693.71
CAB

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

"Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

BIBLIOTECA FIC

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

Otto Santiago Caballero Vinueza

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año : 2004

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al Ing. Julio Rodríguez Ríos, Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

BIBLIOTECA FIC
ESPOL

A MI PADRE,

A MI MADRE,

Y A MI HERMANA,

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Julio Rodríguez R.
SUB DECANO DE LA FICT
PRESIDENTE

Ing. Julio Rodríguez R.
DIRECTOR DE TESIS

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Ing. Eduardo Santos B.
VOCAL

Ing. José Mancero G.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

BIBLIOTECA FIEC
ESPOL

RESUMEN

La elaboración de esta tesis tiene por objetivo, dar a conocer en mayores proporciones las ventajas de la Prefabricación en la Ingeniería Civil.

El modelo de la vivienda que se presenta en esta tesis, no es el único que existe, se puede diseñar una infinidad de variedades, desde una vivienda de dos niveles hasta un edificio de varios pisos de altura.

Los elementos prefabricados serán construidos con hormigón armado, que es el material más común en nuestro medio.

El diseño de paneles y de la estructura de la vivienda, se basó en las consideraciones que establece el Reglamento para las Construcciones de Concreto Estructural del ACI 318-99.

Al final se hará una comparación a los costos de construcción de los dos métodos, el sistema tradicional y el sistema prefabricado, comprobando así que la prefabricación puede ser una de las soluciones a los problemas habitacionales que tiene nuestro país.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN.....VI

ÍNDICE GENERAL.....VII

ABREVIATURAS.....XI

ÍNDICE DE FIGURAS.....XV

ÍNDICE DE TABLAS.....XVI

ÍNDICE DE PLANOS.....XVII

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN.....20

1.1. Antecedentes.....20

1.2. Objetivos.....21

CAPITULO 2

2. DESARROLLO HABITACIONAL EN EL ECUADOR.....23

2.1. Situación Actual de la Vivienda en el Ecuador.....23

2.2. Soluciones Habitacionales.....26

CAPITULO 3

3. PREFABRICACIÓN DE VIVIENDAS DE HORMIGÓN ARMADO.....30

3.1. Generalidades.....30

3.2. Fabricación.....33

3.2.1 Métodos Convencionales Evolucionados.....33

3.2.2 Fábrica para la Producción de Viviendas.....35

3.2.3 Fabricación en Cadena.....41

3.2.4 Preparación del Hormigón Armado.....46

3.3. Encofrados Metálicos.....57

3.3.1. Materiales y Elaboración.....57

3.3.2. Tratamiento de Superficies.....63

3.3.3. Endurecimiento Acelerado.....66

3.3.4. Desencofrado.....75

3.3.4.1. Formas de Desencofrado.....75

3.3.4.2. Peligros del Desencofrado Rápido.....80

3.3.5. Almacenado.....81

3.3.5.1. Importancia del Almacenado.....81

3.3.5.2. Características y Condiciones del Almacén.....86

3.3.5.3. Consejos para el Almacenado.....90

3.3.6. Transporte.....93

3.3.6.1. Medios de Transporte.....93

3.3.6.2. Carga y Descarga de los Elementos.....97

3.3.7. Montaje.....100

3.3.7.1. Maquinaria para la Colocación de Elementos....100

CAPITULO 4

4. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA A PREFABRICAR.....115

4.1. Ubicación.....115

4.2. Suelo Idóneo para el Tipo de Construcción.....118

4.4. Planos Arquitectónicos.....120

4.5. Especificaciones.....121

CAPITULO 5

5. ELEMENTOS COMPONENTES DE LA VIVIENDA.....122

5.1. Generalidades.....122

5.2. Observaciones.....147

CAPITULO 6

6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA.....149

6.1. Análisis a Diseño de los Elementos Componentes de la Vivienda.149

BIBLIOTECA FIC
ESPOL

6.2. Planos.....243

CAPITULO 7

7. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA VIVIENDA.....244

7.1. Procedimiento Constructivo de la Vivienda.....244

7.1.1. Subestructura: Cimentación.....244

7.1.2. Superestructura: Armado Total.....248

7.2. Mano de Obra y Equipos necesarios.....270

CAPITULO 8

8. PROGRAMACIÓN Y COSTOS.....281

8.1. Análisis de Precios Unitarios de la Vivienda.....281

8.2. Diagrama de Gantt del Avance de Obra de la Vivienda Prefabricada.....301

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

A	Identificación del pórtico en sentido Y.
A_g	Área total de la sección.
A_s	Área de refuerzo no presforzado en tensión.
A'_1	Pseudo aceleración correspondiente al período fundamental estimado y al amortiguamiento apropiado.
B	Dimensión de la zapata.
B	Identificación del pórtico en sentido Y.
b	Ancho de columna.
b_o	Perímetro de la sección crítica.
b_w	Ancho del alma.
C	Identificación del pórtico en sentido Y.
D	Carga muerta.
d	Distancia de la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión.
E	Carga sísmica.
E_c	Módulo de Elasticidad del Concreto.
e	Excentricidad.

e_s	Excentricidad torsional calculada en el entrepiso considerado.
f'_c	Resistencia especificada a la compresión del concreto.
f_y	Resistencia especificada a la fluencia para el acero de refuerzo no presforzado.
f_a	Esfuerzo soportante último de la columna.
g	Aceleración de la gravedad.
h	Peralte total de un elemento.
I_g	Momento de inercia de la sección total de concreto respecto al eje centroidal.
k	Exponente que esta en relación con el período del edificio
K_x	Rigideces de entrepisos de los pórticos orientados en la dirección x.
K_y	Rigideces de entrepisos de los pórticos orientados en la dirección y.
Kg	Kilogramo
L	Longitud del claro de la viga o losa.
L	Carga viva
M_u	Momento factorizado en la sección considerada.
m	Metro.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

m^2	Metro cuadrado
P_b	Resistencia nominal a la carga axial en condiciones de deformación balanceada.
q_s	Presión de contacto del suelo.
q_u	Presión última del suelo.
s	Espaciamiento de centro a centro del refuerzo de tensión por flexión.
Ton	Tonelada.
Ton/m²	Tonelada por metro cuadrado.
U	Carga mayorada.
V_u	Cortante total factorizado.
V_c	Resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto.
v_c	Esfuerzo cortante permisible soportado por el concreto.
v_u	Esfuerzo cortante permisible.
X	Centro de gravedad en x.
x_t	Centro de torsión.
x_v	Centro de cortante en el sentido X.
Y	Centro de gravedad en y.

y_t	Centro de torsión.
y_v	Centro de cortante en el sentido Y.
ρ	Porcentaje del acero de refuerzo en tensión no presforzado.
ϕ	Factor de reducción de resistencia.
δ	Deflexión.
ρ_b	Porcentaje del acero de refuerzo que produce condiciones balanceadas de deformación.

ÍNDICE DE FIGURAS

No.		Pág.
2.1	Aumento de la Población del Ecuador	23
2.2	Financiamiento del Estado proporcionado a la Construcción	24
3.1	Montaje de un Edificio Prefabricado	32
3.2	Muro de Contención Prefabricado	33
3.3	Tipo de Almacenamiento de los Aridos	50
3.4	Esquema de Planta Dosificadora	53
3.5	Malla Electrosoldada	55
3.6	Acabado Superficial Liso	64
3.7	Arido Visto	65
3.8	Tipos de Ganchos	78
3.9	Puente Grúa	84
3.10	Sujeción de cuatro puntos	86
3.11	Camión de 30 Ton.	96
3.12	Grúa Torre	103
3.13	Vista Frontal – Grúa Pórtico	105
3.14	Grúa Pórtico	105

BIBLIOTECA FIC
ESPOL

3.15	Autogrúa	106
3.16	Manipulación de la Autogrúa	107
4.1	Mapa de Expansión Urbanístico de Guayaquil	117
5.1	Panel PS 4300	125
5.2	Encofrado para Panel PS 4300	127
5.3	Panel PS 2900	129
5.4	Panel PV 4300	131
5.5	Encofrado para Panel PV 4300	133
5.6	Panel PP 4300	135
5.7	Encofrado para Panel PP 4300	137
5.8	Panel PL 3900	138
5.9	Encofrado para Panel PL 3900	140
5.10	Panel PL 4150	142
5.11	Panel PLE 4150	144
5.12	Panel PH 4300	146
7.1	Vista General de la Cimentación	247
7.2	Detalle del Montaje de los Paneles de la Planta Baja y Perimétricos	250
7.3	Detalle del Apuntalamiento de los Paneles en la Planta Baja	252

7.4	Vista de la Armadura de la Escalera	255
7.5	Vista General de la Escalera terminada	257
7.5.a	Escalera Prefabricada	258
7.6	Detalle de Obra Convencional en Planta Baja	260
7.7	Vista General de Planta Baja	261
7.8	Montaje de Losas	263
7.9	Vista General Losas de la Planta Alta	264
7.10	Empate de Losas con Paneles de Planta Baja	266
7.11	Detalle del Montaje de un Panel de la Planta Alta	267
7.12	Vista General de los Paneles de la Vivienda	269
7.13	Vista General de los Paneles mostrados de las dos Plantas.	271
7.14	Vista General de la Obra Convencional de la Planta Alta.	272

ÍNDICE DE TABLAS

No.		Pág.
3.1	Tablas de Dosificación para distintas mezclas de Hormigón.	56
3.2	Vida Útil de los distintos Tipos de Encofrado	60
3.3	Tiempos de Manipulación	112
3.4	Tolerancias Admisibles en el Montaje.	114

BIBLIOTECA FIC
ESPOL

ÍNDICE DE PLANOS

Descripción	No.
Vista General de la Planta de Prefabricados	3.1
Plano General de la Vivienda	4.1
Plano Instalaciones Sanitarias.	4.2
Plano Instalaciones Eléctricas.	4.3
Plano de Disposición General de Tableros.	4.4
Plano de la Cimentación	6.1
Plano Estructural	6.2

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Los métodos convencionales han constituido uno de los principales sistemas constructivos, cumpliendo sus objetivos y siendo la forma más tradicional de construcción en cualquier obra.

Debido al avance continuo y el desarrollo de nuevas técnicas, aparece la Industrialización y Prefabricación en la Construcción como la evolución de todos los métodos tradicionales, demostrando un crecimiento económico y la posibilidad de incrementar soluciones habitacionales de todo tipo, lo que queda demostrado en la calidad de la obra.

En nuestro país la Prefabricación de Elementos de Hormigón Armado para Viviendas, no ha sido desarrollada en toda su magnitud, existen compañías que han empezado a introducirse en este campo, pero mostrando viviendas de un tipo sencillo y con limitaciones para posteriores proyecciones. Aunque la Prefabricación ha sido vista en la construcción de Puentes, Cerramientos, Acueductos; está tiene una gran ventaja en la construcción de viviendas. Esta técnica ha sido implementada en algunos países desarrollados y subdesarrollados, dando resultados excelentes con beneficios para el constructor y el propietario de la vivienda.

1.2 Objetivos.

Ante el desarrollo de nuevas técnicas de construcción, y la importancia de mejoras habitacionales en el Ecuador, es necesario crear un sistema de edificación que cumpla con las exigencias constructivas y que permita reducir el alto déficit habitacional existente en el país.

El sistema de construcción mecanizada debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Reducir el tiempo de edificación de una obra.
- Obtener el mejor rendimiento de los materiales, mano de obra y equipos, con una adecuada planificación, tanto en la producción como en el montaje de los elementos.

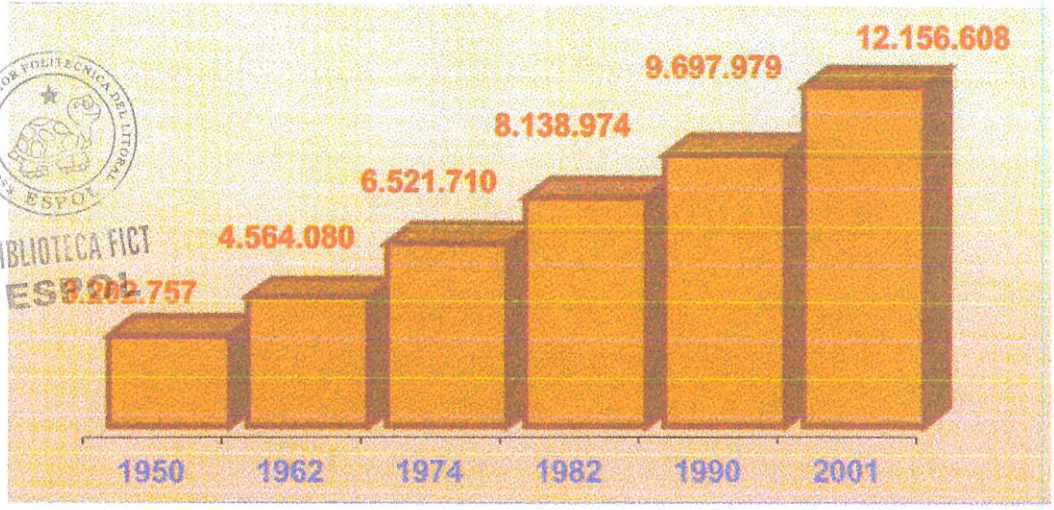
El cumplimiento de estos objetivos hará que el uso de elementos prefabricados de hormigón armado, constituyan un avance significativo y permitan evolucionar económica e industrialmente el sector de la construcción.

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO HABITACIONAL

2.1. Situación Actual de la Vivienda en el Ecuador

Las estadísticas demográficas realizadas en nuestro país evidencian el aumento de la población en los grandes centros urbanos dando lugar a la existencia de un gran déficit de viviendas, problema que se ha generalizado en los países desarrollados y subdesarrollados.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
ESPOL
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Fig. 2.1. Aumento de la Población del Ecuador (De acuerdo al VI Censo de Población realizado por la INEC en el 2001)

En el Ecuador, producir viviendas y edificios sociales resulta costoso. Los recursos tecnológicos y de promoción; son caros y escasos elevando de esta manera los precios de la edificación.

El alto costo de la construcción abarca muchos factores negativos; los cuales van desde el escaso nivel de empleo de mano de obra hasta el exagerado costo de los materiales.

El gasto público en vivienda es ejecutado por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Y su nivel de inversión pública, no es significativo en el Ecuador, a pesar de que las viviendas constituyen la parte integral del hábitat de una sociedad.

Además, sólo un 15.3 % de la población se beneficia de los programas de vivienda con tasas de interés preferenciales. Como se muestra a continuación:

BIBLIOTECA FICT ESPOL

Fig. 2.2. Financiamiento del Estado proporcionado a la Construcción

Por tanto, es necesario intensificar el desarrollo habitacional actual, y a su vez generar una solución a través de la cual los habitantes puedan acceder fácilmente a las viviendas, y que a su vez estas edificaciones superen los conocidos problemas de la construcción convencional.

En la actualidad, aunque el sector de la construcción experimenta un crecimiento, existe un elevado déficit en lo que se refiere a la vivienda, y las complejas condiciones en las que se envuelven nuestras sociedades, unidas a las dificultades de financiación de grandes planes de construcción y de investigación que conduzcan al abaratamiento de la construcción por la vía del aumento de la cantidad y mejora de la calidad; sólo podrán resolverse con la aplicación de una construcción mecanizada, mediante el uso de elementos prefabricados de elementos de hormigón armado.

Ante un déficit habitacional del país que asciende a 1'200.000 viviendas y crece anualmente a 60.000 viviendas, entre las que faltan y no reúnen las características para vivir con dignidad, se considera que acceder a una vivienda completamente terminada es un lujo inalcanzable que ante la falta de recursos suficientes y al bajo financiamiento proporcionado por el Estado, hacen que la construcción no sea aprovechada en su

totalidad, sino que más bien sea un recurso al que muy pocos tengan acceso.

Estas cifras indican que el país debe esforzarse para que el problema habitacional no siga creciendo, para lo cual deben construirse al menos 30.000 viviendas por año para atender a la nueva población.

Paralelamente, en el país se calcula que 30.000 casas en promedio se deterioran anualmente. Además existe una industria informal de la construcción, llevada adelante en terrenos que son invadidos o adquiridos a través de cooperativas o asociaciones; teniendo estas viviendas características precarias sin las mínimas seguridades y comodidades del caso, razón por la cual no cumplen con las normas municipales y, por tanto, no pueden ser calificadas de calidad mínima.

2.2. Soluciones Habitacionales

Las complejas condiciones en que se desenvuelven nuestras sociedades unidas a las dificultades de financiación de grandes planes de construcción y de investigación que conduzcan al abaratamiento de la construcción por la vía del aumento de la cantidad y la mejora de la

calidad, sólo podrán resolverse aprovechando la tecnología adecuada para poder industrializar la construcción.

Es así, como la imperiosa necesidad de reducir los costos y el tiempo de la construcción ha llevado a la industria a invertir los recursos que sean necesarios para desarrollar en forma apropiada un método de edificación que satisfaga todas las necesidades y mejore las desventajas que presenta la construcción convencional.

En la actualidad existen muchas soluciones al problema habitacional, algunas empresas constructoras han comenzado a urbanizar masivamente con métodos convencionales, diseñando y construyendo viviendas para las diferentes clases sociales; otras en niveles económicos más bajos han empleado la madera y la caña picada como solución, tal es el caso de las viviendas de Hogar de Cristo, inclusive se esta implementando el uso de estructuras totalmente galvanizadas, es decir, viviendas de estructuras metálicas que muchas veces resultan económicas.

En la industria de la construcción y dentro de aquellos campos sociales como la vivienda; la productividad, la excelencia de la relación cantidad - calidad - costo - rapidez de la ejecución de la obra, requiere de la

industrialización de la construcción; puesto que se necesita un rendimiento máximo para una inversión determinada de recursos.

Constituyéndose el Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado, la mejor alternativa constructiva, que permitirá dar soluciones habitacionales gracias a las ventajas que presenta como lo son:

- Máximo rendimiento y avance de obra en comparación a los métodos de construcción convencionales.
- Economía de materiales (cemento, agregados, aditivos, hierro).
- Economía en los encofrados.
- Economía en la mano de obra.
- Movimiento de materiales y transporte reducidas a un 50 %.
- Continuidad del proceso.

Además hablar de una mayor productividad, de construcción en serie, de industrialización, de explotación de nuevas técnicas, de especialización en la mano de obra, de estudio de tiempo, de prefabricación es referirse fundamentalmente a la economía de la construcción, es decir, construir el mayor número de obras, en el

mínimo tiempo y con la menor inversión. Lo que implicaría aprovechar todas las expectativas que la construcción debe representar.

No obstante, la construcción de viviendas a más de ser un generador de empleo, es un mecanismo de reactivación de la producción por los efectos directos e indirectos de la misma y, finalmente, soluciona una necesidad de la gran mayoría de ecuatorianos.

Es por esto, que se plantea en esta tesis a la Prefabricación como la mejor solución habitacional, la cual podría controlar el déficit actual de viviendas provocado por la rápida evolución de los conceptos sociales y económicos; así como los fenómenos actuales de superpoblación.

CAPÍTULO 3

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

3. PREFABRICACIÓN DE VIVIENDAS DE HORMIGÓN ARMADO

3.1. Generalidades.

Una de las principales características que tiene el hormigón fresco es su trabajabilidad, la misma que nos permite moldear piezas o elementos de hormigón armado con las más diversas morfologías y aspectos.

El concepto de la prefabricación industrializada está conformado con la idea de moldear las piezas o módulos de hormigón armado fuera de obra y luego ser montadas en la edificación a construir.

Esta industria es el resultado de la fabricación previa de elementos o piezas en serie que dada la precisión en sus diferentes formas se puede colocar con exactitud correcta en su ensamblaje, obteniendo así estructuras completas que cumplan y sobrepasen las normas establecidas en su diseño.

El Hormigón Prefabricado tiene diversas aplicaciones:

- Edificios de Vivienda. **(Fig. 3.1)**
- Construcción de Puentes (Pretensados y Postensados)
- Obras Portuarias, muelles y escolleras.
- Muros de Contención. **(Fig. 3.2)**
- Instalaciones Ferroviarias.
- Edificios Industriales, Comerciales y Parqueaderos.
- Canalizaciones (Acueductos)

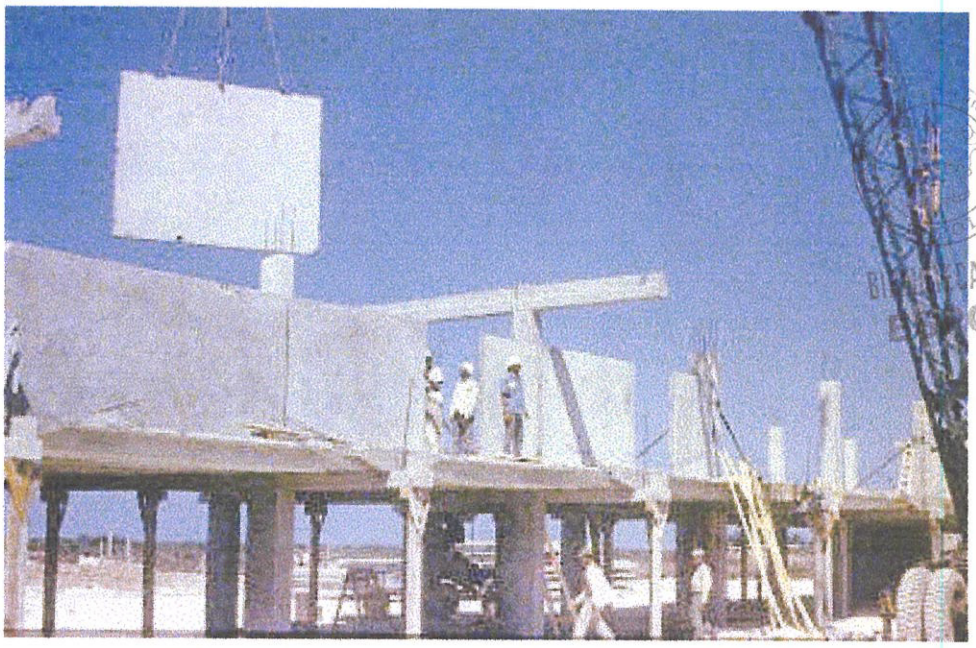


FIGURA 3.1. MONTAJE DE UN EDIFICIO PREFABRICADO

La prefabricación aplicada en un elemento o pieza de hormigón armado, en este caso un conjunto de viviendas, tiene las siguientes ventajas:

- Planificación de la obra en serie en sus diversos moldeos y montaje.
- Movimiento de materiales y transporte reducidas a un 50 %.
- Economía de materiales (cemento, agregados, aditivos, hierro).
- Máximo rendimiento y avance de obra en comparación a los métodos de construcción convencionales.
- Economía en los encofrados.
- Economía en la mano de obra.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FIGURA 3.2. MURO DE CONTENCIÓN PREFABRICADO

3.2. Fabricación.

3.2.1. Métodos Convencionales Evolucionados.

El método de obra convencional ha quedado limitado en las grandes urbes del mundo, debido a que las grandes masas humanas migran a las ciudades provocando un déficit de

vivienda, problema generalizado en los países desarrollados y subdesarrollados.

Otro problema que se suma a la construcción tradicional, es la falta de mano de obra calificada, por lo que es indispensable que en nuestro país se creen más Centros de Formación Técnica y Artesanal, por cuanto los existentes son insuficientes.

Frente a la construcción prefabricada de hormigón armado podemos distinguir en dos clases al personal obrero:

Calificados:

- Operarios de Equipos de Construcción.
- Carpinteros Encofradores.
- Armadores (Técnicos en doblado y armado del acero de construcción).
- Soldadores.
- Albañiles (Tabiques enlucidos, molduras).
- Gasfiteros (Sanitarios).
- Electricistas (Instalaciones en general).
- Pintores.

No Calificados:

- Peones (Excavaciones, movimiento de materiales en obra, ayudantes).
- Guardianes.

3.2.2. Fábrica para la Producción de Viviendas.

En el Ecuador pocas son las fábricas instaladas para la construcción mecanizada de elementos de hormigón armado para viviendas. Las fábricas se pueden clasificar de diferente orden.

a.- De acuerdo a su producción. Son las fábricas que se dedican a producir un determinado tipo de elementos como son: tubos, bordillos, bloques, paredes de cerramiento, columnas ranuradas para ensamblaje con paneles, a este tipo de fábricas las denominamos pequeñas.

Tal como existen fábricas pequeñas, podemos encontrar las que cubren todo un proceso y estas fábricas son donde se

proyectan, se fabrican y se montan todos los elementos necesarios de una vivienda para una urbanización compleja y otros.

b.- Sistema de comercialización de producción, se puede determinar en producción por catálogo y por contrato.

c.- Fábricas fijas y móviles dependiendo del tipo de instalación. Estas fábricas se clasifican por su situación.

Las fábricas fijas deben estar siempre situadas en los alrededores de las grandes ciudades, también conviene ubicarlas en lugares cercanos a los puntos de distribución de la materia prima como son: los agregados y el cemento.

En cambio las fábricas móviles se diferencian por estar ubicadas junto al lugar de construcción del conjunto de viviendas, estas por lo general son utilizadas en programas de construcción de una duración menor a 3 años.

Una de las grandes ventajas de este tipo de fábrica es la reducción en el costo del transporte de los elementos, por lo

que se pueden producir elementos de mayor es dimensiones. Pero su desventaja es el suministro de la materia prima para tal elaboración.

d.- Por su capacidad. En cuanto a la capacidad de la fábrica, esta se relaciona directamente con el área del terreno de la vivienda y del modelo que requiera. Estableciendo cifras podemos decir que la capacidad óptima de una fábrica ubicada en nuestro medio debería estar entre las 500 y 1.500 viviendas por año, aunque también se puede dar una producción mínima económicamente rentable de una vivienda por día. Estos valores se deducen del actual déficit habitacional que tiene el Ecuador, en todas sus clases sociales, lo que hace necesaria la participación de varias empresas constructoras. Esta técnica ha sido escasamente empleada en nuestro país, por lo que la capacidad productiva de una fábrica sería un dato experimental, basado solamente en una meta ambiciosa de cualquier empresa interesada en satisfacer las necesidades de una población con crecimiento acelerado.

e.- Dimensiones. En la prefabricación de viviendas con elementos de hormigón armado, la organización de la producción se rige por un planeamiento longitudinal, por lo que es recomendable que el tipo de fábricas sean alargadas.

La dimensión de una fábrica depende de los elementos que en esta se vayan a construir, de la maquinaria de elevación y transporte que se tenga dentro de la nave.

Por lo general, la altura de una nave de fabricación oscila entre los 8 m y 15 m., su longitud varía desde los 50 m a los 200 m. y el ancho de 20 m a 50 m., con uno o dos carriles para puentes-grúas elevados con capacidad de carga de 20 Ton.

Estas dimensiones son variables, además de el planeamiento longitudinal. Las dimensiones de una fábrica dependen de otros factores como son: el tipo de elementos, el grado de especialización de la producción y del medio de transporte interno.

f.- Instalaciones. Por lo general una fábrica dedicada a producir elementos prefabricados debe tener su propia planta

hormigonera, porque utilizar camiones mixer de otras centrales hormigoneras representa elevar los costos de fabricación de cada elemento.

Por lo tanto podríamos enumerar las principales instalaciones de una fábrica, sea esta fija o móvil:

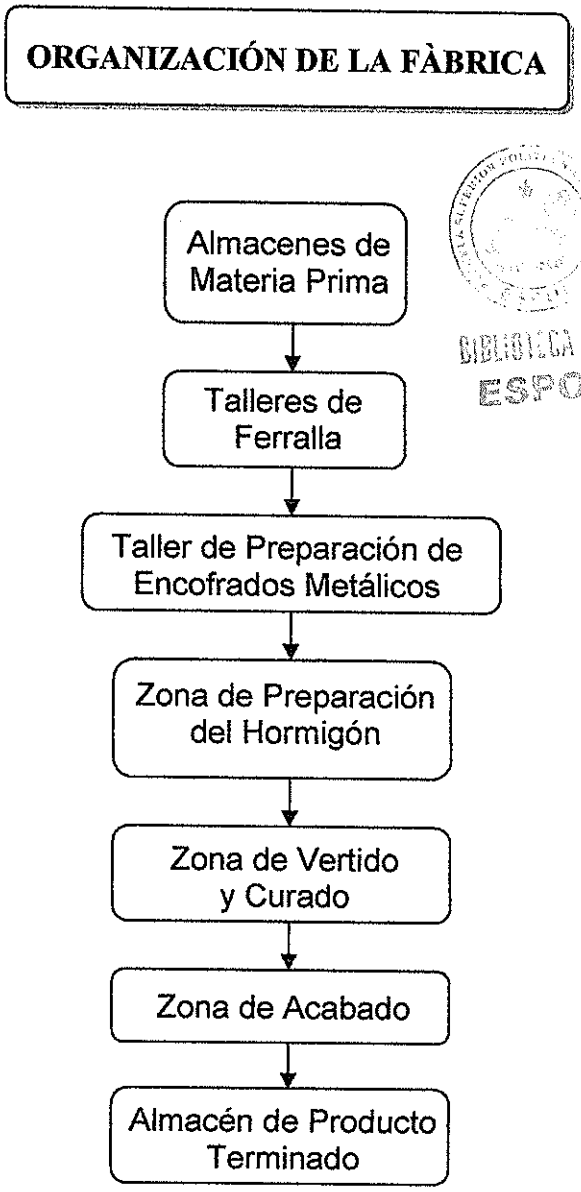
- Depósito de agregados, cemento y hierro.
- Planta hormigonera.
- Taller principal de producción.
- Talleres auxiliares, donde se ubicarán una central de calderas, cuando se requiera un tratamiento de endurecimiento acelerado por medio de vapor.
- Almacén de producción terminada.

g.- Organización. Como ya se revisó anteriormente que el proceso de fabricación se rige por un planeamiento longitudinal, es importante que en el diseño de la fábrica se eviten almacenajes intermedios, ya que el trabajo debe ser continuo.

La organización industrial que tenga la fábrica, debe ser coordinada con el fin de evitar tiempos muertos.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

En base a todo lo expuesto, el esquema generalizado de la organización de una fábrica de elementos de hormigón armado, sería como a continuación se detalla.



BIBLIOTECA FIC
ESPOL

VISTA LATERAL DERECHA

FICT - ESPOL

3.2.3. Fabricación en Cadena.

La industrialización en la construcción implica el manejo de una técnica continua, rápida y eficaz de las líneas de producción.

El proceso continuo de fabricación y uno de los más racionalizados es el de la fabricación en cadena; a diferencia de una fabricación estática cuyo principal problema es el ordenamiento de los diferentes encofrados que se utilizan en una variedad de elementos.

La mecanización en una fabricación en cadena; agrupa algunas tareas con el fin de que los trabajos en las distintas fases de producción tengan tiempos iguales.

Las fases de producción se las puede distinguir de esta manera:

1. Preparación del elemento a prefabricar.
2. Preparación del Hormigón.
3. Colocación de la Armadura.
4. Vertido del Hormigón.
5. Acabado.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Se pueden distinguir también dos tipos de fabricación en cadena, según los encofrados, estos pueden ser:

- Encofrados Horizontales.
- Encofrados Verticales.

Fabricación en Cadena de Encofrados Horizontales.

En este tipo de encofrados se pueden fabricar los elementos más complejos y además estos tipos de encofrados horizontales son los que ofrecen más facilidades de trabajo.

Este tipo de fabricación permite darle un tratamiento especial a una de las caras, lo que es ideal para el tratamiento de elementos de fachada.

En los talleres donde se realiza la elaboración de encofrados horizontales en serie, se puede fabricar elementos de fachada, losas con acabados cerámicos o de madera y piezas especiales.

Este proceso se lo puede definir en tres fases que son:

a.- Montaje del Encofrado y Hormigonado.

Fase en la cual se fijan los encofrados laterales que forman las caras laterales del elemento y se disponen también los distintos núcleos interiores o armaduras dependiendo del tipo de elemento que se fabrique. El proceso de hormigonado se ejecuta una vez definido el elemento, se vierte y se vibra, ya sea con un vibrador interno o externo.

b.- Curado Acelerado.

Esta fase por lo general se emplea en países fríos, donde es difícil obtener un rápido fraguado. El elemento de hormigón se introduce en una cámara de curado y se lo somete a un tratamiento térmico por medio de vapor. En nuestro medio lo más aconsejable sería utilizar aditivos acelerantes de fraguado en el mezclado, esto permitiría un endurecimiento acelerado, así se procede a un rápido desencofrado y se vuelve a utilizar el mismo encofrado para otro elemento.

c.- Desencofrado y Colocación del Elemento en una Bodega Provisional.

La última fase comprende el desencofrado, que puede ser simplemente retirando los encofrados laterales, ya que antes de

verter el hormigón se aplica un líquido desencofrante en el molde, luego se coloca el elemento en un almacén provisional para después ser transportado a la obra.

Fabricación en Cadena de Encofrados Verticales.

En estos encofrados se fabrican los elementos más sencillos, utilizando baterías de encofrados las cuales tienen la ventaja de ser muy económicas.

La fabricación de encofrados verticales reduce en gran parte el espacio que sería necesario para la fabricación en sentido horizontal.

Los componentes de las baterías son:

- Dos placas metálicas fijas al suelo que van al principio y al final de las baterías, en el interior se colocan placas móviles, el número de placas interiores depende de la producción que tenga la fábrica.
- Dispositivos de ensamble de las diversas placas para fijar las separaciones y tener mayor exactitud en las medidas.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

- Para los encofrados laterales de los paneles se fijan perfiles a las placas.
- Vibradores internos y externos.
- Puente – grúa para movimiento de placas y paneles de hormigón.

La producción en encofrados verticales también es continua, como se utilizan baterías dobles, mientras una se encuentra en período de fraguado y endurecimiento, los operarios proceden al encofrado de la otra batería.

Las placas móviles son transportadas por el puente grúa; estas placas son regadas con un aditivo desencofrante en ambas caras; luego son fijadas por barras tensoras para mantener las medidas del elemento ya previstas.

La armadura principal del elemento es colocada también con el puente grúa; ésta es suspendida en posición por medio de ganchos que están situados en la parte superior de la batería. Para tenerlos fijos en posición la armadura se la asegura en varios puntos y también se colocan los respectivos ganchos.

Las instalaciones eléctricas y sanitarias que tengan un panel, se las consigue colocando las respectivas tuberías en posición dentro del panel. Al final se coloca una placa móvil de cierre y se prosigue con la preparación del siguiente encofrado.

La fabricación en cadena de encofrados verticales, permite elaborar elementos de hormigón que sirvan de pared o losas sin revestimientos cerámicos, los cuales son utilizados para los elementos más sencillos.

3.2.4. Preparación del Hormigón Armado

La fase de preparación del hormigón, sin duda que es la más importante debido a que interviene el almacenaje de la materia prima, la dosificación, mezclado, transporte y vertido del hormigón.

En nuestro medio se utiliza los hormigones normales con cemento Pórtland tipo IP , ya que si se usaran hormigones alivianados, estos encarecerían el costo de producción y además presentarían algunos problemas técnicos en la fabricación del elemento.

Los hormigones utilizados en la prefabricación deben tener 3 características principales:

- Tener una buena trabajabilidad.
- Consistencia blanda.
- Alcanzar tempranamente altas resistencias.

Para obtener hormigones que tengan éstas importantes características se debe considerar muchos aspectos técnicos, al momento de preparar la mezcla; entre los métodos más utilizados para acelerar el endurecimiento del hormigón, se encuentran:

Utilizar cementos de fraguado y endurecimiento rápido.- Estos cementos contienen proporciones de aluminato y silicato tricálcico, lo que lo hace útil en aquellas obras donde se necesite un desencofrado rápido como lo es la prefabricación.

Aumentar la cantidad de cemento.- El incremento de cemento en una mezcla de hormigón permite elevar rápidamente la resistencia de éste, dado que cubriría totalmente la superficie específica que presentan los áridos.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Reducir la relación agua- cemento.- La resistencia a la compresión del hormigón está muy vinculada con la relación agua-cemento y ésta relación debe ser inversamente proporcional ya que para aumentar la resistencia, se debe disminuir esta relación. Y al disminuir esta relación, la porosidad es menor por lo que en el elemento prefabricado de hormigón ganará resistencia alta tempranamente.

Cemento.- Con respecto al cemento el Pórtland Tipo I, es el más utilizado, ya que brinda una alta resistencia, también se puede utilizar cementos con proporciones de aluminato, pero su empleo debe tener cuidado, y realizándose los ensayos previos.

Para almacenar el cemento en una planta de prefabricados se usaran tolvas o silos, ya que el suministro es al granel, cuya capacidad varía de acuerdo a ciertos factores como: la producción diaria y la continuidad del suministro.

Las tolvas o silos son metálicos debido a que son ligeros, y pueden desplazarse donde las necesidades lo exijan por la facilidad que presentan en el desmontaje y montaje.

En el suministro debe existir solamente una clase de cemento, para evitar así la mezcla de cementos, que representan peligros significantes en la elaboración del hormigón y puede ocasionar consecuencias lamentables.

En las plantas de prefabricado es importante almacenar el cemento en silos debido al gran consumo diario que representa; aunque su costo es relativamente elevado, se puede conseguir una rápida amortización.

Las ventajas que representan los silos son:

- Precio más reducido en la adquisición del cemento, ya que se evita el ensacado de las fábricas que los suministran.
- Economía en las operaciones de carga y descarga.
- No se necesita demasiado espacio físico para su almacenamiento,
- No existen pérdidas de cemento en el transporte de carga y descarga.
- Control más preciso en la dosificación del cemento debido a la automatización del equipo dosificador.

Áridos.- Los áridos que se utilizan en la prefabricación de elementos de hormigón pueden ser de toda clase de arenas y gravas naturales o rocas trituradas, homogenizadas, que permiten llenar mejor los espacios vacíos, produciendo un hormigón de alta resistencia. Estos áridos deben ser además impermeables y resistentes al desgaste.

Los áridos deben estar exentos de materia orgánica y de un contenido alto de arcilla, entonces como norma general, estos áridos deben llegar previamente clasificados y lavados a la fábrica.

Existen dos tipos de almacenamiento para los áridos en una planta hormigonera los cuales son: Almacenaje radial y Almacenaje lineal. **(Fig. 3.3)**

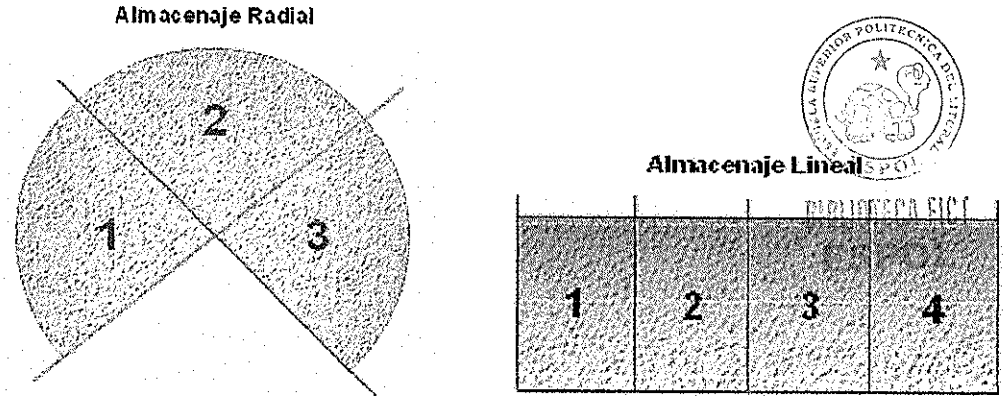


FIGURA 3.3 TIPOS DE ALMACENAMIENTO DE LOS ARIDOS

En ambos casos el almacenaje es al aire libre, aunque por precaución es recomendable cubrirlos con un toldillo para poder así evitar variaciones de humedad.

De los dos tipos de almacenaje citados anteriormente, podemos decir que el de forma radial es el más económico, no sólo por el poco espacio físico que requiere y la poca inversión que se realiza, sino que beneficia y facilita la carga.

La carga del árido en este tipo de almacenamiento se realiza tomando el árido desde la parte superior; entonces el árido se va desecando progresivamente, lo que hace que su humedad sea poco variable.

Hormigoneras.- En la industria de la prefabricación de elementos de hormigón el suministro de este a la zona de encofrado debe ser continuo.

En fábricas de este tipo las hormigoneras que generalmente se emplean son las de tambor horizontal que tienen un elevado rendimiento y de funcionamiento óptimo y continuo como requiere este proceso.

La ubicación que tiene la mezcladora de hormigón en una planta de prefabricados es por lo general fuera del taller de encofrados, debido a que produce ruido, polvo y humedad; además la ubicación también condiciona la forma de transporte desde la mezcladora a la zona de vertido.

Para el traslado del hormigón hasta la zona de vertido, el sistema más práctico es el del puente-grúa. Se transporte el hormigón en un recipiente en forma de tolva que luego es vertido en el encofrado.

El hormigón elaborado en estas mezcladoras debe llevar un estricto control de fabricación y de endurecimiento. Se deben realizar ensayos a los áridos comprobando su humedad, así como también se deben tomar probetas al momento de vaciar el hormigón en los encofrados. La rotura de cilindros se realiza en distintas edades para comprobar el aumento de la resistencia. A pesar de que el elemento se desencofra rápidamente las probetas deben romperse a los 7, 14 y 28 días para poder observar la resistencia final del hormigón.

La **fig. 3.4** muestra el esquema de una planta hormigonera.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FIGURA 3.4. ESQUEMA DE PLANTA HORMIGONERA

En la ***tabla 3.1*** se muestra las distintas dosificaciones que se pueden emplear en hormigones utilizados para la prefabricación.

Preparación de Armaduras.

Las armaduras que se utilizarán en el hormigón serán de acero, estas pueden ser: Varillas Lisas o Corrugadas y Mallas Electrosoldadas.

En la industria de la prefabricación son más utilizadas las varillas corrugadas y las mallas electrosoldadas, cuyas características mejoran la adherencia con el hormigón.

La ubicación del taller de preparación de armaduras debe estar cercana al taller de encofrado para poder transportarlos sobre plataformas para ser colocados en el molde respectivo.

El taller debe estar equipado con maquinaria de corte, doblado y electrosoldadura; el empleo de acero debe ser calculado para poder evitar mucho desecho y no encarecer los costos finales de producción.

El almacenaje de las varillas de acero por lo general se realiza clavando en el suelo barras o perfiles metálicos, separados entre 50 cm. y 1 m., estas barras descansan sobre vigas de madera u hormigón; van identificadas y además deben estar en almacenes cerrados para preservarlos de agentes atmosféricos externos.

Las mallas electrosoldadas están formadas por dos sistemas de elementos (barras o alambres) corrugados o lisos, que se cruzan entre sí perpendicularmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica por un proceso de producción en serie en instalación fija.

Las mallas electrosoldadas también son utilizadas en la industria de la prefabricación por su alta adherencia, a veces son utilizadas como armadura principal. (**Fig. 3.5**)

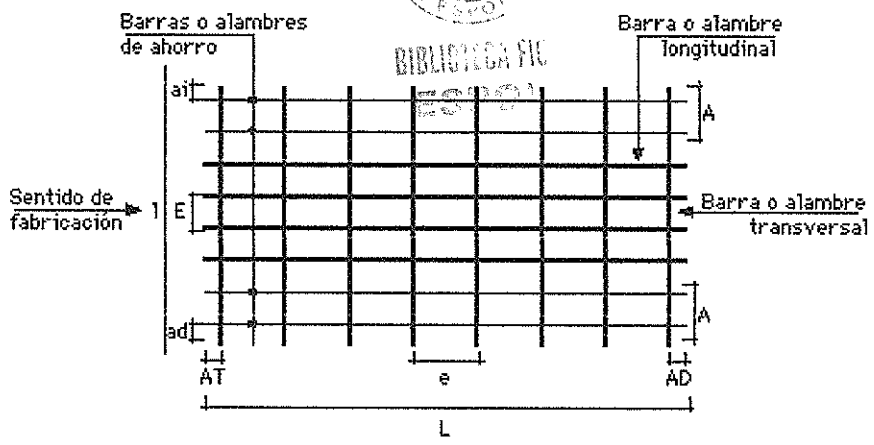


FIGURA 3.5 MALLA ELECTROSOLDADA

El almacenado de las mallas es sencillo y generalmente requiere de poco espacio, ya que se las apila apoyándolas sobre soportes en forma de V invertida, cuando se requiere de corte en la malla, se lo realiza con cizalla u oxicorte y es recomendable hacer el corte sobre mesas.

TABLA 3.1

Tablas de Dosificación para distintas Mezclas de Hormigón.

Resistencia Especificada f'c 28 días		Dosificación kg/m^3 de hormigón				Densidad del Hormigón
(MPa)	(kg/cm^2)	Agua Total	Cemento Rocafuerte IP	Piedra Homogenizada	Arena Homogenizada	(kg/m^3)
17.6	180	245	275	850	845	2215
20.6	210	246	294	875	805	2220
27.5	280	248	347	915	720	2230
29.4	300	249	375	935	676	2235
34.3	350	250	410	950	630	2240

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

3.3. Encofrados Metálicos.

3.3.1. Materiales y Elaboración

En la construcción, el encofrado es de gran importancia sobre todo en la industria de la prefabricación ya que es la que condiciona la forma del elemento a producir, y además tiene una gran influencia en el costo de una obra.

En el sistema de edificación de viviendas prefabricadas el encofrado, es en cierta forma la principal herramienta de trabajo y una de las razones por la que esta industria resulta más económica a diferencia de una construcción realizada con métodos convencionales.

En las construcciones tradicionales, generalmente se utilizan encofrados de madera cuya elaboración y colocación influyen de manera directa en el avance de obra en una edificación.

El tiempo empleado en la colocación de encofrados de madera de la forma tradicional, retrasa mucho la continuidad de trabajo en una edificación, este tiempo, es el que la prefabricación

optimiza por medio de una producción mecanizada la cual debe ser acompañada de una excelente planificación desde la elaboración del elemento hasta el montaje del mismo, por eso el tiempo de entrega de una obra en la industria de elementos prefabricados no sólo está limitado por el tiempo de producción del elemento sino por su técnica de montaje.

Para la elaboración de elementos prefabricados de hormigón armado, los encofrados metálicos resultan ser lo más rentables, debido a que se pueden utilizar muchas veces y su montaje es más rápido. También se puede obtener un mejor acabado superficial que permita pintar directamente sin más trabajos de acabado, que prolonguen más el plazo de entrega de una obra.

La calidad final del elemento de hormigón está definida por su encofrado, por lo que este en su diseño debe reunir los siguientes factores:

- Número de elementos necesarios.
- Estabilidad de volumen para que su geometría tenga la exactitud requerida.
- Utilización repetitiva.

- Manejabilidad y que permita una fácil colocación y fijación interior entre las armaduras e instalaciones.
- Buen acabado superficial.
- Tener poca adherencia con el hormigón.

En general, debe existir la suficiente precisión en los encofrados para que los elementos prefabricados puedan unirse unos con otros de acuerdo a lo establecido en el diseño preliminar de la edificación.

Los tipos de encofrados puede clasificarse de distintas maneras:

- De acuerdo a la manera de trabajar se los puede dividir en: Encofrados Horizontales y Verticales, siendo los primeros los más económicos y permiten mayor facilidad en el hormigonado, y en el tratamiento superficial del elemento; aunque ocupen mucho espacio.

- Según el producto final: Encofrados para elementos lineales como: vigas y columnas; para elementos superficiales tales

como: paneles, losas; para elementos tridimensionales y especiales como el encofrado de una escalera prefabricada.

- De acuerdo a sus materiales los encofrados pueden ser de: Madera, Hormigón, Acero o Plásticos.

La ***tabla 3.2*** indica los materiales que pueden ser utilizados para los encofrados y la vida útil de estos expresada en el número de usos que se puede utilizar:

TABLA 3.2

VIDA UTIL DE LOS DISTINTOS TIPOS DE ENCOFRADO

TIPO DE ENCOFRADO	NÚMERO DE USOS
Encofrados de madera sin tratar:	
Sin tratamiento térmico	40 - 80
Con tratamiento térmico	20 - 30
Encofrados de madera tratada:	
Sin tratamiento térmico	80 - 120
Con tratamiento térmico	30 - 80
Encofrados de Hormigón	100 - 300
Encofrados de acero desmontable	600 – 1000
Encofrados de acero no desmontable	800 – 1200

Los encofrados de acero son de planchas metálicas con un espesor mínimo de 4 mm.; armados con rigidizadores que por lo general son perfiles metálicos que van unidos a la plancha por medio de soldadura por puntos que es más recomendable que unir con pernos o remaches debido a la vibración.

El encofrado metálico es más rentable que la madera en la industria de la prefabricación debido a la gran duración que tiene y a que se lo puede utilizar muchas veces; otra gran ventaja es la poca adherencia que tiene con el hormigón y además permite fabricar un elemento con mayor precisión y mayor dimensión que otro tipo de encofrado.

En lo que se refiere al vibrado para este tipo de encofrados, por lo general los vibradores están acoplados al mismo encofrado por lo que su forma debe ser precisa y su consistencia rígida.

