = 11.81 P.T

Consumo = 11.81 P.T /m<sup>2</sup> por uso.

Clavo:

Si consideramos un consumo total de 60 clavos por m<sup>2</sup> de cimbra, que un kg contiene aproximadamente 240 piezas de 2 1/2", y que en cada uso de la cimbra =  $\frac{10 + 5}{7} = 7 \frac{1}{2}$

promedio para forro y obra falsa se recupera un 50 %, el consumo por uso será:

$$60 \text{ pzs} \times 4.17 \text{ gr} + 30 \% \text{ desperdicio} = 33.33 \text{ gr.}$$

7%

$$+ 50 \% (60 \times 4.17) + 30 \% \text{ desperdicio} = 162.50 \text{ gr.}$$

---

$$\text{Total} = 195.83 \text{ gr.}$$

Redondeamos a 0.200 kg/uso.

Para otras cimbras, zapatas de cimentación, columnas, trabes, muros, etc., se sigue el mismo procedimiento y se agrega únicamente el alambre necesario para los torzales.

El procedimiento indicado, con pequeñas variaciones, se puede utilizar para el cálculo de los materiales de los demás conceptos de las partidas de estructura y albañilería.

#### CALCULO DE COSTO DE MANO DE OBRERA.

En primer lugar es necesario tener algún dominio de lo que significa el término salario real en el sentido en el que lo maneja la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (CNIC). Definiéndolo de manera informal podemos decir que "el salario real es el gasto que implica para el empresario o patrón cada día de trabajo efectivo de algún obrero".

En consecuencia, para cada categoría de trabajador es necesario tomar en cuenta:

A) El salario diario base = SDB

B) El aguinaldo:

$$\frac{SDB \times 15}{365} \times 100 = 4.11 \%$$

365

C) Prima de vacaciones:

25 % de 6 x SDB = 1.5 SDB, que en porcentaje por día:

$$\frac{1.5}{365} \times 100 = 0.41 \%$$

365

E) Impuesto sobre remuneraciones, que es igual a 1 % (A + B + C)

F) Seguro Social:

Para salario mínimo general = 19.6875 % (A+B+C)

Para salario mínimo profesional = 15.9375 % (A+B+C)

G) Guarderías = 1 % de A.

La suma de A + B + C + E + F + G por 365 sería el costo anual que para el patrón representa cada trabajador.

Para conocer el salario real diario, de acuerdo con la definición dada, habrá que dividir el costo anual entre el número de días efectivamente trabajados.

Para tal fin, de los 365 días naturales del año descontamos los que no se trabajan: 52 domingos, 7.17 de descanso obligatorio (el 10 de diciembre no se labora cada seis años por ley), 2 por costumbre, 6 de vacaciones y 3 por mal tiempo: o sea un total de 70.17 días no laborables por año.

$365 - 70.17 = 294.83$  días que se trabajan al año, por lo que el factor de salario real (FSR),

FSR = 365 = 1.238

294.83

Salario real = FSR x salario diario total (SDT)

Salario real = FSR x SDT = 1.26 x SDT.

ESTA TERCERA NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Concepto	Peon	Oficial
A Salario diario base	\$	\$
B Aguinaldo 4.11 % de A	\$	\$
C Prima de vacaciones 0.41 % de A	\$	\$
D Suma A+B+C	\$	\$
E Impuesto sobre 1% de D	\$	\$
F Seguro social 19.6875 de D 15.9375 de D	\$	\$
G Guarderías 1% de A Suma (D+E+F+G)	\$	\$
1.06 = salario real	\$	\$

Una vez calculado el salario real, y para obtener los costos unitarios de mano de obra de cada concepto, es necesario tomar en cuenta cómo se integran las cuadrillas correspondientes y cuál es el costo del uso de la herramienta que el patrón suministra.

No se indican los sueldos del peon como del oficial, considerando que los sueldos pueden ser propuestos, de acuerdo a su cotización cuando sea consultada.

#### CALCULO DE COSTO POR USO DE HERRAMIENTA

El metodo que presento a continuación es, en algunos aspectos, el que normalmente se aplica.

El nombre de "uso de herramienta" se debe a que eso es lo que nos interesa calcular: no el costo de la herramienta sino el que su uso, en determinada construcción implica.

Para el cálculo del costo por uso de herramienta, se aplicó un porcentaje a la mano de obra, del 3% al 9%, según sea el tipo de trabajo.

La herramienta más común utilizada es la siguiente:

- 1.- Picos.
- 2.- Palas.
- 3.- Carrerillas.
- 4.- Marros.
- 5.- Macetas.
- 6.- Cuñas para concreto.
- 7.- Cortadora para concreto.
- 8.- Cortadora de acero.

#### COSTO TOTAL DE LA ESCUELA.

Hasta ahora hemos mencionado el costo directo de construcción, que es sólo una parte del costo total, equivalente a la erogación que implica la realización de un proyecto de ingeniería.