En este tipo de encofrados debe existir una limpieza cuidadosa en la cual se debe eliminar en lo posible todos los restos del hormigonado anterior.

El uso de un encofrado metálico tiene su importancia debido al buen acabado que este proporciona al elemento prefabricado, siendo necesaria una adecuada limpieza del encofrado; ésta a su vez puede ser realizada mediante el uso de brochas, trapos, agua con una presión considerable para eliminar todas las impurezas que puedan quedar en la superficie del encofrado.

La superficie debe ser bien cuidada ya que una mala limpieza se ve reflejada en el siguiente elemento a producir, por lo que no es recomendable el uso de cepillos de alambres; éstos dañarían la superficie del encofrado produciendo el deterioro del mismo y del elemento a hormigonar.

Antes de colocar las armaduras para la preparación del elemento, es necesario colocar un líquido desencofrante, el que debe ser aplicado con brocha o con pistola de aire comprimido; este líquido es un aceite especial soluble en agua.

No es recomendable el uso de aceite quemado o gasolina por razones higiénicas y además estos no proporcionan un buen desencofrado y provocarían manchas en el acabado de la superficie del elemento de hormigón.

También es importante evitar el contacto de este aceite con la armadura de la pieza porque disminuirá la adherencia con el hormigón y provocaría daños estructurales en la vivienda.

La armadura y las instalaciones eléctricas o sanitarias deben ir colocadas fijamente para que no se muevan al momento de proceder al vaciado de hormigón y durante el vibrado; por lo general se colocan morteros de cemento que son separadores y los mantienen en la posición indicada para el diseño.

3.3.2. Tratamiento de Superficies

Los elementos prefabricados de hormigón armado brindan una ventaja especial, la cual es proporcionar un buen acabado durante la elaboración de una pieza.

Existe una gran variedad de acabados que se pueden aplicar a la superficie de un elemento de hormigón.

En ciertos casos un tratamiento adecuado permite colocar a los elementos en obra sin necesidad de realizar trabajos posteriores que tengan que ver con el acabado.

Existen algunos medios para mejorar el aspecto del hormigón, entre los cuales se puede citar los siguientes:

- Tratar las superficies por medio del mismo encofrado.
- Mediante un tratamiento mecánico, durante la fase final del endurecimiento.
- Mediante un recubrimiento y pintado.

Todos estos tratamientos son aplicables a los elementos de hormigón, pero la industria de la prefabricación tiene como objetivo optimizar el tiempo por lo que obtener un buen acabado desde el momento de preparar el encofrado sería lo ideal.

Para obtener un buen acabado desde el principio es necesario que la superficie del encofrado sea totalmente lisa en una de sus caras (**Fig. 3.6**), esto ocurre en la fabricación horizontal; en esta cara del encofrado se puede colocar forros de resinas o plásticos.

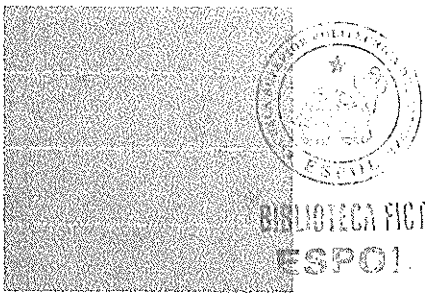

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FIGURA 3.6.ACABADO SUPERFICIAL LISO

De esta manera se pueden fabricar también paneles con revestimiento cerámico, esto se consigue colocando en el fondo del molde la cerámica, para luego verter el hormigón.

El empleo de un tratamiento mecánico por lo general representa una pérdida económica ya que se necesita de mano de obra adicional y además esperar hasta que el hormigón endurezca. En este tipo de trabajo siempre se utiliza un retardador de fraguado, el cual debe ser aplicado con mucho cuidado, porque un retardador aumenta el tiempo durante el cual el hormigón se mantiene en estado plástico y esto puede alterar su resistencia.

Para aplicar este tratamiento se prepara la gravilla o árido durante el hormigonado, también se puede incluir papel en la cara inferior así el lavado es más sencillo. (**Fig. 3.7**)

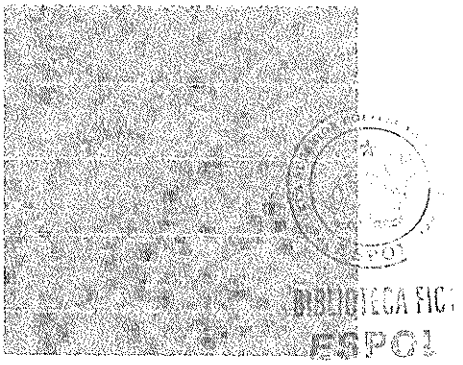

BIBLIOTECA FIC
ESPOL

FIGURA 3.7. ARIDO VISTO

Por todo lo expuesto y el manejo cuidadoso y demoroso de este tratamiento no resulta económico; aunque brinda un resultado satisfactorio y agradable a la vista.

El pintado y recubrimiento es otra alternativa para el acabado de una superficie, por lo general se realiza una vez que el elemento ya este en obra, es preferible este método ya que el elemento puede deteriorarse en el proceso de transporte y montaje que representaría una pérdida de tiempo el realizar el acabado en la planta de producción.

Una vez montado el elemento se procede como se lo hace tradicionalmente a cubrir las paredes con pintura o en algunos casos se coloca papel decorativo.

3.3.3. Endurecimiento Acelerado

El trabajo continuo no permite tener un elemento de hormigón en un encofrado hasta que alcance la resistencia máxima a la edad de 28 días; es por eso que el endurecimiento acelerado

representa parte importante dentro del proceso de elaboración de una pieza.

La etapa en la cual el hormigón pasa de un estado plástico a un estado sólido es un proceso químico exotérmico de hidratación que tiene dos fases que son: fraguado y endurecimiento.

Fraguado es el paso del estado fluido al estado sólido y presenta un rápido aumento de viscosidad. La disminución del fraguado está relacionada directamente con la temperatura del ambiente.

El endurecimiento da el aumento de resistencia con respecto al tiempo. Siendo este aumento muy rápido al principio.

La relación directa que tiene el endurecimiento acelerado con la industria de la prefabricación es con el tiempo, ya que en una planificación la producción debe tener un ciclo máximo de 24 horas para poder obtener los mejores rendimientos de los encofrados.

Este plan de producción presenta ventajas ya mencionadas como: el de mayor rendimiento de los encofrados, ahorro de los

mismos, disminuir la superficie de producción y almacenamiento; que representa un ahorro económico para el constructor.

Existe variedad de formas para obtener un endurecimiento acelerado de una mezcla de hormigón; debido a que en la industria de la prefabricación se pueden combinar alternativas o utilizar una de ellas, aunque esto depende principalmente de tres aspectos:

- Capacidad económica de la constructora.
- Capacitación técnica del personal.
- Herramientas necesarias en la planta de producción.

Para aumentar la resistencia de un hormigón con el tiempo, existen las siguientes alternativas:

- Mejorar la relación agua-cemento para obtener una mezcla más consistente.
- Utilización de aditivos acelerantes.
- Aumentando la temperatura, ya que se ha comprobado que el aumento de temperatura aumenta la velocidad de reacción.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

- Se puede utilizar cementos especiales, pero en cierta forma esto encarece el costo de producción.

Como se explicó anteriormente se pueden realizar combinaciones de estas alternativas, aunque en este tipo de industria para obtener mayores rendimientos de los encofrados, por lo general se utilizan los tratamientos térmicos.

Existen varios tratamientos térmicos como son:

- Vapor atmosférico
- Vapor húmedo a presión
- Por circulación de agua caliente en tubos.
- Eléctrico.

Las instalaciones necesarias para estos tratamientos dependen de la ubicación del encofrado y se puede presentar de dos formas:

- El tratamiento se incluye en los moldes sin necesidad de moverlos de su sitio.
- Se utilizan cámaras de curado especiales, cerradas, donde los encofrados se trasladen a éstas.

La ubicación de un tipo de tratamiento térmico se basa principalmente en el aspecto económico, ya que por cualquier método empleado, el resultado de acelerar el endurecimiento del hormigón es el mismo.

Todo tratamiento térmico debe ser controlado vigorosamente, por que así como permiten alcanzar una resistencia temprana, la misma que se alcanzaría en varios días de tratamiento normal; también existe el problema de una caída de la resistencia en un plazo medio y largo.

Existen otros tipos de tratamiento que pueden ser empleados como alternativa a los expuestos anteriormente y que se ven reflejados en un beneficio económico.

Se puede mencionar calentamiento por Lámparas Infrarrojas que generalmente son colocadas alrededor del elemento a una distancia aproximada de 10 cm.

Estas lámparas irradian calor las cuales permiten que el hormigón alcance resistencias altas en cortos períodos de

tiempo y además hay que cuidar la humedad del aire que circunda el elemento.

El empleo de aditivos acelerantes en el mezclado; los cuales tienen la propiedad de acelerar la reacción de hidratación, también son utilizados en la industria de la prefabricación, siendo el más utilizado el cloruro de calcio, pero su dosificación debe estar limitada entre un 1.5 % y 2 % del peso del cemento, para evitar el riesgo de corrosión en la armadura del elemento. Los resultados obtenidos son un incremento de resistencia del 50 al 100 % en 24 horas en comparación al de un curado normal.

El acelerante de cloruro de calcio debe añadirse en disolución con el agua de mezcla; debido a que si se lo añade en forma seca, talvez no se disuelvan todas las partículas secas durante el mezclado. Si no se disuelven en la mezcla pueden producir manchas negras en el concreto ya endurecido.

El empleo de este aditivo debe ajustarse a los requisitos de especificación ASTM D98 y su muestreo y uso de acuerdo con la especificación ASTM D345.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

A continuación se detalla uno de los aditivos acelerantes, que al ser exento de cloruros permite obtener las características que requiere la mezcla de hormigón.

Aditivo acelerador de fraguado exento de cloruros.

Usos

- Para hormigonado a bajas temperaturas.
- Adecuado en obras, tanto de ingeniería civil como de edificación.
- Apto para todo tipo de hormigones en general que precisen altas resistencias iniciales.

Ventajas

- Rápido desarrollo de resistencias iniciales.
- Evita las degradaciones que sufre el hormigón al helarse.

Propiedades:

Aspecto : Líquido amarillento

Densidad : 1,420 Kg/litro

Ph : 8

Descripción

Actúa como catalizador de las reacciones iniciales de hidratación de los cementos, particularmente a bajas temperaturas. El fraguado se acelera y las resistencias mecánicas crecen rápidamente.

Dosificación

BIBLIOTECA FI

La dosificación óptima para lograr requerimientos específicos, debe determinarse mediante ensayos empleando los materiales y condiciones con que se experimentará en la práctica. Esta dosificación puede oscilar entre el 0,5 y el 3% del peso del cemento, teniendo en cuenta que una dosificación máxima puede provocar retardos de fraguado.

Modo de empleo

- **Mezcla**

  Dosificar directamente en el agua de amasado o en la amasadora. El empleo no exime de las precauciones y medidas que deben tomarse para la correcta ejecución de hormigonados.

- **Almacenamiento**

  El tiempo de almacenamiento es de 12 meses en los envases originales y cerrados manteniéndose en lugar seco.

  También se pueden emplear cementos especiales con mayor velocidad de hidratación; pero estos cementos tienen un costo elevado, ya que el proceso para obtener un cemento Pórtland de mayor finura es caro; pero los resultados de utilizar un cemento de mayor finura permiten alcanzar una resistencia en un período de 4 a 10 días. Siendo los cementos puzolánicos los de mayor velocidad de fraguado.

3.3.4. Desencofrado

3.3.4.1. Formas de Desencofrado.

Una vez escogido el método para obtener un endurecimiento acelerado es preciso saber que la resistencia del cemento debe ser tal que pueda soportar su propio peso y las presiones ejercidas por el desencofrado.

El proceso del desencofrado es un paso importante en la industria de la prefabricación en el que intervienen muchos factores como son los económicos; ya que un rápido desencofrado permite tener mayor rendimiento de los encofrados, al reducir los costos de mano de obra y evitar los tiempos muertos por el retraso en la elaboración del siguiente elemento. Entonces el tiempo de desencofrado está relacionado directamente con el tipo del elemento y la resistencia mínima requerida.

El elemento de hormigón puede ser desencofrado cuando este haya alcanzado como mínimo el 50 % de la resistencia característica a los 28 días; ésta

resistencia puede darse en un lapso de 15 a 20 horas después del vaciado del hormigón, siempre que la mezcla haya sido dosificada correctamente para obtener las altas resistencias requeridas tempranamente.

Durante el armado del encofrado se debió haber colocado un buen desencofrante ya que un aspecto a tener en cuenta en las maniobras de desencofrado es la adherencia del hormigón con el molde; porque esta fuerza puede provocar deterioros en el acabado superficial del molde e inclusive un deterioro del mismo.

Las formas de desencofrado empleados en la industria de la prefabricación, depende de la línea de producción, del tipo del elemento y el tipo de encofrado; por lo general se utilizan tres maneras las cuales se detallan a continuación:

- Desencofrado Directo.
- Desencofrado por Abatimiento.
- Desencofrado por Vuelco.

El *Desencofrado Directo* consiste en retirar el elemento de hormigón sin necesidad de desmontar el encofrado; este método es sencillo en aquellos elementos que en su interior llevan un forro, el que permite una extracción con mayor facilidad.

Para retirar el elemento se utilizan medios mecánicos que consiste en dejar anclajes en el elemento para sujetarlos con ganchos en su superficie. En el caso de paneles se utilizan anclajes con una varilla de acero que tenga un diámetro mínimo de 8 mm.

El número de ganchos que tenga el elemento está en función del tamaño del mismo y de la resistencia que tenga el hormigón en el momento del desencofrado. Siendo de cuatro ganchos el mínimo número recomendado. Los ganchos pueden ser vistos en la superficie (**fig. 3.8.a**) o en algunos casos la superficie de concreto es rebajada para luego ser rellenada una vez colocado el cemento en obra (**fig.3.8.b**).

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

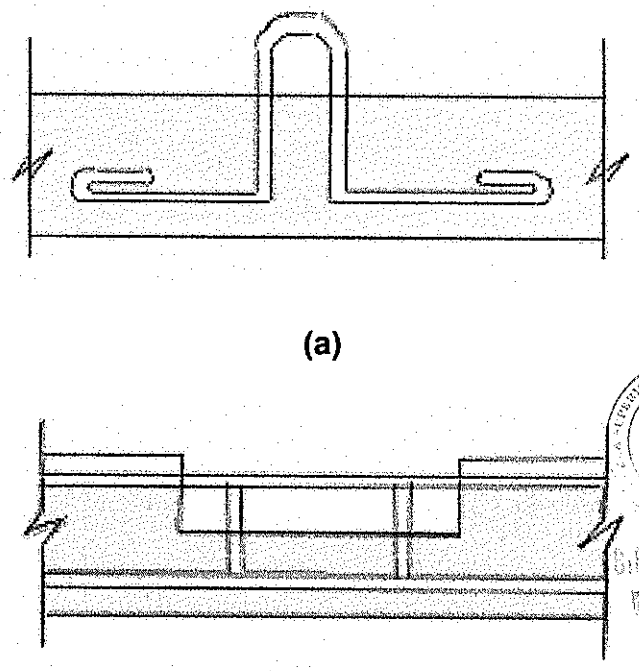


FIGURA 3.8. TIPOS DE GANCHOS

El *Desencofrado por Abatimiento* consiste en retirar los lados del encofrado, en el caso de fabricación vertical los encofrados laterales son las caras superficiales del elemento que muchas veces están articuladas en el fondo. En la fabricación horizontal los laterales se retiran fácilmente y al igual que en el desencofrado directo se utilizan medios mecánicos para el levantamiento de la pieza; si se utiliza un puente-grúa

se facilita el transporte del elemento hacia su almacenado.

El *Desencofrado por Vuelco* se lo utiliza principalmente en los elementos fabricados horizontalmente; consiste en realizar un giro de 90° cuando se sitúa el eje en un extremo, o un giro de 180° cuando el eje es central; el desencofrado por vuelco también facilita el transporte mediante el empleo de un puente-grúa cuando su giro es de 90°. Muchas veces por la limitación de espacio resulta dificultoso realizar este método.

En lugar de ganchos metálicos también se puede levantar un elemento de hormigón por medio de gas hidráulicos, los cuales inyectan presión sobre el fondo del desencofrado y permiten el levantamiento del elemento.

La combinación de los dos medios también resulta factible, se colocan los gatos con los ganchos superficiales, se levanta el elemento de igual manera

que con el medio mecánico, sólo que su presión actúa gradualmente.

3.3.4.2. Peligros del Desencofrado Rápido.

Los peligros que se obtienen de un desencofrado rápido, se derivan principalmente en la calidad de la mezcla, ya que esta es diseñada con el fin de adquirir resistencias altas tempranamente.

Como norma general el proceso de desencofrado se realiza una vez que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria en la cual sea capaz de soportar con suficiente margen de seguridad su peso propio; en la industria de la prefabricación es importante la inclusión de un aditivo en una buena dosificación ya que esta permite desencofrar rápidamente en un plazo máximo de 18 horas; este tiempo es considerado rentable ya que el ciclo de elaboración de un elemento consta de 24 horas.

Entonces, los principales problemas de un rápido desencofrado son: pérdida de resistencia, deformación; pero con una correcta dosificación de la mezcla las deformaciones ceden rápidamente y la resistencia se recupera en un corto plazo.

3.3.5. Almacenado

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

3.3.5.1. Importancia del Almacenado

El almacenado de los elementos de hormigón es una de las principales etapas en la industria de la prefabricación.

Después de la fabricación del elemento es necesario almacenarlo debido a las siguientes razones:

- El elemento de hormigón al ser desencofrado solamente tiene una parte de su resistencia total, por lo que es preciso almacenar el producto hasta que este alcance su resistencia nominal y pueda ser montado en obra.

- El tipo de organización que tenga la industria, obliga a un almacenamiento previo; este almacenamiento debe estar planificado con los tiempos de fabricación, transporte y montaje para evitar los almacenados en obra, ya que la colocación del elemento debe ser directamente desde el almacén.

Los elementos de hormigón desde que son fabricados y llevados hasta la zona de almacenamiento, están sujetos a manipulaciones o movimientos tales como: Desencofrado, transporte al almacén, carga al transporte.

Los medios de transporte utilizados dentro de la fábrica deben estar sujetos al proceso de fabricación y al espacio disponible de acuerdo a las instalaciones de la fábrica.

Una ventaja para facilitar el almacenado es utilizar un mismo medio de transporte, el cual realice todas las

manipulaciones necesarias desde su desencofrado hasta su lugar de almacenamiento.

Tener un estricto control de almacenaje, evitar manipulaciones innecesarias que ocasionen riesgos de rotura; el control prevee y rige los movimientos que se deben realizar con los elementos.

La maquinaria utilizada para la manipulación de un elemento es el almacenado y debe clasificarse así:

- Por su capacidad de movimiento
- Por su fuente de energía
- Por su flexibilidad
- Por la forma de cargar la pieza.

Los equipos más utilizados son los puentes-grúas (**Fig. 3.9**) y los pórticos sobre ruedas porque cumplen con las clasificaciones expuestas y además permiten un mejor aprovechamiento de la zona de almacenaje.

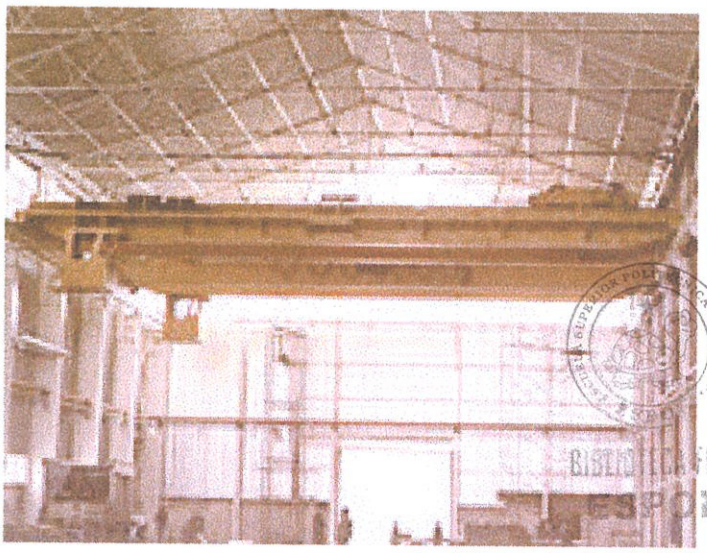


FIGURA 3.9. PUENTE GRUA

La elección adecuada de una maquinaria para transporte dentro de una fábrica depende de muchos factores que son:

- Forma y geometría de los elementos.
- Cantidad de los elementos prefabricados
- Capacidad de trabajo de las máquinas

Los dispositivos de sujeción son tan importantes como la elección correcta de la maquinaria; su colocación depende de la forma y dimensiones del elemento; debe tener una exactitud en su colocación para asegurar su estabilidad y evitar producir tensiones durante el

transporte. Cuando los dispositivos de sujeción no están colocados correctamente o no son suficientes, los cables que los sujetan pueden no tener una longitud igual, lo que provocaría un desbalance debido a las sobrecargas que aparecerían en el elemento, con el riesgo de producir fisuras o roturas.

Para evitar este fenómeno se colocan balancines entre los dispositivos de sujeción y gancho sustentante; estos balancines mejoran la estabilidad del elemento durante el transporte hacia el almacenado.

A continuación se detallan los siguientes casos para levantar una pieza de acuerdo al número de puntos de sujeción:

- Cuando se utilizan dos puntos de sujeción; la estabilidad del elemento se puede obtener utilizando un solo cable. Para mejorar el trabajo de los cables podemos emplear también una pieza rígida intermedia, cuidando de que el centro de gravedad del elemento siempre este situado por debajo del punto de enganche. Esta técnica se emplea más

para los elementos que van en posición vertical como paneles de fachada y pared.

- Para el caso de cuatro puntos de sujeción se puede utilizar la siguiente disposición: (**Fig. 3.10**)

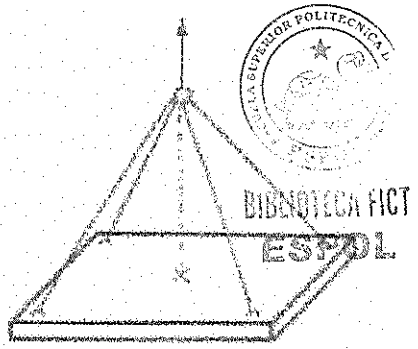

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FIGURA 3.10. SUJECIÓN DE CUATRO PUNTOS

3.3.5.2. Características y Condiciones del Almacén

Una vez analizada la importancia del almacenado, los factores que influyen en el transporte interno de los elementos fabricados, se procede a analizar las características del almacén.

Las características del almacén son específicamente su Localización y Extensión.

Localización.- La ubicación del almacén cuando se trata de una producción de planeamiento longitudinal debe estar situada después de la zona de fabricación y estar conectada por vías de comunicación en las cuales se despachen los elementos.

Cuando existen varias zonas de fabricación, se puede elegir entre tener un solo almacén o varios, pero que las vías de comunicación entre estos deben ser de tipo giratorio.

Los medios de transporte utilizados desde la zona de fabricación al almacén, limitan las dimensiones del almacén ya que su área de servicio es reducida en comparación al área necesaria para almacenado.

Cuando se utilizan puentes-grúas es necesario dejar pasillos por los cuales se pueda inspeccionar el

producto final; estos pasillos pueden tener un ancho mínimo de 1 m.

Extensión.- La superficie necesaria para una zona de almacenamiento está relacionada por algunos factores.

La demanda comercial limita el área de producción, debido a que la cantidad de elementos que se fabrique bajo pedido no es igual a mantener un buen número de elementos en stock.

Por esta razón, mientras mayor sea la demanda menor superficie de almacén se requiere.

La capacidad de producción de la fábrica es otro factor que condiciona el área de almacenado, se recomendado en base a experiencia en otros países tener en almacenamiento la producción de tres semanas como mínimo, lo que equivale a tener un área de almacenamiento igual a la de fabricación; y dependiendo de la demanda de producción muchas veces esta área se duplica.

La forma y geometría del elemento también determina la forma de almacenaje y las dimensiones del mismo, cuando se fabrican diversos tipos es aconsejable tener diferentes zonas para cada producto; cuando se fabrican elementos con dimensiones iguales es aconsejable apilarlos en la misma posición que serán montados en obra.

Condiciones del Almacén

Los elementos de hormigón por lo general son almacenados a la intemperie, por lo que el suelo sobre el que es colocado debe ser hormigonado para tener una buena circulación de los vehículos que van a cargar los elementos listos para montar en obra.

En ambientes agresivos como la época invernal en nuestro país es necesario proteger los elementos fabricados ya que en un almacén se cumple el tiempo adecuado para un endurecimiento total.

Las vías de comunicación son otra condición para el almacenado, estas deben estar en buen estado y tener un fácil acceso al almacén.

El almacén debe disponer de una buena zona para la carga de varios vehículos y en las cuales sea fácil su distribución con la maquinaria adecuada para no interrumpir el correcto aprovisionamiento en obra de los elementos prefabricados.

3.3.5.3. Consejos para el almacenado

Para obtener buenos rendimientos y un producto final de calidad, es preciso llevar un estricto control de los elementos fabricados que se encuentren en almacén.

A cada elemento se le debe asignar una ficha de control en el cual se indique la fecha de fabricación, la posición del elemento, condiciones del elemento de hormigón, la fecha de entrada y salida el almacén.

Los consejos prácticos para el almacenado se basan principalmente en la colocación de los elementos.

Como primer paso; es aconsejable almacenar los elementos en la misma posición que se colocarán en obra. Entonces los elementos fabricados para trabajar como pared es recomendable almacenarlos verticalmente; este tipo de almacenamiento necesita de menor superficie y su carga es más fácil de manipular. Estos elementos son apoyados sobre asientos en forma de A, la inclinación de este asiento evita el riesgo de voltear una pieza y que esta se rompa o sufra daños superficiales. En el caso de elementos que trabajan en sentido horizontal por lo general su almacenado es apilar los elementos de hormigón.

BIBLIOTECA FICT

Entonces un segundo consejo consistiría en apilar elementos iguales. Las piezas de hormigón son asentadas sobre tablones de madera, los que deben estar colocados exactamente uno sobre otro, ya que si no están colocados de esta manera, los elementos de

hormigón podrían fisurarse o romperse por los esfuerzos cortantes que se producirían.

Con respecto al terreno sobre el que van a estar almacenadas las piezas, este debe ser capaz de resistir el peso de las piezas por lo que es recomendable que el piso este hormigonado.

La resistencia de cada elemento limita el número de ellos para ser colocados uno encima de otro; otro condicionante es la altura de elevación de la maquinaria empleada para la manipulación de los elementos.

Los principales objetivos de un correcto almacenado son:

- Aprovechar de mejor manera el espacio disponible, evitar los riesgos de daños de los elementos durante las manipulaciones de almacenaje y transporte.

- Evitar en lo posible el sobrealmacenamiento para lo cual debe haber una correcta planificación entre la producción y el montaje de las piezas.

3.3.6. Transporte

3.3.6.1. Medios de Transporte

El transporte es una etapa importante dentro de la industria de la prefabricación de elementos de hormigón armado. Su influencia en el costo final del producto es el reflejo de las garantías que se den para la manipulación de los elementos de hormigón durante la carga y el transporte al lugar de la obra.

Las fábricas fijas tienen una limitación en el momento de diseñar y fabricar un tipo de elemento y esta es la capacidad de transporte que se tenga en el lugar, mientras que en las fábricas móviles en las que la elaboración del elemento se realiza al pie de la obra, la manipulación se ve simplemente limitada por la capacidad de la maquinaria de elevación requerida para el montaje.

La carga admisible de un vehículo utilizado para el transporte, interviene en el diseño del elemento a

fabricar porque puede limitar su dimensión y forma, un buen diseño permite un mejor aprovechamiento del medio de transporte.

Entonces, es importante señalar los factores que afectan un buen transporte de las piezas, los cuales son:

- Tamaño, forma y peso del elemento.
- Capacidad del transporte a utilizar.
- Condición de las vías de comunicación.

Los dos primeros factores están relacionados directamente con el constructor, ya que de el depende el envío organizado y a tiempo de los elementos hacia la obra. La ubicación de la fábrica debe ser elegida correctamente, analizando las condiciones que tienen las vías de comunicación y una buena planificación evitarán los tiempos muertos en el proceso de montaje, los cuales ganarían un retroceso en el plan de trabajo y pérdidas económicas en la mano de obra y utilización de equipos.

BIBLIOTECA FIC
ESPOL

Al igual que en el almacenado; es recomendable transportar los elementos de hormigón en la misma posición que se colocarán en obra; esto facilita la carga y descarga de los elementos y además se consigue un mejor aprovechamiento de la capacidad de carga del transporte.

El movimiento producido durante el transporte puede provocar daños en el acabado de los elementos inclusive su rotura, por lo que es recomendable, colocar buenos asientos debajo de las piezas de hormigón si estos fueran apilados uno sobre otro, para lo cual es mejor intercalar cada pieza colocando tablones de madera que sean anchos para reducir la carga producida por el peso del elemento superior.

Cuando su transporte es en posición vertical es mejor llevarles en caballitos de madera o metálicos y los puntos de apoyo se los recubre con material blando para no dañar su acabado superficial.

El medio más utilizado para transportar elementos de hormigón es la carretera por la mayor rapidez que brindan; el transporte adecuado son camiones con una capacidad de carga de 30 Ton. (**Fig. 3.11**), cuyas características geométricas son las detalladas a continuación:

- Longitud Máxima Total: 18 m.
- Ancho: 2.5 m.
- Altura: 4.0 m.
- Plataforma principal de carga equipada con un caballete metálico central de 10 m. de longitud.

FIGURA 3.11. CAMION DE 30 TON.

Es necesario prever el recorrido de los camiones en zonas urbanas para evitar congestionamientos y retrasos en el montaje de los elementos; un mejor aprovechamiento de la capacidad de carga se tiene con plataformas bajas con una altura libre de 0.30 m sobre el nivel del suelo.

Las distancias recorridas por un camión incluida la carga y descarga se encuentran dentro de los 80 Km. En carretera, pero esta distancia puede variar dependiendo del tamaño de los elementos. La velocidad media recomendada es de 30 Km/h a 40 Km/h.

La importancia del número de vehículos de transporte es función de la capacidad de producción de la fábrica, la distancia entre la fábrica y la obra; y del ritmo de montaje de los elementos.

3.3.6.2. Carga y Descarga de los Elementos

Las operaciones de carga y descarga de los elementos de hormigón se realiza con la misma maquinaria

empleada en el almacenado y montaje de los mismos; no hay necesidad de usar otra maquinaria adicional o realizar manipulaciones extras que provocarían un diseño o rotura de la pieza.

En la carga de elementos en el transporte se recomienda colocarlos en la posición que serán montados, esto facilita la maniobra de descarga e inclusive el montaje porque coloca el elemento en su lugar y posición correcta.

Muchas veces es necesario improvisar un pequeño almacén al pie de obra para no retrasar el transporte de los elementos; pero el volumen de almacenado provisional se rige por las características de las piezas sin necesidad de almacenar muchos elementos, siendo el 10% del total de las piezas requeridas para una vivienda, en valor recomendado para el almacén provisional.

El uso de semiremolques es beneficioso para agilitar las manipulaciones de carga y descarga; consisten en

desenganchar el remolque cargado, tomar otro vacío y regresar a la fábrica, en la planta otro remolque espera cargado.

Este ciclo de transporte elimina los tiempos muertos, por supuesto, es necesario tener un número de remolques mayor aproximadamente el doble con respecto al número de camiones.

En esta etapa de la prefabricación hay que considerar los costos que por lo general representan un costo del 5% al 10% del costo total del elemento. En este costo influye: la carga, descarga y la manipulación del elemento, debido a la mano de obra requerida, el uso de maquinaria y la energía utilizada; por lo que es mejor montar el elemento directamente desde el transporte.

3.3.7. Montaje

3.3.7.1. Maquinaria para la Colocación de Elementos

La etapa final de la prefabricación de elementos de hormigón armado es el montaje, en esta parte se debe escoger una máquina previo un análisis económico del costo total del montaje. Para la elección de un tipo de maquinaria deben considerarse los siguientes puntos:

- Tamaño de la pieza, dimensiones, peso, tipo.
- Número de elementos.
- Altura de la obra.
- Distribución de la edificación.

Éstos son principalmente características de la obra y dificultades en el montaje; la maquinaria debe satisfacer las condiciones de trabajo, por lo que es importante conocer las características de la maquinaria a adquirir, las cuales son:

- Capacidad de elevación de carga
- Velocidad de trabajo
- Movilidad sobre el terreno

- Previsión

También hay que considerar los posibles movimientos de la máquina; en cuanto a velocidad es recomendable utilizar un mínimo de dos velocidades: una rápida para la elevación y una lenta para el montaje; de su velocidad depende la precisión en el montaje para evitar golpes.

Cuando existen elementos de distintos pesos y son variados, entonces es mejor utilizar varias máquinas de distintas características; caso contrario no se aprovecharía correctamente la capacidad de elevación y es mejor trabajar la maquinaria bajo carga constante.

Las maquinarias más utilizadas para el montaje de elementos de hormigón son:

- Autogrúas
- Grúas Torre sobre carriles
- Grúas Pórtico sobre neumáticos

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

A continuación se describen las ventajas y desventajas de las Grúas Torre y Grúas Pórtico.

Grúas Torre sobre carriles

Consiste de un bastidor que va provisto de cuatro ruedas y lleva un carretón sobre el que se coloca un peso estabilizador. La torre es de celosía construida a base de perfiles metálicos. (**Fig. 3.12**)

Ventajas:

- Movilidad de cargas mayores.
- Se puede utilizar en edificios de gran altura.
- Muy útil en los movimientos.

Desventajas:

- Montaje y Desmontaje.
- Transporte de la grúa.
- Instalación de los carriles.

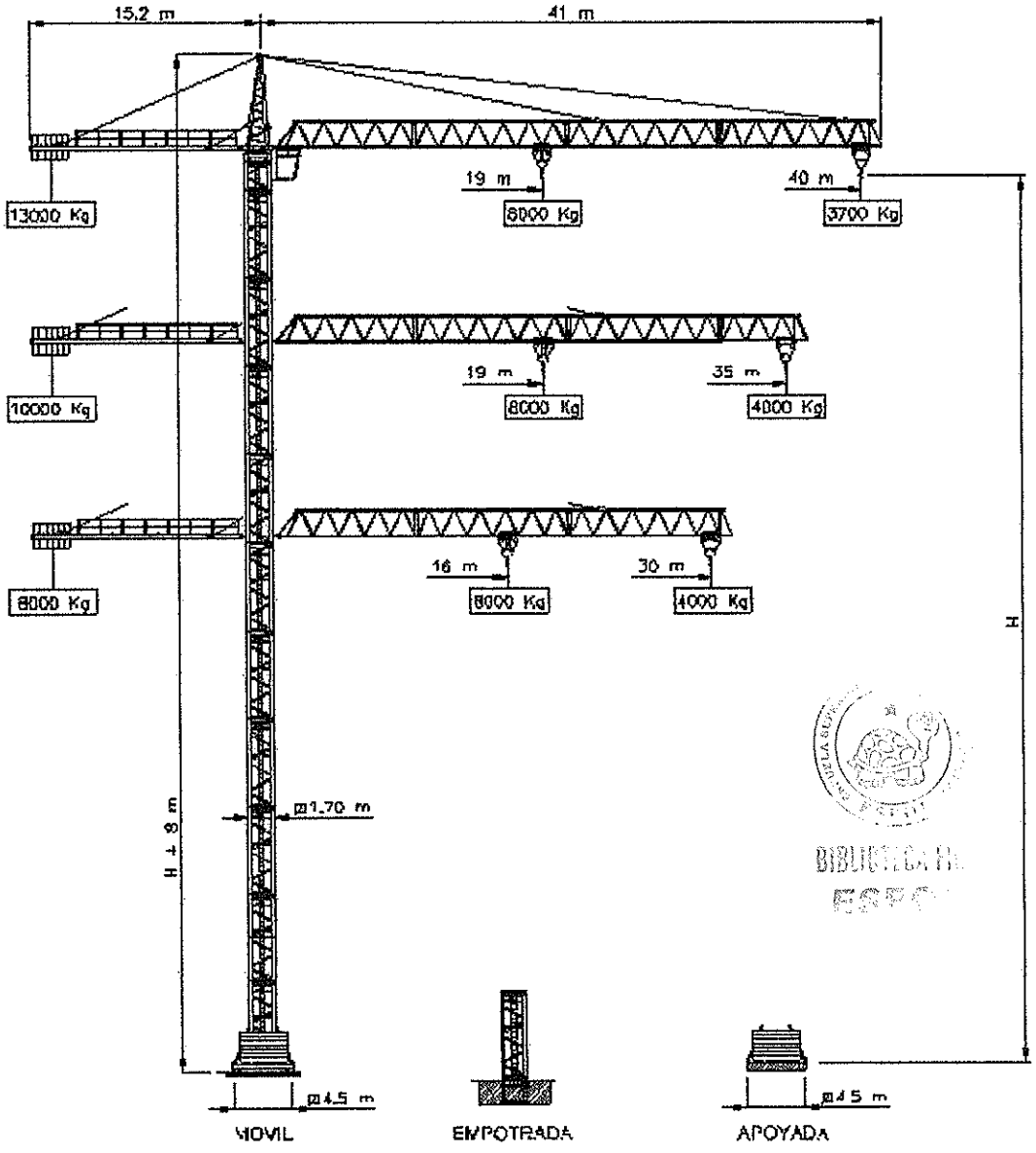


FIGURA 3.12. GRUA TORRE

Grúas Pórtico sobre neumáticos

Consta de dos soportes los cuales en sus vértices superiores están unidos por una viga sobre la que trabaja el mecanismo de elevación.

En la base van colocadas las ruedas que facilitan su desplazamiento. (**Fig. 3.13** y **Fig. 3.14**)

Ventajas:

- Mayor capacidad de carga.
- Precisión en el montaje.
- Mejor aprovechamiento en la zona de fabricación y almacenamiento.
- Mayor estabilidad.

Desventajas:

- Dificultad de montaje de la grúa.
- Limitación y lentitud de movimientos.
- Para su desplazamiento necesita carriles dobles.
- Poca altura de elevación de carga.

FIGURA 3.13. VISTA FRONTAL – GRUA PORTICO

ESPOL
BIBLIOTECA FICT

FIGURA 3.14. GRUA PORTICO

Autogrúas

Estas son las más utilizadas por su movilidad y su gran capacidad de carga. Consiste de una plataforma giratoria en la que se articula la pluma, con la cabina de mando y los motores de elevación y giro. Su capacidad

de carga permite aproximarse hasta cerca de la vertical del punto de colocación de la pieza.

El peso propio del vehículo le brinda gran estabilidad, también tiene incorporados unos brazos tan extensibles en los extremos que se apoyan sobre unos platos; la grúa se sustenta sobre estos apoyos antes de levantar el elemento y colgarlo; cuando se trabaje sobre pavimento es recomendable colocar tablones de madera debajo de los discos de apoyo.

Por su capacidad de carga, altura de elevación y buena estabilidad son los más recomendados para el montaje de este tipo de viviendas. (**Fig. 3.15** y **Fig. 3.16**)

FIGURA 3.15. AUTOGRUA

FIGURA 3.16. MANIPULACIÓN DE LA AUTOGRUA

La elevación de un elemento de hormigón se facilita aún más cuando se utilizan balancines o poleas de gancho de la grúa. La mejor opción es usar un balancín formado por una viga recta con dos cables de suspensión; este medio auxiliar sirve para levantar elementos de distintas longitudes.

El objetivo de los balancines es transformar la carga puntual que se produciría en el gancho por una distribución de cargas, cuando se aplican los puntos de

sujeción en distintas posiciones de la pieza; al tener mayor sujeción de la pieza, se consigue más equilibrio durante la elevación.

Los puntos de suspensión se deben calcular correctamente y simétricamente, de tal manera que el gancho propio de la grúa quede por encima del centro de gravedad del elemento.

Estos puntos de suspensión van incorporados en el elemento, por lo que la grúa simplemente lo sujeta y lo eleva hasta su posición; muchas veces por condiciones del transporte las piezas no llegan a la obra en la posición que serán colocadas, es necesario una doble operación.

Si llegaran en una posición vertical, la grúa lo toma de sus ganchos y lo coloca en el suelo en posición horizontal mediante un giro de 90 ° sobre uno de sus bordes y vuelve a tomarlo de sus ganchos de suspensión horizontal, lo eleva y coloca en su posición correcta.

En el caso de elementos de pared se utilizan balancines con 2 ó 3 puntos de suspensión; su montaje es más rápido y sencillo debido a que se toman los paneles directamente del transporte en la posición que se colocarán.

Para los elementos horizontales (losas) se utilizan balancines con 4 puntos de suspensión. Como recomendación es importante que la colocación de estas piezas no se haga hasta que las inferiores no estén totalmente rigidizadas y evitar que los obreros se coloquen sobre estos elementos durante el montaje.

Siendo necesario en el montaje apuntalar los elementos hasta que se complete el hormigonado de sus juntas; por lo que el elemento no es soltado de la grúa hasta que se asegure su estabilidad.

En este tipo de construcción los puntales metálicos tubulares con longitud variable resultan los más adecuados.

Para tener un buen apuntalamiento de las paredes se deben seguir las siguientes indicaciones:

- Es mejor tener varios puntales como mínimo 2 por panel.
- La longitud del puntal debe ser variable.
- Un anclaje múltiple de 2 ó más elementos se consigue situando el anclaje de los puntales en el centro del piso de una habitación.
- Los anclajes deben ser fijados sobre una articulación.

Los puntales deben ir colocados mientras se dispone de la armadura complementaria para columnas, juntas y los empalmes de las instalaciones eléctricas y sanitarias; luego se vierte y vibra el hormigón para lo cual se utilizan ligeros encofrados verticales.

La planificación del montaje es importante por lo que es preferible montar los paneles interiores y los exteriores dejarlos para el final.

El tiempo total requerido para el montaje de una vivienda según experiencias de otros países principalmente europeos es de 3 a 5 días según las características de la misma.

El equipo necesario para el montaje de ambos tipos de elemento puede estar formado por:

- 1 Gruísta
- 2 Obreros para carga de grúa.
- 1 Jefe de operaciones
- 2 Obreros para montar la pieza en obra.

El tiempo de colocación de un elemento, depende de la capacidad de la grúa, y la capacitación que tenga el personal obrero, generalmente este tiempo está entre los 15 y 20 minutos; este tiempo se puede desglosar de acuerdo a las maniobras que se realicen; detallados a continuación (**Tabla 3.3**):

TABLA 3.3

TIEMPOS DE MANIPULACIÓN

Tipo de Manipulación	Tiempo (minutos)
Enganche del elemento	1
Elevación y desplazamiento del elemento	1
Colocación y apuntalamiento	15
Desenganche del elemento	2
Retorno a la posición inicial	1

La precisión es una de las principales condiciones de un montaje. Pero la falta de precisión no se relaciona directamente con el montaje; en la fabricación del elemento debe existir un control de calidad que apruebe si un elemento de hormigón está apto para el montaje.

Un error en la precisión del montaje puede provocar un problema estructural en la vivienda, además de una mala estética.

Entonces sería importante tener un equipo de topografía que compruebe las nivelaciones y alineaciones según el avance de la obra.

Existen tablas en las cuales se describe las tolerancias permisibles en el montaje para construcciones con elementos prefabricados, en este proyecto se puede adoptar la siguiente (**Tabla 3.4**):

TABLA 3.4

TOLERANCIAS ADMISIBLES EN EL MONTAJE

Tipo de Error	Error admisible en el montaje (mm.)
Falta de verticalidad en la altura de una planta.	± 5
Falta de verticalidad en la altura total del edificio.	± 20
Error en la anchura o longitud total del edificio.	± 10
Falta de horizontalidad de un muro en la longitud del edificio.	± 25
Falta de horizontalidad de las losas de tramo o de los peldaños de escalera por metro.	± 1
Espesor de la junta horizontal entre elementos prefabricados.	+ 5 - 2
Espesor de la junta vertical entre elementos prefabricados.	+ 5 - 2
Error en la altura de una planta.	± 20
Error en la altura del edificio.	± 40

ESPOL BIBLIOTECA FICT

CAPÍTULO 4

4. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA A PREFABRICAR.

ESPOL

4.1. Ubicación

El gran crecimiento poblacional que vive el Ecuador, en este caso Guayaquil, ha hecho que las autoridades municipales desarrollen un plan de ordenamiento en la ciudad, este plan consiste en agrupar las distintas zonas y clasificarlas de acuerdo a la actividad que vayan a tener en un futuro.

Las zonas destinadas a la vivienda en la ciudad de Guayaquil, son por el noreste en la Vía a Samborondón y por el oeste en la Vía a la Costa, además de estos lugares también se encuentran terrenos para edificación de viviendas en la Vía a Daule, aunque estos serán alternados con zonas comerciales e industriales.

El empezar a construir en zonas perimétricas de la ciudad, nos da una clara visión de lo poblada que se encuentra la ciudad, y la futura necesidad de vivienda propia. Este tipo de construcción tiene por objetivo cubrir todas las necesidades básicas que debe tener una vivienda y por su velocidad de montaje solucionará los problemas habitacionales que tenga cualquier ciudad del Ecuador.

El desarrollo de este sistema de edificación en los países desarrollados ha tenido un gran impacto, ya que la trabajabilidad que tiene el hormigón permite plasmar modelos de vivienda que vayan acorde a las distintas clases sociales y a sus necesidades. Entonces aplicando este sistema, se puede construir desde bloques múltiples hasta grandes urbanizaciones que tengan una interesante plusvalía.

La ciudad de Guayaquil, ha mejorado su ordenamiento en cuanto a urbanizaciones, por lo que este tipo de construcción es aplicable en cualquier zona de la ciudad.

La **fig. 4.1** muestra un mapa a breves rasgos de la ciudad de Guayaquil y las zonas en las cuales se expandirá la ciudad en el futuro.

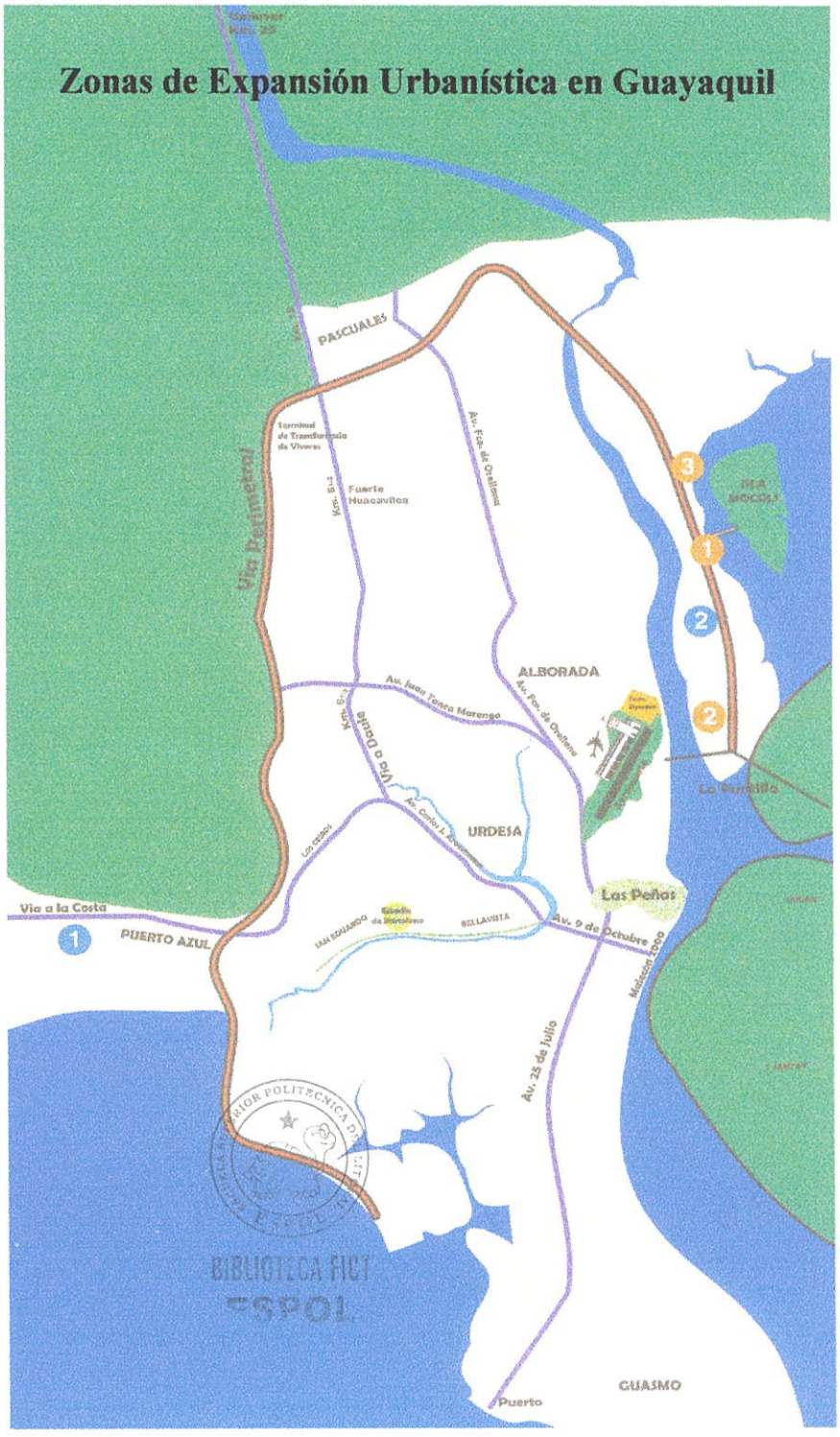


FIG. 4.1. Mapa de Expansión Urbanístico de Guayaquil.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

4.2. Suelo Idóneo para el Tipo de Construcción

Para iniciar un proyecto con estas características es importante conocer el suelo, sobre el que se edificará la vivienda, entonces los ensayos que se realicen para obtener los parámetros adecuados, no deben hacerse solo en el sitio de la vivienda, sino también en el terreno circundante.

El tipo de suelo que se tenga en el terreno destinado a la construcción es un factor importante dentro del costo final de la urbanización o conjunto habitacional que se desarrolle.

De acuerdo al tipo de suelo que se encuentre se realizará una cimentación superficial o profunda, ambas se diferencian de la profundidad a la que se encuentre el suelo resistente.

El suelo característico de la ciudad de Guayaquil es por lo general una arcilla amarilla de una muy buena resistencia a la compresión que se encuentra hasta unos 5 m. de profundidad. En la mayor parte de la ciudad también encontramos rellenos de un espesor variado el cual es retirado al iniciar la construcción de una edificación.

El suelo idóneo para este tipo de construcción, depende de la capacidad admisible de carga que proporcione el suelo, este valor es variable para el tipo de suelo que tengamos, por eso, en muchos casos es necesario realizar varios sondeos en el terreno de fundación.

Otro problema debido al suelo sobre el que se cimiente la obra, es el asentamiento, en este tipo de construcción el nivel sobre el que se edifica la vivienda esta de 1 m a 1.5 m por encima del nivel del bordillo de la acera, entonces es necesario tratar el suelo mediante el uso de precargas de 1 a 3 m de altura durante un tiempo determinado, para poder absorber los problemas de asentamiento debido al relleno existente y al nuevo relleno.

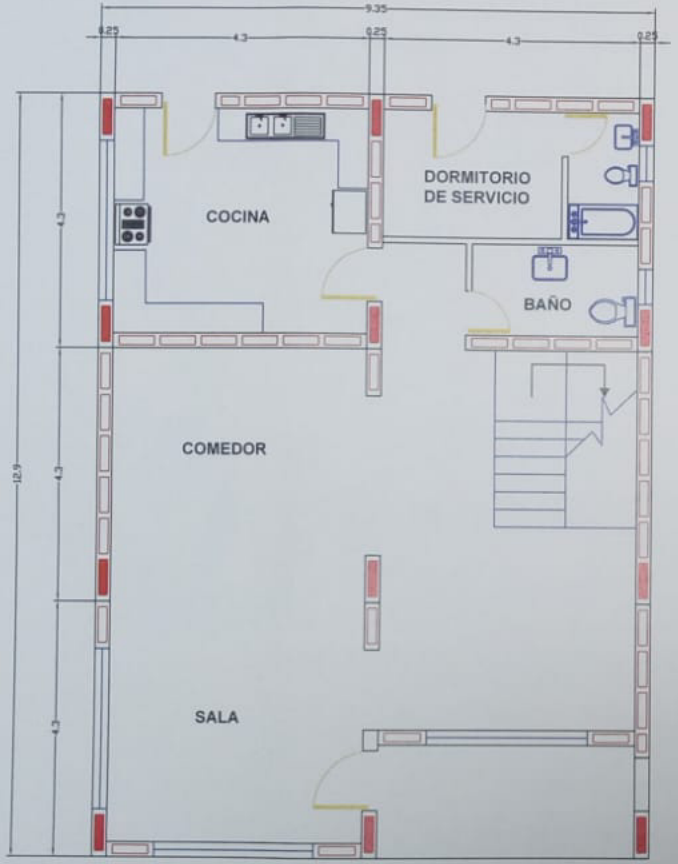
Sabiendo que la capacidad admisible de carga, es un parámetro importante para la edificación de una vivienda, se debe determinar para este tipo de proyecto una capacidad admisible de 5 Ton/m^2 que es un valor apropiado para este tipo de construcción. Además este parámetro será utilizado más adelante para el cálculo de la cimentación a emplear.

4.3. Planos Arquitectónicos

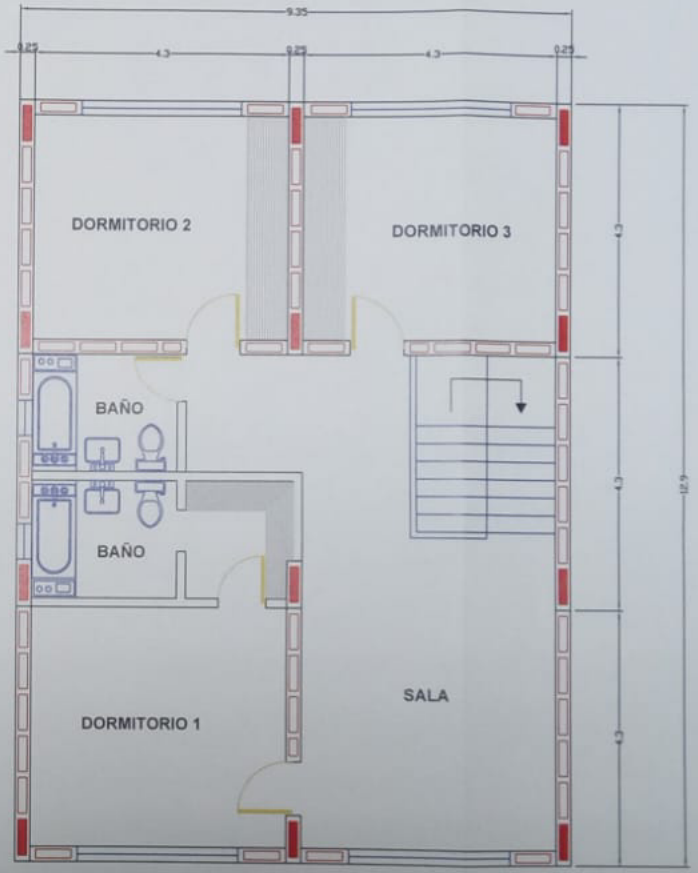
Los planos que se presentan en este capítulo son:

- Plano Arquitectónico.
- Plano Instalaciones Sanitarias.
- Plano Instalaciones Eléctricas.
- Plano de Disposición General de Tableros.

Los planos correspondientes al diseño estructural y al detalle de la cimentación, se encuentran en el capítulo 6, los planos arquitectónicos están dibujados a una escala 1:50.



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT - ESPOL

PROYECTO
SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

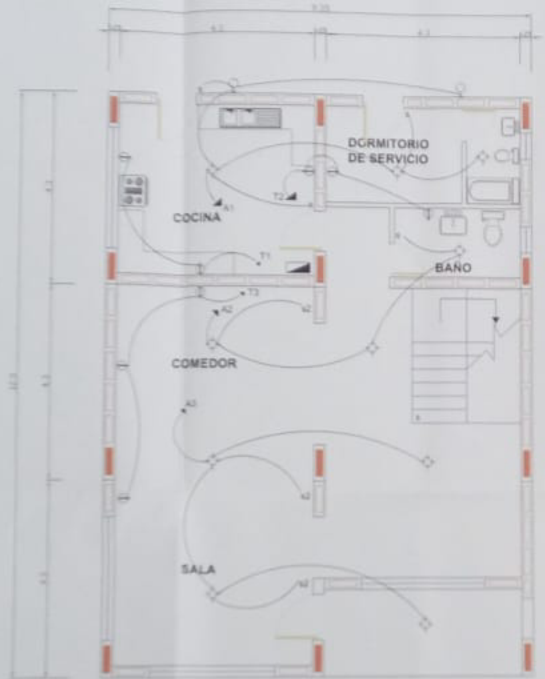
CONTENIDO
DISPOSICIÓN GENERAL DE LOS TABLEROS

ESCALA 1 75

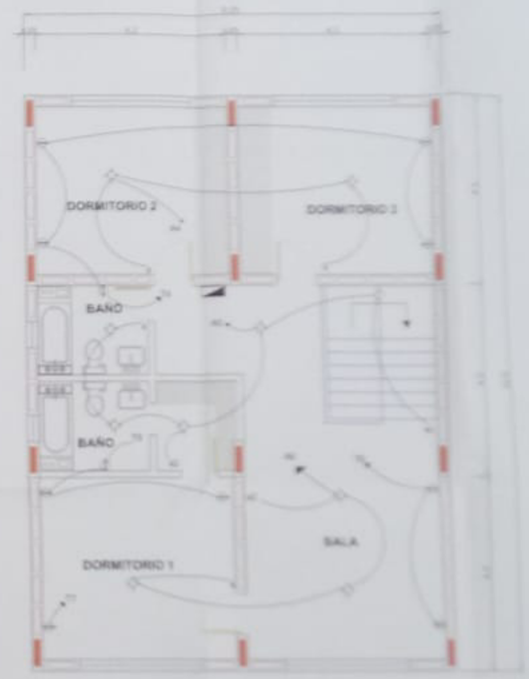
PLANO No. 4

NOMBRE
Dibj. S. Caballero Olivares

DIRECTOR
Ing. Julio Rodríguez R.



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

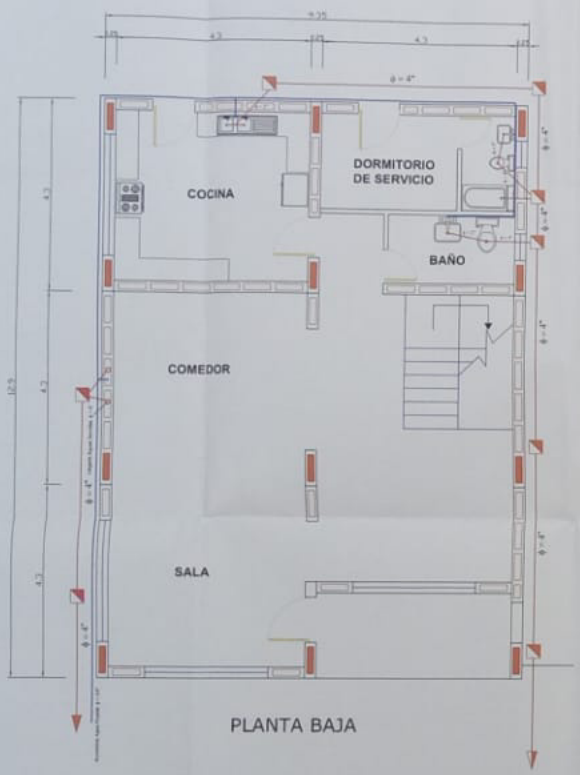
SIMBOLOGÍA

Símbolo	Descripción
	Punto de luz
	Tomacorriente doble 120 V
	Tomacorriente sencillo 240 V
s	Interruptor sencillo
s2	Interruptor doble
	Panel de Distribución General
	Aplique de pared
sc	Interruptor de conmutación

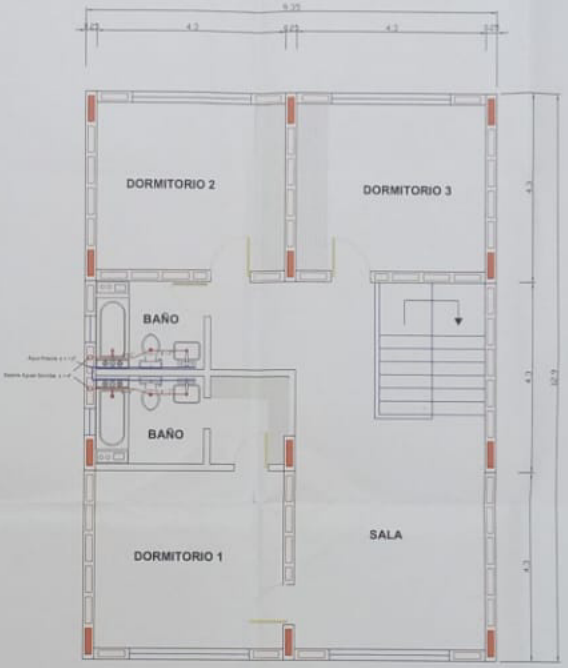
FICT - ESPOL

SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

1:50



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

SIMBOLOGÍA

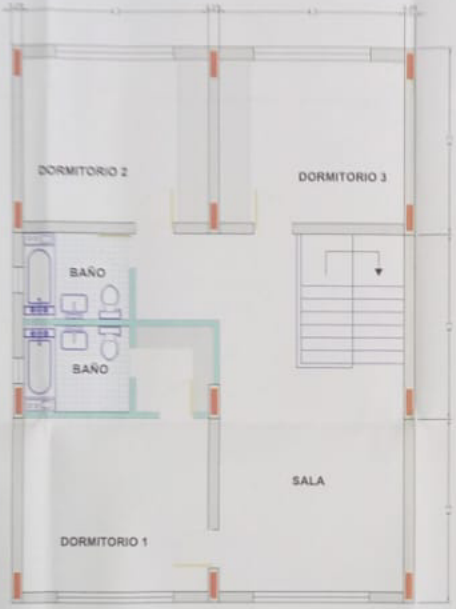
	Línea de Agua Potable
	Línea de Aguas Servidas
	Salida de Agua Potable
	Caja de Registro de Aguas Servidas
	Bajante de Aguas Servidas
	Punto de Aguas Servidas

FICT - ESPOL

PROYECTO:
SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGON ARMADO

CONTENE:		ESCALA:	PLANO No:
Plano de Instalaciones Sanitarias		1: 50	4.2
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Juno Rodriguez R.		

PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

ELEVACIÓN LATERAL

ELEVACION PRINCIPAL

FICT- ESPOL

SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

1:50

4.1

4.4. Especificaciones.

Proyecto: Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado.

Ubicación:

Área de Terreno:	240.00 m2.
Área de Construcción:	245.10 m2.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Acabados:

Paredes:	Interiores enlucidas y empastadas.
Puertas:	De Laurel.
Ventanas:	De aluminio, vidrios color bronce.
Cubierta:	Estructura Metálica.
Inst. Eléctrica:	Empotrada de 110 v. y 220 v.
Inst. Sanitaria:	Empotrada con tubería de P.V.C.
Pisos:	Recubiertos con cerámica.
Otros:	Baños y mesones de cocina recubiertos de cerámica.

CAPÍTULO 5

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

5. ELEMENTOS COMPONENTES DE LA VIVIENDA.

5.1. Generalidades.

La diversidad de las formas y la facilidad de construcción que brindan los elementos prefabricados, permiten al ingeniero elaborar una amplia gama de piezas de hormigón.

Con la prefabricación de elementos de hormigón armado, se puede editar un catálogo de piezas, de acuerdo, a las necesidades que se presenten en una obra.

En este capítulo se analizarán la composición, dimensión y fabricación de cada uno de los paneles prefabricados que componen la vivienda.

Para una mejor comprensión se ha identificado a cada panel con un código, esta identificación es indispensable durante la fabricación y el montaje de los paneles.

La identificación que se propondrá es la siguiente: La primera letra del código corresponde a la palabra panel; la segunda letra corresponde a la característica principal que tenga incorporado el panel. Estas letras irán acompañadas de un número, en el caso de los paneles portantes se escribirá su longitud y para los paneles que funcionarán como losas se escribirá el ancho del elemento. Por ejemplo:

PV 4300	P:	Panel
	V:	Ventana (Panel con hueco para ventana)
	4300:	Longitud expresada en mm.

La razón principal de colocar un número a continuación de las siglas es, por que no todos los paneles tienen igual longitud, la longitud de los distintos elementos varía dependiendo del tipo de edificación que se vaya a realizar y de acuerdo a las necesidades de la obra.

A continuación se detalla cada uno de los paneles:

PS 4300 (Panel de pared)

Descripción:

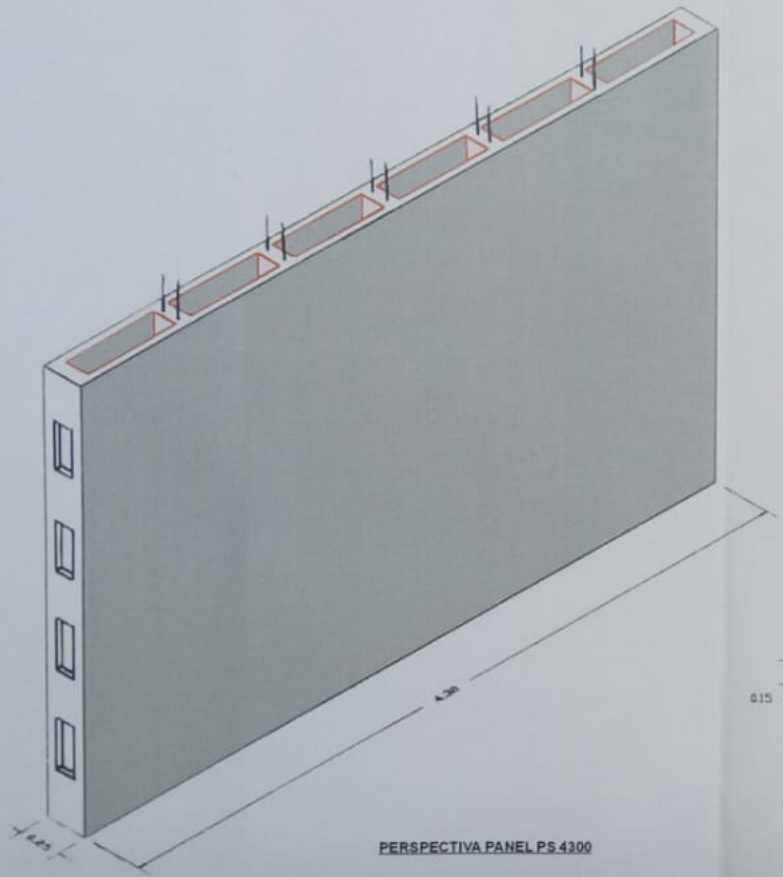
Construido con hormigón armado, utilizado en la planta baja y planta alta, panel completamente cerrado, está provisto de 6 cajonetas, debido al espesor que tiene brinda una protección acústica y un buen aislamiento térmico. (**Fig. 5.1**)

Dimensiones:

Panel:	Longitud	=	4.30 m.
	Altura	=	2.70 m.
	Espesor	=	0.25 m.
Cajonetas:	Largo	=	0.60 m.
	Ancho	=	0.15 m.
Cajuelas Laterales:	Alto	=	0.20 m.
	Ancho	=	0.15 m.
	Espesor	=	0.03 m.
Nervios:	Espesor	=	0.10 m.

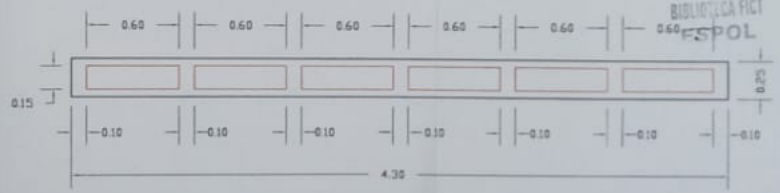
Peso aprox. = 3.322 Kg.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL



PERSPECTIVA PANEL PS 4300

DISTRIBUCION DE CAJONETAS PANEL PS 4300
ESC. 1:25



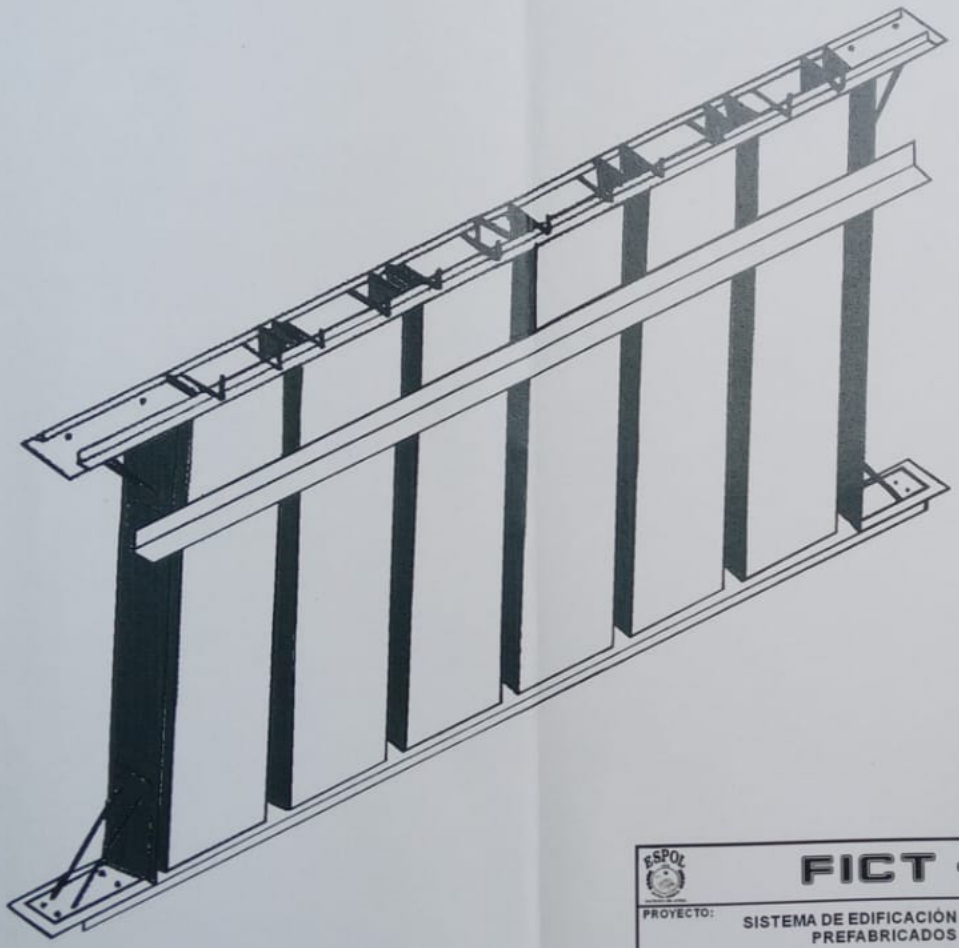
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT · ESPOL			
PROYECTO:	SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO		
CONTENIDO:	PANEL PS 4300	ESCALA: 1:25	FIGURA No.: 5.1
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		

Para la fabricación de estos tipos de paneles, se emplearán moldes metálicos, el perímetro del panel se lo formará con un marco metálico, de acuerdo a las medidas que tenga el panel, el molde tiene la particularidad de poder ajustarlo a la longitud que se requiera, en los lados superiores e inferiores del marco se encuentran las aberturas de las cajonetas, por las cuales, traspasará un tubo de sección rectangular.

Estos tubos son ajustables en ambos extremos, donde se ubican dispositivos de enganche que permiten desmoldar estas cajonetas con mucha facilidad, debido a que, al momento de desajustar, los tubos reducen su sección, lo que permite golpearlos suavemente en un lado y retirarlos cuidadosamente del otro lado. Para este diseño los tubos tendrán una longitud de 2.90 m. En la **Fig. 5.2** se visualizan los detalles del molde del panel, así como sus sistemas de ajuste.

La característica de poder ajustarlos a cualquier longitud es lo que permite fabricar con el mismo molde el panel PS 2900, debido a que sólo se reduce su longitud y mantiene la misma sección de cajonetas.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT - ESPOL			
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: Encofrado para Panel		ESCALA: 1:25	FIGURA No.: 5.2
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		

PS 2900 (Panel de pared)

Descripción:

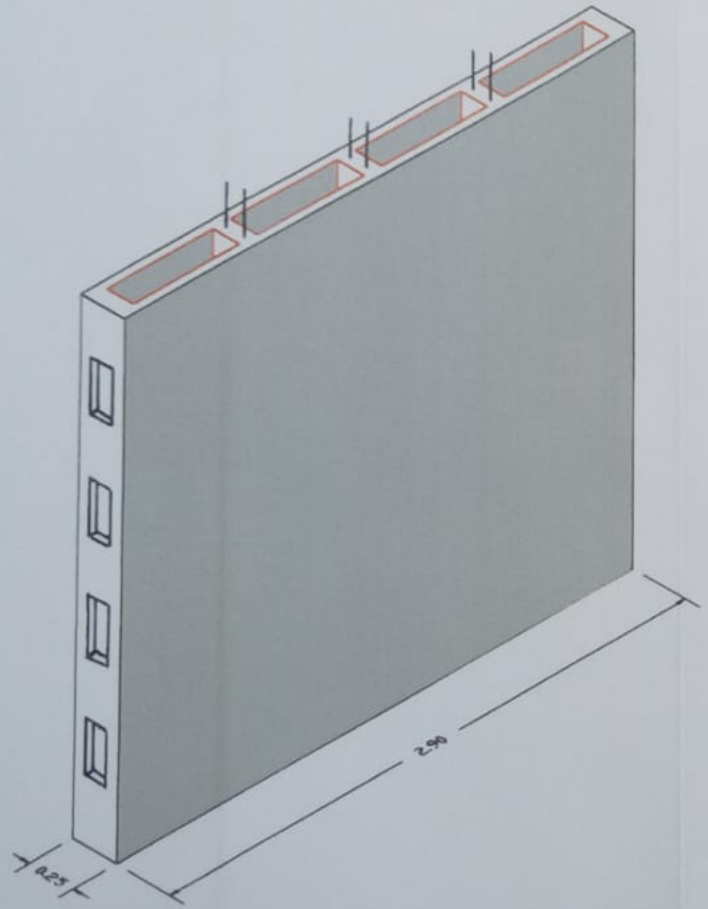
Construido con hormigón armado, utilizado solamente en la planta baja, se lo utilizará de división entre escalera y el baño social, está provisto de 4 cajonetas, debido al espesor que tiene brinda una protección acústica y un buen aislamiento térmico. (**Fig. 5.3**)

Dimensiones:

Panel:	Longitud	=	2.90 m.
	Altura	=	2.70 m.
	Espesor	=	0.25 m.
Cajonetas:	Largo	=	0.60 m.
	Ancho	=	0.15 m.
Cajuelas Laterales:	Alto	=	0.20 m.
	Ancho	=	0.15 m.
	Espesor	=	0.03 m.
Nervios:	Espesor	=	0.10 m.

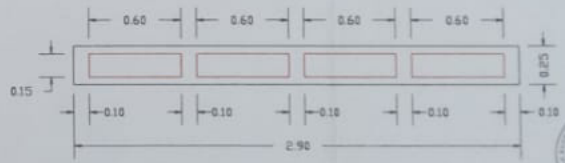
Peso aprox. = 2.267 Kg.

BIBLIOTECA FICT ESPOL



PERSPECTIVA PANEL PS 2900

DISTRIBUCION DE CAJONETAS PANEL PS 2900
ESC. 1:25



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT · ESPOL			
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: PANEL PS 2900		ESCALA: 1:20	FIGURA No.: 5.3
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		

PV 4300 (Panel con ventana)

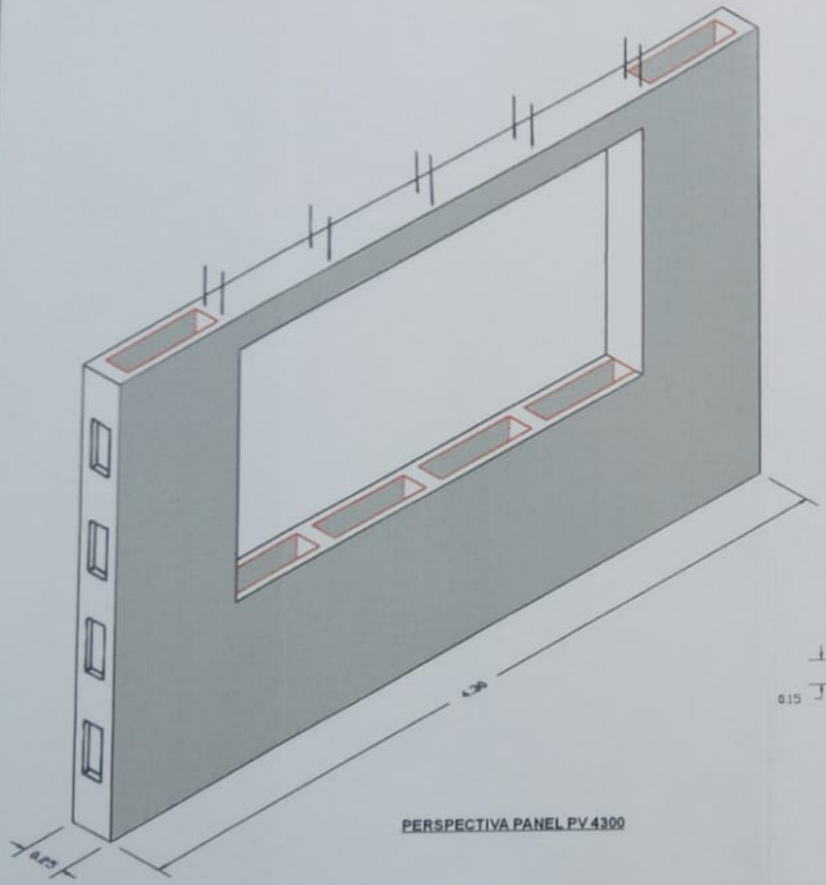
Descripción:

Construido con hormigón armado, utilizado en la planta baja y alta, panel con hueco para ventana, está provisto de 2 cajonetas en sus extremos y 4 en la parte inferior de la ventana, en la parte superior del panel se construirá un dintel. (**Fig. 5.4**)

Dimensiones:

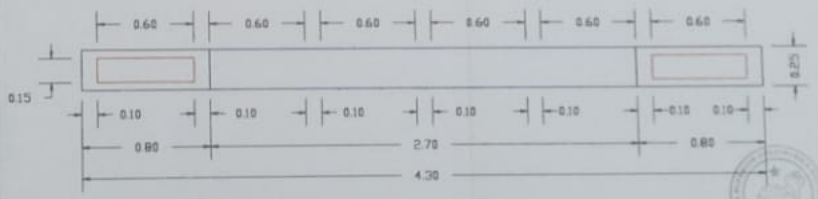
Panel:	Longitud	=	4.30 m.
	Altura	=	2.70 m.
	Espesor	=	0.25 m.
Ventana:	Longitud	=	2.70 m.
	Altura	=	1.50 m.
Cajonetas:	Largo	=	0.60 m.
	Ancho	=	0.15 m.
Cajuelas Laterales:	Alto	=	0.20 m.
	Ancho	=	0.15 m.
	Espesor	=	0.03 m.

Peso aprox. = 2.401 Kg.



PERSPECTIVA PANEL PV 4300

DISTRIBUCION DE CAJONETAS PANEL PV 4300
ESC. 1:25



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

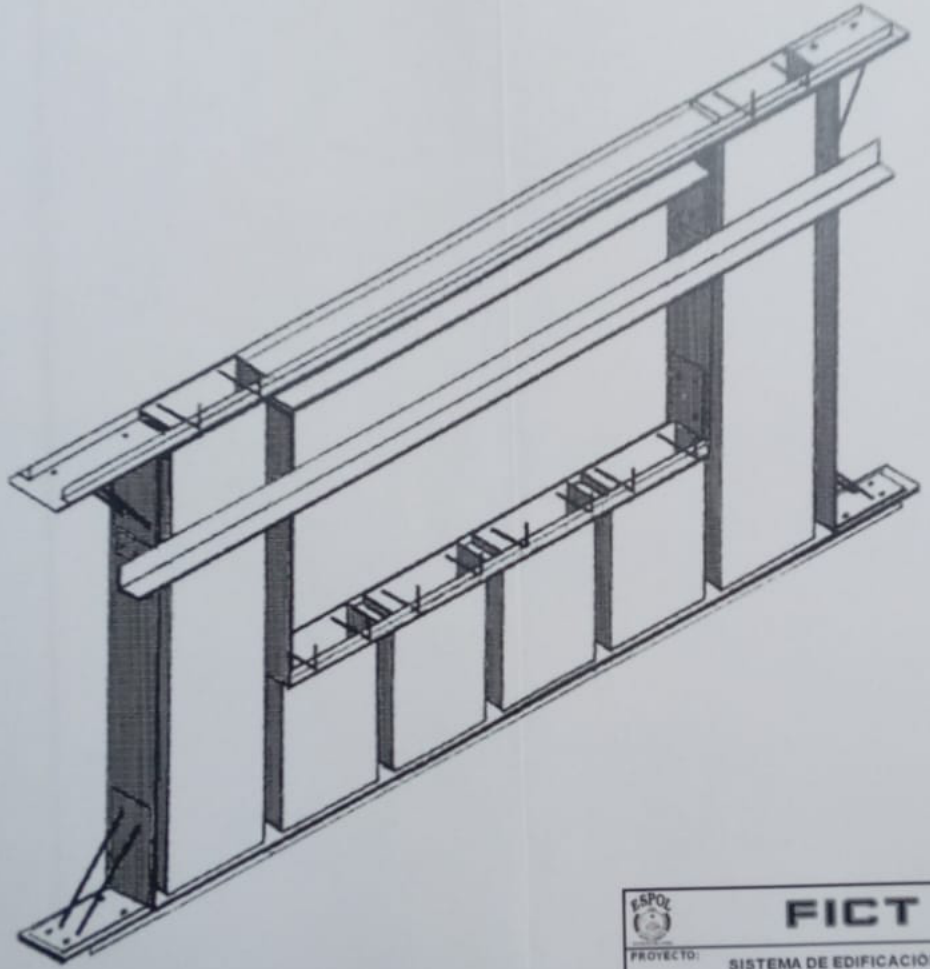
FICT · ESPOL			
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: PANEL PV 4300		ESCALA: 1:25	FIGURA No.: 5.4
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		

Para el panel PV 4300, es necesario incorporar un molde para poder obtener el hueco de la ventana. Este molde también será metálico, las cajonetas estarán dispuestas de la siguiente forma: Dos cajonetas en ambos extremos del panel, con una longitud de 2.90 m.; en la parte inferior de la ventana, se utilizarán cajonetas, pero con una longitud menor.

Como medida de seguridad para el montaje de este panel es necesario, que la parte superior sea maciza, para evitar fracturamientos, esta zona estará provista con acero de refuerzo para soportar esfuerzos de flexión, y corte.

Los puntos de sujeción de los paneles deben ser ubicados en una posición en la cual los momentos positivos y negativos producidos por el levantamiento del mismo sean iguales.

El molde metálico que se utilizará para la elaboración del panel PV 4300, esta representado en la **Fig. 5.5**.



FICT - ESPOL

PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: Encofrado para Panel PV 4300		ESCALA: 1:25	FIGURA No.: 5.5
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Ríos		

BIBLIOTECA ESPOL

PP 4300 (Panel con puerta)

Descripción:

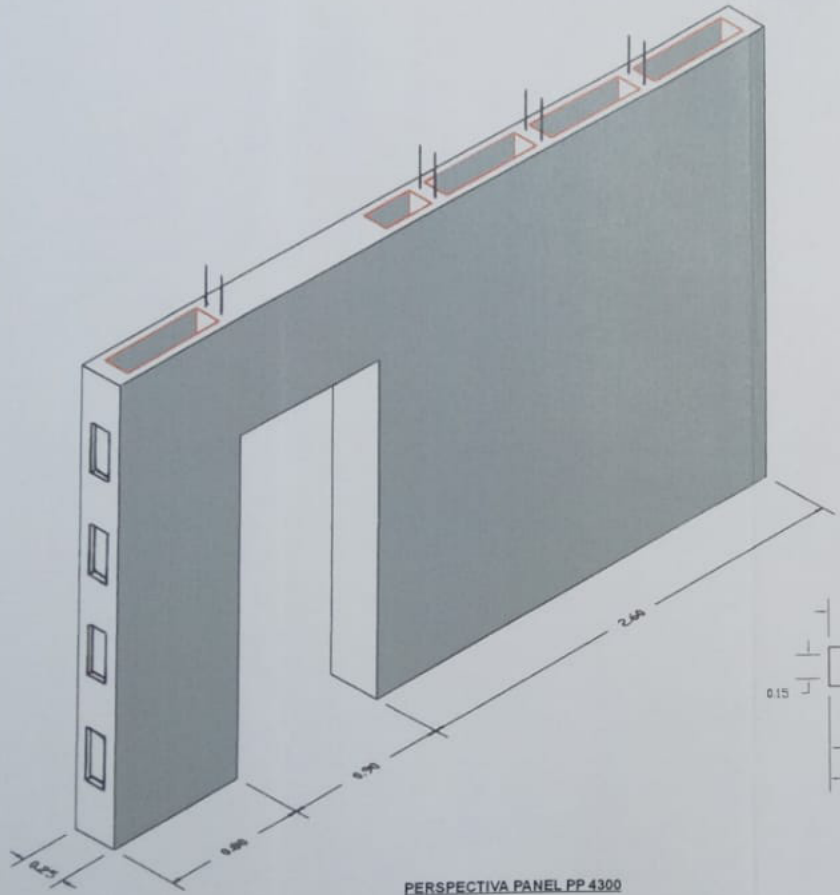
Construido con hormigón armado, utilizado en la planta baja y alta, panel con hueco para puerta, está provisto de 5 cajonetas grandes y una de menor tamaño. En la parte superior de la puerta se alivianará la sección con bloques de cemento. (**Fig. 5.6**)

Dimensiones:

Panel:	Longitud	=	4.30 m.
	Altura	=	2.70 m.
	Espesor	=	0.25 m.
Puerta	Altura	=	2.00 m.
	Ancho	=	0.90 m.
Cajuelas Laterales:	Alto	=	0.20 m.
	Ancho	=	0.15 m.
	Espesor	=	0.03 m.
Nervios:	Espesor	=	0.10 m.

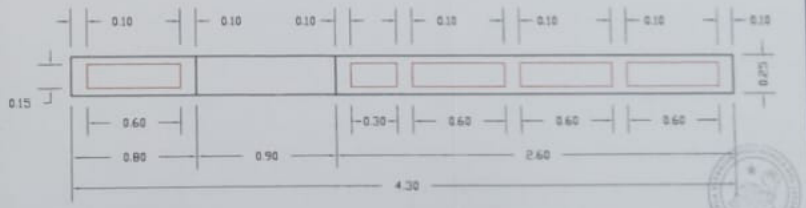
Peso aprox. = 3.126 Kg.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL



PERSPECTIVA PANEL PP 4300

DISTRIBUCION DE CAJONETAS PANEL PP 4300
ESC. 1:25



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

ESPOL	FICT · ESPOL		
PROYECTO:	SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO		
CONTENIDO:	PANEL PP 4300	ESCALA: 1:25	FIGURA No.: 5.6
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		

El panel PP 4300, esta provisto de un hueco con dimensiones apropiadas para la colocación de una puerta, al igual que el panel PV 4300 la parte superior de la puerta también será reforzada, y alivianada con bloques de cemento.

El detalle del molde metálico que se utiliza para la elaboración de este panel esta representado en la **Fig. 5.7**.

PL 3900 (Panel de Losa)

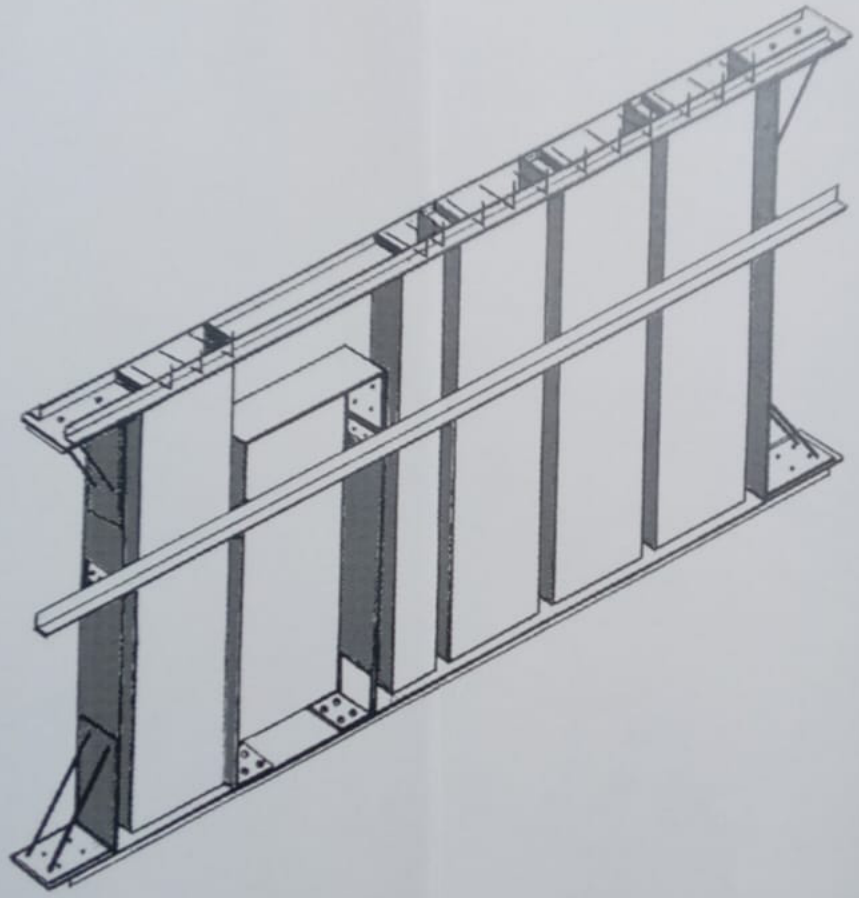
Descripción:

Construido con hormigón armado, está provisto de 6 cajonetas, las que servirán de ductos para las distintas instalaciones eléctricas y sanitarias. (**Fig. 5.8**)

Dimensiones:

Panel:	Longitud	=	4.40 m.
	Ancho	=	3.90 m.
	Espesor	=	0.25 m.
Cajonetas: Exteriores	Largo	=	0.30 m.
	Ancho	=	0.15 m.
Interiores	Largo	=	0.60 m.
	Ancho	=	0.15 m.

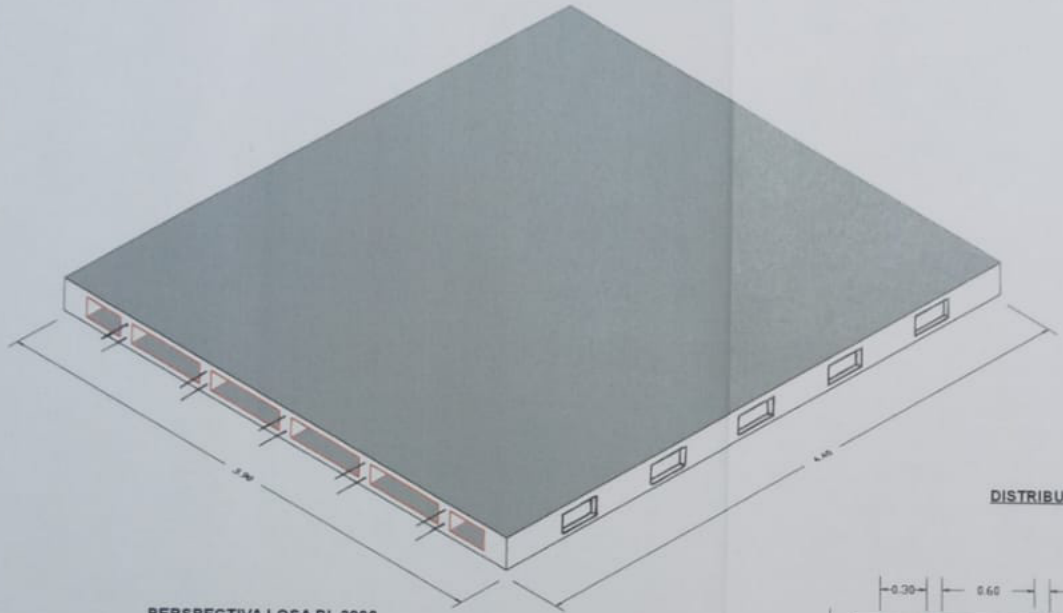
BIBLIOTECA FICT
ESPOL



FICT - ESPOL

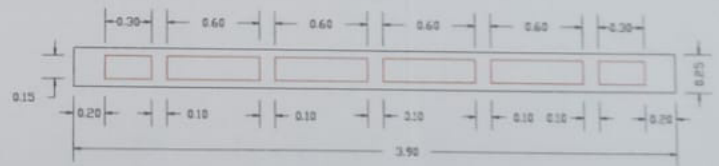
PROYECTO:	SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO
CONTENIDO:	Encofrado para Panel PP4300
ESCALA:	1:25
FIGURA No.:	5.7
NOMBRE:	Otto E. Caballero Vinueza
DIRECTOR:	Ing. Julio Rodríguez Bou

BIBLIOTECA ESPOL



PERSPECTIVA LOSA PL 3900

DISTRIBUCION DE CAJONETAS LOSA PL 3900
ESC. 1:25



FICT · ESPOL			
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: LOSA PL3900		ESCALA: 1:25	FIGURA No.: 5.8
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		

Cajuelas Laterales: Alto = 0.20 m.

Ancho = 0.15 m.

Espesor = 0.03 m.

Nervios: Exteriores = 0.15 m.

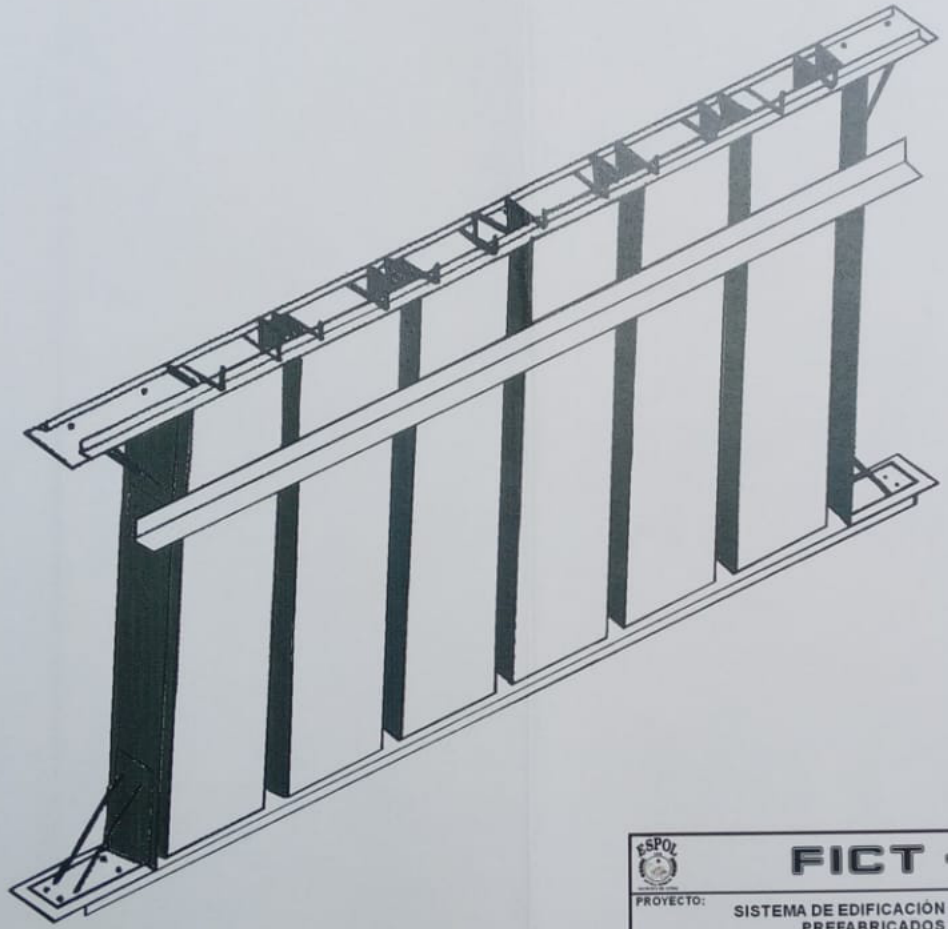
Interiores = 0.10 m.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Peso aprox. = 5.313 Kg.

El panel PL 3900, por tener características similares al PS 4300, es de fabricación más sencilla, debido a que simplemente se modifican las dimensiones del molde, entonces se puede reconocer a este procedimiento como una ventaja de la prefabricación.

El molde empleado para la elaboración del panel PL 3900, se encuentra detallado en la **Fig. 5.9**.