En términos generales, los renglones que en ese sentido hay que tomar en cuenta son los siguientes:

#### RENGLONES QUE INTEGRAN EL COSTO TOTAL

- a) Gastos de preinversión
- b) Costo de adquisición del terreno
- c) Gastos notariales por escrituración del terreno
- d) Impuestos por compra-venta
- e) Costo licencias y permisos para fraccionar
- f) Costo de las obras de infraestructura
- g) Costo de las obras de urbanización
- h) Gastos del proyecto
- i) Honorarios por servicios profesionales
- j) Costos, trámites, y licencias para construir
- k) Costos de construcción (directos + indirectos)
- l) Costos de permiso de ocupación
- m) Gastos notariales por escrituración
- n) Impuestos compra-venta
- o) Gastos financieros (en las etapas en las que ocurran)

No todos los gastos se producen en cada caso, pero solamente haciendo un estudio específico de cuáles inciden y cuáles no en diversas circunstancias, la estimación de los recursos necesarios será acertada.

---

## CONCLUSIONES

---

La infraestructura de la educación, es uno de los factores dinámicos, en el proceso del desarrollo del conocimiento y buena educación del país, ya que el enlace de enseñanza aprendizaje se realiza en la escuela.

Por lo tanto, la importancia de las escuelas es preponderante; y una de las partes principales integrantes de la educación, son las escuelas primarias.

La importancia de la construcción de escuelas primarias, radica, en que en la actualidad, hay una gran explosión demográfica en la Ciudad de México, provocando con esto la falta de educación básica cerca de la comunidad, teniéndose que trasladar en algunas ocasiones a más de 15 km. de donde viven.

Para cada tipo de suelo que exista en el Distrito Federal será el tipo de escuela que se construya. La escuela mencionada en esta tesis, es prototipo, para un tipo de suelo blando y es el modelo más utilizado por parte de la Dirección General de Obras Públicas (D.G.O.P), en la ciudad de México.

El proceso constructivo mencionado lo recomiendo, en base a la experiencia obtenida con este sistema, en la construcción de escuelas, sin embargo también puede ser utilizado en aquellas obras constituidas en su totalidad por Estructura de Concreto, sin acabados especiales, realizando, como se indica, cada uno de

los trabajos y sobre todo teniendo un residente responsable se cumplirá con los requisitos primordiales en la construcción que son: tiempo, calidad y costo.

El modelo prototipo de Escuelas Primarias, ha tenido buen resultado, ya que se tiene con este proyecto mas de 5 años realizandose.

Para la elaboración de cada uno de los trabajos, que se presentan en esta tesis, puede haber diferentes formas de realizarlos, más sin embargo, los presentados aquí, son tan descriptivos que cualquier Ingeniero, que no haya trabajado en el campo, pueda entender como se ejecuta cada trabajo.

Es tan necesario conocer el desarrollo de cada uno de los trabajos, como manejar los costos que implica cada uno de estos, ya que conociendo estos dos conceptos, tendremos siempre el control de la obra.

La cuantificación de cada uno de los trabajos y saber con anticipación la cantidad de material que se va a ocupar, representa un beneficio para el constructor ya que se tiene a tiempo el material y no hay sobrante de este, abatiendo considerablemente el costo de una obra.

De igual importancia, es conocer los gastos que hay que realizar por cada uno de los trabajadores que laboran en la obra, como son: impuestos, seguro social, vacaciones, aguinaldo, y guarderías, para preverlos y pagarlos oportunamente.

Esta tesis es una representación de los trabajos ejecutados, así como de los rendimientos reales, en las obras similares en que he estado presente.

Este trabajo trata de englobar en una forma general, la razón por la cual se construye, como se construye y como puede estar constituido el costo de la construcción.

---

**BIBLIOGRAFIA**

---

SUAREZ SALAZAR CARLOS. COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION. EDITORIAL LIMUSA, MEXICO, 1983.

FLAZOLA CISNEROS. NORMAS Y COSTOS DE CONSTRUCCION. EDITORIAL LIMUSA, MEXICO, 3 TOMOS.

MARTINEZ DEL CERRO. ESTIMADOS DE COSTOS. UNAM, MEXICO, 1979.

H. BAILEY Y D.W. WAINCOCK. CURSO BASICO DE CONSTRUCCION. EDITORIAL LIMUSA, MEXICO, 3 TOMOS 1990.

ANALISIS DE COSTOS DE MATERIALES PARA CONSTRUCCION. EDITORIAL BIMSIA, MEXICO, 1990.

HIFA N. AHUJA. INGENIERIA DE COSTOS Y ADMINISTRACION DE PROYECTOS. EDITORIAL ALFA OMEGA, MEXICO, 1990.

IBARRA RUIZ PAUL. METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE COSTOS. UNAM, MEXICO, 1990.