FICT - ESPOL

PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: Encofrado para Panel		ESCALA: 1:25	FIGURA No.: 5.9
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		

PL 4150 (Panel de Losa)

Descripción:

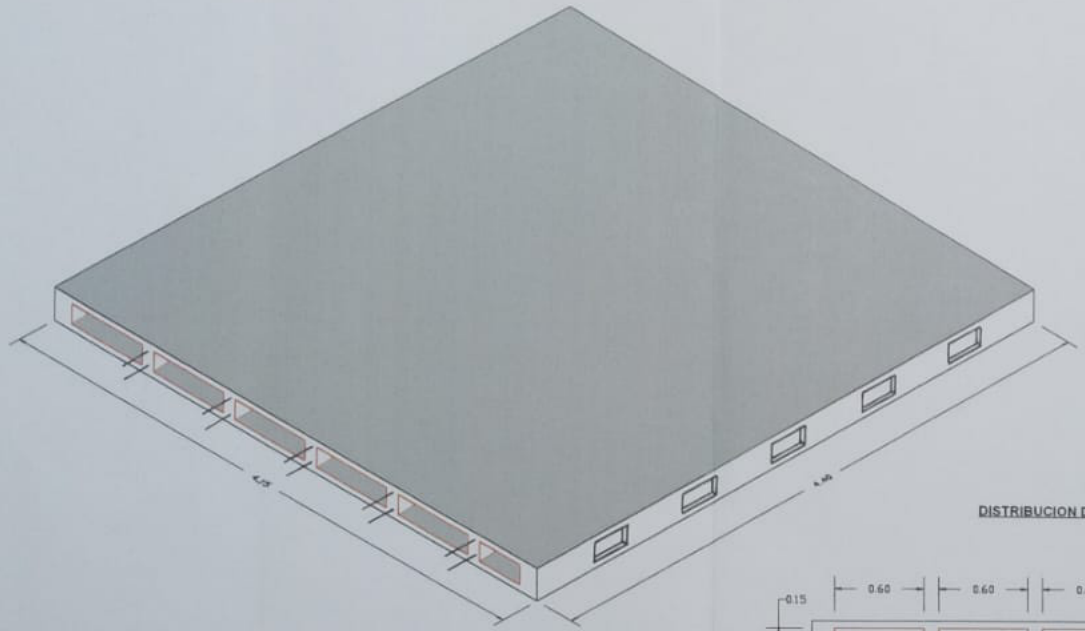
Construido con hormigón armado, está provisto de 6 cajonetas, las que servirán de ductos para las distintas instalaciones eléctricas y sanitarias, este panel es la losa interior de la planta alta. (**Fig. 5.10**)

Dimensiones:

Panel:	Longitud	=	4.40 m.
	Ancho	=	4.15 m.
	Espesor	=	0.25 m.
Cajonetas:	Largo	=	0.60 m.
	Ancho	=	0.15 m.
Cajuelas Laterales:	Alto	=	0.20 m.
	Ancho	=	0.15 m.
	Espesor	=	0.03 m.
Nervios:	Exteriores	=	0.15 m.
	Interiores	=	0.10 m.

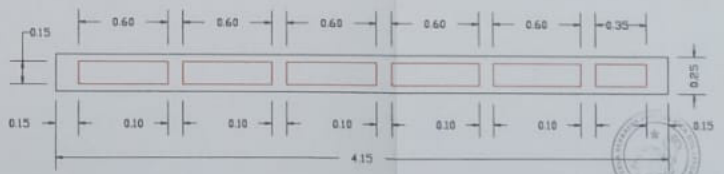
Peso aprox. = 5.414 Kg.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL



PERSPECTIVA LOSA PL 4150

DISTRIBUCION DE CAJONETAS LOSA PL 4150
ESC. 1:25



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT · ESPOL			
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: LOSA PL 4150		ESCALA: 1:25	FIGURA No.: 5.10
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		

PLE 4150 (Panel de Losa)

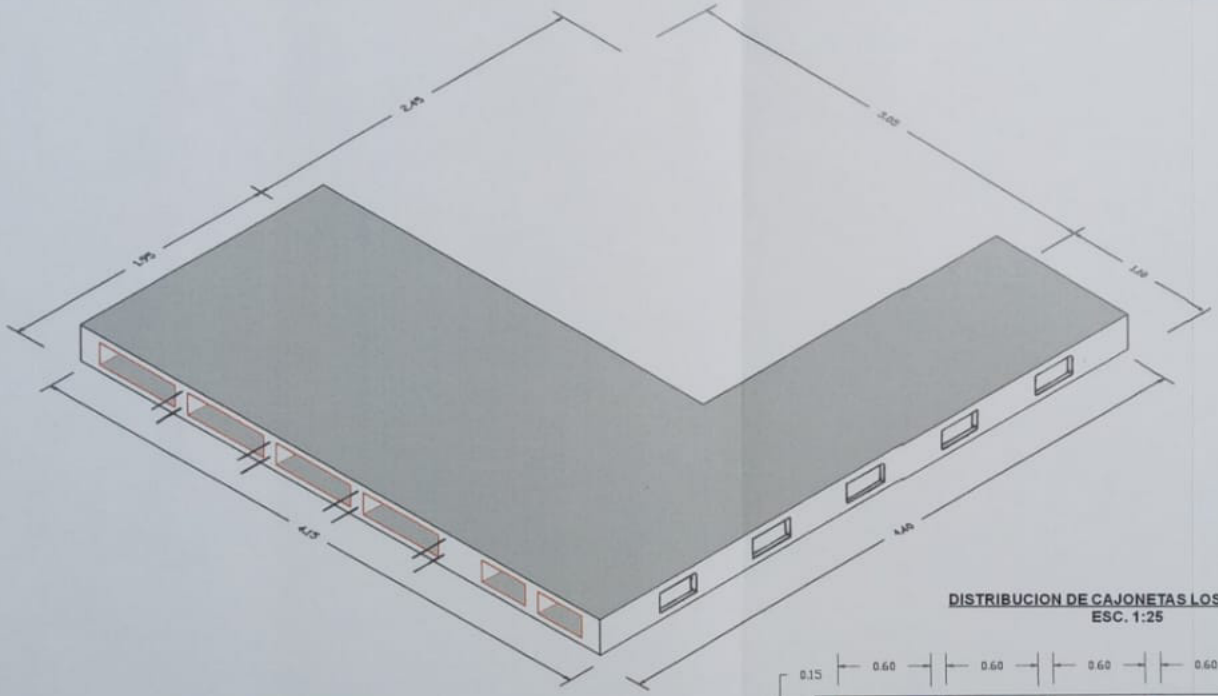
Descripción:

Construido con hormigón armado, está provisto de 6 cajonetas y una vigueta de amarre para empotrar la escalera; esta panel de losa irá ubicada en la zona de la escalera, y tiene una forma especial debido al hueco de la escalera. (**Fig. 5.11**)

Dimensiones:

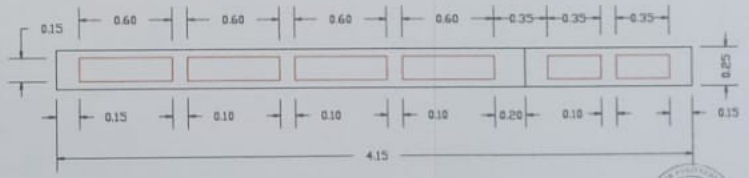
Panel:	Longitud	=	4.40 m.
	Ancho	=	4.15 m.
	Espesor	=	0.25 m.
Cajonetas:	Largo	=	0.60 m.
	Ancho	=	0.15 m.
Cajuelas Laterales:	Alto	=	0.20 m.
	Ancho	=	0.15 m.
	Espesor	=	0.03 m.
Nervios:	Exteriores	=	0.15 m.
	Interior	=	0.10 m.
	Interior (amarre)	=	0.20 m.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL



PERSPECTIVA LOSA PLE 4150

DISTRIBUCION DE CAJONETAS LOSA PLE 4150
ESC. 1:25



BIBLIOTECA FICT ESPOL

FICT · ESPOL			
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: LOSA PLE 4150		ESCALA: 1:25	FIGURA No.: 5.11
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		

Peso aprox. = 3.724 Kg.

PH 4300 (Panel hueco)

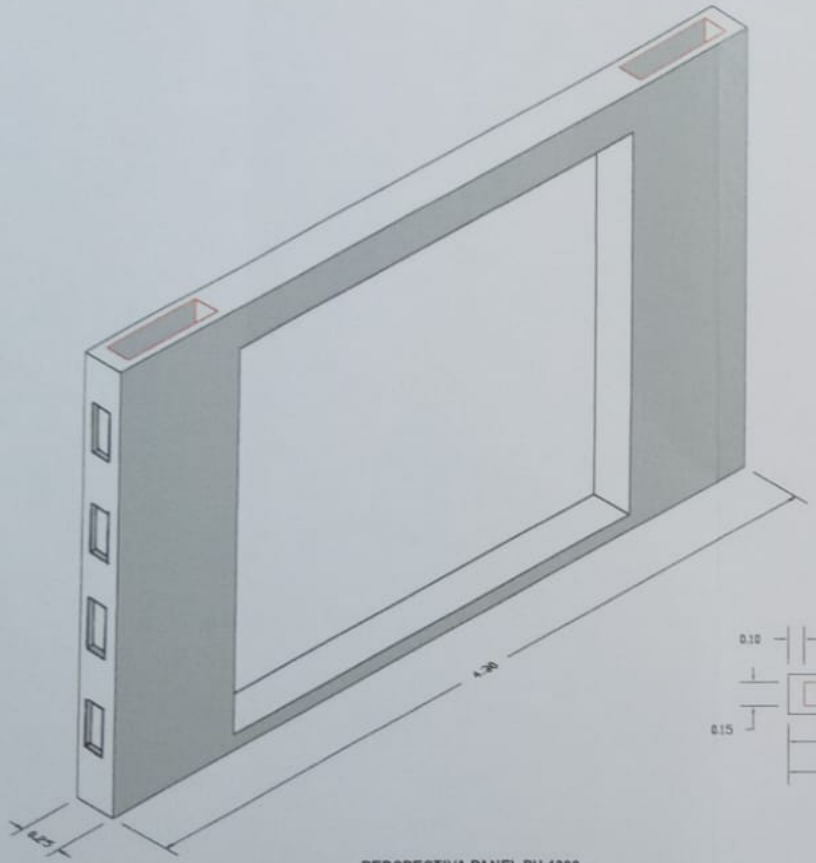
Descripción:

Construido con hormigón armado, utilizado solamente en la planta baja, panel con hueco que será colocado en la sala, su principal función es la de servir de encofrado para la viga del entrepiso, así se evita la colocación de un encofrado convencional, está provisto de 2 cajonetas y en la parte superior del panel se colocará también acero de refuerzo. (**Fig. 5.12**)

Dimensiones:

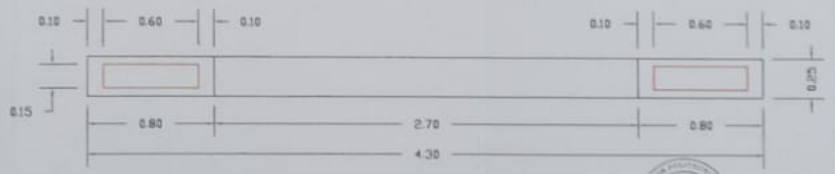
Panel:	Longitud	=	4.30 m.
	Altura	=	2.85 m.
	Espesor	=	0.25 m.
Hueco	Altura	=	2.50 m.
	Ancho	=	2.70 m.
Cajonetas:	Largo	=	0.60 m.
	Ancho	=	0.15 m.
Cajuelas Laterales:	Alto	=	0.20 m.

BIBLIOTECA FICT ESPOL



PERSPECTIVA PANEL PH 4300

DISTRIBUCION DE CAJONETAS PANEL PH 4300
ESC. 1:25



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT · ESPOL			
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: PANEL PH 4300		ESCALA: 1:25	FIGURA No.: 5.12
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		

	Ancho	=	0.15 m.
	Espesor	=	0.03 m.
Nervios:	Espesor	=	0.10 m.
Peso aprox.	=	2.074 Kg.	

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
BIBLIOTECA FICT

5.2. Observaciones.

De todo lo que se ha visto en este capítulo, hay que tener mucho cuidado en la rigidez del molde, para poder evitar deformaciones en el momento del vaciado del hormigón, debido al empuje que este produce sobre el encofrado.

Es necesario entonces la colocación de una pieza rígida que mantenga la longitud del molde, tal como se vio en las figs. 5.2 , 5.5 y 5.7, se coloca un ángulo de hierro, que permita mantener una posición firme del molde metálico.

Para poder realizar un desencofrado sencillo y rápido hay que tener presente siempre la colocación previa de un líquido desmoldante sobre la superficie metálica de los moldes.

El correcto desmoldado y mantenimiento de este encofrado, permitirá que estos sean usados tantas veces sean necesarios, debido a la sección que tiene la cajoneta, este molde puede ser utilizado en algunos paneles, en este punto es en donde la prefabricación toma validez.

Las características y dimensiones de estos paneles se las considero en este proyecto debido a sus dimensiones y a lo fácil que resulta estandarizar las medidas. Entonces, no necesariamente todas las viviendas prefabricadas deben construirse con las medidas de los paneles tipo, que se presentan aquí, sino que puede existir una diversidad infinita y con acabados totalmente distintos.

CAPÍTULO 6

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA.

6.1. Análisis a Diseño de los Elementos Componentes de la Vivienda.

Para el análisis estructural de la vivienda, se utilizó el Reglamento para las construcciones de concreto estructural ACI 318-99.

Se realiza un Análisis Sísmico Estático, para determinar las fuerzas debidas a un movimiento sísmico de cierta magnitud, que ocurren en los diferentes niveles de la vivienda.

Para la determinación de fuerzas sísmicas, se puede utilizar la siguiente expresión encontrada en los códigos de edificación más recientes.

Esta expresión es la siguiente:

$$F_r = V_o * \frac{W_{tr} h_r^{\,k}}{\sum_1^r W_{tr} h_r^{\,k}} \qquad \text{(Ec. 6.1)}$$

$$V_o = \frac{A'_1}{g} W \qquad \text{(Ec. 6.2)}$$

$$W = \sum_1^r W_{tr} \qquad \text{(Ec. 6.3)}$$

BIBLIOTECA FICT

Donde:

A'_1 = Pseudo aceleración correspondiente al período fundamental estimado y al amortiguamiento apropiado.

W = Peso total del edificio.

k = Exponente que esta en relación con el período del edificio.

$T \leq 0.5$ seg.	$k = 1$
$0.5 \leq T \leq 2.5$ seg.	$k = 1 + 0.5*(T - 0.5)$
$T \geq 2.5$ seg	$k = 2$

Para este caso se considerará un período mayor a 2.5 segundos, por lo que se utilizará un exponente k = 2.

Las fuerzas actuantes en cada nivel F_r se encuentran ubicadas en los centros de gravedad de las cargas W_{tr}, por lo que se supondrá

que el centro de gravedad de las cargas concuerde con el centro de gravedad de las áreas de cada nivel.

Las fuerzas cortantes son el resultado de las fuerzas F_r, y su ubicación será:

$$X_v = \frac{\sum F_r * x_r}{V_r} \qquad \text{(Ec. 6.4.a)}$$

$$Y_v = \frac{\sum F_r * y_r}{V_r} \qquad \text{(Ec. 6.4.b)}$$

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Una vez determinada la ubicación de las fuerzas cortantes, es necesario localizar el centro de torsión, que es el punto por el cual debe pasar la acción de la fuerza cortante sísmica.

El movimiento relativo de los niveles, producido por la acción de la fuerza sísmica debe ser de traslación, de lo contrario ocurrirá torsión o rotación relativa entre los niveles del edificio,

Para calcular el centro de torsión de cada entrepiso, hay que considerar las rigideces de entrepisos de los distintos pórticos

localizados en ambas direcciones. Por lo que las expresiones para localizar el Centro de Torsión de cada entrepiso, son las siguientes:

$$X_T = \frac{\sum K_y * x}{\sum K_y} \qquad \text{(Ec. 6.5.a)}$$

$$Y_T = \frac{\sum K_x * y}{\sum K_x} \qquad \text{(Ec. 6.5.b)}$$

donde:

K_x = Rigideces de entrepisos de los pórticos orientados en la dirección x.

K_y = Rigideces de entrepisos de los pórticos orientados en la dirección y.

Determinación de los Momentos de Torsión

Los momentos de torsión son el producto de la fuerza cortante de cada dirección por la excentricidad amplificada.

La excentricidad dada por el efecto de torsión, es:

$$e_1 = 1.5e_s + 0.1b \qquad \text{(Ec. 6.6.a)}$$

$$e_2 = e_s - 0.1b \qquad \text{(Ec. 6.6.b)}$$

donde :

e_s = excentricidad torsional calculada en el entrepiso considerado.

b = Longitud máxima de cada entrepiso medidos perpendicularmente a la dirección del movimiento.

$$M_{1x} = V_x * e_1 \qquad \text{(Ec. 6.7.a)}$$

$$M_{2x} = V_x * e_2 \qquad \text{(Ec. 6.7.b)}$$

$$M_{1y} = V_y * e_1 \qquad \text{(Ec. 6.7.c)}$$

$$M_{2y} = V_y * e_2 \qquad \text{(Ec. 6.7.d)}$$

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Distribución de Fuerzas Cortantes Sísmicas en los Pórticos

La fuerza cortante que debe resistir un pórtico cualquiera debe ser la suma de 2 efectos, el debido a la fuerza cortante del piso actuando en el centro de rigideces y el debido al momento torsionante del piso.

Para pórticos paralelos a X:

1. Por efecto de sismo en X directo.

$$\frac{V_x K_x}{\sum K_x} \qquad \text{(Ec. 6.8.a)}$$

2. Por efecto de torsión en X.

$$\frac{M_x K_x \bar{y}}{R_\theta} \qquad \text{(Ec. 6.8.b)}$$

3. Por efecto del sismo en el sentido Y.

$$\frac{|M_x K_x \bar{y}|}{R_\theta} \qquad \text{(Ec. 6.8.c)}$$

Para pórticos paralelos a Y:

1. Por efecto de sismo en Y directo.

$$\frac{V_y K_y}{\sum K_y} \qquad \text{(Ec. 6.9.a)}$$

2. Por efecto de torsión en Y.

$$\frac{M_y K_y \bar{x}}{R_\theta} \qquad \text{(Ec. 6.9.b)}$$

3. Por efecto del sismo en el sentido X.

$$\frac{|M_y K_y \bar{x}|}{R_\theta} \qquad \text{(Ec. 6.9.c)}$$

Donde:

$$R_\theta = \sum K_x \bar{y}^2 + \sum K_y \bar{x}^2 \qquad \text{(Ec. 6.10)}$$

$$\bar{x} = x - x_T \qquad \text{(Ec. 6.11.a)}$$

$$\bar{y} = y - y_T \qquad \text{(Ec. 6.11.b)}$$

Las contribuciones directas 1 y las de torsión que se producen en los pórticos perpendiculares a la dirección del sismo 3 son siempre positivas, la contribución puede ser positiva o negativa los valores M_x y M_y se escogerán en tres para cada pórtico de forma que produzcan la máxima contribución, el reglamento exige que las estructuras se analicen bajo la acción de dos componentes ortogonales del movimiento del terreno y que en cada sección crítica se sumaría vectorialmente los efectos gravitacionales con los de un componente del movimiento del terreno y cuando sea significativo 0.3 de los efectos del otro.

ANALISIS SISMICO ESTATICO

L =	270 cm	f'c =	210 Kg / cm^2	$F_r = (V_o \cdot W_{tr} h_r^k) / \Sigma W_{tr} h_r^k$	
b =	25 cm			$Vo = (A'_1 / g) W$	
h =	60 cm	T =	2.5 seg	$W = \Sigma W_{tr}$	
E_c =	220268.93 Kg / cm^2	k =	2		
I_x =	450000.00 cm^4	A'_1 =	0.45 m/seg^2		
K_x =	6043.04 Ton/m	g =	9.81 m/seg^2		
I_y =	78125.00 cm^4	V_o =	4.60 Ton		
K_y =	1049.14 Ton/m				

Nivel o Entrepiso	W_{tr} Ton	h_r m	h^2_r m^2	$W_{tr} h^2_r$ Ton m^2	F_r Ton	V_r Ton
2	72.67	5.40	29.16	2119.06	4.20	4.20
1	27.68	2.70	7.29	201.79	0.40	4.60
	100.35			2320.84	4.60	

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Determinación de la posición de las Fuerzas Cortantes

$X_v = (\Sigma F_r x_r) / V_r$ $Y_v = (\Sigma F_r y_r) / V_r$ $V_r = \Sigma F_r$

Nivel	x_r m	y_r m
2	4.55	6.05
1	4.31	5.88

Nivel o Entrepiso	Fuerza en dirección X						Fuerza en dirección Y					
	F_r	y_r	$F_r y_r$	$\Sigma F_r y_r$	V_r	y_v	F_r	x_r	$F_r x_r$	$\Sigma F_r x_r$	V_r	x_v
2	4.20	6.05	25.43	25.43	4.20	6.05	4.20	4.55	19.12	19.12	4.20	4.55
1	0.40	5.88	2.35	27.78	4.60	6.04	0.40	4.31	1.72	20.85	4.60	4.53

Determinación de los Centros de Torsión

$X_t = (\Sigma K_y \ x) / \Sigma K_y$ $\quad\quad$ $Y_t = (\Sigma K_x \ y) / \Sigma K_x$

Porticos en la dirección X											
Entrepiso	Eje 1		Eje 2		Eje 3		Eje 4		ΣK_x	$\Sigma K_x y$	Y_t
	k_x	y	k_x	y	k_x	y	k_x	y			
2	18129.13	0.00	18129.13	4.30	18129.13	8.60	18129.13	12.10	72516.52	453228.24	6.25
1	18129.13	0.00	18129.13	4.30	18129.13	8.60	18129.13	12.10	72516.52	453228.24	6.25

Porticos en la dirección Y									
Entrepiso	Eje A		Eje B		Eje C		ΣK_y	$\Sigma K_y x$	X_t
	k_y	x	k_y	x	k_y	x			
2	4196.56	0.00	4196.56	4.55	4196.56	9.10	12589.67	57283.01	4.55
1	4196.56	0.00	4196.56	4.55	4196.56	9.10	12589.67	57283.01	4.55

BIBLIOTECA FIC
ESPOL

Determinación de los Momentos de Torsión

$e_1 = 1.5\ e_s + 0.1\ b$ $\qquad$ $e_2 = e_s - 0.1\ b$

e_s = Excentricidad Torsional calculada en el entrepiso mencionado

b = Máxima dimensión en planta de dicho entrepiso medido perpendicularmente a la dirección del movimiento

Sismo en dirección x

Entrepiso	y_v m	y_t m	$e_s = y_v - y_t$ m	b m	e_1 m	e_2 m	V_x Ton	M_{1x} Ton.m	M_{2x} Ton.m
2	6.05	6.25	-0.20	12.10	-1.51	1.01	4.20	-6.35	4.25
1	6.04	6.25	-0.21	12.10	-1.53	1.00	4.60	-7.05	4.58

Sismo en dirección y

Entrepiso	x_v m	x_t m	$e_s = x_v - x_t$ m	b m	e_1 m	e_2 m	V_y Ton	M_{1y} Ton.m	M_{2y} Ton.m
2	4.55	4.55	0.00	9.10	-0.91	0.91	4.20	-3.82	3.82
1	4.53	4.55	-0.02	9.10	-0.94	0.89	4.60	-4.33	4.09

Distribución de las Fuerzas Cortantes Sísmicas en los Pórticos

Pórticos paralelos a x

Sismo en x Directo: $V_x K_x / \Sigma K_x$

Sismo en x Torsión: $M_x K_x \bar{y} / R_\theta$

Sismo en y Torsión: $| M_y K_x \bar{y} | / R_\theta$

Pórticos paralelos a y

Sismo en y Directo: $V_y K_y / \Sigma K_y$

Sismo en y Torsión: $M_y K_y \bar{x} / R_\theta$

Sismo en x Torsión: $| M_x K_y \bar{x} | / R_\theta$

Entrepiso 2

Pórtico	K_y	x	$\bar{x} = x - x_t$	$K_y \bar{x}$	$K_y \bar{x}^2$	Sismo en Y		En x Torsión	1(x)+0.3(y)	0.3(x)+1(y)	$V_{diseño}$ Ton
						Directo	Torsión				
A	4196.56	0.00	-4.55	-19094.34	86879.24	1.40	0.04	0.07	1.47	0.51	1.47
B	4196.56	4.55	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	1.40	0.42	1.40
C	4196.56	9.10	4.55	19094.34	86879.24	1.40	0.04	0.07	1.47	0.51	1.47
	12589.67			0.00	173758.48						

Pórtico	K_x	y	$\bar{y} = y - y_t$	$K_x \bar{y}$	$K_x \bar{y}^2$	Sismo en X		En y Torsión	1(x)+0.3(y)	0.3(x)+1(y)	$V_{diseño}$ Ton
						Directo	Torsión				
1	18129.13	0.00	-6.25	-113307.06	708169.13	1.05	0.43	0.26	1.56	0.70	1.56
2	18129.13	4.30	-1.95	-35351.80	68936.02	1.05	0.13	0.08	1.21	0.44	1.21
3	18129.13	8.60	2.35	42603.45	100118.12	1.05	0.11	0.10	1.19	0.45	1.19
4	18129.13	12.10	5.85	106055.41	620424.14	1.05	0.27	0.24	1.39	0.64	1.39
	72516.52			0.00	1497647.41						

R_θ = 1671405.89

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Entrepiso 1

Pórtico	K_y	x	$\bar{x} = x - x_t$	$K_y\bar{x}$	$K_y\bar{x}^2$	Sismo en Y		En x	1(x)+0.3(y)	0.3(x)+1(y)	$V_{diseño}$
						Directo	Torsión	Torsión			Ton
A	4196.56	0.00	-4.55	-19094.34	86879.24	1.53	0.05	0.08	1.61	0.56	1.61
B	4196.56	4.55	0.00	0.00	0.00	1.53	0.00	0.00	1.53	0.46	1.53
C	4196.56	9.10	4.55	19094.34	86879.24	1.53	0.05	0.08	1.61	0.55	1.61
	12589.67			0.00	173758.48						

Pórtico	K_x	y	$\bar{y} = y - y_t$	$K_x\bar{y}$	$K_x\bar{y}^2$	Sismo en X		En y	1(x)+0.3(y)	0.3(x)+1(y)	$V_{diseño}$
						Directo	Torsión	Torsión			Ton
1	18129.13	0.00	-6.25	-113307.06	708169.13	1.15	0.48	0.29	1.72	0.78	1.72
2	18129.13	4.30	-1.95	-35351.80	68936.02	1.15	0.15	0.09	1.33	0.48	1.33
3	18129.13	8.60	2.35	42603.45	100118.12	1.15	0.12	0.11	1.30	0.49	1.30
4	18129.13	12.10	5.85	106055.41	620424.14	1.15	0.29	0.27	1.52	0.71	1.52
	72516.52			0.00	1497647.41						

R_θ = 1671405.89

ESPOL

Desplazamientos de Entrepisos

Pórtico 1 — Pórtico A

Entrepiso	V Ton	K Ton/cm	Δ = (Q*V)/K cm	V Ton	K Ton/cm	Δ = (Q*V)/K cm	Δ máx cm
1	1.72	18129.13	0.000	1.61	4196.56	0.002	2.16
2	1.56	18129.13	0.000	1.47	4196.56	0.001	2.16

Q = 4

Pórtico 2 — Pórtico B

Entrepiso	V Ton	K Ton/cm	Δ = (Q*V)/K cm	V Ton	K Ton/cm	Δ = (Q*V)/K cm	Δ máx cm
1	1.33	18129.13	0.000	1.53	4196.56	0.001	2.16
2	1.21	18129.13	0.000	1.40	4196.56	0.001	2.16

Q = 4

Pórtico 3 — Pórtico C

Entrepiso	V Ton	K Ton/cm	Δ = (Q*V)/K cm	V Ton	K Ton/cm	Δ = (Q*V)/K cm	Δ máx cm
1	1.30	18129.13	0.000	1.61	4196.56	0.002	2.16
2	1.19	18129.13	0.000	1.47	4196.56	0.001	2.16

Q = 4

Pórtico 4

Entrepiso	V Ton	K Ton/cm	Δ = (Q*V)/K cm	Δ máx cm
1	1.52	18129.13	0.000	2.16
2	1.39	18129.13	0.000	2.16

Q = 4

ESPOL

En el diseño de la cimentación se realizó el respectivo Análisis de Carga repartida en la Losa y Cubierta. Mediante este procedimiento podemos obtener el valor de la carga por unidad de área que generan tanto la losa como la cubierta.

Obtenidas estos valores, se analizan las cargas de servicio que ocurren en las columnas, para esto es necesario conocer el área de contribución de las columnas.

Debido a la posición de los paneles y a su colocación, es preferible trabajar con una cimentación que sea de tipo continua, por lo que, se optó por el diseño de una zapata corrida.

Para el dimensionamiento de la zapata se tomó en cuenta la capacidad de carga neta del terreno, y de acuerdo a lo que recomienda el código ACI se seleccionan, el largo y ancho requerido por la zapata. (Ver Plano Estructural de la Cimentación)

El diseño del acero de refuerzo en la zapata, se realizó por medio del uso de los diagrama de cortantes y momentos de la zapata, en toda su longitud, revisando las secciones y la altura de acuerdo a los límites que estable el código ACI, en el capítulo de Zapatas.

Análisis de Carga Repartida en la Losa y Cubierta

Losa

Área de Losa	A=	115.35	m^2
Espesor de Losa	h=	0.25	m
Volumen Total de Losa	=	28.84	m^3
Volumen de Concreto	=	13.30	m^3
Volumen de Cajonetas	=	15.54	m^3
Peso de Concreto	=	30.59	Ton
Peso de Paredes	=	42.10	Ton
Peso Total	=	72.69	Ton
Peso Unitario	=	0.63	Ton/m^2

D	=	0.63	Ton/m^2
L	=	0.30	Ton/m^2
W	=	**0.93**	Ton/m^2

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Cubierta Eternit

Peso Unitario Vigas	=	0.09	Ton/m^2
Cubierta	=	0.15	Ton/m^2
		0.24	Ton/m^2

D	=	0.24	Ton/m^2
L	=	0.05	Ton/m^2
W	=	**0.29**	Ton/m^2

CARGAS DE SERVICIO EN COLUMNAS

COLUMNAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CUBIERTA	*P1*	1.82	3.34	1.82	3.07	5.64	3.07	2.78	5.11	2.78	1.54	2.82	1.54
w = 0.29 Ton/m^2	*P2*	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
	P3	2.40	3.92	2.40	3.65	6.22	3.65	3.36	5.69	3.36	2.12	3.40	2.12
LOSA	*P1*	5.81	10.67	5.81	9.80	18.00	9.80	8.89	16.32	8.89	4.90	9.00	4.90
w = 0.93 Ton/m^2	*P2*	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
	P3	8.79	15.18	8.79	14.03	24.80	14.03	12.84	22.60	12.84	7.60	12.98	7.60

Carga Total (Cimentación) (Ton)	8.79	15.18	8.79	14.03	24.80	14.03	12.84	22.60	12.84	7.60	12.98	7.60
Area de Contribución Columnas (m^2)	6.25	11.48	6.25	10.54	19.35	10.54	9.56	17.55	9.56	5.27	9.68	5.27

Dimensión de Zapata Corrida

Capacidad de carga neta del terreno $q_u = 5$ Ton/m^2

EJE A

Columnas	No. 1 =	8.79	Ton
	No. 4 =	14.03	Ton
	No. 7 =	12.84	Ton
	No. 10 =	7.60	Ton
	ΣP =	43.26	Ton

Considerando momentos desde la columna No.1

$M = Vx$

$43260\ x = 14030(4.30) + 12840(8.60) + 7600(12.10)$

$x =$ 6.07 m

$L = 2(x + 0.40)$

$L =$ 12.94 m

Entonces $L =$ 13.00 m

BIBLIOTECA FICT ESPOL

**** ACI 15.2.2*** B (ancho de zapata)

$B*L = P/q_u$ $L =$ 13 m

$B =$ 0.67 m

Ancho de zapata será:

B =	**0.70** m

**** ACI 15.2.1*** Presión de Contacto

$q_s = 1.55P/(B*L)$

$q_s =$ 6.66 Ton/m^2 $q_s =$ 0.67 Kg/cm^2

EJE B

Columnas	No. 2 =	15.18	Ton
	No. 5 =	24.80	Ton
	No. 8 =	22.60	Ton
	No. 11 =	12.98	Ton
	ΣP =	75.55	Ton

Considerando momentos desde la columna No.1

$M = Vx$

$75550\ x = 24800(4.30) + 22600(8.60) + 12980(12.10)$

$x =$ 6.06 m

$L = 2(x + 0.40)$

$L =$ 12.92 m

Entonces $L =$ 13.00 m

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

**** ACI 15.2.2*** B (ancho de zapata)

$B*L = P/ q_u$ $L =$ 13 m

$B =$ 1.16 m

Ancho de zapata será:

B =	**1.20** m

**** ACI 15.2.1*** Presión de Contacto

$q_s = 1.55P/(B*L)$

$q_s =$ 6.78 Ton/m^2 $q_s =$ 0.68 Kg/cm^2

EJE C

Columnas	No. 3 =	8.79	Ton
	No. 6 =	14.03	Ton
	No. 9 =	12.84	Ton
	No. 12 =	7.60	Ton
	ΣP =	43.26	Ton

Considerando momentos desde la columna No.1

$M = Vx$

$43260\,x = 14030(4.30) + 12840(8.60) + 7600(12.10)$

$x = 6.07$ m

$L = 2(x + 0.40)$

$L = 12.94$ m

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Entonces $L = 13.00$ m

**** ACI 15.2.2*** B (ancho de zapata)

$B*L = P/q_u$ $L = 13$ m

$B = 0.67$ m

Ancho de zapata será:

$\boxed{B = \mathbf{0.70}\ \text{m}}$

**** ACI 15.2.1*** Presión de Contacto

$q_s = 1.55P/(B*L)$

$q_s = 6.66$ Ton/m^2 $q_s = 0.67$ Kg/cm^2

Diseño Zapata Corrida de Hormigón Armado

EJES : A y C

f'_c =	280 Kg/cm^2	P_1 =	12306 Kg
f_y =	4200 Kg/cm^2	P_4 =	19642 Kg
q_s =	6655.38 Kg/m^2	P_7 =	17976 Kg
q_s =	6655.38 Kg/m	P_{10} =	10640 Kg

DISEÑO ACI 318-99

*** Altura efectiva d por Corte** ACI 11.12.2.1

$$v_c = 1.1 * \sqrt{f'_c}$$

v_c = 18.41 Kg/cm^2 = 184065.21 Kg/m^2

$$V = v_c bd$$

V gráfico = 8192.59 Kg

vbd = 8192.59 - 6655.38d

184065.21(0.7)d = 8192.59 - 6655.38d

d = 0.06 m

Entonces d = **25** cm h = **30** cm

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

*** Chequeo por Punzonamiento**

Columna No. 1

Area Critica = 3300 cm^2

b_o = 205 cm

de acuerdo con ACI 11.12.2.1

$$v_c = 0.55 * \sqrt{f'_c}$$

v_c = **9.20** Kg/cm^2

$V = P_{col} - P_{suelo}$ V = 10109.72 Kg.

$$v_c = \frac{V}{b_o d}$$

v_c = 1.97 Kg/cm^2 1.97 < 9.20 Ok.

Columna No. 4

Area Critica = 3400 cm^2

b_o = 250 cm

de acuerdo con ACI 11.12.2.1

$$v_c = 0.55 * \sqrt{f'_c}$$

v_c = **9.20** Kg/cm^2

$V = P_{col} - P_{suelo}$ V = 17379.17 Kg.

$$v_c = \frac{V}{b_o d}$$

v_c = 2.78 Kg/cm^2 2.78 < 9.20 Ok.

Columna No. 7

Area Critica = 3400 cm^2

b_o = 250 cm

de acuerdo con ACI 11.12.2.1

$$v_c = 0.55 * \sqrt{f'_c}$$

v_c = **9.20** Kg/cm^2

$V = P_{col} - P_{suelo}$ V = 15713.17 Kg.

$$v_c = \frac{V}{b_o d}$$

v_c = 2.51 Kg/cm^2 2.51 < 9.20 Ok.

Columna No. 10

Area Critica = 3400 cm^2

b_o = 250 cm

de acuerdo con ACI 11.12.2.1

$$v_c = 0.55 * \sqrt{f'_c}$$

v_c = **9.20** Kg/cm^2

$V = P_{col} - P_{suelo}$ V = 8377.17 Kg.

$$v_c = \frac{V}{b_o d}$$

v_c = 1.34 Kg/cm^2 1.34 < 9.20 Ok.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
BIBLIOTECA FICT ESPOL

*** Diseño de Acero Longitudinal (Momento Máximo Positivo)**

ACI 8.4.3

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6100}{6100 + f_y}$$

$$\rho_b = \quad 0.0285$$

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b$$

$$\rho_{máx} = \quad 0.0214$$

$$\rho_{min} = \frac{14.5}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \quad 0.0035$$

$$M_u = \varphi * \rho * b * d^2 * f_y * \left(1 - 0.59 * \rho * \frac{f_y}{f'_c} \right)$$

M_u = 1241946.0 Kg cm

ρ = 0.1075

ρ = 0.0055

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$A_s = \rho$ b d $\qquad \rho =$ 0.0055

$A_s =$ 13.82 cm^2/m

ϕ 12 mm @ 8 cm

*** Diseño de Acero Transversal para Momento en la cara de la columna debido a la presión del suelo.**

ACI 15.4.2

$$M = \frac{1}{2} q_s * l^2$$

Columna No. 1

q_s = 66.55 Kg/cm

M = 25165.66 Kg cm

ρ = 0.1129 $\rho_{máx}$ = 0.0214

ρ = 0.0001 ρ_{min} = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$A_s = \rho\ b\ d$ ρ = 0.0035

A_s = 8.75 cm^2/m

ϕ 12 mm @ 14 cm

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Columna No. 4

q_s = 66.55 Kg/cm

M = 25165.66 Kg cm

ρ = 0.1128 $\rho_{máx}$ = 0.0214

ρ = 0.0002 ρ_{min} = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$A_s = \rho\ b\ d$ ρ = 0.0035

A_s = 8.75 cm^2/m

ϕ 12 mm @ 14 cm

Columna No. 7

q_s = 66.55 Kg/cm

M = 25165.66 Kg cm

ρ = 0.1128 $\rho_{máx}$ = 0.0214

ρ = 0.0002 ρ_{min} = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$A_s = \rho$ b d ρ = 0.0035

A_s = 8.75 cm^2/m

ϕ 12 mm @ 14 cm

BIBLIOTECA FICT ESPOL

Columna No. 10

q = 66.55 Kg/cm

M = 25165.66 Kg cm

ρ = 0.1128 $\rho_{máx}$ = 0.0214

ρ = 0.0002 ρ_{min} = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$A_s = \rho$ b d ρ = 0.0035

A_s = 8.75 cm^2/m

ϕ 12 mm @ 14 cm

*** Refuerzo por contracción y temperatura en las zonas intermedias de zapata**

ACI 7.12.2.1

$\rho_{min} = 0.0018$

$A_s = \rho\ b\ d$

$A_s =$ 4.50 cm^2/m

ϕ 12 mm @ 25 cm

*** Chequeo de Asentamiento**

$$s = q * B * \frac{1 - \mu^2}{E_s} * I_w$$

BIBLIOTECA FICT ESPOL

$s_{max} =$ 4 cm

s = asentamiento
q = presión de contacto
B = menor dimensión del cimiento
I_w = factor de influencia $I_w =$ 0.95
E_s , u = propiedades del suelo $\upsilon =$ 0.3

Para un suelo con $q_u = 5$ Ton/m^2, se tiene
Es = 100 Kg/cm^2

s = 0.40 cm. $< s_{max}$ ok

Gráficos 6.1

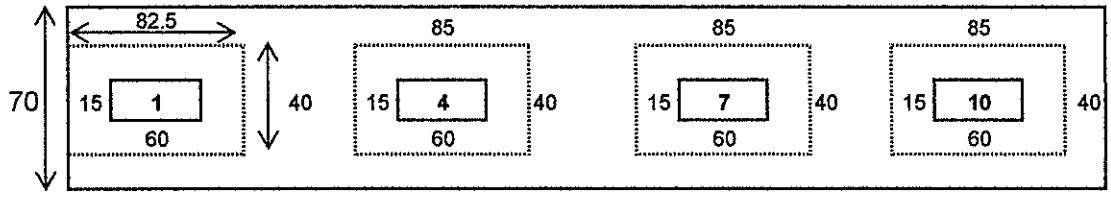


Gráfico para el cálculo de los cortantes en las caras de las columnas (cm)

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

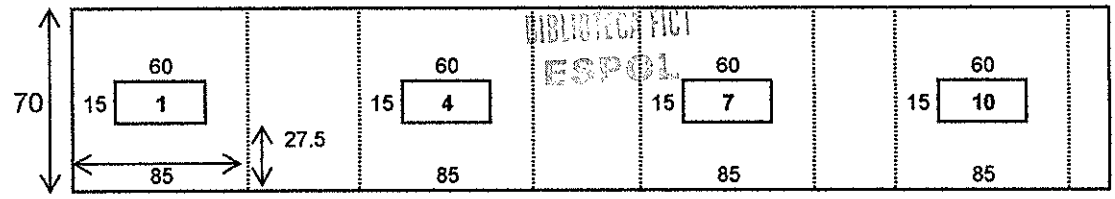
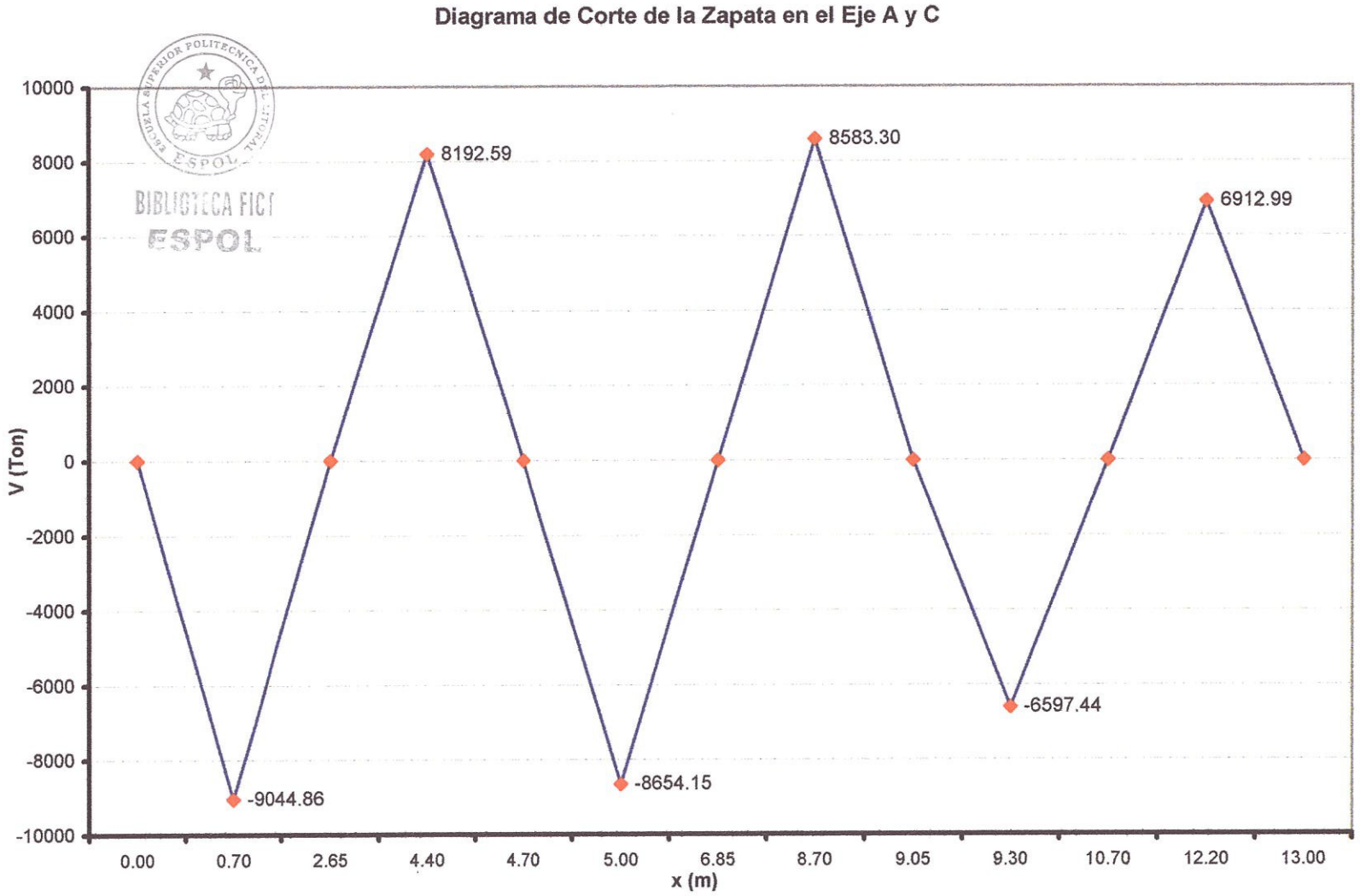


Gráfico para el cálculo de los momentos en la dirección corta (cm)

BIBLIOTECA FICT
ESPOL



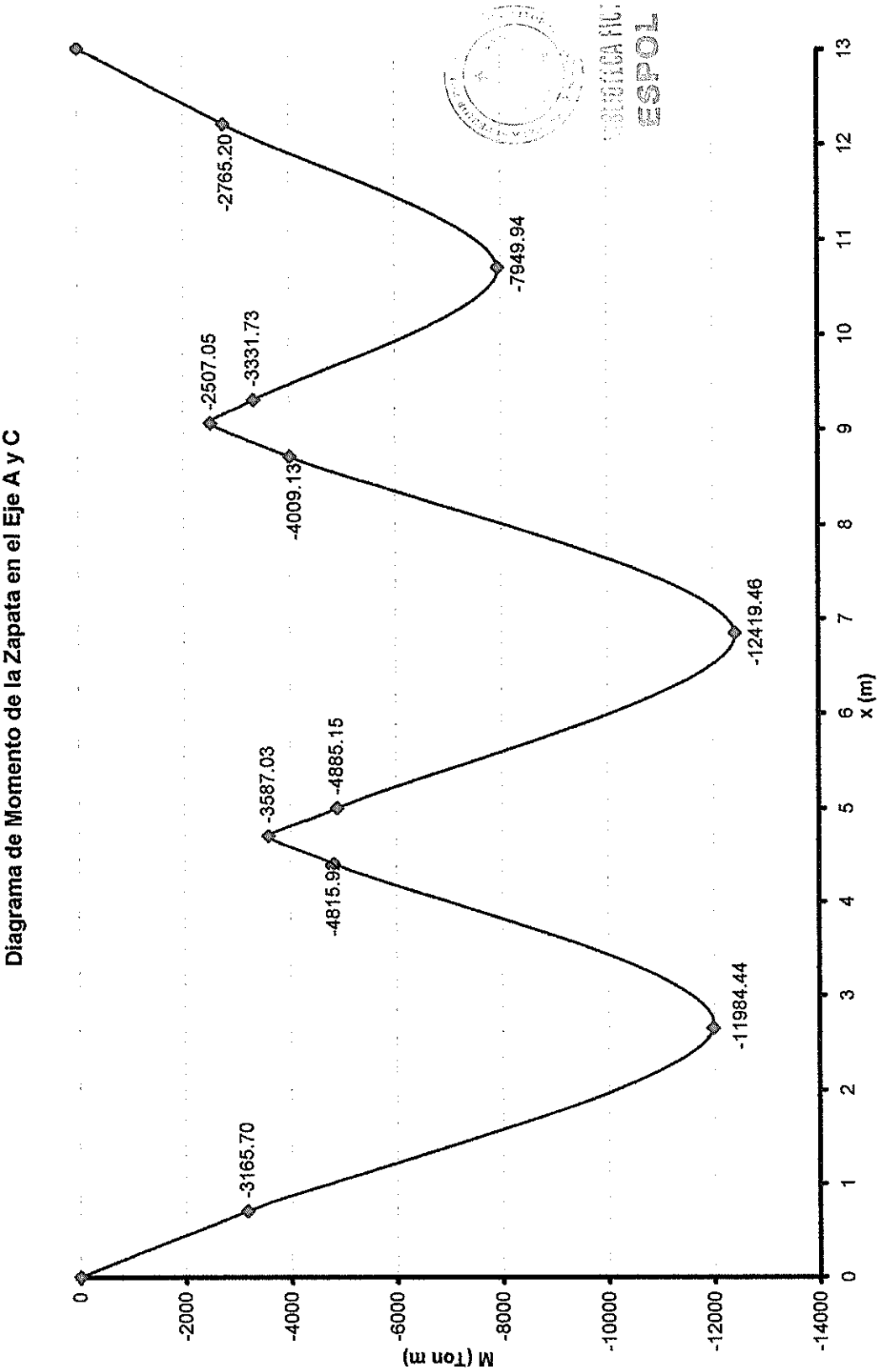


Diagrama de Momento de la Zapata en el Eje A y C
M (Ton m)
x (m)
0
-2000
-4000
-6000
-8000
-10000
-12000
-14000
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
-3165.70
-11984.44
-4815.99
-3587.03
-4885.15
-12419.46
-4009.13
-2507.05
-3331.73
-7949.94
-2765.20

ESPOL

Diseño Zapata Corrida de Hormigón Armado

EJE : **B**

f'_c =	280 Kg/cm^2	P_2 =	21252 Kg
f_y =	4200 Kg/cm^2	P_5 =	34720 Kg
q_s =	6780.13 Kg/m^2	P_8 =	31640 Kg
q_s =	6780.13 Kg/m	P_{11} =	18172 Kg

DISEÑO ACI 318-99

*** Altura efectiva d por Corte** ACI 11.12.2.1

$$v_c = 1.1 * \sqrt{f'_c}$$

v_c = 18.41 Kg/cm^2 = 184065.21 Kg/m^2

$V = v_c bd$ V gráfico = 14547.10 Kg

vbd = 14547.10 - 6780.13 d

184065.21(1.2)d = 14547.10 - 6780.13 d

d = 0.06 m

Entonces d = **25** cm **h = 30 cm**

*** Chequeo por Punzonamiento**

Columna No. 2

Area Critica = 3300 cm^2

b_o = 205 cm

de acuerdo con ACI 11.12.2.1

$$v_c = 0.55 * \sqrt{f'_c}$$

v_c = **9.20** Kg/cm^2

$V = P_{col} - P_{suelo}$ V = 19014.56 Kg.

$$v_c = \frac{V}{b_o d}$$

v_c = 3.71 Kg/cm^2 3.71 < 9.20 Ok.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Columna No. 5

Area Critica = 3400 cm^2

b_o = 250 cm

de acuerdo con ACI 11.12.2.1

$$v_c = 0.55 * \sqrt{f'_c}$$

v_c = **9.20** Kg/cm^2

$V = P_{col} - P_{suelo}$ V = 32414.76 Kg.

$$v_c = \frac{V}{b_o d}$$

v_c = 5.19 Kg/cm^2 5.19 < 9.20 Ok.

Columna No. 8

Area Critica = 3400 cm^2

b_o = 250 cm

de acuerdo con ACI 11.12.2.1

$$v_c = 0.55 * \sqrt{f'_c}$$

v_c = **9.20** Kg/cm^2

$V = P_{col} - P_{suelo}$ V = 29334.76 Kg.

$$v_c = \frac{V}{b_o d}$$

v_c = 4.69 Kg/cm^2 4.69 < 9.20 Ok.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Columna No. 11

Area Critica = 3400 cm^2

b_o = 250 cm

de acuerdo con ACI 11.12.2.1

$$v_c = 0.55 * \sqrt{f'_c}$$

v_c = **9.20** Kg/cm^2

$V = P_{col} - P_{suelo}$ V = 15866.76 Kg.

$$v_c = \frac{V}{b_o d}$$

v_c = 2.54 Kg/cm^2 2.54 < 9.20 Ok.

*** Diseño de Acero Longitudinal (Momento Máximo Positivo)**

ACI 8.4.3

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6100}{6100 + f_y}$$

$$\rho_b = \quad 0.0285$$

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b$$

$$\rho_{máx} = \quad 0.0214$$

$$\rho_{min} = \frac{14.5}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \quad 0.0035$$

$$M_u = \varphi * \rho * b * d^2 * f_y * \left(1 - 0.59 * \rho * \frac{f_y}{f'_c} \right)$$

$M_u =$ 2146910.00 Kg cm

$\rho = 0.1030$

$\rho = 0.0100$

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

$A_s = \rho\ b\ d$ $\qquad \rho =$ 0.0100

$A_s =$ 24.92 cm^2/m

ϕ 12 mm @ 8 cm
ϕ 14 mm @ 8 cm

*** Diseño de Acero Transversal para Momento en la cara de la columna debido a la presión del suelo.**

ACI 15.4.2

$$M = \frac{1}{2} q_s * l^2$$

Columna No. 1

q_s = 67.80 Kg/cm

M = 93438.67 Kg cm

ρ = 0.1126 $\rho_{máx}$ = 0.0214

ρ = 0.0004 ρ_{min} = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$A_s = \rho$ b d ρ = 0.0035

A_s = 8.75 cm^2

ϕ 12 mm @ 14 cm

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Columna No. 4

q_s = 67.80 Kg/cm

M = 93438.67 Kg cm

ρ = 0.1127 $\rho_{máx}$ = 0.0214

ρ = 0.0003 ρ_{min} = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$A_s = \rho$ b d ρ = 0.0035

A_s = 8.75 cm^2

ϕ 12 mm @ 14 cm

Columna No. 7

q_s = 67.80 Kg/cm

M = 93438.67 Kg cm

ρ = 0.1127 $\rho_{máx}$ = 0.0214

ρ = 0.0003 ρ_{min} = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$A_s = \rho\ b\ d$ ρ = 0.0035

A_s = 8.75 cm^2

ϕ 12 mm @ 14 cm

Columna No. 10

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

q_s = 67.80 Kg/cm

M = 93438.67 Kg cm

ρ = 0.1127 $\rho_{máx}$ = 0.0214

ρ = 0.0003 ρ_{min} = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$A_s = \rho\ b\ d$ ρ = 0.0035

A_s = 8.75 cm^2

ϕ 12 mm @ 14 cm

*** Refuerzo por contracción y temperatura en las zonas intermedias de zapata**

ACI 7.12.2.1

$\rho_{min} = 0.0018$

$A_s = \rho\ b\ d$

$A_s =$ 4.50 cm^2/m

ϕ 12 mm @ 25 cm

*** Chequeo de Asentamiento**

$$s = q * B * \frac{1-\mu^2}{E_s} * I_w$$

$s_{max} =$ 4 cm

s = asentamiento
q = presión de contacto
B = menor dimensión del cimiento
I_w = factor de influencia $I_w =$ 0.95
E_s , u = propiedades del suelo $\upsilon =$ 0.3

Para un suelo con $q_u = 5$ Ton/m^2, se tiene
Es = 100 Kg/cm^2

s = 0.70 cm. $< s_{max}$ ok

Gráficos 6.2

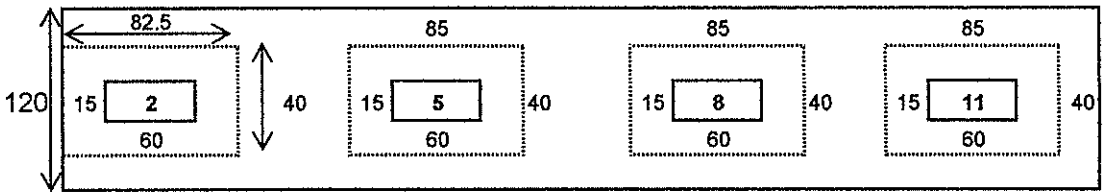


Gráfico para el cálculo de los cortantes en las caras de las columnas (cm)

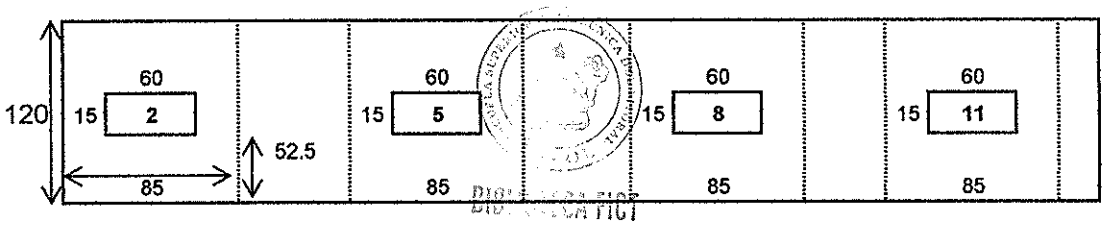
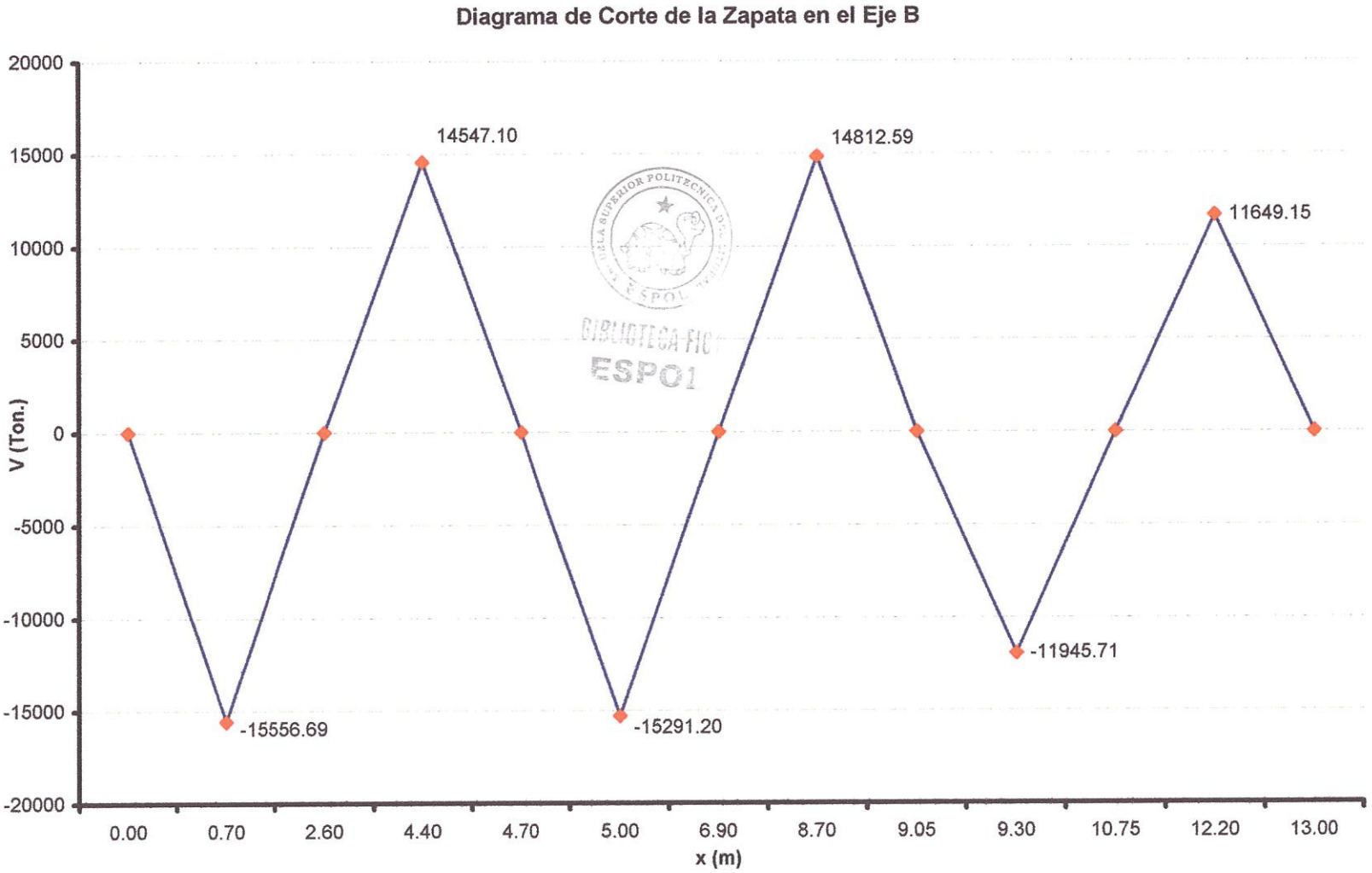


Gráfico para el cálculo de los momentos en la dirección corta (cm)



BIBLIOTECA FIC
ESPOL

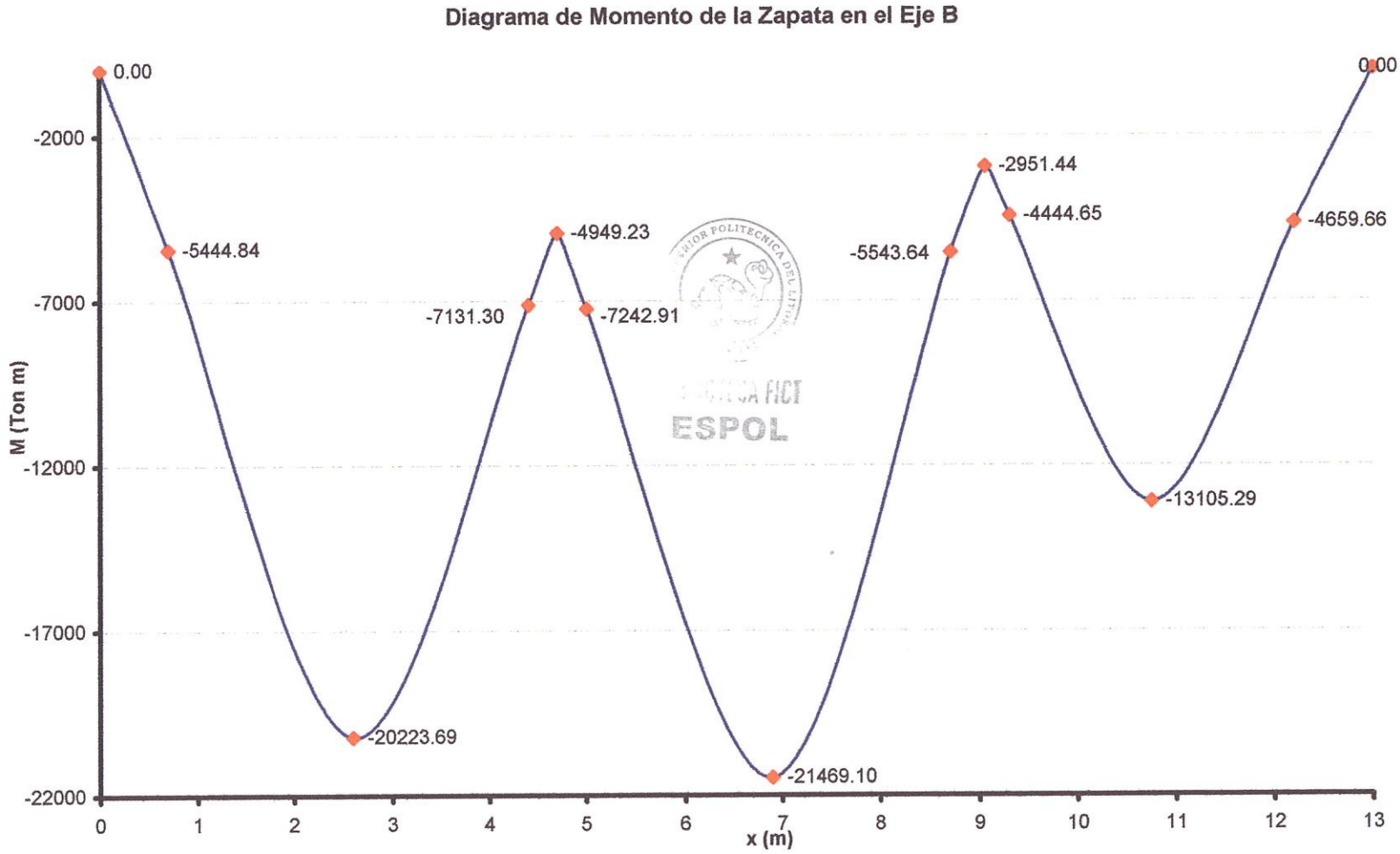


Diagrama de Momento de la Zapata en el Eje B
0.00
-5444.84
-20223.69
-7131.30
-4949.23
-7242.91
-21469.10
-5543.64
-2951.44
-4444.65
-13105.29
-4659.66
0.00
M (Ton m)
-2000
-7000
-12000
-17000
-22000
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
x (m)

ESPOL

Para el análisis estructural de la vivienda, se utilizó el programa SAP2000, este programa que es de fácil manejo permite realizar un análisis y diseño de cualquier estructura de una manera más rápida y los resultados que se obtienen son confiables.

Este programa realiza los cálculos utilizando el método de los elementos finitos, el ingreso de datos se realiza de forma sencilla, ya que el SAP2000 trae incorporado modelos de distintas estructuras desde una simple viga hasta un domo; además, el programa permite ingresar las dimensiones de acuerdo a la estructura que se va a analizar, sin necesidad de escribir la programación como se hacía en versiones anteriores.

Las combinaciones de carga que se emplean para el análisis estructural son las que dispone el Reglamento para las Construcciones de Concreto Estructural (ACI 318-99), tal como indica el capítulo 9:

Sección 9.2 *Resistencia requerida*

9.2.1 La resistencia requerida U, para resistir la carga muerta D y la carga viva L, deberá ser por lo menos igual a:

$$U = 1.4D + 1.7L \qquad (Ec.\ 9.1)$$

9.2.2 Si en el diseño se va a incluir la resistencia a los efectos estructurales de una carga de viento especificada, W, se deben investigar las siguientes combinaciones de D, L y W para determinar la mayor resistencia requerida U:

$$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.7W) \qquad (Ec.\ 9.2)$$

donde las combinaciones de carga deben incluir tanto el valor total, como el valor cero de L para determinar la condición más crítica y

$$U = 0.9D \pm 1.3W \qquad (Ec.\ 9.3)$$

Pero para cualquier combinación de D, L y W, la resistencia requerida U no será menor que la de la ecuación de la sección 9.2.1.

9.2.3 Si se va a incluir en el diseño la resistencia a cargas o fuerzas de sismo especificadas, E, se deben aplicar las combinaciones de carga de la sección 9.2.2, excepto que 1.1E será sustituida por W.

Establecidas las combinaciones de carga e ingresados los datos de la estructura a analizar, se ejecuta el programa; en el SAP2000 se necesita ingresar una opción con la cual se obtendrán los máximos valores sean momentos, cortantes o fuerzas axiales, esta opción se refiere a la envolvente, que permite obtener los valores más críticos

de todas las combinaciones de carga que se utilizaron, con estos resultados se procede a realizar el diseño de todos los elementos componentes de la vivienda.

A continuación se presentan todos los datos ingresados y los resultados obtenidos por el programa SAP2000, así como las gráficas de la estructura en general y lo gráficos de cortante, momento y fuerzas axiales.

SAP2000

Ingreso de datos

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

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

STATIC CASE	CASE TYPE	SELF WT FACTOR
MUERTA	DEAD	1.0000
SISMO	QUAKE	0.0000

J O I N T D A T A

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS	ANGLE-A	ANGLE-B	ANGLE-C
1	-4.55000	-6.45000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
2	-4.55000	-6.45000	2.70000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
3	-4.55000	-6.45000	5.40000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
4	-4.55000	-2.15000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
5	-4.55000	-2.15000	2.70000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
6	-4.55000	-2.15000	5.40000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
7	-4.55000	2.15000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
8	-4.55000	2.15000	2.70000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
9	-4.55000	2.15000	5.40000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
10	-4.55000	5.65000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
11	-4.55000	5.65000	2.70000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
12	-4.55000	5.65000	5.40000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
13	0.00000	-6.45000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
14	0.00000	-6.45000	2.70000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
15	0.00000	-6.45000	5.40000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
16	0.00000	-2.15000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
17	0.00000	-2.15000	2.70000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
18	0.00000	-2.15000	5.40000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
19	0.00000	2.15000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
20	0.00000	2.15000	2.70000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
21	0.00000	2.15000	5.40000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
22	0.00000	5.65000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
23	0.00000	5.65000	2.70000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
24	0.00000	5.65000	5.40000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
25	4.55000	-6.45000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
26	4.55000	-6.45000	2.70000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
27	4.55000	-6.45000	5.40000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
28	4.55000	-2.15000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
29	4.55000	-2.15000	2.70000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
30	4.55000	-2.15000	5.40000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
31	4.55000	2.15000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
32	4.55000	2.15000	2.70000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
33	4.55000	2.15000	5.40000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
34	4.55000	5.65000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
35	4.55000	5.65000	2.70000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
36	4.55000	5.65000	5.40000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000

F R A M E E L E M E N T D A T A

FRAME	JNT-1	JNT-2	SECTION	ANGLE	RELEASES	SEGMENTS	R1	R2	FACTOR	LENGTH
1	1	2	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
2	2	3	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
3	4	5	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
4	5	6	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
5	7	8	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
6	8	9	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
7	10	11	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
8	11	12	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
9	13	14	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
10	14	15	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
11	16	17	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
12	17	18	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
13	19	20	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
14	20	21	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
15	22	23	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
16	23	24	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700

17	25	26	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
18	26	27	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
19	28	29	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
20	29	30	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
21	31	32	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
22	32	33	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
23	34	35	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
24	35	36	COLUMNA	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.700
25	2	14	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
26	3	15	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
27	14	26	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
28	15	27	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
29	5	17	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
30	6	18	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
31	17	29	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
32	18	30	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
33	8	20	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
34	9	21	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
35	20	32	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
36	21	33	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
37	11	23	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
38	12	24	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
39	23	35	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
40	24	36	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.550
41	2	5	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.300
42	3	6	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.300
43	5	8	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.300
44	6	9	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.300
45	8	11	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.500
46	9	12	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.500
47	14	17	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.300
48	15	18	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.300
49	17	20	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.300
50	18	21	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.300
51	20	23	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.500
52	21	24	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.500
53	26	29	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.300
54	27	30	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.300
55	29	32	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.300
56	30	33	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	4.300
57	32	35	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.500
58	33	36	VIGA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.500

MATERIAL PROPERTY DATA

MAT LABEL	MODULUS OF ELASTICITY	POISSON'S RATIO	THERMAL COEFF	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL
STEEL	20389019.2	0.300	1.170E-05	7.833	0.798
CONC	2531050.65	0.200	9.900E-06	2.403	0.245
OTHER	2531050.65	0.200	9.900E-06	2.403	0.245

MATERIAL DESIGN DATA

MAT LABEL	DESIGN CODE	STEEL FY	CONCRETE FC	REBAR FY	CONCRETE FCS	REBAR
STEEL	S	25310.507				
CONC	C		2812.279	42184.178	2812.279	28122.785
OTHER	N					

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	MAT LABEL	SECTION TYPE	DEPTH	FLANGE WIDTH TOP	FLANGE THICK TOP	WEB THICK	FLANGE WIDTH BOTTOM	FLANGE THICK BOTTOM
COLUMNA		CONC	0.250	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000
VIGA		CONC	0.250	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION	AREA	TORSIONAL	MOMENTS OF INERTIA			SHEAR AREAS	

LABEL		INERTIA	I33	I22	A2	A3
COLUMNA	0.150	2.307E-03	7.812E-04	4.500E-03	0.125	0.125
VIGA	5.000E-02	3.421E-04	2.604E-04	1.667E-04	4.167E-02	4.167E-02

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

SECTION	SECTION MODULII		PLASTIC MODULII		RADII OF GYRATION	
LABEL	S33	S22	Z33	Z22	R33	R22
COLUMNA	6.250E-03	1.500E-02	9.375E-03	2.250E-02	7.217E-02	0.173
VIGA	2.083E-03	1.667E-03	3.125E-03	2.500E-03	7.217E-02	5.774E-02

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

SECTION	TOTAL	TOTAL
LABEL	WEIGHT	MASS
COLUMNA	23.353	2.379
VIGA	17.467	1.780

S H E L L S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

SECTION	MAT	SHELL	MEMBRANE	BENDING	MATERIAL
LABEL	LABEL	TYPE	THICK	THICK	ANGLE
SSEC1	CONC	4	1.000	1.000	0.000

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

S H E L L S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

SECTION	TOTAL	TOTAL
LABEL	WEIGHT	MASS
SSEC1	0.000	0.000

J O I N T F O R C E S Load Case SISMO

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	GLOBAL-XX	GLOBAL-YY	GLOBAL-ZZ
9	1.190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	1.210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	1.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	1.400	0.000	0.000	0.000	0.000
27	0.000	1.450	0.000	0.000	0.000	0.000
26	0.000	0.140	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.160	0.140	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.130	0.000	0.000	0.000	0.000
3	1.570	1.450	0.000	0.000	0.000	0.000

F R A M E S P A N D I S T R I B U T E D L O A D S Load Case MUERTA

FRAME	TYPE	DIRECTION	DISTANCE-A	VALUE-A	DISTANCE-B	VALUE-B
26	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.2800	1.0000	-0.2800
28	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.2800	1.0000	-0.2800
30	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.2800	1.0000	-0.2800
32	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.2800	1.0000	-0.2800
34	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.2800	1.0000	-0.2800
36	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.2800	1.0000	-0.2800
38	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.2800	1.0000	-0.2800
40	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.2800	1.0000	-0.2800
41	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.7700	1.0000	-0.7700
43	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.7700	1.0000	-0.7700
45	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.7700	1.0000	-0.7700
53	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.7700	1.0000	-0.7700
55	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.7700	1.0000	-0.7700
57	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.7700	1.0000	-0.7700
29	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.7300	1.0000	-0.7300
33	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.7300	1.0000	-0.7300
35	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.7300	1.0000	-0.7300
25	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.5600	1.0000	-0.5600
27	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.5600	1.0000	-0.5600
37	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.5600	1.0000	-0.5600
39	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.5600	1.0000	-0.5600
51	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.7700	1.0000	-0.7700
47	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-0.7300	1.0000	-0.7300

Resultados

L O A D C O M B I N A T I O N M U L T I P L I E R S

COMBO	TYPE	CASE	FACTOR	TYPE	TITLE
COMB1	ADD				COMB1
		MUERTA	1.4000	STATIC(DEAD)	
COMB2	ADD				COMB2
		MUERTA	1.0500	STATIC(DEAD)	
		SISMO	1.4000	STATIC(QUAKE)	
COMB3	ADD				COMB3
		MUERTA	1.0500	STATIC(DEAD)	
		SISMO	-1.4000	STATIC(QUAKE)	
COMB4	ADD				COMB4
		MUERTA	0.9000	STATIC(DEAD)	
		SISMO	1.4300	STATIC(QUAKE)	
COMB5	ADD				COMB5
		MUERTA	0.9000	STATIC(DEAD)	
		SISMO	-1.4300	STATIC(QUAKE)	
MAXIMOS	ENVE				OPCION ENVELOPE
		COMB1	1.0000	COMBO	
		COMB2	1.0000	COMBO	
		COMB3	1.0000	COMBO	
		COMB4	1.0000	COMBO	
		COMB5	1.0000	COMBO	

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

JOINT	LOAD	U1	U2	U3	R1	R2	R3
1	Minima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
1	Maxima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
2	Minima	-2.076E-03	-4.901E-04	-6.001E-05	-3.504E-04	-9.366E-04	-3.606E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
2	Maxima	2.072E-03	4.972E-04	5.010E-06	2.615E-04	1.227E-03	3.295E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
3	Minima	-5.369E-03	-1.470E-03	-7.625E-05	-3.699E-04	-8.823E-04	-6.917E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
3	Maxima	5.417E-03	1.498E-03	7.461E-06	3.758E-04	1.149E-03	6.441E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
4	Minima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
4	Maxima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
5	Minima	-1.774E-03	-4.871E-04	-8.577E-05	-2.917E-04	-7.292E-04	-3.159E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
5	Maxima	1.796E-03	4.898E-04	3.064E-06	2.906E-04	1.148E-03	3.123E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
6	Minima	-4.592E-03	-1.425E-03	-1.044E-04	-3.357E-04	-7.690E-04	-6.266E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
6	Maxima	4.675E-03	1.434E-03	4.483E-06	3.322E-04	9.822E-04	6.211E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
7	Minima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
7	Maxima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS

8	Minima	-1.742E-03	-4.840E-04	-8.152E-05	-2.698E-04	-7.201E-04	-1.329E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
8	Maxima	1.738E-03	4.825E-04	3.696E-06	2.978E-04	1.110E-03	1.639E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
9	Minima	-4.499E-03	-1.400E-03	-9.982E-05	-3.192E-04	-7.399E-04	-2.758E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
9	Maxima	4.547E-03	1.391E-03	5.473E-06	3.192E-04	9.723E-04	3.249E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
10	Minima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
10	Maxima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
11	Minima	-1.862E-03	-4.812E-04	-5.598E-05	-2.573E-04	-8.272E-04	-2.136E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
11	Maxima	1.851E-03	4.772E-04	1.344E-06	3.150E-04	1.116E-03	2.251E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
12	Minima	-4.821E-03	-1.394E-03	-7.177E-05	-3.344E-04	-7.812E-04	-4.216E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
12	Maxima	4.854E-03	1.374E-03	1.853E-06	3.320E-04	1.049E-03	4.420E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
13	Minima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
13	Maxima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
14	Minima	-2.067E-03	-4.827E-04	-8.527E-05	-3.421E-04	-9.739E-04	-2.175E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
14	Maxima	2.076E-03	4.864E-04	1.307E-06	2.582E-04	9.717E-04	2.045E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
15	Minima	-5.325E-03	-1.446E-03	-1.113E-04	-3.627E-04	-7.978E-04	-4.455E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
15	Maxima	5.343E-03	1.467E-03	2.012E-06	3.693E-04	8.054E-04	4.268E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
16	Minima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
16	Maxima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
17	Minima	-1.767E-03	-4.801E-04	-8.163E-05	-2.506E-04	-1.029E-03	-2.194E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
17	Maxima	1.800E-03	4.791E-04	0.0000	3.211E-04	6.611E-04	2.197E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
18	Minima	-4.563E-03	-1.402E-03	-1.104E-04	-3.440E-04	-6.224E-04	-4.548E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
18	Maxima	4.613E-03	1.405E-03	0.0000	3.119E-04	7.603E-04	4.557E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
19	Minima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
19	Maxima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
20	Minima	-1.735E-03	-4.733E-04	-9.512E-05	-3.023E-04	-8.198E-04	-7.901E-06
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
20	Maxima	1.743E-03	4.753E-04	0.0000	2.551E-04	8.171E-04	9.644E-06
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
21	Minima	-4.470E-03	-1.371E-03	-1.232E-04	-2.989E-04	-6.719E-04	-1.716E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
21	Maxima	4.486E-03	1.368E-03	0.0000	3.281E-04	6.788E-04	1.990E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
22	Minima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
22	Maxima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
23	Minima	-1.854E-03	-4.708E-04	-8.213E-05	-2.523E-04	-8.726E-04	-1.160E-05

BIBLIOTECA ESPOL

		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
23	Maxima	1.855E-03	4.699E-04	-1.926E-06	3.096E-04	8.732E-04	1.211E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
24	Minima	-4.783E-03	-1.365E-03	-1.077E-04	-3.298E-04	-7.206E-04	-2.431E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
24	Maxima	4.787E-03	1.352E-03	-2.957E-06	3.248E-04	7.213E-04	2.525E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
25	Minima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
25	Maxima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
26	Minima	-2.054E-03	-4.970E-04	-6.001E-05	-3.543E-04	-1.204E-03	-3.876E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
26	Maxima	2.076E-03	5.044E-04	-2.214E-06	2.656E-04	9.305E-04	3.583E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
27	Minima	-5.319E-03	-1.489E-03	-7.625E-05	-3.742E-04	-1.125E-03	-7.416E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
27	Maxima	5.308E-03	1.517E-03	-3.145E-06	3.803E-04	8.540E-04	6.972E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
28	Minima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
28	Maxima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
29	Minima	-1.752E-03	-4.938E-04	-6.912E-05	-2.955E-04	-8.993E-04	-3.244E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
29	Maxima	1.804E-03	4.967E-04	-3.186E-06	2.943E-04	9.418E-04	3.306E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
30	Minima	-1.556E-03	-1.443E-03	-8.791E-05	-3.398E-04	-1.066E-03	-6.443E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
30	Maxima	4.587E-03	1.453E-03	-4.695E-06	3.363E-04	6.581E-04	6.545E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
31	Minima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
31	Maxima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
32	Minima	-1.724E-03	-4.901E-04	-8.151E-05	-2.735E-04	-1.091E-03	-1.136E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
32	Maxima	1.743E-03	4.887E-04	-2.397E-06	3.012E-04	7.167E-04	1.421E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
33	Minima	-4.471E-03	-1.417E-03	-9.981E-05	-3.232E-04	-9.543E-04	-2.313E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
33	Maxima	4.454E-03	1.408E-03	-3.475E-06	3.229E-04	7.173E-04	2.759E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
34	Minima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
34	Maxima	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
35	Minima	-1.842E-03	-4.870E-04	-5.599E-05	-2.608E-04	-1.103E-03	-1.860E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
35	Maxima	1.856E-03	4.832E-04	-5.184E-06	3.184E-04	8.156E-04	1.849E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
36	Minima	-4.779E-03	-1.410E-03	-7.178E-05	-3.384E-04	-1.025E-03	-3.619E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
36	Maxima	4.753E-03	1.391E-03	-7.738E-06	3.358E-04	7.576E-04	3.608E-05
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS

BIBLIOTECA FIST
ESPOL

J O I N T R E A C T I O N S

JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	Minima	-0.5056	-0.3454	-0.7045	-2.2320	-1.5607	-0.0297
		SISMO	SISMO	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
1	Maxima	0.9784	0.8791	9.1196	1.6832	1.9751	0.0325
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
4	Minima	-0.4342	-0.5843	-0.4308	-2.0041	-1.2524	-0.0281
		SISMO	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
4	Maxima	0.9673	0.5766	12.7416	2.0191	1.8009	0.0285
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
7	Minima	-0.4222	-0.7239	-0.5196	-1.9289	-1.2117	-0.0148
		SISMO	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
7	Maxima	0.9428	0.4982	12.1434	2.1081	1.7631	0.0120
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
10	Minima	-0.4501	-0.8155	-0.1890	-1.7881	-1.3688	-0.0203
		SISMO	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
10	Maxima	0.9023	0.3401	8.5533	2.1516	1.7916	0.0192
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
13	Minima	-0.8991	-0.3390	-0.1838	-2.1949	-1.9254	-0.0184
		MAXIMOS	SISMO	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
13	Maxima	0.8852	0.8602	12.6712	1.6487	1.9083	0.0196
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
16	Minima	-1.1019	-0.8913	0.0146	-1.7375	-1.9372	-0.0198
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
16	Maxima	0.4646	0.2837	12.1596	2.2122	1.3717	0.0198
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
19	Minima	-0.7523	-0.4171	-0.0830	-2.1345	-1.6140	-8.690E-03
		MAXIMOS	SISMO	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
19	Maxima	0.7391	0.8029	14.0559	1.8270	1.5982	7.119E-03
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
22	Minima	-0.7959	-0.8132	0.2708	-1.7398	-1.7140	-0.0109
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
22	Maxima	0.7951	0.3213	12.2291	2.1254	1.7125	0.0105
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
25	Minima	-0.9871	-0.3522	0.3113	-2.2607	-1.9832	-0.0323
		MAXIMOS	SISMO	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
25	Maxima	0.5048	0.8880	9.1198	1.7142	1.5630	0.0349
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
28	Minima	-0.6267	-0.5943	0.4480	-2.0332	-1.5358	-0.0298
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
28	Maxima	0.6331	0.5863	10.4009	2.0489	1.5133	0.0292
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
31	Minima	-0.9491	-0.7319	0.3371	-1.9554	-1.7702	-0.0128
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
31	Maxima	0.3139	0.5072	12.1429	2.1345	1.2143	0.0102
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
34	Minima	-0.9133	-0.8228	0.7290	-1.8122	-1.7982	-0.0167
		MAXIMOS	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
34	Maxima	0.4208	0.3474	8.5543	2.1764	1.3731	0.0168
		MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS

BIBLIOTECA FICT ESPOL

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1	Minima		-9.12	-9.784E-01	-8.791E-01	-3.249E-02	-2.23	-1.98
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
1	Maxima		7.045E-01	5.056E-01	3.454E-01	2.969E-02	1.68	1.56
			SISMO	SISMO	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
2	Minima		-2.96	-1.04	-7.629E-01	-2.983E-02	-1.54	-1.37
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
2	Maxima		3.446E-01	4.020E-01	3.168E-01	2.835E-02	6.263E-01	1.44
			SISMO	SISMO	SISMO	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS
3	Minima		-12.74	-9.673E-01	-5.766E-01	-2.846E-02	-2.00	-1.80
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
3	Maxima		4.308E-01	4.342E-01	5.843E-01	2.814E-02	2.02	1.25
			SISMO	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
4	Minima		-3.30	-1.00	-5.884E-01	-2.799E-02	-9.701E-01	-1.39
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
4	Maxima		1.996E-01	3.365E-01	5.911E-01	2.783E-02	9.837E-01	1.31
			SISMO	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
5	Minima		-12.14	-9.428E-01	-4.982E-01	-1.197E-02	-1.93	-1.76
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
5	Maxima		5.196E-01	4.222E-01	7.239E-01	1.477E-02	2.11	1.21
			SISMO	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
6	Minima		-3.25	-9.906E-01	-5.041E-01	-1.288E-02	-7.708E-01	-1.36
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
6	Maxima		2.500E-01	3.303E-01	6.899E-01	1.450E-02	1.15	1.31
			SISMO	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
7	Minima		-8.55	-9.023E-01	-3.401E-01	-1.925E-02	-1.79	-1.79
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
7	Maxima		1.890E-01	4.501E-01	8.155E-01	2.028E-02	2.15	1.37
			SISMO	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
8	Minima		-2.90	-9.842E-01	-2.364E-01	-1.874E-02	-4.934E-01	-1.30
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
8	Maxima		7.161E-02	3.605E-01	6.192E-01	1.955E-02	1.18	1.36
			SISMO	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
9	Minima		-12.67	-8.852E-01	-8.602E-01	-1.960E-02	-2.19	-1.91
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
9	Maxima		1.838E-01	8.991E-01	3.390E-01	1.842E-02	1.65	1.93
			SISMO	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
10	Minima		-4.34	-1.02	-7.393E-01	-2.054E-02	-1.49	-1.50
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
10	Maxima		9.908E-02	1.02	3.102E-01	2.003E-02	6.139E-01	1.50
			SISMO	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS
11	Minima		-12.16	-4.646E-01	-2.837E-01	-1.976E-02	-1.74	-1.37
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
11	Maxima		-1.457E-02	1.10	8.913E-01	1.980E-02	2.21	1.94
			SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
12	Minima		-4.73	-6.853E-01	-4.071E-01	-2.122E-02	-6.178E-01	-1.35
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
12	Maxima		-1.021E-02	1.06	7.658E-01	2.126E-02	1.46	1.54
			SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
13	Minima		-14.06	-7.391E-01	-8.029E-01	-7.119E-03	-2.13	-1.60
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
13	Maxima		8.297E-02	7.523E-01	4.171E-01	8.690E-03	1.83	1.61
			SISMO	MAXIMOS	SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
14	Minima		-4.63	-8.488E-01	-6.753E-01	-8.347E-03	-1.24	-1.25
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
14	Maxima		4.401E-02	8.515E-01	4.954E-01	9.238E-03	6.547E-01	1.25
			SISMO	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS
15	Minima		-12.23	-7.951E-01	-3.213E-01	-1.045E-02	-1.74	-1.71
			MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS	MAXIMOS

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

15	Maxima	-2.708E-01 SISMO	7.959E-01 MAXIMOS	8.132E-01 MAXIMOS	1.091E-02 MAXIMOS	2.13 MAXIMOS	1.71 MAXIMOS
16	Minima	-4.27 MAXIMOS	-9.158E-01 MAXIMOS	-2.297E-01 MAXIMOS	-1.145E-02 MAXIMOS	-4.775E-01 MAXIMOS	-1.35 MAXIMOS
16	Maxima	-1.451E-01 SISMO	9.163E-01 MAXIMOS	6.091E-01 MAXIMOS	1.184E-02 MAXIMOS	1.17 MAXIMOS	1.35 MAXIMOS
17	Minima	-9.12 MAXIMOS	-5.048E-01 MAXIMOS	-8.880E-01 MAXIMOS	-3.492E-02 MAXIMOS	-2.26 MAXIMOS	-1.56 MAXIMOS
17	Maxima	-3.113E-01 SISMO	9.871E-01 MAXIMOS	3.522E-01 SISMO	3.228E-02 MAXIMOS	1.71 MAXIMOS	1.98 MAXIMOS
18	Minima	-2.96 MAXIMOS	-1.448E-01 MAXIMOS	-7.660E-01 MAXIMOS	-3.189E-02 MAXIMOS	-1.55 MAXIMOS	-1.44 MAXIMOS
18	Maxima	-1.309E-01 SISMO	1.02 MAXIMOS	3.201E-01 SISMO	3.054E-02 MAXIMOS	6.320E-01 SISMO	1.33 MAXIMOS
19	Minima	-10.40 MAXIMOS	-6.331E-01 MAXIMOS	-5.863E-01 MAXIMOS	-2.923E-02 MAXIMOS	-2.03 MAXIMOS	-1.51 MAXIMOS
19	Maxima	-4.480E-01 SISMO	6.267E-01 MAXIMOS	5.943E-01 MAXIMOS	2.979E-02 MAXIMOS	2.05 MAXIMOS	1.54 MAXIMOS
20	Minima	-3.32 MAXIMOS	-2.011E-01 MAXIMOS	-5.953E-01 MAXIMOS	-2.882E-02 MAXIMOS	-9.805E-01 MAXIMOS	-1.27 MAXIMOS
20	Maxima	-2.121E-01 SISMO	7.678E-01 MAXIMOS	5.981E-01 MAXIMOS	2.918E-02 MAXIMOS	9.941E-01 MAXIMOS	8.031E-01 MAXIMOS
21	Minima	-12.14 MAXIMOS	-3.139E-01 MAXIMOS	-5.072E-01 MAXIMOS	-1.024E-02 MAXIMOS	-1.96 MAXIMOS	-1.21 MAXIMOS
21	Maxima	-3.371E-01 SISMO	9.491E-01 MAXIMOS	7.319E-01 MAXIMOS	1.280E-02 MAXIMOS	2.13 MAXIMOS	1.77 MAXIMOS
22	Minima	-3.25 MAXIMOS	-4.735E-03 MAXIMOS	-5.121E-01 MAXIMOS	-1.060E-02 MAXIMOS	-7.826E-01 MAXIMOS	-1.31 MAXIMOS
22	Maxima	-1.616E-01 SISMO	9.780E-01 MAXIMOS	6.953E-01 MAXIMOS	1.206E-02 MAXIMOS	1.16 MAXIMOS	1.33 MAXIMOS
23	Minima	-8.55 MAXIMOS	-4.208E-01 MAXIMOS	-3.474E-01 MAXIMOS	-1.675E-02 MAXIMOS	-1.81 MAXIMOS	-1.37 MAXIMOS
23	Maxima	-7.290E-01 SISMO	9.133E-01 MAXIMOS	8.228E-01 MAXIMOS	1.666E-02 MAXIMOS	2.18 MAXIMOS	1.80 MAXIMOS
24	Minima	-2.90 MAXIMOS	-8.731E-02 MAXIMOS	-2.411E-01 MAXIMOS	-1.585E-02 MAXIMOS	-4.979E-01 MAXIMOS	-1.35 MAXIMOS
24	Maxima	-3.590E-01 SISMO	9.681E-01 MAXIMOS	6.240E-01 MAXIMOS	1.585E-02 MAXIMOS	1.19 MAXIMOS	1.27 MAXIMOS
25	Minima	-4.979E-02 SISMO	-2.13 MAXIMOS	-7.420E-03 MAXIMOS	-2.585E-04 MAXIMOS	-1.821E-02 MAXIMOS	-2.13 MAXIMOS
25	Maxima	2.772E-01 MAXIMOS	2.21 MAXIMOS	7.073E-03 MAXIMOS	6.541E-04 MAXIMOS	1.725E-02 MAXIMOS	8.542E-01 MAXIMOS
26	Minima	-2.08 MAXIMOS	-1.26 MAXIMOS	-1.511E-02 MAXIMOS	-5.152E-04 MAXIMOS	-3.666E-02 MAXIMOS	-1.50 MAXIMOS
26	Maxima	1.23 MAXIMOS	1.32 MAXIMOS	1.467E-02 MAXIMOS	5.662E-04 MAXIMOS	3.538E-02 MAXIMOS	5.681E-01 SISMO
27	Minima	-1.307E-01 SISMO	-2.20 MAXIMOS	-6.593E-03 MAXIMOS	-9.670E-04 MAXIMOS	-1.480E-02 MAXIMOS	-2.12 MAXIMOS
27	Maxima	3.959E-01 MAXIMOS	2.13 MAXIMOS	5.879E-03 MAXIMOS	5.803E-04 MAXIMOS	1.658E-02 MAXIMOS	8.519E-01 MAXIMOS
28	Minima	-1.05 MAXIMOS	-1.31 MAXIMOS	-1.212E-02 MAXIMOS	-9.099E-04 MAXIMOS	-2.749E-02 MAXIMOS	-1.49 MAXIMOS
28	Maxima	1.742E-01 MAXIMOS	1.26 MAXIMOS	1.098E-02 MAXIMOS	8.765E-04 MAXIMOS	3.032E-02 MAXIMOS	5.479E-01 MAXIMOS
29	Minima	-2.839E-02 SISMO	-2.70 MAXIMOS	-6.880E-03 MAXIMOS	2.916E-04 SISMO	-1.655E-02 MAXIMOS	-2.22 MAXIMOS
29	Maxima	2.300E-01 MAXIMOS	2.72 MAXIMOS	7.044E-03 MAXIMOS	4.415E-03 MAXIMOS	1.688E-02 MAXIMOS	1.11 MAXIMOS
30	Minima	-1.78 MAXIMOS	-1.22 MAXIMOS	-1.438E-02 MAXIMOS	-1.789E-03 MAXIMOS	-3.430E-02 MAXIMOS	-1.44 MAXIMOS
30	Maxima	8.238E-01 MAXIMOS	1.33 MAXIMOS	1.464E-02 MAXIMOS	3.316E-04 SISMO	3.483E-02 MAXIMOS	4.966E-01 MAXIMOS

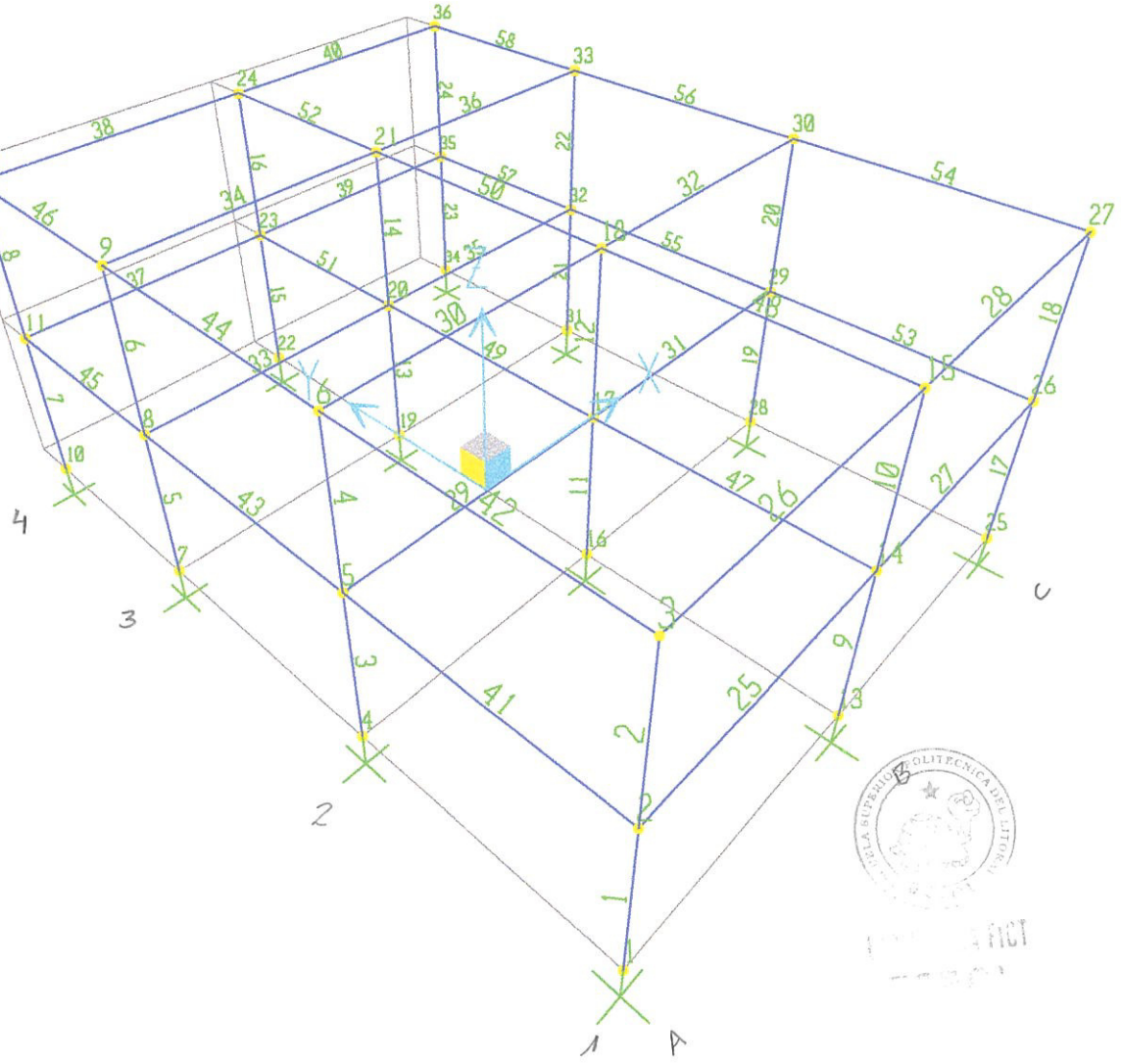
BIBLIOTECA FICT ESPOL

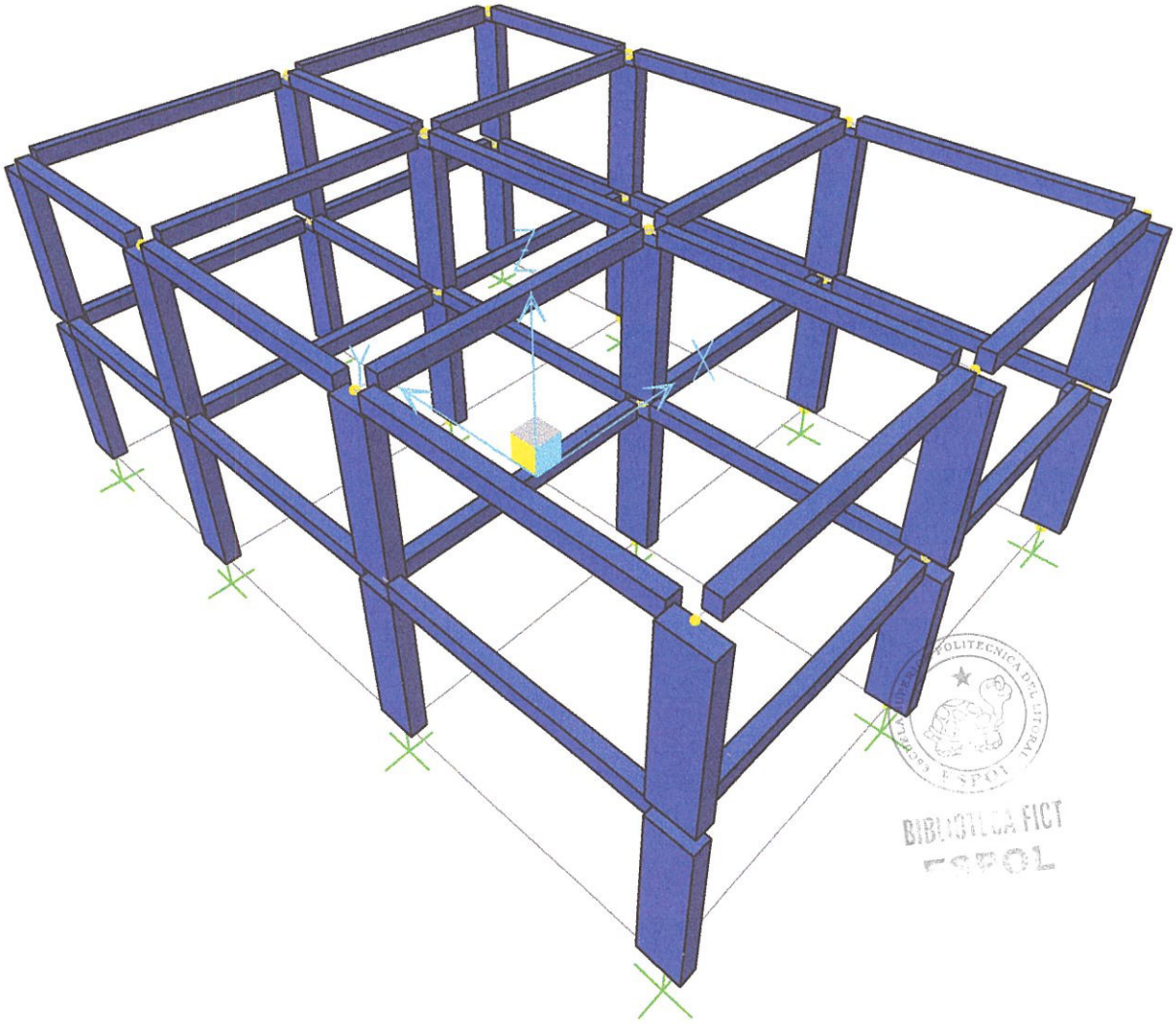
31	Minima	-1.078E-01 SISMO	-6.466E-01 MAXIMOS	-5.881E-03 MAXIMOS	-4.420E-03 MAXIMOS	-1.411E-02 MAXIMOS	-1.06 MAXIMOS
31	Maxima	4.632E-01 MAXIMOS	5.790E-01 MAXIMOS	5.748E-03 MAXIMOS	-5.035E-04 SISMO	1.435E-02 MAXIMOS	6.196E-01 MAXIMOS
32	Minima	-7.442E-01 MAXIMOS	-1.31 MAXIMOS	-1.115E-02 MAXIMOS	-5.574E-04 SISMO	-2.676E-02 MAXIMOS	-1.37 MAXIMOS
32	Maxima	1.722E-01 MAXIMOS	1.24 MAXIMOS	1.095E-02 MAXIMOS	2.101E-03 MAXIMOS	2.713E-02 MAXIMOS	5.430E-01 MAXIMOS
33	Minima	-2.283E-02 SISMO	-2.65 MAXIMOS	-2.195E-03 MAXIMOS	-4.637E-03 MAXIMOS	-5.493E-03 MAXIMOS	-2.32 MAXIMOS
33	Maxima	2.344E-01 MAXIMOS	2.76 MAXIMOS	2.594E-03 MAXIMOS	2.861E-04 SISMO	6.528E-03 MAXIMOS	1.07 MAXIMOS
34	Minima	-1.76 MAXIMOS	-1.24 MAXIMOS	-4.252E-03 MAXIMOS	3.153E-04 SISMO	-1.064E-02 MAXIMOS	-1.38 MAXIMOS
34	Maxima	8.004E-01 MAXIMOS	1.31 MAXIMOS	4.837E-03 MAXIMOS	1.796E-03 MAXIMOS	1.217E-02 MAXIMOS	5.085E-01 MAXIMOS
35	Minima	-1.031E-01 SISMO	-2.76 MAXIMOS	-3.057E-03 MAXIMOS	-4.811E-04 SISMO	-9.058E-03 MAXIMOS	-2.31 MAXIMOS
35	Maxima	3.257E-01 MAXIMOS	2.65 MAXIMOS	3.796E-03 MAXIMOS	4.624E-03 MAXIMOS	8.212E-03 MAXIMOS	1.07 MAXIMOS
36	Minima	-9.528E-01 MAXIMOS	-1.31 MAXIMOS	-7.022E-03 MAXIMOS	-2.103E-03 MAXIMOS	-1.939E-02 MAXIMOS	-1.37 MAXIMOS
36	Maxima	-1.869E-02 MAXIMOS	1.24 MAXIMOS	8.210E-03 MAXIMOS	-4.151E-04 MAXIMOS	1.796E-02 MAXIMOS	5.105E-01 MAXIMOS
37	Minima	-3.610E-02 SISMO	-2.13 MAXIMOS	-3.613E-03 MAXIMOS	-4.314E-04 MAXIMOS	-9.125E-03 MAXIMOS	-2.04 MAXIMOS
37	Maxima	2.764E-01 MAXIMOS	2.21 MAXIMOS	3.652E-03 MAXIMOS	3.976E-04 MAXIMOS	9.272E-03 MAXIMOS	8.534E-01 MAXIMOS
38	Minima	-1.91 MAXIMOS	-1.24 MAXIMOS	-6.901E-03 MAXIMOS	-5.779E-04 MAXIMOS	-1.735E-02 MAXIMOS	-1.43 MAXIMOS
38	Maxima	1.05 MAXIMOS	1.31 MAXIMOS	6.916E-03 MAXIMOS	3.691E-04 MAXIMOS	1.749E-02 MAXIMOS	5.153E-01 MAXIMOS
39	Minima	-1.139E-01 SISMO	-2.21 MAXIMOS	-4.384E-03 MAXIMOS	-6.753E-04 MAXIMOS	-1.102E-02 MAXIMOS	-2.03 MAXIMOS
39	Maxima	3.668E-01 MAXIMOS	2.13 MAXIMOS	4.586E-03 MAXIMOS	7.000E-04 MAXIMOS	1.062E-02 MAXIMOS	8.534E-01 MAXIMOS
40	Minima	-9.905E-01 MAXIMOS	-1.31 MAXIMOS	-9.439E-03 MAXIMOS	-6.870E-04 MAXIMOS	-2.343E-02 MAXIMOS	-1.42 MAXIMOS
40	Maxima	1.103E-01 MAXIMOS	1.24 MAXIMOS	9.858E-03 MAXIMOS	8.774E-04 MAXIMOS	2.257E-02 MAXIMOS	5.131E-01 MAXIMOS
41	Minima	-2.253E-01 MAXIMOS	-2.67 MAXIMOS	-8.726E-03 MAXIMOS	-8.785E-03 SISMO	-2.175E-02 MAXIMOS	-1.94 MAXIMOS
41	Maxima	8.658E-02 MAXIMOS	2.69 MAXIMOS	9.910E-03 MAXIMOS	1.795E-02 MAXIMOS	2.087E-02 MAXIMOS	9.704E-01 MAXIMOS
42	Minima	-1.89 MAXIMOS	-4.197E-01 MAXIMOS	-2.974E-02 MAXIMOS	-1.409E-02 MAXIMOS	-6.777E-02 MAXIMOS	-5.204E-01 MAXIMOS
42	Maxima	1.33 MAXIMOS	4.150E-01 MAXIMOS	3.122E-02 MAXIMOS	9.510E-03 MAXIMOS	6.649E-02 MAXIMOS	2.286E-01 SISMO
43	Minima	-2.246E-01 MAXIMOS	-2.68 MAXIMOS	-1.313E-03 MAXIMOS	-3.195E-03 MAXIMOS	-4.908E-03 MAXIMOS	-1.93 MAXIMOS
43	Maxima	9.154E-02 MAXIMOS	2.68 MAXIMOS	-9.257E-06 MAXIMOS	7.663E-04 MAXIMOS	7.067E-03 MAXIMOS	9.635E-01 MAXIMOS
44	Minima	-1.30 MAXIMOS	-4.060E-01 MAXIMOS	-3.466E-03 MAXIMOS	-1.180E-03 SISMO	-1.319E-02 MAXIMOS	-4.861E-01 MAXIMOS
44	Maxima	7.288E-01 MAXIMOS	4.075E-01 MAXIMOS	1.793E-03 MAXIMOS	2.523E-03 MAXIMOS	1.608E-02 MAXIMOS	2.098E-01 SISMO
45	Minima	-1.928E-01 MAXIMOS	-2.20 MAXIMOS	-6.139E-03 MAXIMOS	-1.170E-02 MAXIMOS	-1.148E-02 MAXIMOS	-1.30 MAXIMOS
45	Maxima	1.000E-01 MAXIMOS	2.16 MAXIMOS	6.062E-03 MAXIMOS	4.410E-03 SISMO	1.158E-02 MAXIMOS	6.404E-01 MAXIMOS
46	Minima	-6.124E-01	-4.188E-01	-2.197E-02	-4.256E-03	-3.986E-02	-4.931E-01

BIBLIOTECA FICT ESPOL

46	Maxima	MAXIMOS 2.295E-01 MAXIMOS	MAXIMOS 4.273E-01 MAXIMOS	MAXIMOS 2.163E-02 MAXIMOS	MAXIMOS 7.941E-03 MAXIMOS	MAXIMOS 3.960E-02 MAXIMOS	MAXIMOS 2.548E-01 MAXIMOS
47	Minima	-2.235E-01 MAXIMOS	-2.56 MAXIMOS	-1.168E-02 MAXIMOS	-2.829E-02 MAXIMOS	-2.800E-02 MAXIMOS	-1.82 MAXIMOS
47	Maxima	7.647E-02 MAXIMOS	2.56 MAXIMOS	1.303E-02 MAXIMOS	-3.581E-03 MAXIMOS	2.804E-02 MAXIMOS	9.353E-01 MAXIMOS
48	Minima	-1.83 MAXIMOS	-4.116E-01 MAXIMOS	-3.422E-02 MAXIMOS	-6.470E-03 SISMO	-7.728E-02 MAXIMOS	-5.078E-01 MAXIMOS
48	Maxima	1.30 MAXIMOS	4.180E-01 MAXIMOS	3.599E-02 MAXIMOS	1.543E-02 MAXIMOS	7.747E-02 MAXIMOS	2.246E-01 SISMO
49	Minima	-1.101E-01 MAXIMOS	-3.922E-01 MAXIMOS	-1.816E-03 MAXIMOS	-1.197E-03 SISMO	-3.904E-03 MAXIMOS	-4.662E-01 MAXIMOS
49	Maxima	2.052E-01 MAXIMOS	3.845E-01 MAXIMOS	3.746E-04 MAXIMOS	2.303E-02 MAXIMOS	6.757E-03 MAXIMOS	1.807E-01 SISMO
50	Minima	-1.08 MAXIMOS	-4.050E-01 MAXIMOS	-4.250E-03 MAXIMOS	-8.541E-03 MAXIMOS	-1.149E-02 MAXIMOS	-4.787E-01 MAXIMOS
50	Maxima	8.961E-01 MAXIMOS	4.038E-01 MAXIMOS	2.363E-03 MAXIMOS	-9.391E-04 SISMO	1.514E-02 MAXIMOS	2.061E-01 SISMO
51	Minima	-2.034E-01 MAXIMOS	-2.18 MAXIMOS	-9.456E-03 MAXIMOS	-5.446E-03 MAXIMOS	-1.684E-02 MAXIMOS	-1.26 MAXIMOS
51	Maxima	9.070E-02 MAXIMOS	2.18 MAXIMOS	9.196E-03 MAXIMOS	5.777E-03 MAXIMOS	1.654E-02 MAXIMOS	6.514E-01 MAXIMOS
52	Minima	-6.066E-01 MAXIMOS	-4.217E-01 MAXIMOS	-2.736E-02 MAXIMOS	-5.022E-03 MAXIMOS	-4.853E-02 MAXIMOS	-4.817E-01 MAXIMOS
52	Maxima	2.268E-01 MAXIMOS	4.170E-01 MAXIMOS	2.670E-02 MAXIMOS	4.381E-03 MAXIMOS	4.759E-02 MAXIMOS	2.476E-01 MAXIMOS
53	Minima	-2.337E-01 MAXIMOS	-2.67 MAXIMOS	-7.817E-03 MAXIMOS	-8.596E-03 SISMO	-2.085E-02 MAXIMOS	-1.94 MAXIMOS
53	Maxima	9.489E-02 MAXIMOS	2.69 MAXIMOS	9.409E-03 MAXIMOS	2.748E-02 MAXIMOS	1.961E-02 MAXIMOS	9.704E-01 MAXIMOS
54	Minima	-1.91 MAXIMOS	-4.205E-01 MAXIMOS	-2.719E-02 MAXIMOS	-1.707E-02 MAXIMOS	-6.412E-02 MAXIMOS	-5.221E-01 MAXIMOS
54	Maxima	1.36 MAXIMOS	4.181E-01 MAXIMOS	2.938E-02 MAXIMOS	6.064E-03 MAXIMOS	6.221E-02 MAXIMOS	2.317E-01 SISMO
55	Minima	-2.426E-01 MAXIMOS	-2.68 MAXIMOS	-1.269E-03 MAXIMOS	-2.645E-02 MAXIMOS	-6.312E-03 MAXIMOS	-1.93 MAXIMOS
55	Maxima	1.098E-01 MAXIMOS	2.67 MAXIMOS	-7.807E-05 SISMO	-1.319E-03 SISMO	6.528E-03 MAXIMOS	9.635E-01 MAXIMOS
56	Minima	-1.34 MAXIMOS	-4.089E-01 MAXIMOS	-2.836E-03 MAXIMOS	-1.169E-03 SISMO	-9.882E-03 MAXIMOS	-4.923E-01 MAXIMOS
56	Maxima	7.713E-01 MAXIMOS	4.081E-01 MAXIMOS	3.977E-04 MAXIMOS	1.033E-02 MAXIMOS	1.457E-02 MAXIMOS	2.124E-01 SISMO
57	Minima	-2.031E-01 MAXIMOS	-2.20 MAXIMOS	-7.057E-03 MAXIMOS	-2.037E-03 MAXIMOS	-1.287E-02 MAXIMOS	-1.30 MAXIMOS
57	Maxima	1.109E-01 MAXIMOS	2.16 MAXIMOS	7.085E-03 MAXIMOS	1.074E-02 MAXIMOS	1.327E-02 MAXIMOS	6.405E-01 MAXIMOS
58	Minima	-6.332E-01 MAXIMOS	-4.209E-01 MAXIMOS	-2.303E-02 MAXIMOS	-7.303E-03 MAXIMOS	-4.133E-02 MAXIMOS	-4.972E-01 MAXIMOS
58	Maxima	2.509E-01 MAXIMOS	4.297E-01 MAXIMOS	2.286E-02 MAXIMOS	4.160E-03 MAXIMOS	4.157E-02 MAXIMOS	2.589E-01 MAXIMOS

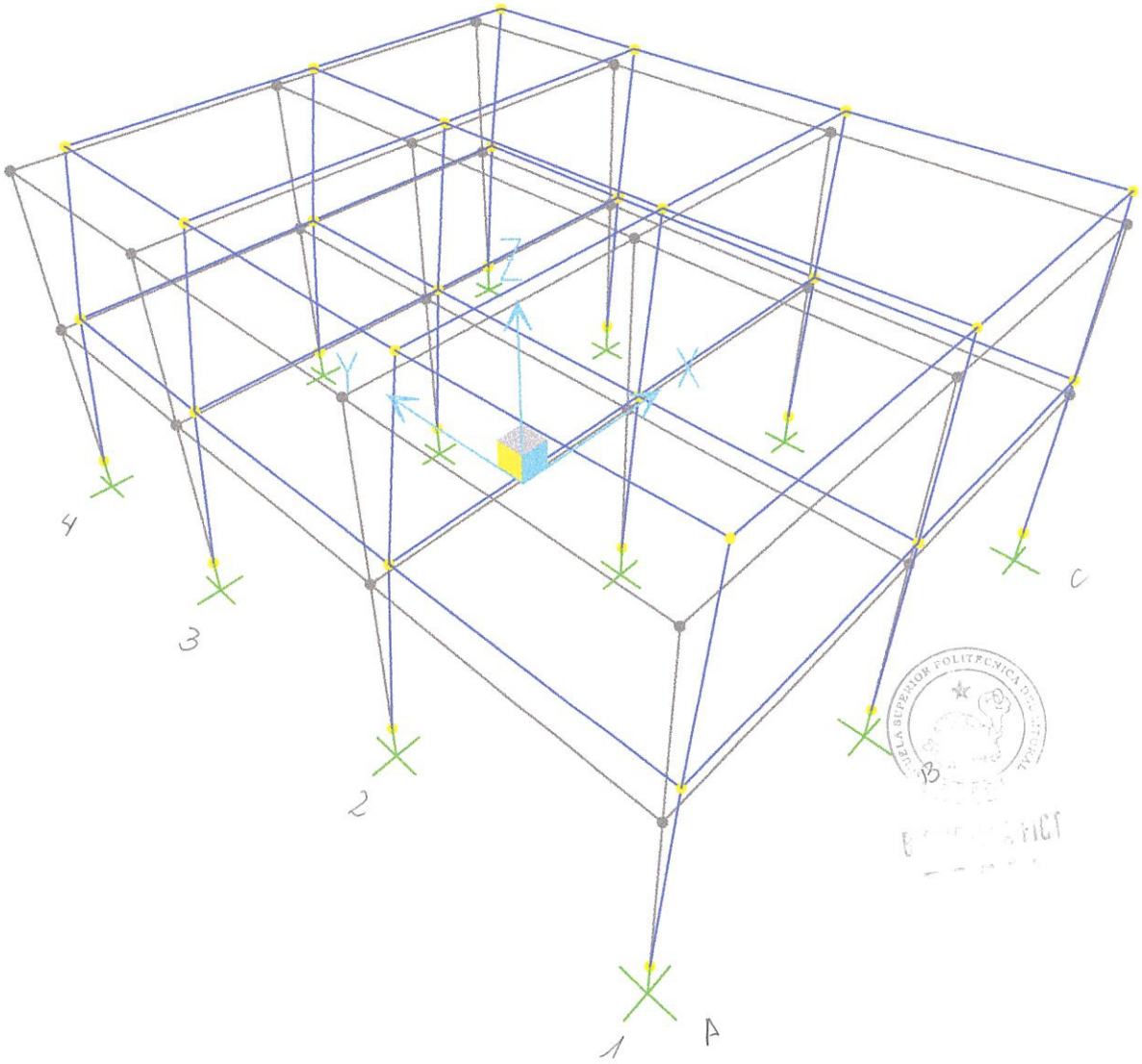
ESPOL


4
3
2
1
A
C

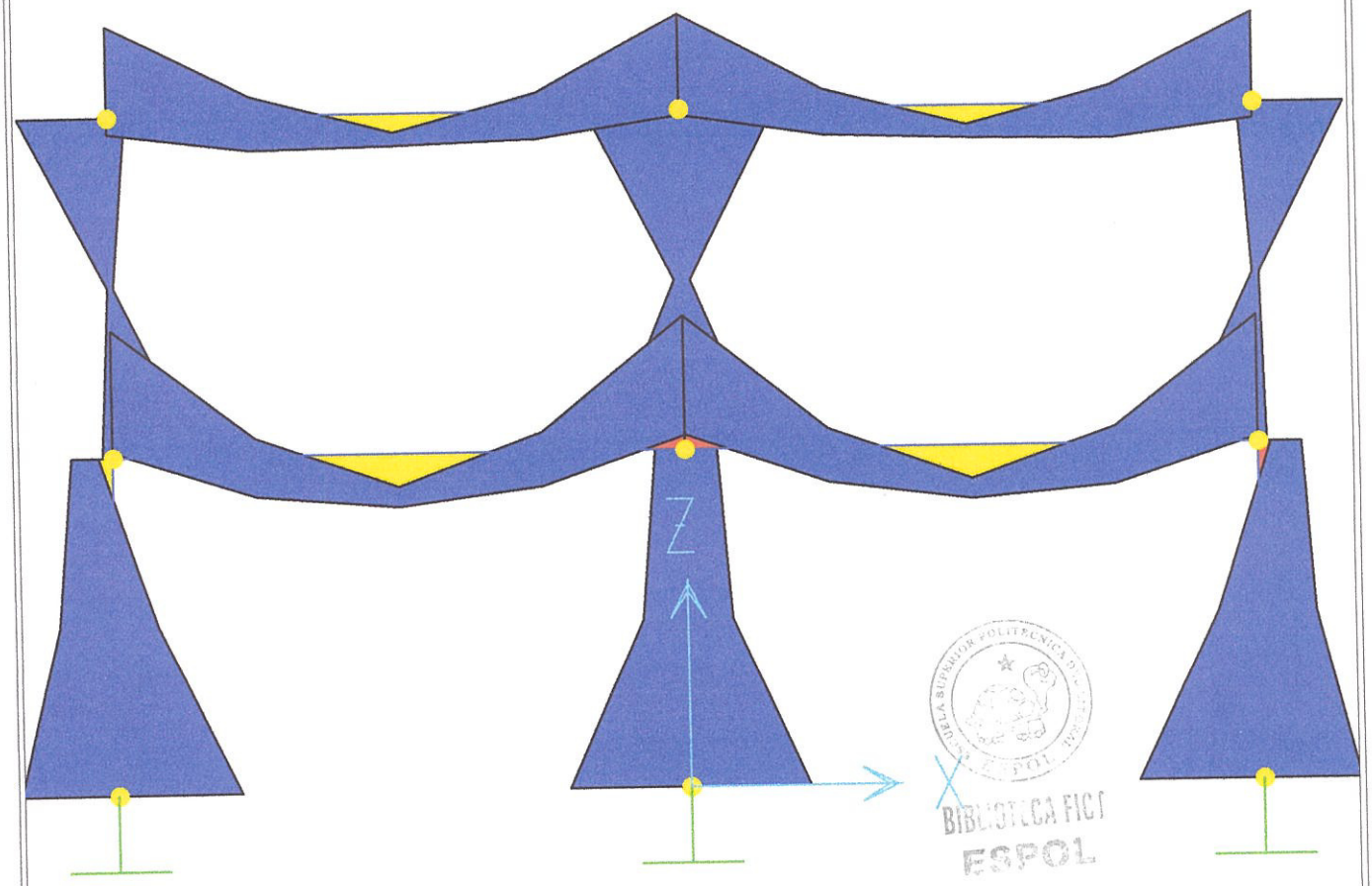


BIBLIOTECA FICT
ESPOL

SAP2000 v7.40 - File:prefa - 3-D View - Ton-m Units



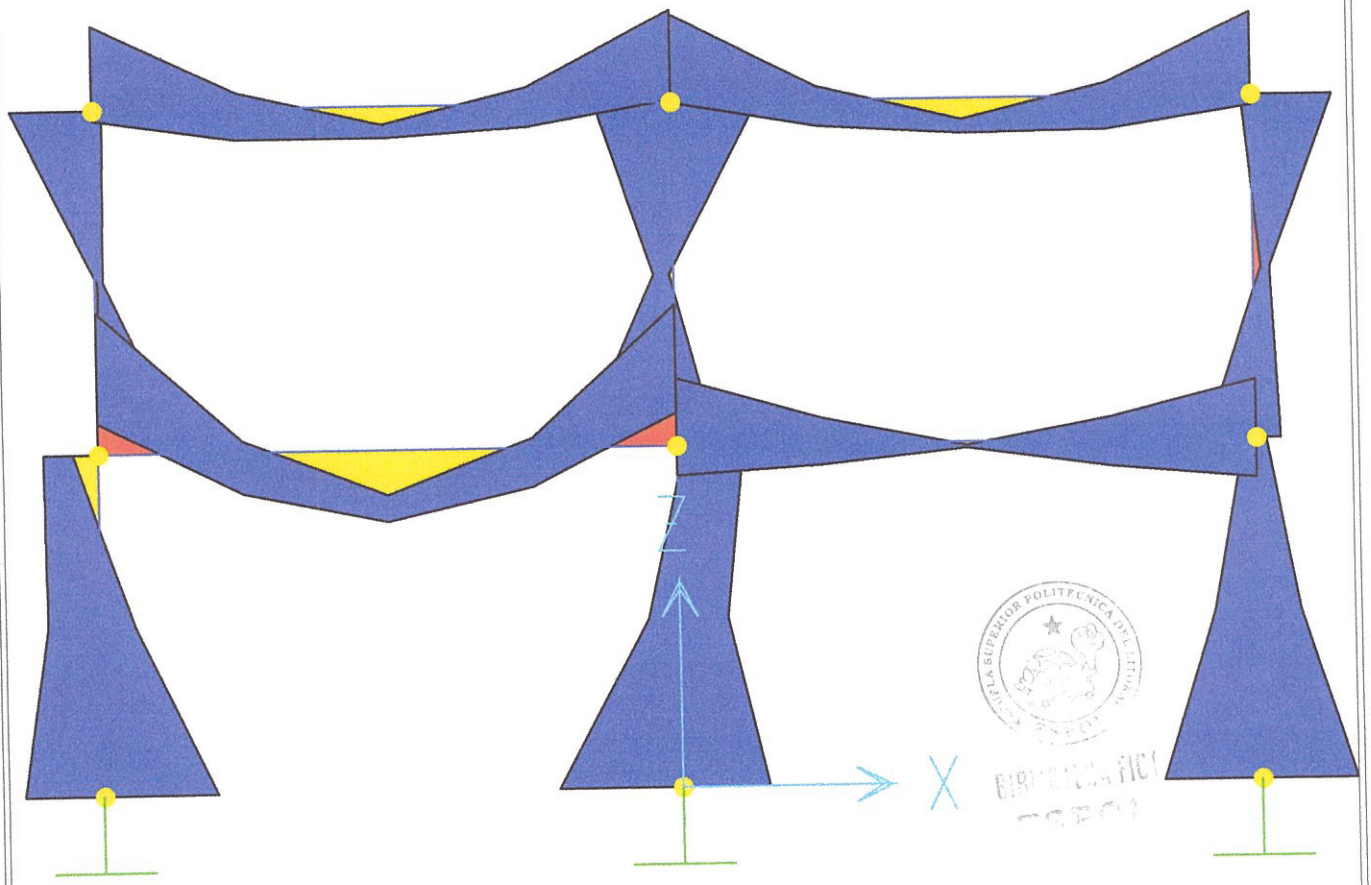
SAP2000 v7.40 - File:prefa - Deformed Shape (COMB2) - Ton-m Units



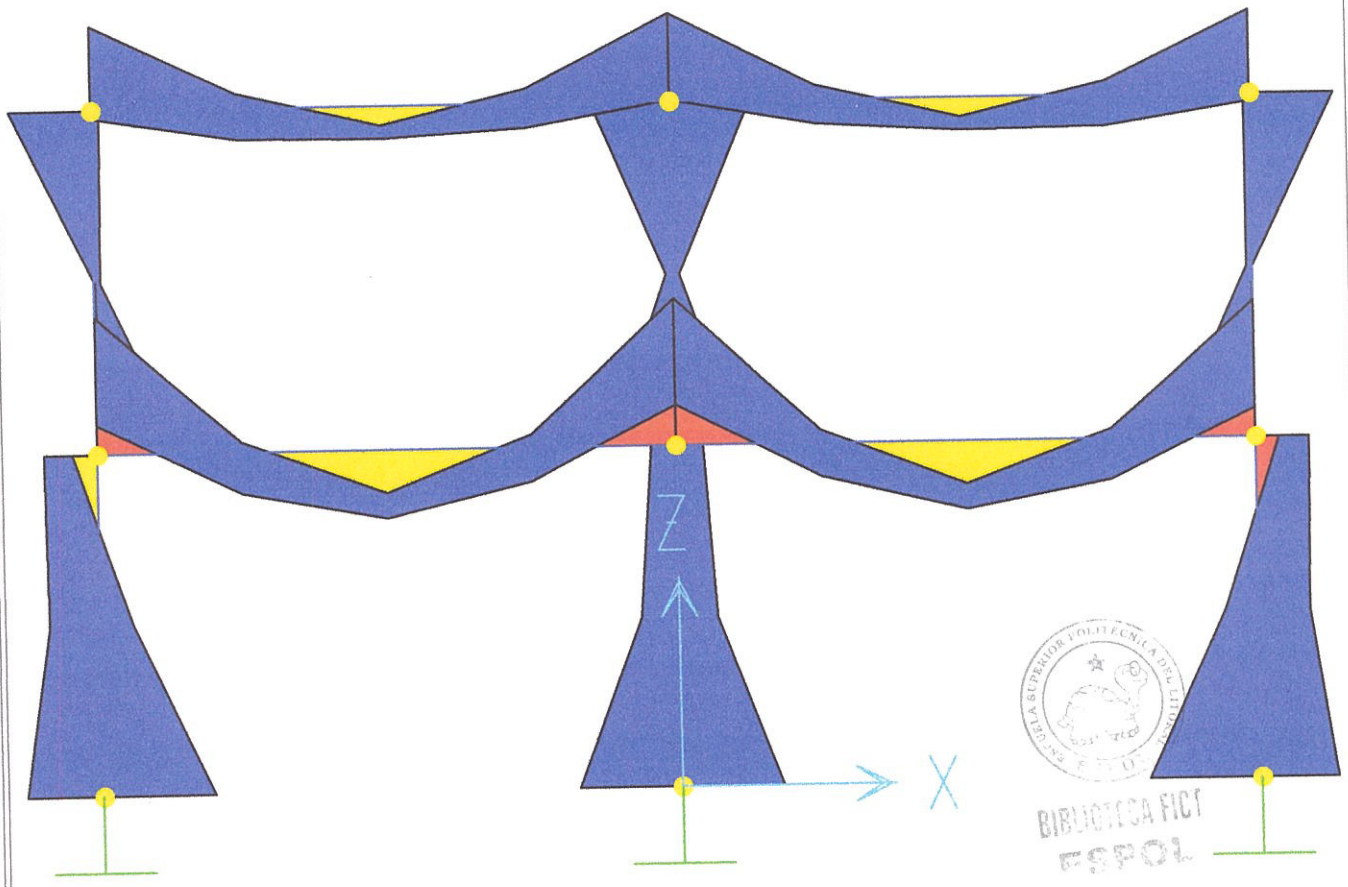
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Eje 1

SAP2000 v7.40 - File:prefa - Moment 3-3 Diagram (MAXIMOS) - Ton-m Units

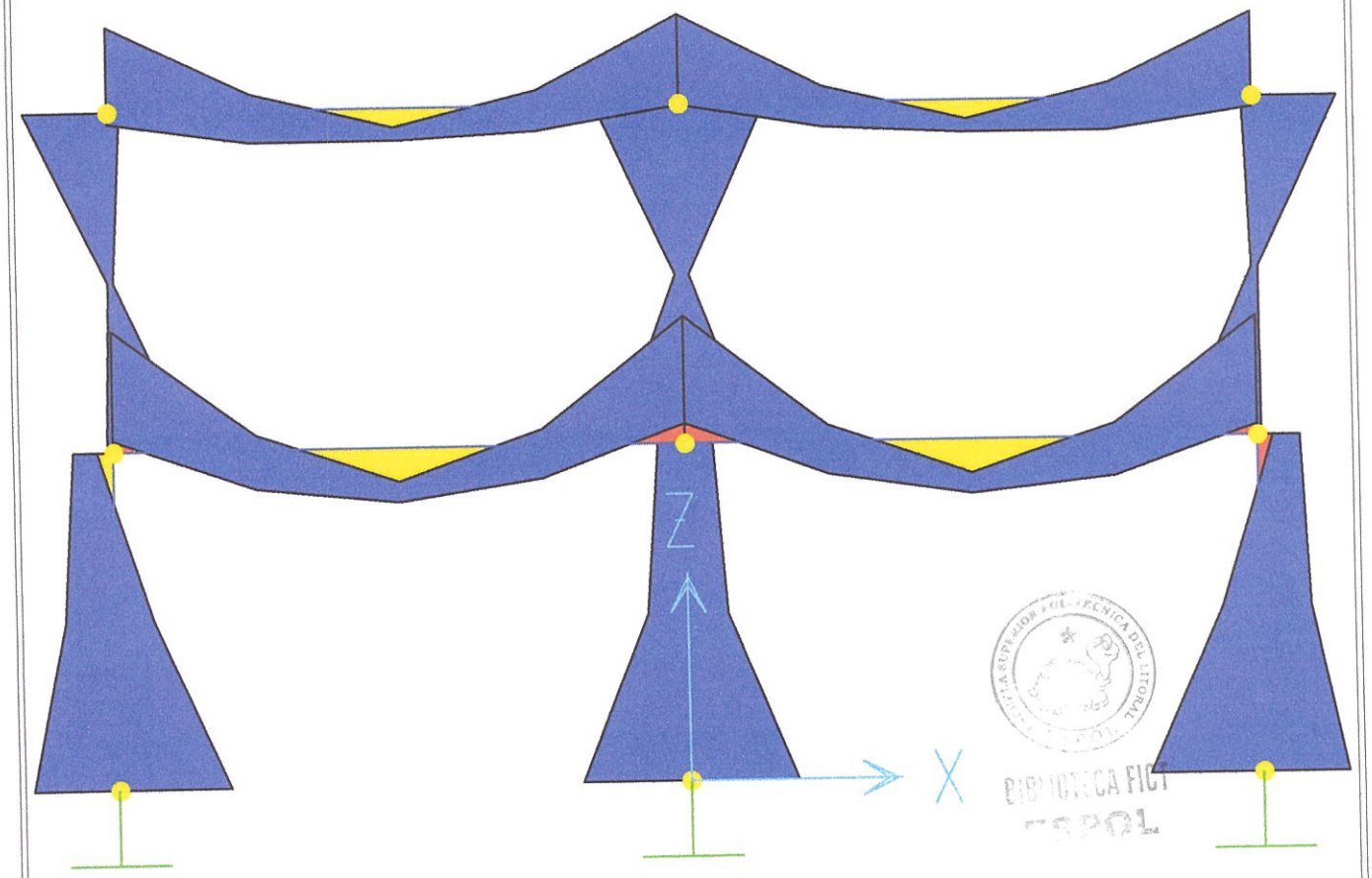


Eje 2



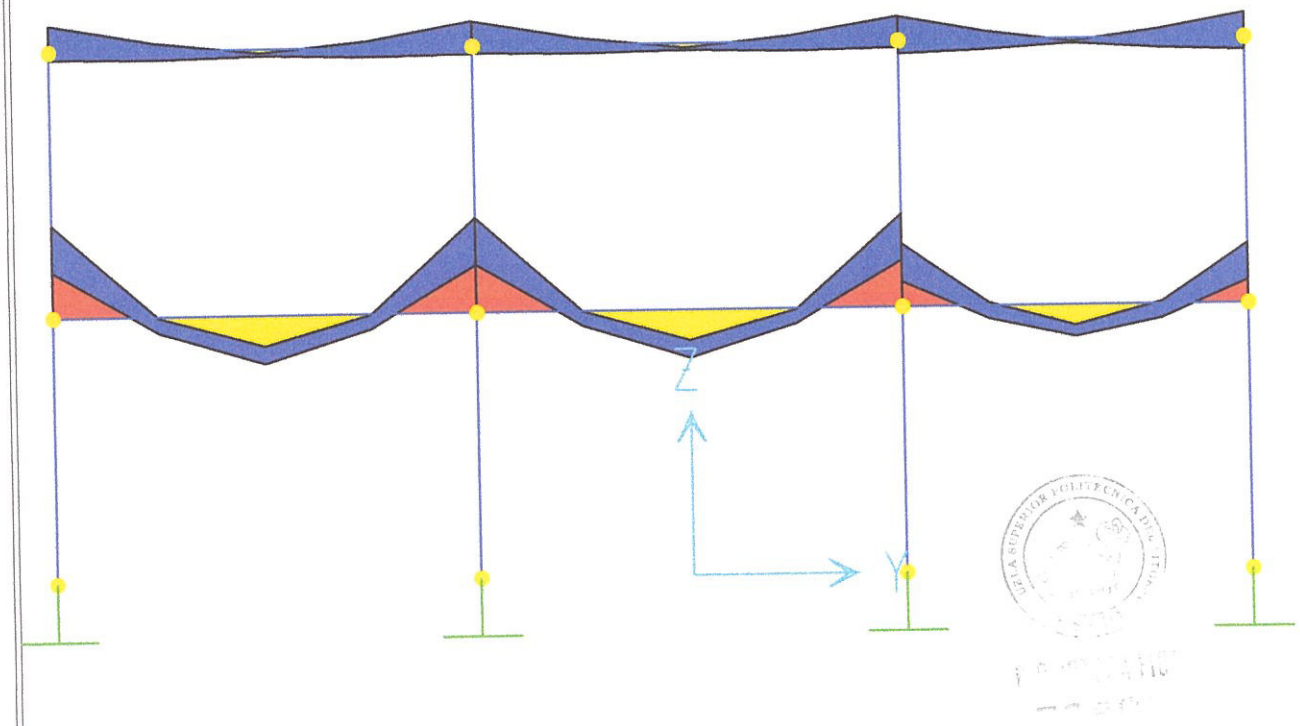
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Eje 3

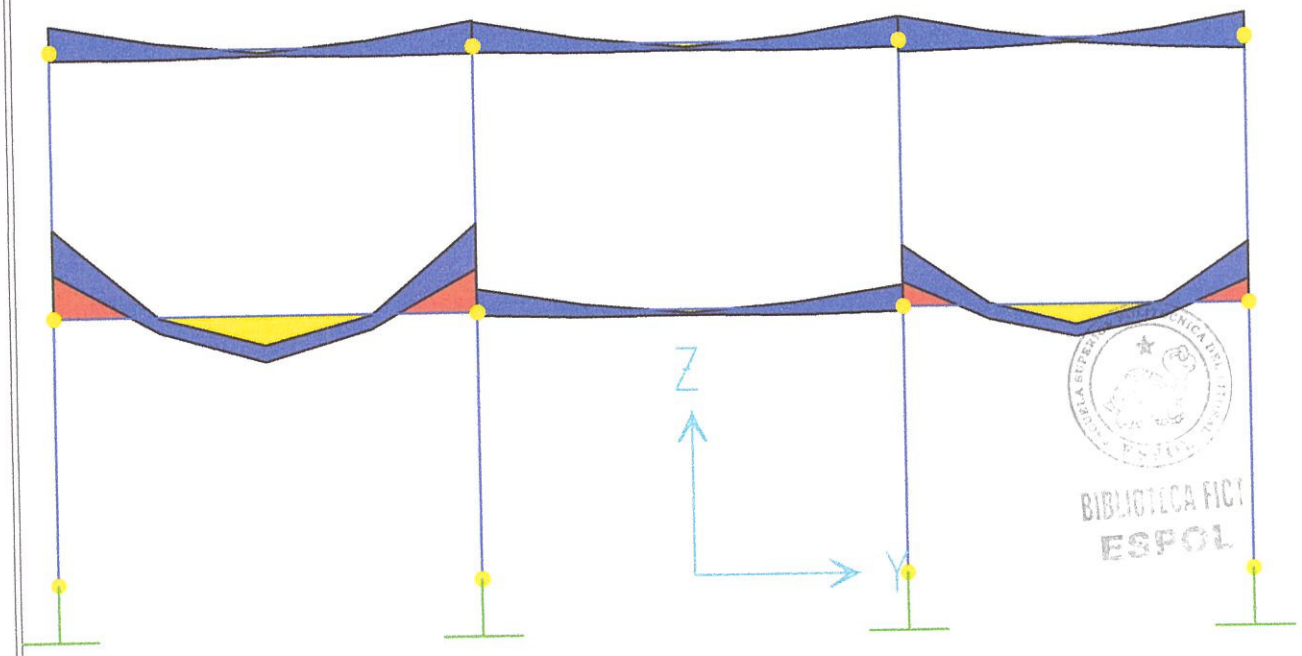


BIBLIOTECA FICT

Eje 4

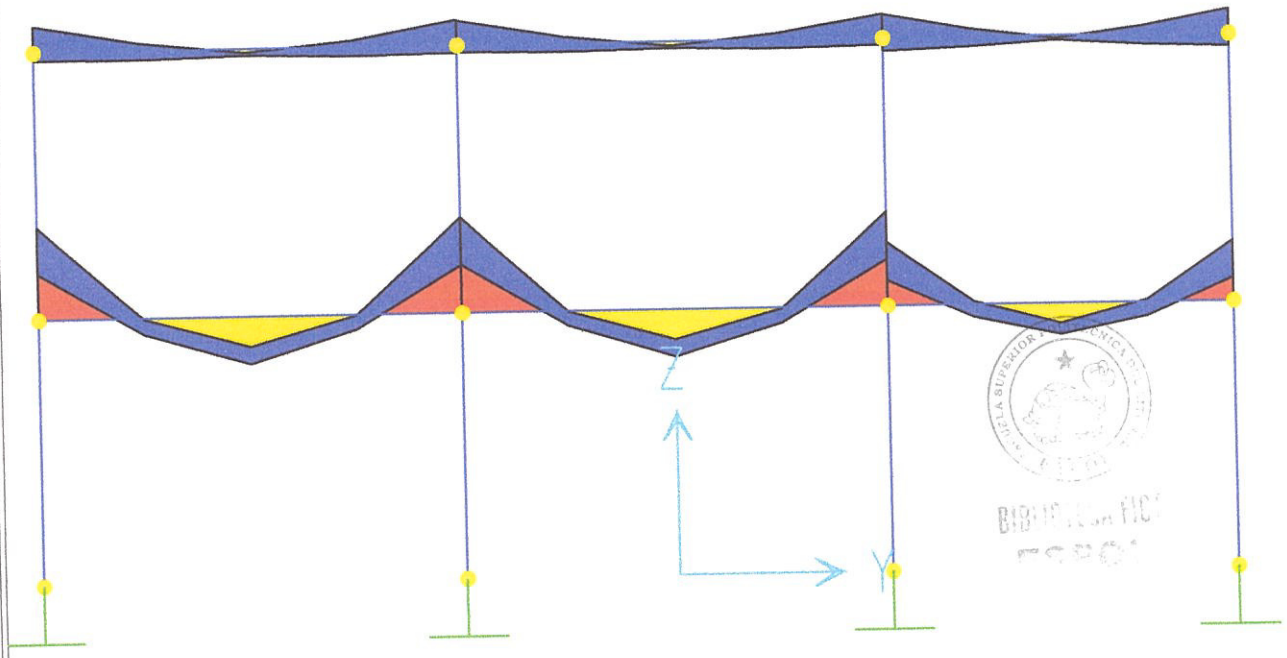


Eje A



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Eje B



Eje C

Diseño de Vigas

El diseño de las vigas por flexión se basa principalmente en la cantidad de acero que usemos de refuerzo, debido que según la cantidad de acero longitudinal con que se refuerce la viga, esta puede fluir o no antes de que se alcance la carga máxima.

Cuando el acero fluye, el comportamiento del elemento es dúctil; es decir, se producen deflexiones considerables antes del colapso final, cuando esto ocurre se dice que el elemento es subreforzado o sea con una cuantía de acero relativamente baja.

En cambio, si la cantidad de acero longitudinal de tensión es alta, este no fluye antes del aplastamiento y se dice entonces que el elemento esta sobrerreforzado.

Entonces para el diseño se considera una cuantía balanceada de la armadura; el código ACI 318-99, recomienda usar la siguiente ecuación:

ACI 8.4.3

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f`_c}{f_y} * \frac{6100}{6100 + f_y} \qquad \textit{Ec. 8.1}$$

El código establece también los límites máximo y mínimo de acuerdo a la cuantía balanceada, estas son:

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b$$ ACI 10.3.3

$$\rho_{min} = \frac{14.5}{f_y}$$ ACI 10.5.1 *Ec. 10.3*

Con los momentos críticos obtenidos del SAP2000, calculamos la cuantía necesaria, está cuantía tiene que encontrarse, dentro de los límites establecidos anteriormente y en base a la distribución rectangular equivalente de esfuerzos de compresión, se tiene:

$$M_u = \varphi * \rho * b * d^2 * f_y * \left(1 - 0.59 * \rho * \frac{f_y}{f'_c} \right)$$ (Ec. 6.12)

Donde el factor de reducción de resistencia para un elemento sometido a flexión, de acuerdo al ACI 9.3.2.1, es $\phi = 0.9$.

Con la cuantía ya revisada se dispone la sección de acero a usarse y su disposición de acuerdo a:

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$ (Ec. 6.13)

BIBLIOTECA FICT

Al incrementar las cargas, la fuerza cortante puede originar esfuerzos principales que excedan la resistencia a tensión del concreto, produciendo grietas inclinadas a una altura aproximada de medio peralte. Estas grietas son el producto de las combinaciones de los esfuerzos cortantes y de flexión del hormigón.

Para el diseño por cortante el Código ACI 318-99 establece lo siguiente:

La resistencia al cortante V_c proporcionada por el concreto para elementos sujetos únicamente a cortante y flexión está dada por:

ACI 11.3.1.1

$$V_c = \varphi * 0.55 * \sqrt{f'_c} * b_w * d \qquad \textit{Ec. 11.3}$$

BIBLIOTECA FICT

Donde el factor de reducción de resistencia para un elemento sometido a cortante, de acuerdo al ACI 9.3.2.3, es $\phi = 0.85$.

Entonces se debe diseñar el acero de refuerzo por cortante, cuando la fuerza cortante factorizada V_u exceda la resistencia al cortante ϕV_c, ($V_u > \phi V_c$), de no cumplirse está condición se colocará armadura mínima, o sea: ACI 11.5.5.3

$$A_v = 3.50 * b_w * \frac{s}{f_y} \qquad \textit{Ec 11.13}$$

A_v = Área del acero de refuerzo por cortante a una distancia s.

s = Espaciamiento del acero de refuerzo por cortante.

De acuerdo al ACI 318-99, en la sección 11.5.4.1; el espaciamiento del acero de refuerzo por cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no deberá exceder de d/2 en elementos de concreto no presforzado, ni de (3/4)*h en elementos de concreto presforzado, ni de 60 cm. (Ver Plano Estructural)

Diseño por Flexión

Vigas Entrepiso 1 **Eje A y C**

f'_c = 280 Kg/cm^2 h = 25 cm

f_y = 4200 Kg/cm^2 b = 20 cm d = 20 cm

Extremos: M_u (-) $_{máx}$ = 1.930 Ton m

Centro: M_u (+) $_{máx}$ = 0.970 Ton m

ACI 8.4.3

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6100}{6100 + f_y} \qquad \rho_b = 0.0285$$

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b \qquad \rho_{max} = 0.0214$$

$$\rho_{min} = \frac{14.5}{f_y} \qquad \rho_{min} = 0.0035$$

Distribución de acero en el centro de la viga

$$M_u = \varphi * \rho * b * d^2 * f_y * \left(1 - 0.59 * \rho * \frac{f_y}{f'_c}\right)$$

BIBLIOTECA FICT ESPOL

M_u = 97000 Kg cm

ρ = 0.1097

ρ = 0.0033 ρ = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 1.38 cm^2 **2 ϕ 12 mm**

Distribución de acero en los extremos de la viga

M_u = 193000 Kg cm

ρ = 0.1062

ρ = 0.0068 ρ = 0.0068

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 2.72 cm^2 **3 ϕ 12 mm**

Diseño por Flexión

Vigas Entrepiso 1 **Eje B**

f'_c = 280 Kg/cm^2 h = 25 cm

f_y = 4200 Kg/cm^2 b = 20 cm d = 20 cm

Extremos: M_u (-) $_{máx}$ = 1.820 Ton m

Centro: M_u (+) $_{máx}$ = 0.940 Ton m

ACI 8.4.3

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6100}{6100 + f_y} \qquad \rho_b = 0.0285$$

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b \qquad \rho_{max} = 0.0214$$

$$\rho_{min} = \frac{14.5}{f_y} \qquad \rho_{min} = 0.0035$$

Distribución de acero en el centro de la viga

$$M_u = \varphi * \rho * b * d^2 * f_y * \left(1 - 0.59 * \rho * \frac{f_y}{f'_c}\right)$$

M_u = 94000 Kg cm

ρ = 0.1098

ρ = 0.0032 ρ = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 1.38 cm^2 **2 ϕ 12 mm**

Distribución de acero en los extremos de la viga

M_u = 182000 Kg cm

ρ = 0.1066

ρ = 0.0064 ρ = 0.0064

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 2.55 cm^2 **3 ϕ 12 mm**

Diseño por Flexión

Vigas Entrepiso 2 — ***Ejes A, B y C***

f'_c = 280 Kg/cm^2 h = 25 cm

f_y = 4200 Kg/cm^2 b = 20 cm d = 20 cm

Centro: M_u = 0.150 Ton m

Extremos: M_u = 0.490 Ton m

ACI 8.4.3

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6100}{6100 + f_y} \qquad \rho_b = 0.0285$$

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b \qquad \rho_{max} = 0.0214$$

$$\rho_{min} = \frac{14.5}{f_y} \qquad \rho_{min} = 0.0035$$

Distribución de acero en el centro de la viga

$$M_u = \varphi * \rho * b * d^2 * f_y * \left(1 - 0.59 * \rho * \frac{f_y}{f'_c}\right)$$

M_u = 15000 Kg cm

ρ = 0.1125

ρ = 0.0005 $\qquad \rho$ = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 1.38 cm^2 **2 ϕ 10 mm**

Distribución de acero en los extremos de la viga

M_u = 49000 Kg cm

ρ = 0.1114

ρ = 0.0016

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d \qquad \rho = 0.0035$$

A_s = 1.38 cm^2 **2 ϕ 10 mm**

Diseño por Flexión

Vigas Entrepiso 1 **Eje 1**

f'_c = 280 Kg/cm^2 h = 25 cm

f_y = 4200 Kg/cm^2 b = 20 cm d = 20 cm

Extremos: M_u (-) máx = 2.130 Ton m

Centro: M_u (-) máx = 0.850 Ton m

ACI 8.4.3

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6100}{6100 + f_y} \qquad \rho_b = 0.0285$$

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b \qquad \rho_{max} = 0.0214$$

$$\rho_{min} = \frac{14.5}{f_y} \qquad \rho_{min} = 0.0035$$

Distribución de acero en el centro de la viga

$$M_u = \varphi * \rho * b * d^2 * f_y * \left(1 - 0.59 * \rho * \frac{f_y}{f'_c} \right)$$

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

M_u = 85000 Kg cm

ρ = 0.1101

ρ = 0.0029 ρ = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 1.38 cm^2 **2 ϕ 12 mm**

Distribución de acero en los extremos de la viga

M_u = 213000 Kg cm

ρ = 0.1054

ρ = 0.0075 ρ = 0.0075

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 3.02 cm^2 **3 ϕ 12 mm.**

Diseño por Flexión

Vigas Entrepiso 1 **Eje 2**

f'_c = 280 Kg/cm^2 h = 25 cm

f_y = 4200 Kg/cm^2 b = 20 cm d = 20 cm

Extremos: M_u (-) $_{máx}$ = 2.220 Ton m

Centro: M_u (-) $_{máx}$ = 1.110 Ton m

ACI 8.4.3

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6100}{6100 + f_y} \qquad \rho_b = 0.0285$$

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b \qquad \rho_{max} = 0.0214$$

$$\rho_{min} = \frac{14.5}{f_y} \qquad \rho_{min} = 0.0035$$

Distribución de acero en el centro de la viga

$$M_u = \varphi * \rho * b * d^2 * f_y * \left(1 - 0.59 * \rho * \frac{f_y}{f'_c}\right)$$

M_u = 111000 Kg cm

ρ = 0.1092

ρ = 0.0038 ρ = 0.0038

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 1.52 cm^2 **2 ϕ 12 mm.**

Distribución de acero en los extremos de la viga

M_u = 222000 Kg cm

ρ = 0.1051

ρ = 0.0079 ρ = 0.0079

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 3.16 cm^2 **3 ϕ 12 mm.**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
BIBLIOTECA FICT

Diseño por Flexión

Vigas Entrepiso 1 ***Eje 3***

f'_c = 280 Kg/cm^2 h = 25 cm

f_y = 4200 Kg/cm^2 b = 20 cm d = 20 cm

Extremos: M_u (-) máx = 2.320 Ton m

Centro: M_u (-) máx = 1.060 Ton m

ACI 8.4.3

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6100}{6100 + f_y} \qquad \rho_b = 0.0285$$

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b \qquad \rho_{max} = 0.0214$$

$$\rho_{min} = \frac{14.5}{f_y} \qquad \rho_{min} = 0.0035$$

Distribución de acero en el centro de la viga

$$M_u = \varphi * \rho * b * d^2 * f_y * \left(1 - 0.59 * \rho * \frac{f_y}{f'_c} \right)$$

M_u = 106000 Kg cm

ρ = 0.1094

ρ = 0.0036 ρ = 0.0036

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 1.45 cm^2 **2 ϕ 12 mm.**

Distribución de acero en los extremos de la viga

M_u = 232000 Kg cm

ρ = 0.1047

ρ = 0.0083 ρ = 0.0083

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 3.31 cm^2 **3 ϕ 12 mm.**

Diseño por Flexión

Vigas Entrepiso 1 ***Eje 4***

f'_c = 280 Kg/cm^2 h = 25 cm

f_y = 4200 Kg/cm^2 b = 20 cm d = 20 cm

Extremos: M_u (-) $_{máx}$ = 2.050 Ton m

Centro: M_u (-) $_{máx}$ = 0.850 Ton m

ACI 8.4.3

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6100}{6100 + f_y} \qquad \rho_b = 0.0285$$

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b \qquad \rho_{max} = 0.0214$$

$$\rho_{min} = \frac{14.5}{f_y} \qquad \rho_{min} = 0.0035$$

Distribución de acero en el centro de la viga

$$M_u = \varphi * \rho * b * d^2 * f_y * \left(1 - 0.59 * \rho * \frac{f_y}{f'_c}\right)$$

M_u = 85000 Kg cm

ρ = 0.1101

ρ = 0.0029 ρ = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 1.38 cm^2 **2 ϕ 12 mm.**

Extremo Continuo

M_u = 205000 Kg cm

ρ = 0.1058

ρ = 0.0072 ρ = 0.0072

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 2.90 cm^2 **3 ϕ 12 mm.**

BIBLIOTECA FICT ESPOL

Diseño por Flexión

Vigas Entrepiso 2 — ***Ejes 1, 2, 3, 4***

f'_c = 280 Kg/cm^2 h = 25 cm

f_y = 4200 Kg/cm^2 b = 20 cm d = 20 cm

Centro: M_u = 0.144 Ton m

Extremos: M_u = 0.490 Ton m

ACI 8.4.3

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6100}{6100 + f_y} \qquad \rho_b = 0.0285$$

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b \qquad \rho_{max} = 0.0214$$

$$\rho_{min} = \frac{14.5}{f_y} \qquad \rho_{min} = 0.0035$$

Distribución de acero en el centro de la viga

$$M_u = \varphi * \rho * b * d^2 * f_y * \left(1 - 0.59 * \rho * \frac{f_y}{f'_c}\right)$$

M_u = 14400 Kg cm

ρ = 0.1125

ρ = 0.0005 ρ = 0.0035

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d$$

A_s = 1.38 cm^2 **2 ϕ 10 mm**

Distribución de acero en los extremos de la viga

M_u = 49000 Kg cm

ρ = 0.1114

ρ = 0.0016

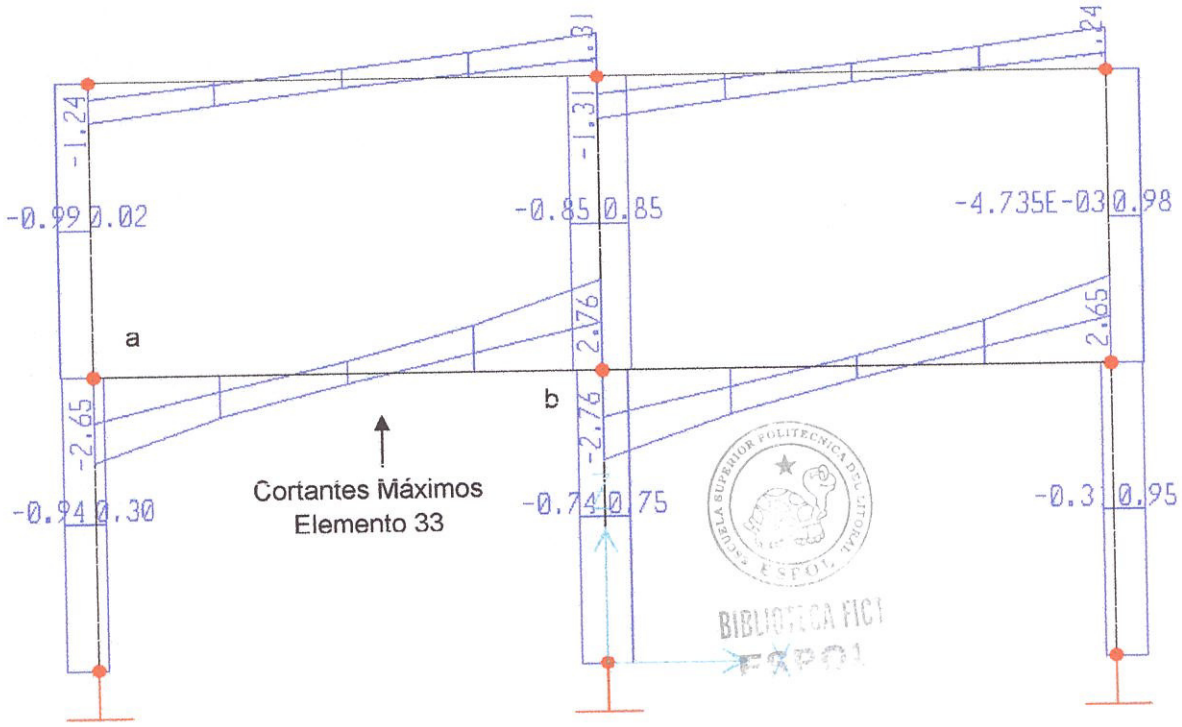
$$\rho = \frac{A_s}{bd} \qquad A_s = \rho\, b\, d \qquad \rho = 0.0035$$

A_s = 1.38 cm^2 **2 ϕ 10 mm**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL
BIBLIOTECA FICT ESPOL

Diseño por Cortante

f'_c =	280 Kg/cm^2	h =	25 cm
f_y =	4200 Kg/cm^2	b =	20 cm
		d =	20 cm
L =	4.55 m		



Pórtico 3

ACI 9.3.2.3

$\phi = 0.85$ Factor de reducción de resistencia para Cortante

ACI 11.3.1.1

$$V_c = \varphi * 0.55 * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

ϕV_c = 3129.108 Kg

ϕV_c = 3.1291 Ton.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL ESPOL
BIBLIOTECA FICT ESPOL

ACI 11.1.3.1

V_u calculado a una distancia d

a.- V_u = 2420.0 Kg **b.-** V_u = 2520.0 Kg

ACI 11.5.6.1

$$V_u < \phi V_c$$

a.- 2420.00 < 3129.11 **b.-** 2520.00 < 3129.11

Se usará varillas de 8 mm. Av = 0.50 cm^2

x (cm)	Vu (Ton)	Vs (Ton)	s (cm)
0	2.65	1.03	82
0.5	2.06	1.62	52
1	1.46	2.22	38
1.5	0.98	2.70	31
2	0.54	3.14	27
2.5	0.57	3.11	27
3	1.03	2.65	32
3.5	1.51	2.17	39
4	2.11	1.57	54
4.55	2.76	0.92	92

En todos los casos ϕV_c es mayor que V_u, por lo tanto la viga no necesita diseño de acero de refuerzo por cortante, pero de acuerdo al código, se coloca armadura mínima, dispuesta de la siguiente manera:

ϕ 8 mm @ 10 cm

Diseño de Columnas

Las columnas se definen como elementos que sostienen principalmente cargas a compresión. En general, las columnas también soportan momentos flectores con respecto a uno o a los dos ejes de la sección transversal y esta acción de flexión puede producir fuerzas de tensión sobre una parte de la sección transversal.

Unos de los diseños más prácticos, consiste en construir un diagrama de interacción de resistencia que defina la carga y el momento de falla para determinada columna en el intervalo completo de excentricidades desde cero hasta el infinito. Para cualquier excentricidad, existe un solo par de valores de P_n y M_n que producirán un estado inminente de falla. Este par de valores puede dibujarse como un punto en un gráfico que relacione P_n y M_n, como en la fig. 6.1. Una serie de cálculos similares, cada uno correspondiente a una excentricidad diferente generará una curva que tiene la forma típica que aparece en la figura. En este diagrama cualquier línea radial representa una excentricidad particular e = M/P. Para esta excentricidad, al aumentar gradualmente la carga se definirá una trayectoria de carga como se ilustra, y cuando esta

trayectoria de carga alcance la curva límite se presentará la falla. El eje vertical corresponde a e = 0, y P_o es la capacidad de la columna para carga concéntrica. El eje horizontal corresponde a un valor infinito de e, es decir, flexión pura con una capacidad a momento de M_o . Las excentricidades pequeñas producirán falla ocasionada por compresión del concreto, mientras que las grandes llevarán a una falla iniciada por la fluencia del acero a tensión.

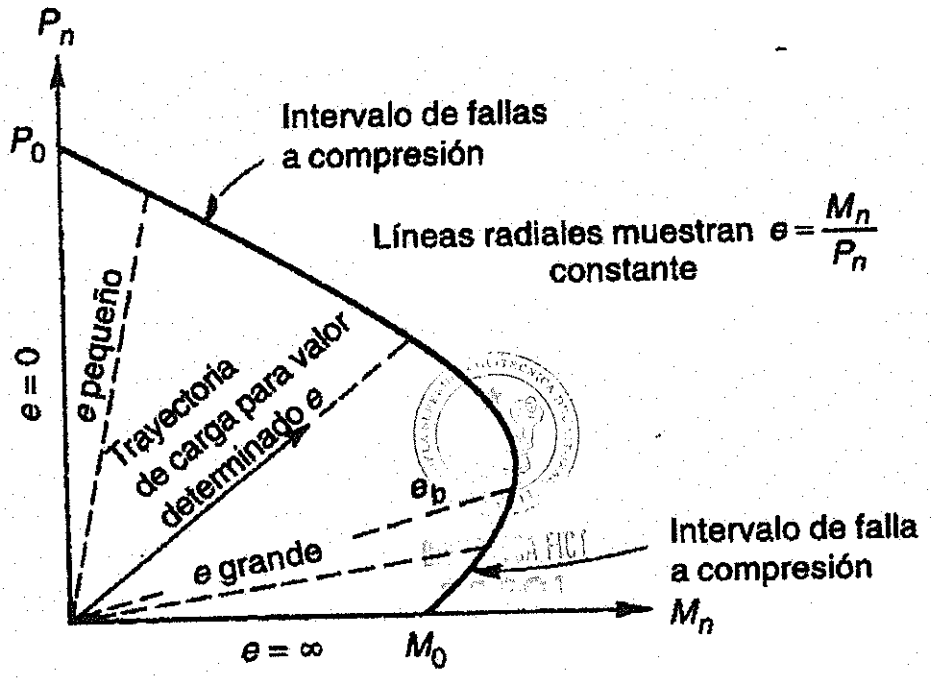


Fig. 6.1 Diagrama de interacción de resistencia

A continuación se detalla los valores de P_n y M_n, obtenidos del diagrama de interacción, con el que se diseño la cantidad de acero que necesita la columna.

Diseño de Columnas

Análisis de la Columna a Flexocompresión

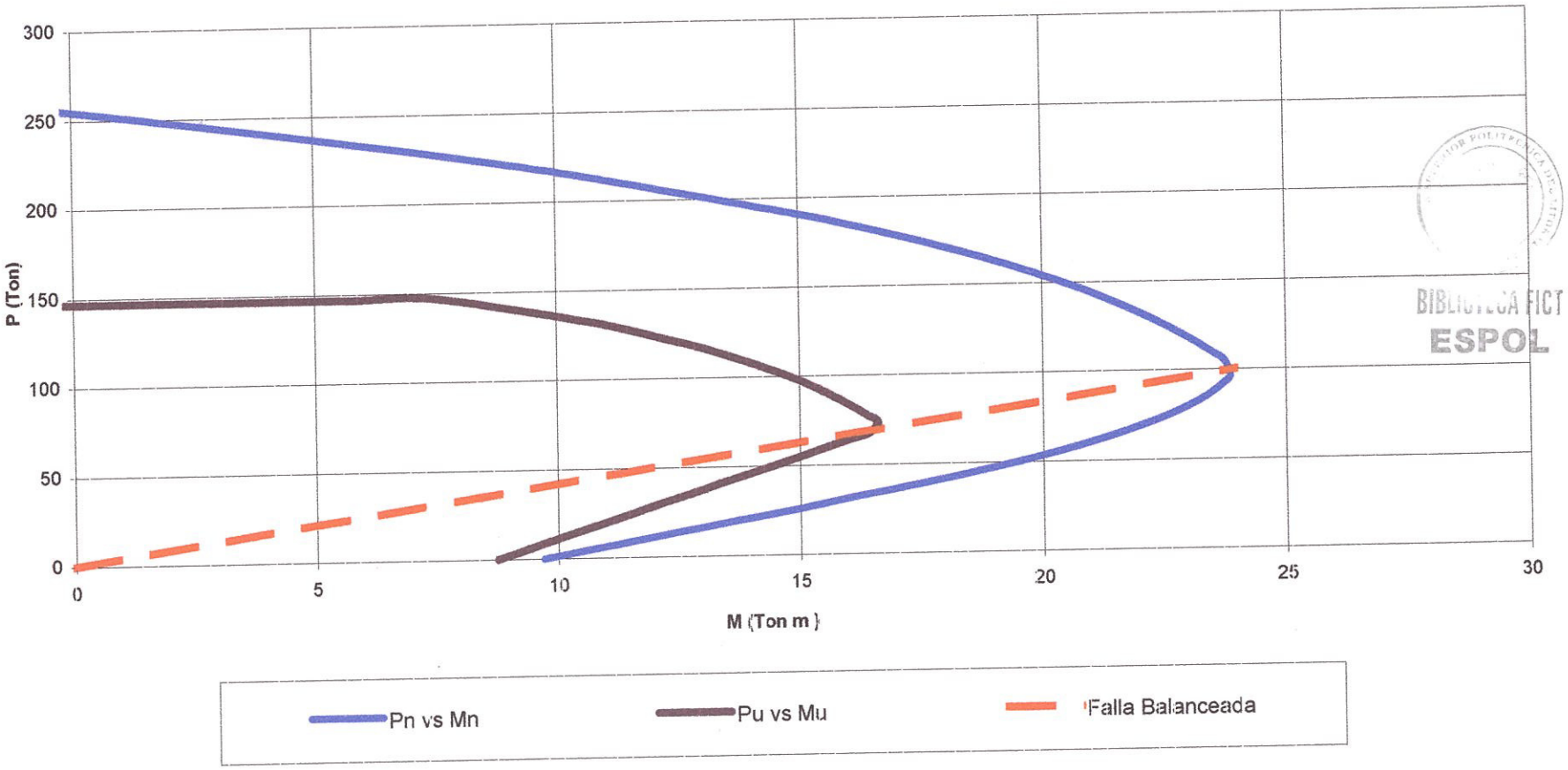
f'_c =	280 Kg/cm^2.		
f_y =	4200 Kg/cm^2.		
E_S =	2030000 Kg/cm^2.		
B =	15 cm.		
H =	60 cm.		
Recubrimiento=	4 cm.		
d =	56 cm.		
# varillas en h =	4		
# varillas en b =	3		
ε_u =	0.0030	C_b =	33.1 cm.
ε_s =	0.0021	C_{Mo} =	5.2 cm.
β =	0.85	P_o =	261.7 Ton.
espac. en h =	15.73 cm.	M_o =	9.701 Ton m.
espac. en b =	1.70 cm.		
# total de varillas =	10		
ϕ varilla =	12 mm.		
A_ϕ =	1.13 cm^2		
A_s =	3.39 cm^2		
A_{total} =	11.31 cm^2		

ρ =	0.0126

Análisis de la Columna a Flexocompresión

c	Pn (Ton)	Mn (Ton m)	Pu (Ton)	Mu (Ton m)	a	fs-1	fs-4
5.203	0.000	9.701	0.00	8.73	4.42	4200.0	-1408.0
33.143	100.572	23.964	70.40	16.78	28.17	4200.0	-4200.0
6.600	9.843	11.699	6.89	9.52	5.61	4200.0	-2399.1
7.997	17.729	13.319	12.41	10.15	6.80	4200.0	-3043.8
9.394	24.530	14.706	17.17	10.69	7.98	4200.0	-3496.8
10.791	30.667	15.933	21.47	11.18	9.17	4200.0	-3832.5
12.188	36.370	17.036	25.46	11.64	10.36	4200.0	-4091.3
13.585	41.223	17.946	28.86	12.03	11.55	4200.0	-4200.0
14.982	45.463	18.703	31.82	12.37	12.73	4200.0	-4200.0
16.379	49.702	19.410	34.79	12.71	13.92	4200.0	-4200.0
17.776	53.941	20.066	37.76	13.05	15.11	4200.0	-4200.0
19.173	58.180	20.672	40.73	13.38	16.30	4200.0	-4200.0
20.570	62.419	21.228	43.69	13.72	17.48	4200.0	-4200.0
21.967	66.659	21.733	46.66	14.06	18.67	4200.0	-4200.0
23.364	70.898	22.188	49.63	14.40	19.86	4200.0	-4200.0
24.761	75.137	22.593	52.60	14.74	21.05	4200.0	-4200.0
26.158	79.376	22.948	55.56	15.08	22.23	4200.0	-4200.0
27.555	83.615	23.252	58.53	15.42	23.42	4200.0	-4200.0
28.952	87.854	23.505	61.50	15.76	24.61	4200.0	-4200.0
30.349	92.094	23.709	64.47	16.10	25.80	4200.0	-4200.0
31.746	96.333	23.862	67.43	16.44	26.98	4200.0	-4200.0
31.800	96.497	23.867	67.55	21.48	27.03	4200.0	-4200.0
32.943	99.965	23.953	69.98	21.56	28.00	4200.0	-4200.0
34.086	105.043	23.736	73.53	16.61	28.97	3915.4	-4200.0
35.229	110.346	23.447	77.24	16.41	29.94	3590.8	-4200.0
36.371	115.534	23.144	80.87	16.20	30.92	3286.6	-4200.0
37.514	120.618	22.824	84.43	15.98	31.89	3000.9	-4200.0
38.657	125.605	22.487	87.92	15.74	32.86	2732.2	-4200.0
39.800	130.506	22.131	91.35	15.49	33.83	2478.8	-4200.0
40.943	135.327	21.755	94.73	15.23	34.80	2239.7	-4200.0
42.086	140.074	21.357	98.05	14.95	35.77	2013.5	-4200.0
43.229	144.753	20.937	101.33	14.66	36.74	1799.2	-4200.0
44.371	149.370	20.494	104.56	14.35	37.72	1596.0	-4200.0
45.514	153.930	20.027	107.75	14.02	38.69	1403.0	-4200.0
46.657	158.436	19.535	110.90	13.67	39.66	1219.5	-4200.0
47.800	162.892	19.017	114.02	13.31	40.63	1044.7	-4200.0
48.943	167.302	18.474	117.11	12.93	41.60	878.1	-4200.0
50.086	171.669	17.904	120.17	12.53	42.57	719.1	-4200.0
51.229	175.996	17.307	123.20	12.12	43.54	567.2	-4200.0
52.371	180.286	16.683	126.20	11.68	44.52	421.9	-4200.0
53.514	184.540	16.031	129.18	11.22	45.49	282.9	-4200.0
54.657	188.761	15.351	132.13	10.75	46.46	149.6	-4200.0
61.371	212.996	10.769	146.55	7.54	52.17	-533.0	-4200.0
64.729	224.813	8.093	146.55	5.67	55.02	-821.2	-4200.0
68.086	236.470	5.153	146.55	3.61	57.87	-1081.0	-4200.0
71.443	247.988	1.945	146.55	1.36	60.73	-1316.4	-4200.0
74.800	259.387	-1.534	146.55	-1.07	63.58	-1530.6	-4200.0
81.514	281.885	-9.313	146.55	-6.52	69.29	-1906.2	-4200.0
108.371	369.246	-51.616	146.55	-36.13	92.12	-2943.0	-4200.0
135.229	454.278	-112.133	146.55	-78.49	114.94	-3568.0	-4200.0

DIAGRAMA DE INTERACCION PARA LA RESISTENCIA DE UNA COLUMNA SOMETIDA A FLEXOCOMPRESION



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Luego del análisis por medio del diagrama de interacción se concluye que:

Número de varillas en la sección de la columna = 10

Diámetro de la varilla = 12 mm.

De acuerdo al código ACI 318-99, en la sección 10.16.8.5.: El espaciamiento vertical de los anillos laterales no debe exceder de la menor dimensión lateral del elemento compuesto, ni de 48 veces el diámetro de la varilla de los anillos, ni 16 veces el diámetro de las varillas longitudinales.

48 x 8 = 38.4 cm.

16 x 12 = 19,2 cm.

b = 15 cm.

Entonces, la última restricción controla la separación de los estribos y se utilizarán estribos de 8 mm., separados cada 15 cm., a lo largo de toda la columna. La sección de la columna se detalla en el plano estructural de la vivienda.

Diseño de Paneles de Losa

Para la edificación de esta vivienda se utilizarán paneles huecos de hormigón armado, similares a los paneles que se usaron en las paredes. El análisis tridimensional que realiza el SAP2000, permite armar una losa con acero de refuerzo mínimo, debido que al realizar el análisis tridimensional de la estructura, este considera que las vigas absorben los momentos correspondientes a las fajas de columnas y fajas centrales correspondientes al análisis en el sentido de la luz larga y corta de las losas. Por esta razón los nervios de las losas serán armados con el mínimo acero de refuerzo.

Cuando las losas se encuentran rígidamente unidas a otras partes de la estructura y no se pueden contraer libremente, se producen esfuerzos de tensión, conocidos como esfuerzos de retracción de fraguado, estos esfuerzos producen agrietamiento, por lo que el Código ACI 7.12.2 recomienda colocar una cantidad de acero adicional para contrarrestar estos esfuerzos de tensión.

El código establece que la cuantía mínima de refuerzo para temperatura y retracción en losas donde se utilicen barras corrugadas grado 60 o mallas electrosoldadas, será de 0.0018 y la

separación no debe ser mayor que cinco veces el espesor de la losa o menor que 50 cm.

Refuerzo para Temperatura y Retracción de Fraguado

b = 100 cm
d = 20 cm

ACI 7.12.2

$\rho_{mín}$ = 0.0018

$A_s = \rho\, b\, d$

A_s = 3.60 cm^2 / m

Separación: 14 cm

Entonces separación máxima = 15 cm

Por lo que seleccionaremos una malla electrosolda **ϕ 8 mm @ 15 cm**

Diseño de Escalera

Primer Tramo

f'_c =	210 Kg/cm^2	
f_y =	4200 Kg/cm^2	
n =	7	n = Numero de escalones
r =	19 cm	r = Altura de Contrahuella
t =	30 cm	t = Ancho de Huella
s =	12 cm	s = Espesor total de Losa de Escalera
d =	8 cm	d = Altura Efectiva
L =	500 Kg/m^2	L = Carga Viva
L_o =	3 m.	L_o = Claro Horizontal

BIBLIOTECA FICT

Peso de Escalones :	W_e =	228 Kg/m^2
Peso de la Losa :	W_{losa} =	340.90 Kg/m^2
Carga de Escalera + Losa :	D =	568.90 Kg/m^2
CARGA TOTAL :	Carga $_{total}$ =	1068.90 Kg/m^2
CARGA DE DISEÑO : ACI 9.2		
U= 1,4D + 1,7L =1,55(D +L)	U =	1656.80 Kg/m^2

Se considera que la escalera está simplemente apoyada en sus extremos.
Se analiza para momento máximo y cortante máximo, por un metro de ancho de faja.

Análisis para Momento Máximo

Ancho de faja =	1 m.	
M_u =	1863.90 Kg m.	186389.68 Kg cm
ρ_{min} =	0.0033	
ρ_b =	0.0214	
$\rho = 0{,}375*\rho_b$=	0.0080	
K_u =	30.49 Kg/cm^2	
a_u =	36.32 Kg*m/cm^3	

Para b_w = 100 cm.

d = 8.00 cm.

s = 12.00 cm. Recubrimiento = 3.00 cm.

A_s = 6.41 cm^2/m ϕ = 12 mm.

A_ϕ = 1.13 cm^2/m.

de varillas = 6 cada 18 cm. ϕ 12 mm @ 18 cm.

Análisis para Cortante Máximo

V_u = 2795.85 Kg

v_c = 7.68 Kg/cm^2

v_u = 4.11 Kg/cm^2 $v_u < v_c$ OK

BIBLIOTECA FICT
FCPOL

Refuerzo por temperatura y Retracción de Fraguado

A_s = 2.7 cm^2/m ϕ = 8 mm.

$A\phi$ = 0.50 cm^2/m según ACI 10.5

de varillas = 6 cada 19 cm. ϕ 8 mm @ 19 cm.

A_s = 2.4 cm^2/m ϕ = 8 mm.

$A\phi$ = 0.50 cm^2/m según ACI 7.12

de varillas = 5 cada 21 cm. ϕ 8 mm @ 21 cm.

Diseño de Escalera

Segundo Tramo

f'_c =	210 Kg/cm^2		
f_y =	4200 Kg/cm^2		
n =	7	n =	Numero de escalones
r =	19 cm	r =	Altura de Contrahuella
t =	30 cm	t =	Ancho de Huella
s =	12 cm	s =	Espesor total de Losa de Escalera
d =	8 cm	d =	Altura Efectiva
L =	500 Kg/m^2	L =	Carga Viva
L_o =	3 m.	L_o =	Claro Horizontal

Peso de Escalones : W_e = 228 Kg/m^2

Peso de la Losa : W_{losa} = 340.90 Kg/m^2

Carga de Escalera + Losa : D = 568.90 Kg/m^2

CARGA TOTAL : Carga $_{total}$ = 1068.90 Kg/m^2

CARGA DE DISEÑO : ACI 9.2

U= 1,4D + 1,7L =1,55(D +L) U = 1656.80 Kg/m^2

Se considera que la escalera está simplemente apoyada en sus extremos.
Se analiza para momento máximo y cortante máximo, por un metro de ancho de faja.

Análisis para Momento Máximo

Ancho de faja =	1 m.	
M_u =	1863.90 Kg m.	186389.68 Kg cm
ρ_{min} =	0.0033	
ρ_b =	0.0214	
$\rho = 0{,}375*\rho_b$ =	0.0080	
K_u =	30.49 Kg/cm^2	
a_u =	36.32 Kg*m/cm^3	

Para b_w = 100 cm.

d = 8.00 cm.

s = 12.00 cm. Recubrimiento = 3.00 cm.

A_s = 6.41 cm^2/m ϕ = 12 mm.

A_ϕ = 1.13 cm^2/m.

de varillas = 6 cada 18 cm. ϕ 12 mm @ 18 cm.

Análisis para Cortante Máximo

V_u = 2795.85 Kg

v_c = 7.68 Kg/cm^2

v_u = 4.11 Kg/cm^2 $v_u < v_c$ OK ACI 11.3

BIBLIOTECA

Refuerzo por temperatura y Retracción de Fraguado

A_s = 2.7 cm^2/m ϕ = 8 mm.

$A\phi$ = 0.50 cm^2/m según ACI 10.5

de varillas = 6 cada 19 cm. ϕ 8 mm @ 19 cm.

A_s = 2.4 cm^2/m ϕ = 8 mm.

$A\phi$ = 0.50 cm^2/m según ACI 7.12

de varillas = 5 cada 21 cm. ϕ 8 mm @ 21 cm.

Diseño de Plintos de Hormigón Armado

Plinto de la Escalera

P =	5.96 Ton	Muro	b = 1.20 m.
f'_c =	280 Kg/cm^2		h = 0.12 m.
f_y =	4200 Kg/cm^2		
q_u =	5 Ton/m^2		

Diseño ACI - 318 - 99

*** Dimesiones del Plinto "B" , ACI - 15.2.2.**

$$B = \sqrt{\frac{P}{q_u}}$$

B = 1.09 m

B = 1.20 m = 120 cm

*** Presión de Contacto "q_s", ACI 15.2.1.**

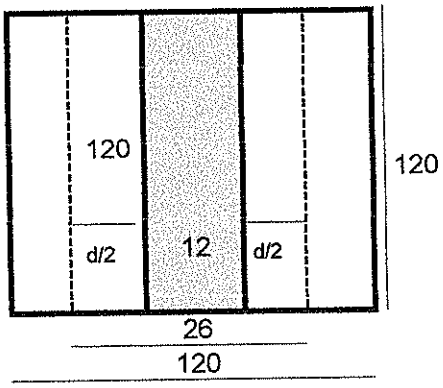
$$q_s = \frac{P}{A} = \frac{1.55 * P}{B^2}$$

q_s = 6.415 Ton/m^2 q_s = 0.642 Kg/cm^2

BIBLIOTECA FICT

*** Altura efectiva d por corte, Fisuramiento diagonal ACI 11.12**

Acción en 2 direcciones ACI 11.12.1.2



Asumiendo peralte h = 20 cm

Altura efectiva promedio d = 14 cm

Area Critica = 11280 cm^2

b_o = 240 cm

$V_u = q_s$*Area Critica

V_u = 7236.43 Kg

$$v_u = \frac{V_u}{\varphi b_o d}$$

v_u = 2.53 Kg/cm^2

De acuerdo con ACI 11.12.2.1 (Ec. 11.37) tenemos:

$$v_c = 1.1\sqrt{f'c}$$

v_c = 15.94 Kg/cm^2

Si $v_c > v_u$, entonces Ok! Por lo que el refuerzo por corte no es necesario.

También se debe cumplir que $V_u \leq \phi V_n$ de acuerdo al ACI 11.12.1 (Ec. 11.35)

$$Vn = \varphi(0.26)\left(2 + \frac{4}{\beta_c}\right)\sqrt{f'c}\, b_o d$$

$\beta_c = L_L/L_s$ $\beta_c = 10$

V_u	≤	ϕV_n	
7236.43	≤	29820.97	Ok

Y además se tiene que cumplir que:

$$V_u \leq \varphi 1.1 b_o d\sqrt{f'c}$$

7236.43 ≤ 52569.02 Ok

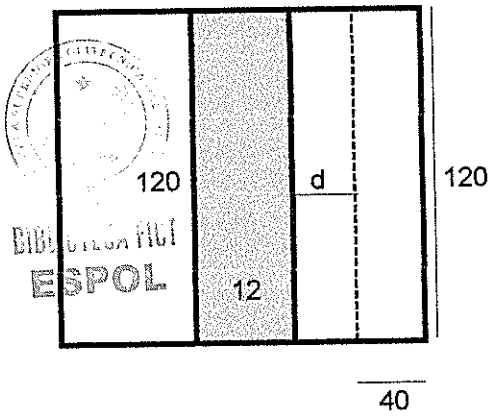
Acción en 1 dirección ACI 11.12.1.1

$V_u = q_s$*Area Critica $V_u =$ 3079.33 Kg

$$v_u = \frac{V_u}{\varphi b_w d}$$ $v_u =$ 2.16 Kg/cm^2

ACI 11.3.1.1

$v_c = 0.55\sqrt{f'c}$ $v_c =$ 9.20 Kg/cm^2



Si $v_c > v_u$, entonces Ok! El peralte asumido es satisfactorio por Corte.

Y además se tiene que cumplir que:

$$V_u \leq \varphi 0.55 b_w d\sqrt{f'c}$$

7236.43 ≤ 13142.26 Ok! El peralte asumido es satisfactorio por Corte.

*** Chequeo de Transferencia de Esfuerzo en la base de la columna (Aplastamiento)**

Esfuerzo Soportante Nominal Ultimo en la columna:

$f_a = P_u / A_1$ $f_a =$ 0.006 Ton/cm^2

$f_a =$ 6.42 Kg/cm^2

El valor admisible de acuerdo el ACI 10.17.1 es:

$f_c = 0{,}85 * \varphi * f'_c$ $f_c =$ 166.6 Kg/cm^2

Si $f_c > f_a$, entonces Ok!.

*** Diseño por momento flector ACI 15.4.2**

La sección crítica por momento flector está en la cara de la columna

$M_u = 1/2 * q_s * l^2$ $M_u =$ 1122.42 Kg.m

$F = bd^2$ $F =$ 235.20 m.cm^2

$K_u = M_u/F$ $K_u =$ 4.77 Kg/cm^2

Con la tabla Flexure 1.1 obtenemos la cuantía de acero $\rho =$ 0.0013

$\rho_{min} = 14.5/fy$ $\rho_{min} =$ 0.0035

Si $\rho < \rho_{min}$ se usará $\rho =$ 0.0035

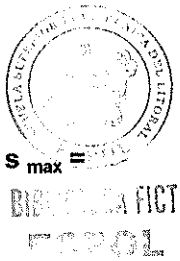
$A_s = \rho_{min} * b * d$ $A_s =$ 5.80 cm^2

φ 12 mm @ 19 cm en las dos direcciones

Considerando ACI 12.2.1, l_d = 30 cm.

6.- Chequeo de Asentamiento

$$s = \frac{qB(1-u^2)I_w}{E_s}$$



s_{max} = 4 cm.

s = asentamiento
q = presión de contacto
B = menor dimensión del cimiento
I_w = factor de influencia $I_w =$ 0.95
E_s , u = propiedades del suelo

Para un suelo con q_u = 5 Ton/m^2, se tiene
Es = 100 Kg/cm^2 u = 0.3

s = 0.67 cm.

$s < s_{max}$ Ok

Diseño de Plintos de Hormigón Armado

Plinto Pilarete

P =	2.62 Ton	Pilarete:	b = 0.2 m.
f'_c =	280 Kg/cm^2		h = 0.2 m.
f_y =	4200 Kg/cm^2		
q_u =	5 Ton/m^2		

Diseño según el ACI - 318 - 99

*** Dimesiones del Plinto "B" , ACI - 15.2.2.**

$$B = \sqrt{\frac{P}{q_u}}$$

B = 0.72 m
B = 0.80 m = 80 cm

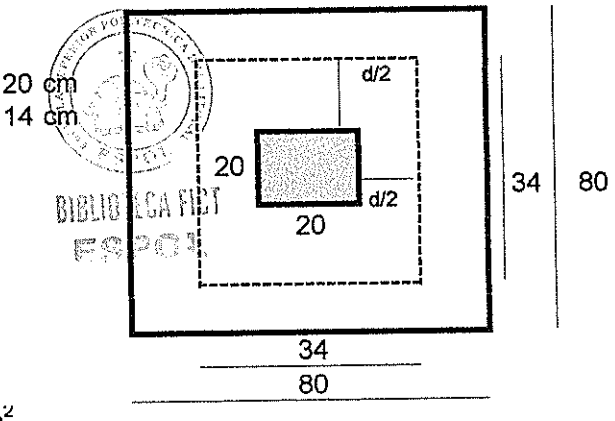
*** Presión de Contacto "q_s", ACI 15.2.1.**

$$q_s = \frac{P}{A} = \frac{1.55 * P}{B^2}$$

q_s = 6.33 Ton/m^2 q_s = 0.63 Kg/cm^2

*** Altura efectiva d por corte, Fisuramiento diagonal ACI 11.12**

Acción en 2 direcciones ACI 11.12.1.2



Asumiendo peralte h = 20 cm
Altura efectiva promedio d = 14 cm

Area Critica = 5244 cm^2

b_o = 136 cm

$V_u = q_s$*Area Critica

V_u = 3321.13 Kg

$$v_u = \frac{V_u}{\varphi b_o d}$$

v_u = 2.05 Kg/cm^2

De acuerdo con ACI 11.12.2.1 ecuación 11.37 tenemos:

$$v_c = 1.1\sqrt{f'c}$$

v_c = 15.94 Kg/cm^2

Si $v_c > v_u$, entonces Ok! Por lo que el refuerzo por corte no es necesario.

También se debe cumplir que $V_u \leq \phi V_n$ de acuerdo al ACI 11.12.1 (Ec. 11.35)

$$Vn = \varphi(0.26)\left(2 + \frac{4}{\beta_c}\right)\sqrt{f'c}\, b_o d$$

$\beta_c = L_L/L_s$ $\beta_c = 1$

V_u	$\leq$	ϕV_n	
3321.13	$\leq$	42246.38	Ok

Y además se tiene que cumplir que:

$$V_u \leq \varphi 1.1 b_o d\sqrt{f'c}$$

3321.13 $\leq$ 29789.11 Ok

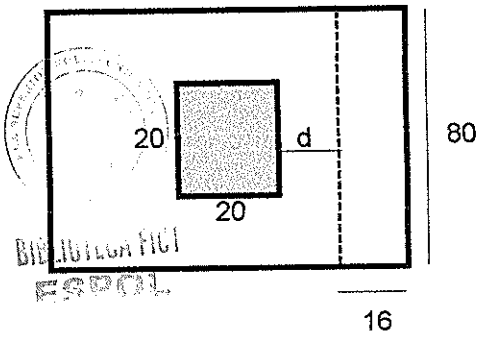
Acción en 1 dirección ACI 11.12.1.1

$V_u = q_s$*Area Critica

$V_u =$ 810.65 Kg

$$v_u = \frac{V_u}{\varphi b_w d}$$

$v_u =$ 0.85 Kg/cm^2



ACI 11.3.1.1

$$v_c = 0.55\sqrt{f'c}$$

$v_c =$ 9.20 Kg/cm^2

Si $v_c > v_u$, entonces Ok! El peralte asumido es satisfactorio por Corte.

Y además se tiene que cumplir que:

$$V_u \leq \varphi 0.55 b_w d\sqrt{f'c}$$

3321.13 $\leq$ 8761.50 Ok! El peralte asumido es satisfactorio por Corte.

*** Chequeo de Transferencia de Esfuerzo en la base de la columna (Aplastamiento) ACI 15.8.1.1**

Esfuerzo Soportante Nominal Ultimo en la columna:

$f_a = P_u / A_1$ $f_a =$ 0.010 Ton/cm^2

$f_a =$ 10.13 Kg/cm^2

El valor admisible de acuerdo el ACI 10.17.1 es:

$f_c = 0{,}85 * \varphi * f'_c$ $f_c =$ 166.6 Kg/cm^2

Si $f_c > f_a$, entonces Ok!.

*** Diseño por momento flector ACI 15.4.2**

La sección crítica por momento flector está en la cara de la columna

$M_u = 1/2 * q_s * l^2$ $M_u =$ 228.00 Kg.m

$F = bd^2$ $F =$ 156.80 $m.cm^2$

$K_u = M_u/F$ $K_u =$ 1.45 Kg/cm^2

Con la tabla Flexure 1.1 obtenemos la cuantía de acero $\rho =$ 0.0003

$\rho_{min} = 14.5/fy$ $\rho_{min} =$ 0.0035

Si $\rho < \rho_{min}$ se usará $\rho =$ 0.0035

$A_s = \rho_{min} * b * d$ $A_s =$ 3.87 cm^2

φ 10 mm @ 20 cm en las dos direcciones

Considerando ACI 12.2.1, l_d = 30 cm.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

*** Chequeo de Asentamiento**

$$s = \frac{qB(1-u^2)I_w}{E_s}$$

$s_{max} =$ 4 cm.

s = asentamiento
q = presión de contacto
B = menor dimensión del cimiento
I_w = factor de influencia $I_w =$ 0.95
E_s , u = propiedades del suelo

Para un suelo con q_u = 5 Ton/m^2, se tiene
Es = 100 Kg/cm^2 u = 0.3

s = 0.44 cm.

$s < s_{max}$ Ok

Diseño de Pilarete

$\gamma_{Hormigón}$ =	2.40 Ton/m^3	h_{losa} =	0.12 m
f'_c =	280 Kg/cm^2	l =	2.40 m
f_y =	4200 Kg/cm^2	b =	1.20 m
L =	500 Kg/cm^2		

Cargas (Descanso):

D = 0.83 Ton
L = 1.44 Ton

P_u = 3.61 Ton

Carga (Escalón):

P = 0.92 Ton

$M = P * \bar{x}$

M = 0.55 Ton m

$e = \frac{M}{P}$

e = 0.15 m

e / h = 0.76

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Del gráfico A7 del manual del ACI, tenemos:

γ = 0.75

ρ = 0.010

$\frac{\varphi M_n}{A_g h} = 0.31(0.07045) =$ 0.0218 Ton / cm^2

$\frac{\varphi M_n}{bh^2} =$ 0.0218 Ton / cm^2

bh^2 = 25.26 cm^2 m h = 20 cm

b = 0.06 m

Entonces b = 20 cm

Acero de refuerzo

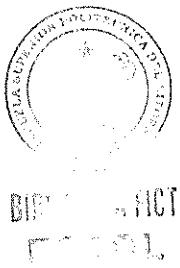
ACI 10.9.1

$\rho =$ 0.010

$A_s =$ 4 cm^2

4 ϕ 12 mm

Estribos: **ϕ 8 mm @ 10 cm**

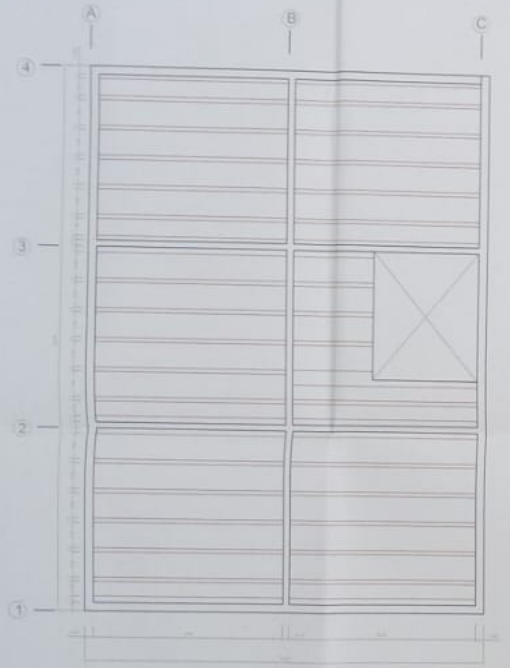


6.2. Planos

- Plano Cimentación.
- Plano Estructural.

LOSA PLANTA ALTA

ESC. 1:50

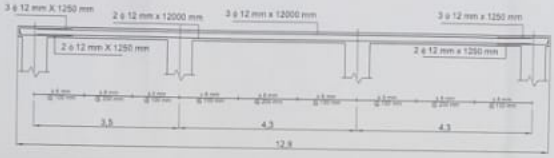


DETALLE LONGITUDINAL DE LAS VIGAS

ESC. 1 : 50

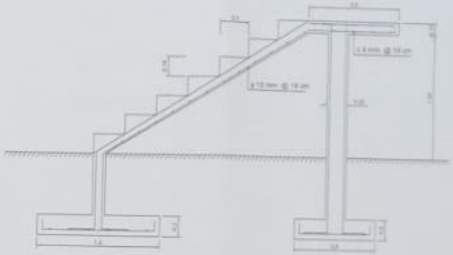
VIGAS EJES 1 - 2 - 3 - 4

VIGAS EJES A - B - C



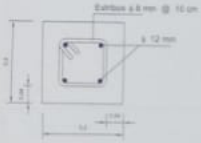
DETALLE DE LA ESCALERA

ESC. 1 : 20



DETALLE DEL PILARETE

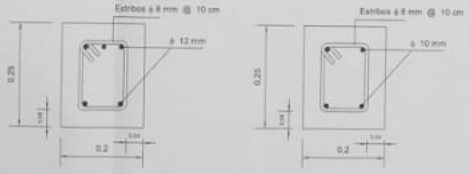
ESC. 1: 5



DETALLE TRANSVERSAL DE LAS VIGAS

ESC. 1: 5

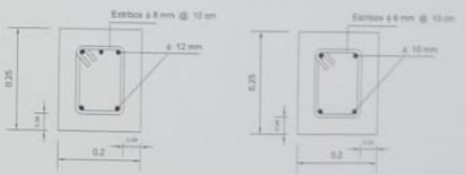
SENTIDO X



Vigas Entrepiso 1
Eje: 1, 2, 3,4

Vigas Entrepiso 2
Eje: 1, 2, 3,4

SENTIDO Y



Vigas Entrepiso 1
Eje: A, B, C

Vigas Entrepiso 2
Eje: A, B y C

CORTE DE LOSA

ESC. 1: 20

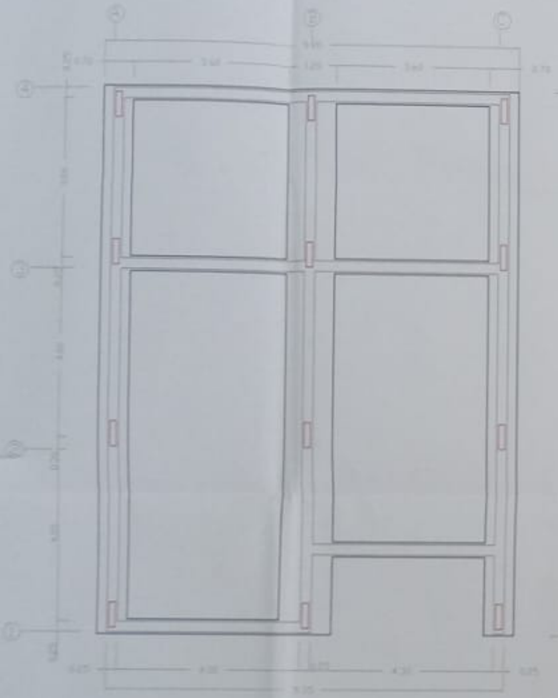
COLUMNAS	SECCIÓN	ESTRIBOS		ACERO LONGITUDINAL		Detalle Seccion Columna
		Extremos	Centro	Número	Diámetro	
Planta Baja	600 x 150	ϕ 8 mm @ 15 cm	ϕ 8 mm @ 20 cm	10	12 mm	
Planta Alta	600 x 150	ϕ 8 mm @ 15 cm	ϕ 8 mm @ 20 cm	10	12 mm	

FICT - ESPOL

PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGON ARMADO

CONTENIDO: PLANO ESTRUCTURAL | ESCALA: | PLANO No.: 6.2

AUTOR: Chris S. Caballero Vivanco | DIRECTOR: Ing. Jose Rodriguez M.

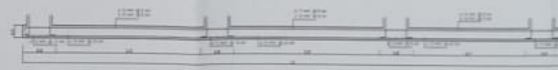


CIMENTACIÓN

ESC. 1:50

DETALLE LONGITUDINAL DE LA ZAPATA EN EL EJE A Y C

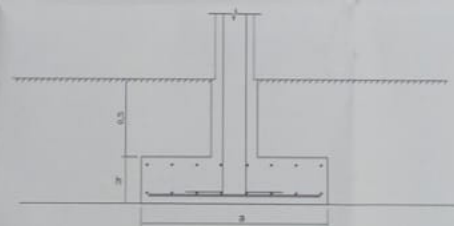
ESC. 1:50



DETALLE LONGITUDINAL DE LA ZAPATA EN EL EJE B

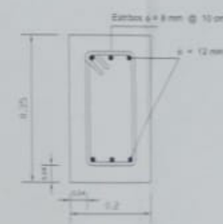
ESC. 1:50

DETALLE TRANSVERSAL DE LAS ZAPATAS



DETALLE TRANSVERSAL DE LA RIOSTRA

ESC. 1:5



ZAPATAS	a (cm)	h (cm)	ACERO DIR. TRANSVERSAL	ACERO LONGITUDINAL	
			Base de Columnas	Cant.	Varillas
Eje A y C	70	30	ø 12 mm @ 14 cm	17	ø 12 mm @ 8 cm
Eje B	120	30	ø 12 mm @ 14 cm	14 6	ø 12 mm @ 8 cm ø 14 mm @ 8 cm

FICT - ESPOL

PROYECTO:

SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

CONTIENE:

PLANO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN

PLANCHA: 6.1

CAPÍTULO 7

7. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA VIVIENDA

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

7.1. Procedimiento Constructivo de la Vivienda.

7.1.1. Subestructura: Cimentación

El procedimiento constructivo o montaje de una vivienda es un evento sincronizado el cual depende de dos factores que son: la capacidad de producción de la fábrica y el rendimiento óptimo de la mano de obra y equipo utilizado.

En un proyecto de grandes proporciones, la cimentación de las viviendas se realiza al mismo tiempo que se fabrican los elementos que servirán para el armado de la Superestructura.

Para realizar una cimentación adecuada, en la cual se pueda edificar una vivienda con este tipo de construcción, se deben realizar los siguientes ensayos de laboratorio, para obtener los parámetros correspondientes a partir de los cuales se podrá diseñar la cimentación correcta.

Los ensayos que se realizarán son:

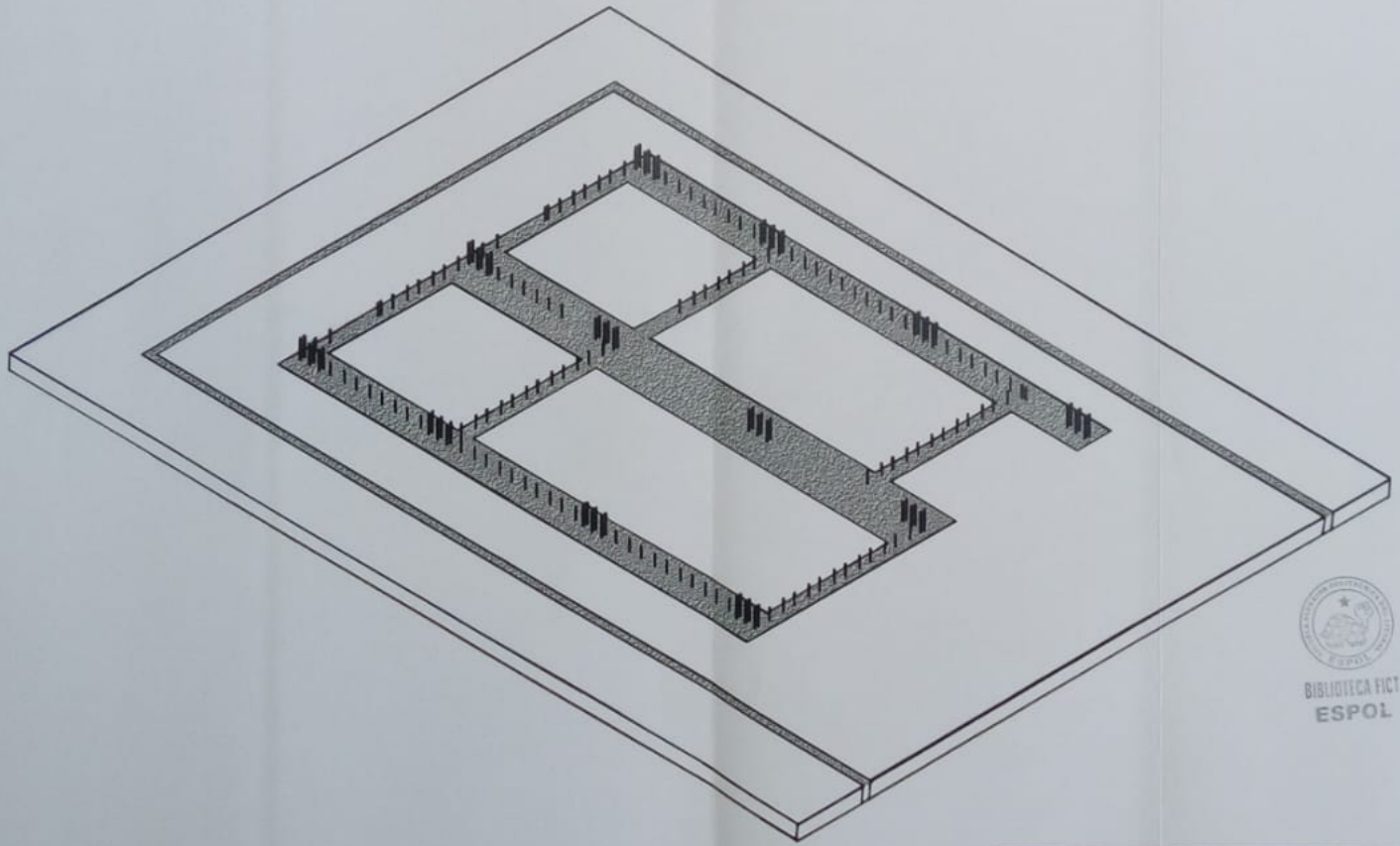
- Límites de Atterberg.
- Análisis Granulométrico.
- Resistencia a la Compresión Simple.
- Consolidación.
- Ensayo de Compresión Triaxial.

Realizando todos estos ensayos y comprobando sus resultados, se procede al trazado del terreno y la ubicación precisa de las

zapatas. La excavación para las zapatas, se las realiza una vez que se ha alineado correctamente el terreno.

La preparación del terreno, se encuentra lista, entonces se procede al armado de las zapatas, el armado parcial de las columnas se las realiza también, debido a que forman parte del alineamiento y sostenimiento del panel que se va a montar.

Ahora se procede a encofrar las zapatas de la manera tradicional, en la armadura que se va a disponer para la zapata es necesario, que se dejen varillas con longitudes de 20 cm. verticalmente, estas varillas deben ser colocadas de manera correcta con el fin de que encajen verticalmente dentro de las cajonetas de los paneles. Las varillas que forman parte de la columna deben tener una longitud de 50 cm. y también deben estar alineadas correctamente, para poder empatarlas con la columna que viene suspendida en el panel, mediante soldadura; se prepara el hormigón y se vierte sobre el cimbrado de las zapatas. (***Fig. 7.1***)



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT - ESPOL

PROYECTO:
SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO:		ESCALA:	FIGURA No.:
Vista General de la Cimentacion		1:75	7.1
NOMBRE: Otto R. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Ruiz		

7.1.2. Superestructura: Armado Total.

Completada la fase de cimentación, inmediatamente son montados los paneles de la vivienda. El procedimiento se inicia en el enganche e izado de los paneles desde el remolque o cualquier medio que los haya transportado.

En algunas ocasiones, se requiere de una doble operación en el izado de los paneles, esto ocurre más en los paneles horizontales (losas), debido a que muchas veces son transportados en posición vertical, lo que obliga a la grúa a depositarlos en el suelo en posición horizontal mediante un giro sobre uno de sus bordes; luego la grúa vuelve a sujetar al panel de los ganchos de suspensión horizontal, y lo coloca en su posición normal.

Montaje de Paneles en Planta Baja

En la zapata de la cimentación deben quedar expuestas varillas que servirán para el encastramiento de los paneles, tal como se

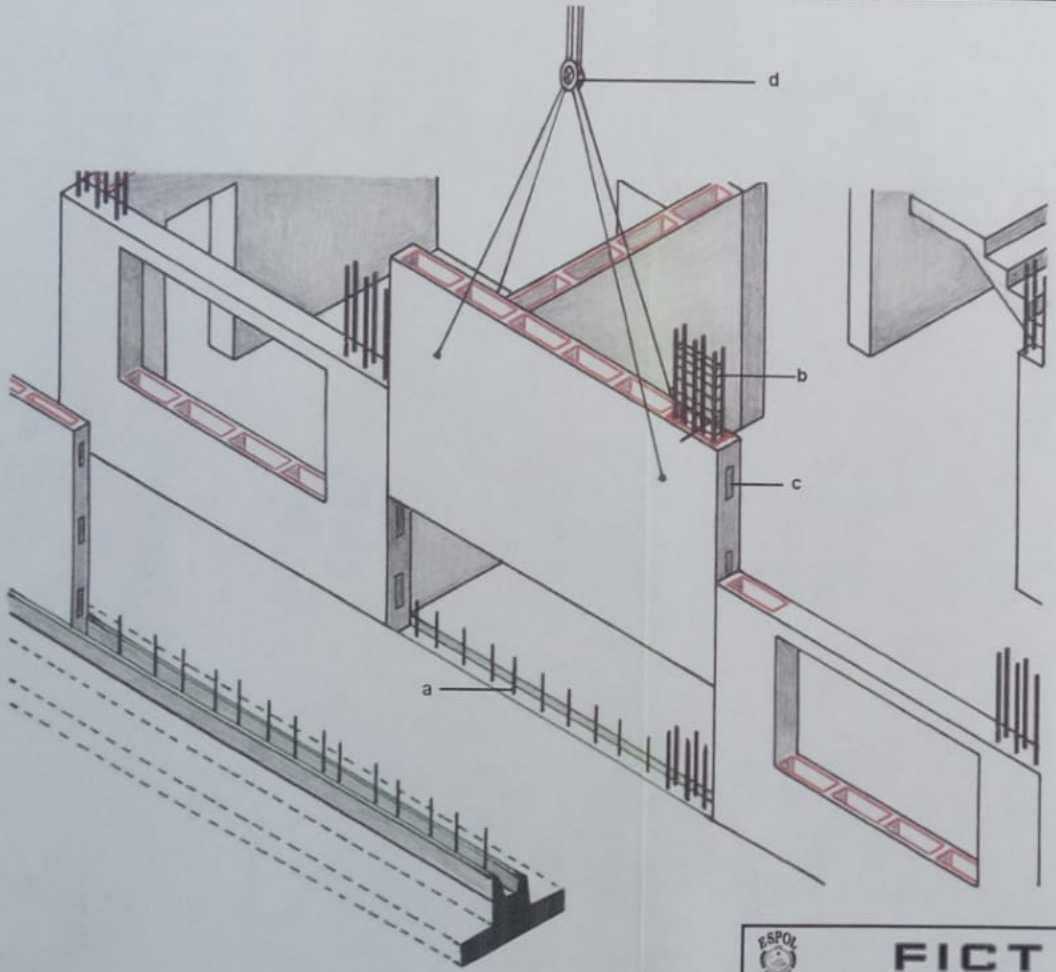
muestra en la ***Fig. 7.2.a***; de igual manera en el lugar donde irán ubicadas las columnas las varillas deberán estar bien alineadas para luego ser soldadas y unidas con la estructura de la columna que viene suspendida en el panel (***Fig. 7.2.b***).

Los paneles verticales y horizontales, tienen cajuelas en sus costados, la función de estas cajuelas es de ser llenadas con mezcla fina para poder adherirlos con el siguiente panel. (***Fig. 7.2.c***)

El panel es levantado por una grúa con 4 tirantes de acero corredizos, centrados de la polea de la grúa; los cuales lo ubican en su posición final, una vez que estén correctamente alineados. (***Fig. 7.2.d***)

El manipuleo de los paneles es delicado y los ganchos de sujeción deben ser colocados correctamente para poder mantener la estabilidad de la pieza durante la elevación, los tipos de ganchos que se pueden emplear se los demostró en el Cap. III, cualquiera de ellos, es adecuado para este tipo de trabajo.

250



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT - ESPOL

PROYECTO:
SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO:
Detalle del Montaje de los Paneles de la Planta Baja y Perimetricos

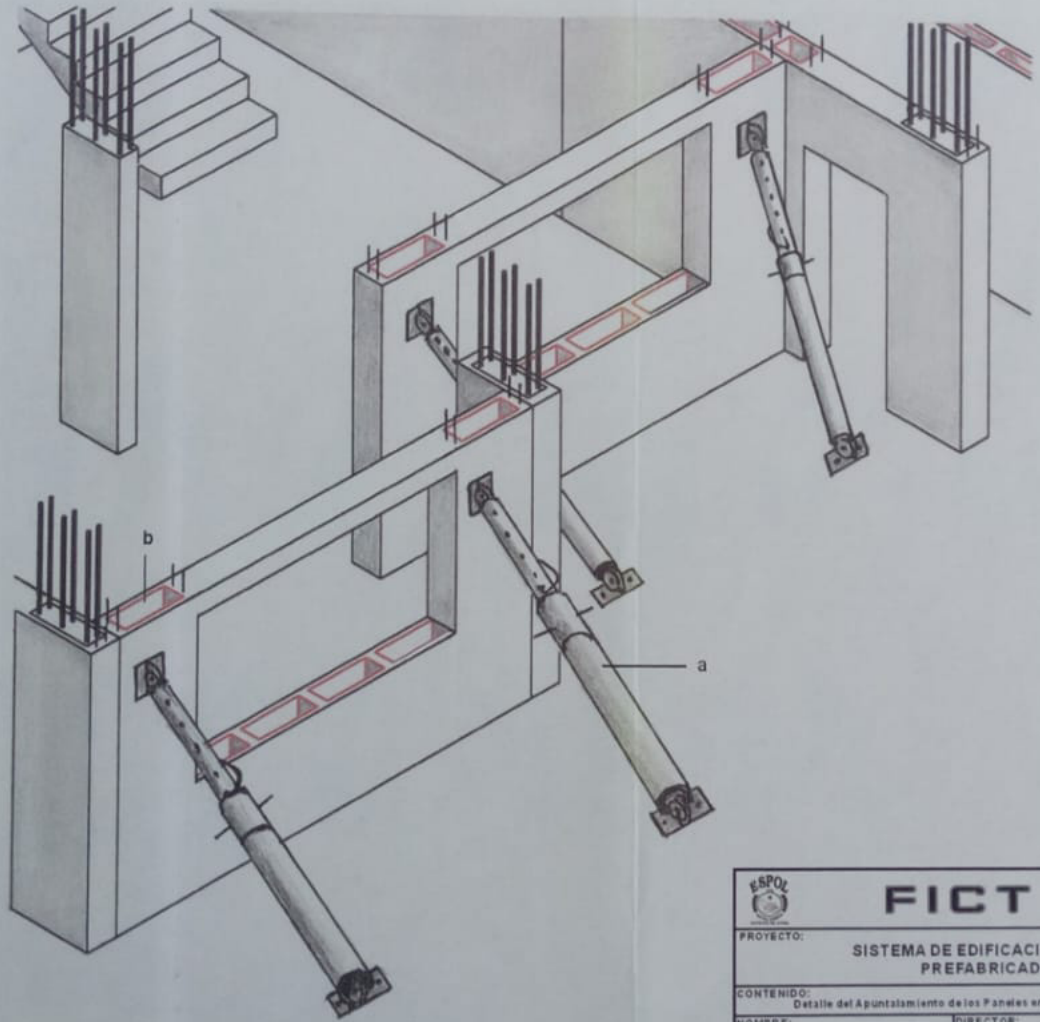
NOMBRE:	DIRECTOR:	ESCALA:	FIGURA No.:
Otto S. Caballero Vinueza	Ing. Julio Rodriguez Rios	1:75	7.2

Una vez que el panel se encuentre alineado y en su posición final, o sea, totalmente vertical, se procede a apuntalarlo, para realizar este trabajo en el panel se deja insertado un tubo en su espesor, este dispositivo sirve de enganche con el puntal. (***Fig. 7.3.a***)

Los puntales más utilizados son los de sección tubular, con longitud variable y de tuerca extensible, lo que permite fijar el puntal de la mejor manera posible. Es más aconsejable fijar el anclaje de cabeza lo más alto posible sobre el elemento, para disminuir el esfuerzo cortante en el anclaje del panel.

Muchas veces se elevan los paneles con los puntales ya colocados en el mismo, esto significa, una disminución de los tiempos muertos en el equipo de elevación, permitiendo un montaje más rápido.

Obtenida la verticalidad y un seguro apuntalamiento del panel se procede a llenar con mezcla las cajonetas hasta la altura en que se encuentra la varilla de encastramiento del panel, esto



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT - ESPOL

PROYECTO:
SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO:		ESCALA:	FIGURA No.:
Detalle del Apuntalamiento de los Paneles en la Planta Baja		1:75	7.3
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		

significa, que la cajoneta será llenada 20 cm. con hormigón, El llenado de estas cajonetas se las realiza solamente en las cajonetas que no tengan en su interior ningún tipo de instalación eléctrica o sanitaria. (***Fig. 7.3.b***)

En cuanto, a las cajonetas que servirán de columnas se las llena totalmente hasta la altura del panel, con hormigón de alta resistencia, manteniendo siempre la verticalidad de la estructura de la columna.

El relleno de estas cajonetas con hormigón, permiten obtener un buen amarre y una fijación vertical adicional al llenado de la columna.

En esta parte resalta la importancia de las cajonetas, debido a que también son utilizadas como ductos, en los cuales se instalarán las respectivas tuberías para agua potable, aguas servidas e instalaciones eléctricas. Todas estas instalaciones deben quedar ubicadas también en la cimentación, para luego ser conectadas durante el montaje de los paneles.

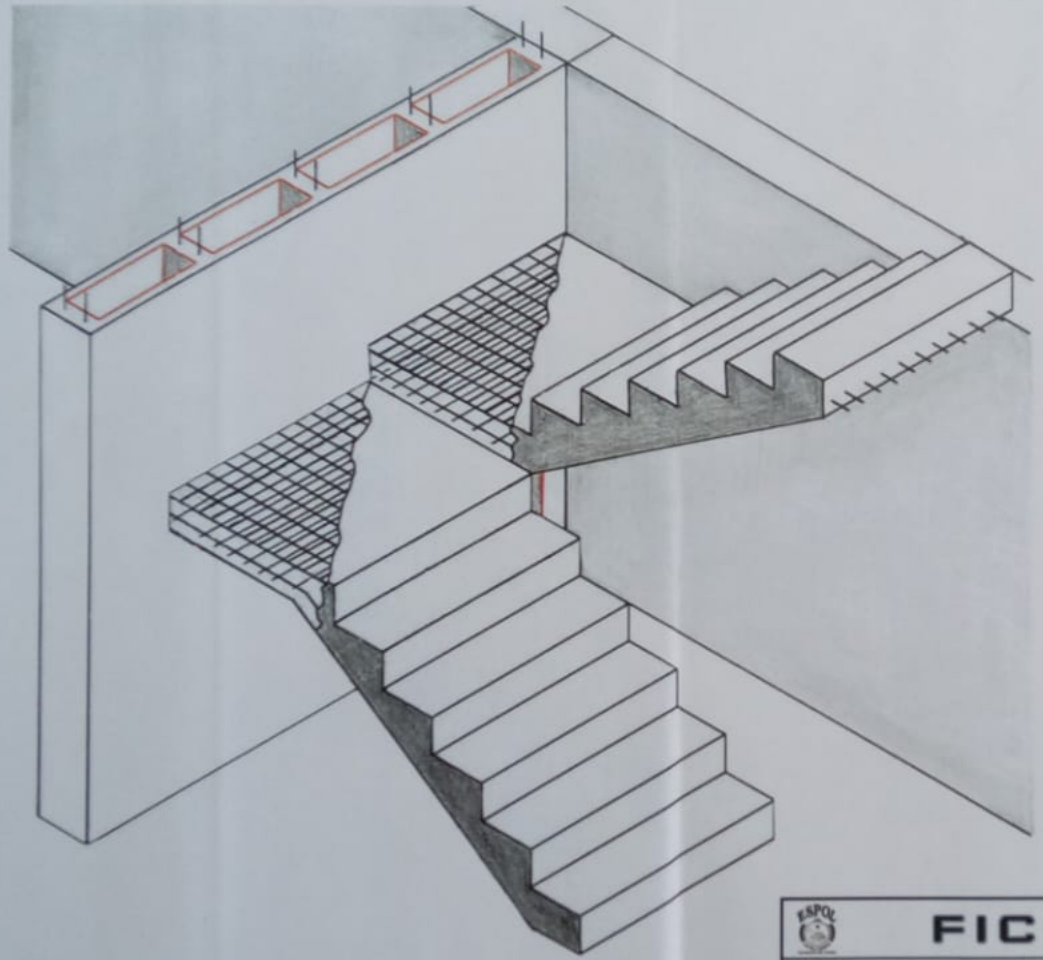
La dirección del montaje depende de la organización del ingeniero constructor, pero es recomendable iniciar el montaje con los paneles interiores para darle mayor operabilidad a la grúa.

Entonces el proceso de montaje de paneles en planta baja se maneja como un ciclo repetitivo, que necesita de una organización y precisión correcta, con el fin de obtener buenos resultados y no corregir errores que retrasen el avance de la obra y dañen la estética del trabajo.

Montaje de Escalera Prefabricada

La escalera, es otro elemento que será prefabricado y colocado en obra, para este tipo de vivienda, la escalera tendrá dos tramos con su respectivos descansos, en la ***Fig. 7.4***, se detalla la ubicación correcta que tendrá la escalera con el panel de pared, también se detalla la disposición de la armadura de la escalera.

251



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT · ESPOL

PROYECTO:
SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO: Vista del Empotramiento de la Escalera en el Panel

ESCALA: 1:75

FIGURA No.: 7.4

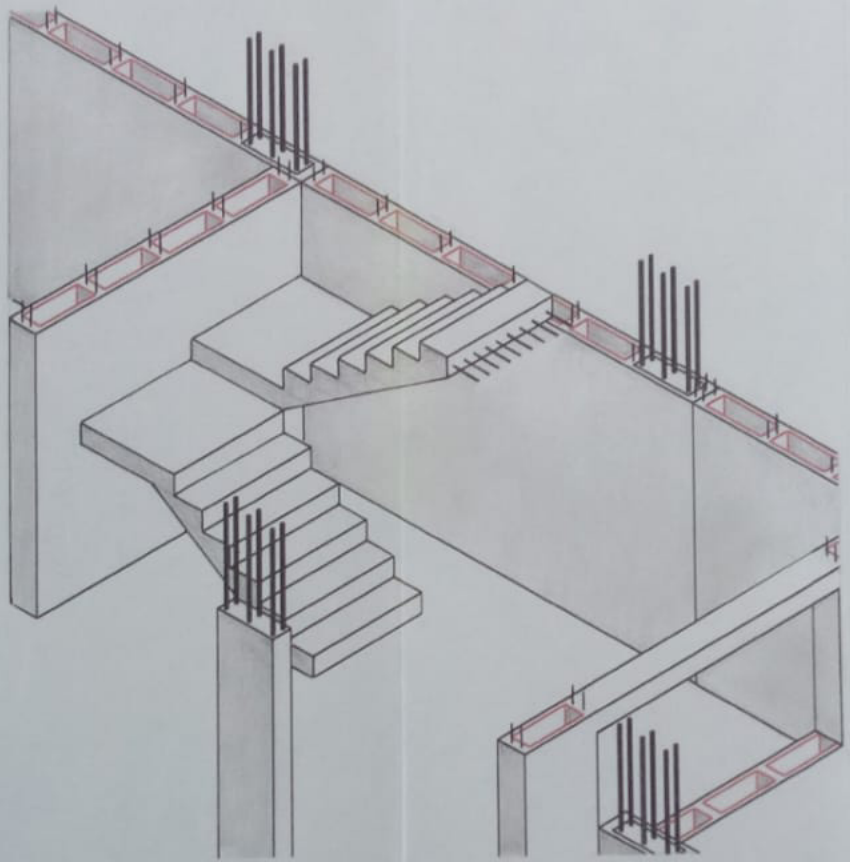
NOMBRE: Otto E. Caballero Vinueza

DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Ribes

En la ***Fig. 7.5***, se detalla una vista de la ubicación y colocación final de la escalera, también se aprecian los paneles ya montados y la disposición de las armaduras de las columnas que serán empatadas con las varillas de la columna del piso superior; también se aprecian varillas que salen de los paneles, con el fin de armar la estructura para las vigas de amarre.

Una de las ventajas de una escalera prefabricada es la fabricación en serie de estás, que además permitiría no solo emplearla en este sistema de construcción, sino también en los tradicionales, lo que significaría rapidez en las construcciones.

En la ***Fig. 7.5.a*** se aprecia una escalera prefabricada ya lista para su montaje. Para la elaboración de una escalera prefabricada, se utilizan moldes metálicos para obtener superficies lisas, listas para recibir su revestimiento final. Las juntas con la losa del edificio pueden ser materializadas mediante uniones húmedas o placas soldadas según los requerimientos del proyecto.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT - ESPOL

PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO:	ESCALA:	FIGURA No.:
Vista General de Escalera Terminada	1:75	7.5

NOMBRE:	DIRECTOR:
Otto S. Caballero Vinueza	Ing. Julio Rodriguez Rios

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Fig. 7.5.a Escalera Prefabricada lista para ser montada en obra

Obra Convencional en Planta Baja

La prefabricación, no implica que la construcción de un edificio o vivienda en particular, tenga que ser totalmente prefabricada. Un buen concepto de la prefabricación en la construcción, es el de que una obra tenga un 75% de prefabricación y un 25% de obra

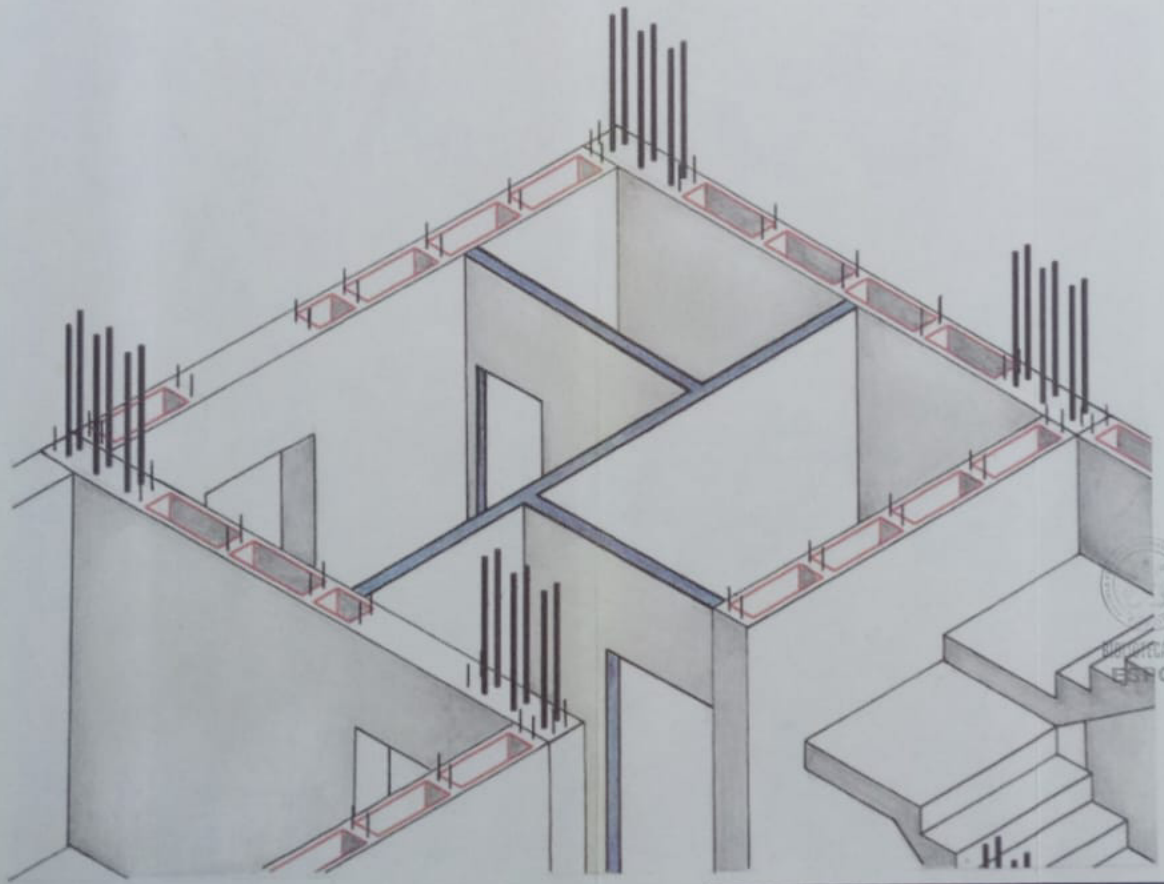
convencional, con estos parámetros entraríamos a niveles internacionales.

En la ***Fig. 7.6***. se detalla la obra convencional que se realizará en la división del dormitorio de servicio y baño de visita; estas paredes se las levantará con bloques de cemento, debido a la diferencia de tamaño con los paneles prefabricados, es mejor y más rentable edificar estas zonas con obra convencional; debido a que no justifica el empleo de mano de obra y equipos, para fabricar y montar paneles de menor dimensión que los demás.

En la ***Fig. 7.7*** se presenta una vista general de la Planta Baja con todos sus paneles colocados, la losa del piso inferior es llenada en obra, una vez encastrados los paneles inferiores.

Montaje de Losas

En el montaje de las losas, el detalle principal es, que las cajonetas de las losas coincidan en la misma dirección con las cajonetas de los paneles portantes, esta disposición parte desde el diseño de las losas. La ubicación de las losas en esa posición,



Obra Convencional

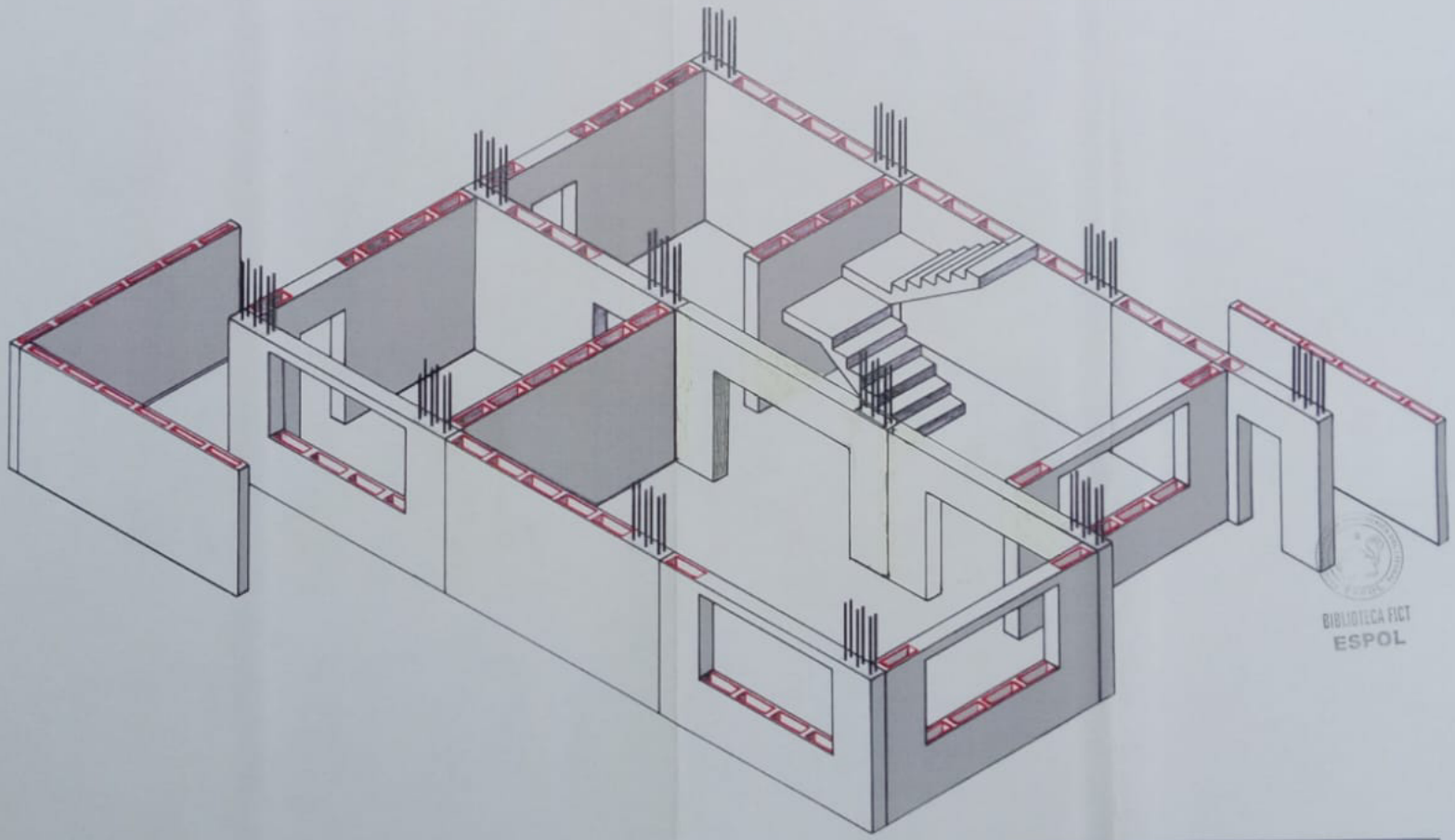
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT - ESPOL

PROYECTO:
SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO:	ESCALA:	FIGURA No.:
Detalle de Obra Convencional en la Planta Baja	1:75	7.6

NOMBRE:	DIRECTOR:
Otto S. Caballero Vinueza	Ing. Julio Rodriguez Rios



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT · ESPOL

PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO: Vista General de la Planta Baja

ESCALA: 1:75

FOLIO No.: 7.7

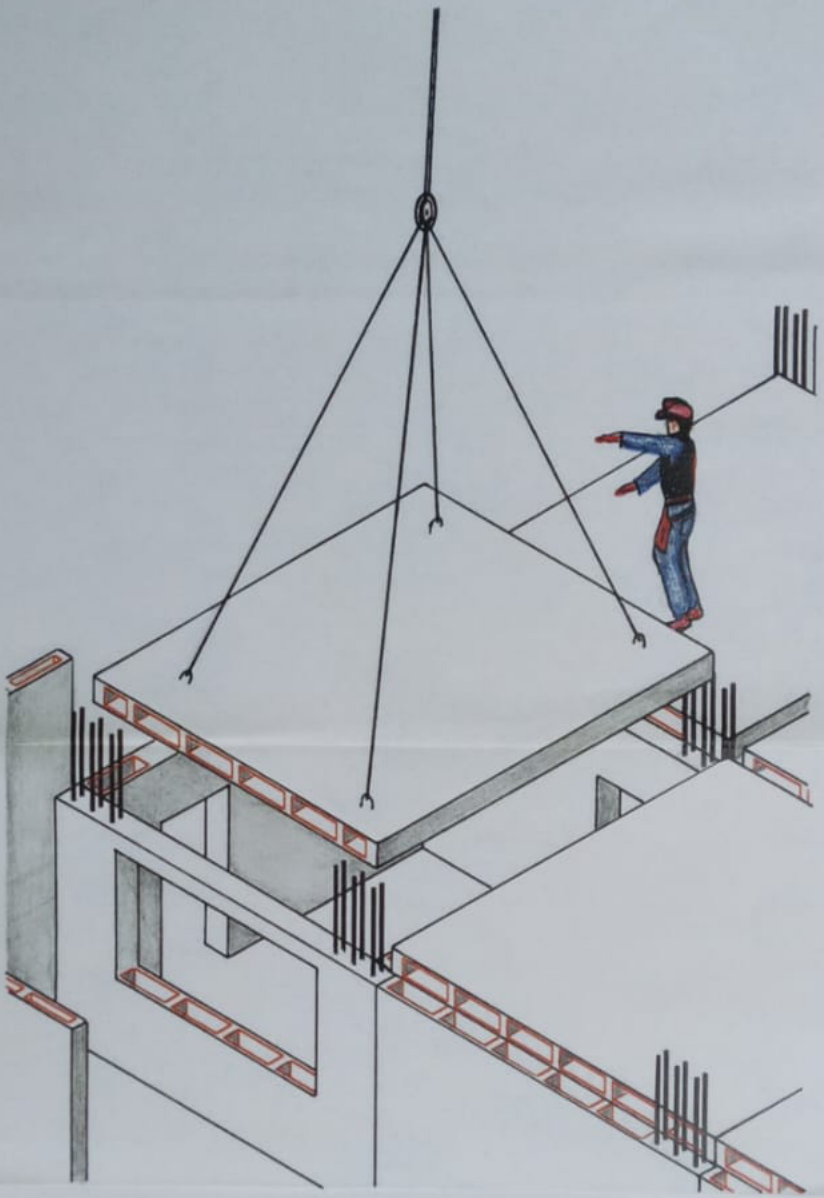
ALUMNOS: [illegible]

DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Mos.

permite dos ventajas: Utilizar sus cajonetas como medio de conexión para las instalaciones eléctricas y sanitarias. Y también permite unir las varillas que sobresalen de los paneles portantes y de las losas para poder formar la viga de amarre en toda la sección. (***Fig. 7.8***)

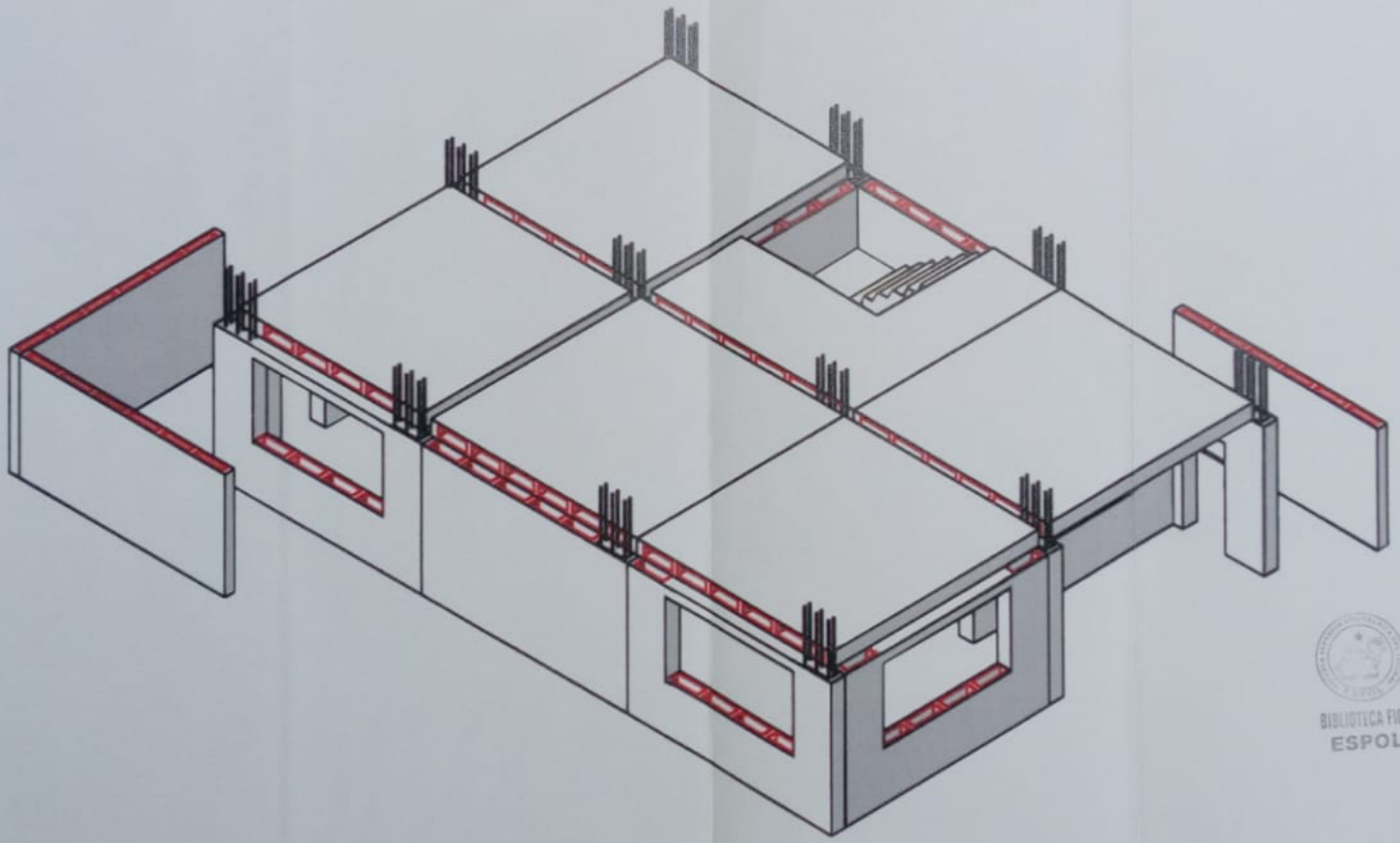
El montaje de las losas debe realizarse una vez que los paneles portantes estén completamente rígidos, el elemento puede ser soltado, sin necesidad de que la unión con los demás paneles este completa. Pero, es recomendable que la unión sea hecha lo más pronto posible. La orientación del montaje de una losa, debe ser realizado por un ingeniero, y tratar de evitar que los obreros circulen por debajo o se coloquen encima de los paneles, por el peligro que representa manipular una pieza de gran tamaño .
En la ***Fig. 7.9*** se detalla la vista general de la vivienda con todas sus losas colocadas en su posición final.

La unión de las losas con los paneles portantes, se la realiza por medio de las varillas que se entrelazan, la unión de estas varillas



FICT · ESPOL			
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: Montaje de Losas		ESCALA: 1:75	FIGURA No.: 7.8
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		

BIBLIOTECA FICT ESPOL



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT · ESPOL

PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO: [illegible] de la Planta Alta

ESCALA: 1:75

Figura No: 7.8

NOMBRE: [illegible]

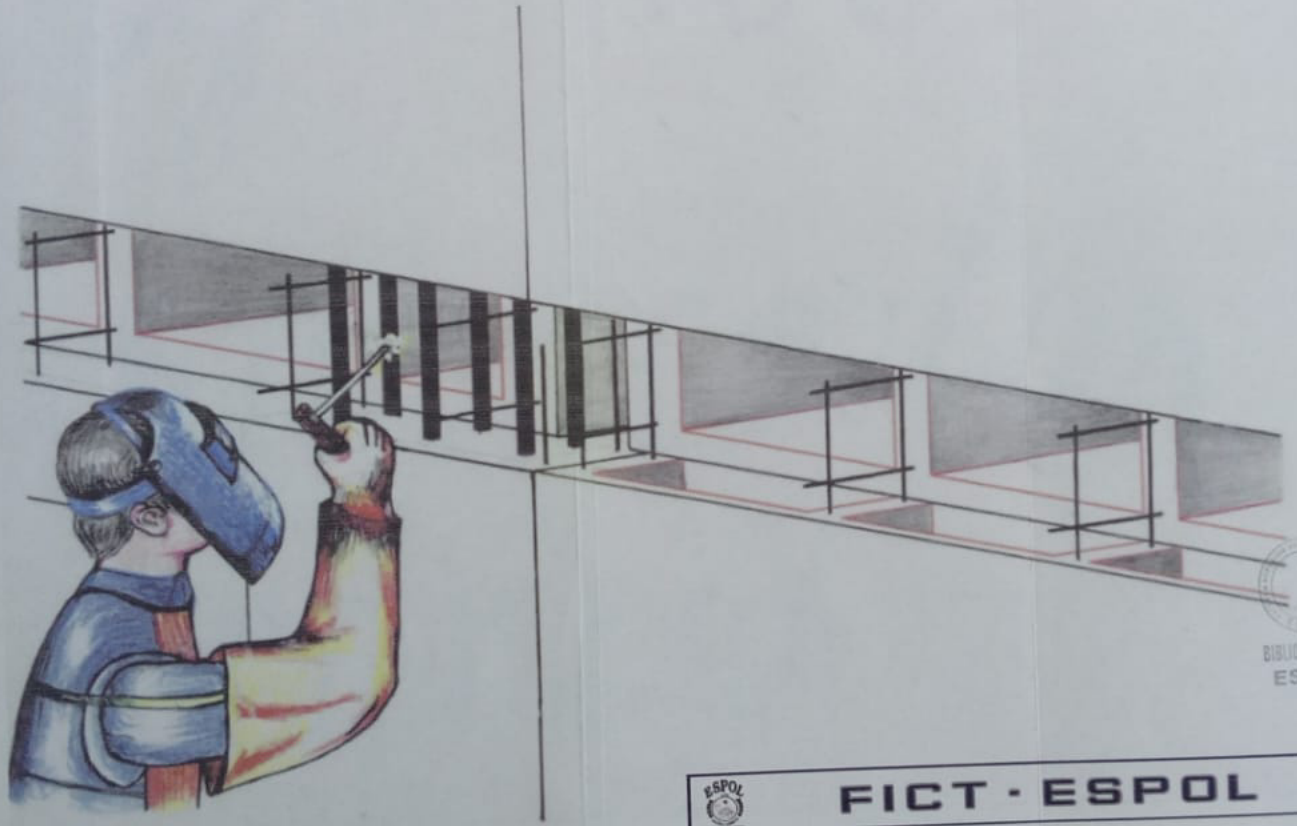
DIRECTOR: [illegible]

es hecha con puntos de soldadura, esto permite trabajar de una manera más acelerada. (***Fig. 7.10***)

Las juntas entre losas y paneles, son las que marcan el ritmo de montaje, debido que se necesita preparar el encofrado exterior de la viga, y también es necesario proteger algunas cajonetas para que el hormigón no fluya dentro de las mismas.

El armado de la viga de amarre, se lo realiza una vez empatadas todas las varillas entrelazadas de las losas y los paneles portantes. El hormigón que se vierta en la junta debe ser un hormigón que alcance resistencias altas tempranamente para poder continuar con el ritmo de trabajo establecido. Al igual que para el montaje de los paneles inferiores deben colocarse varillas con longitud de 20 cm., para el encastramiento de los paneles de la planta alta, también se debe realizar las conexiones de entrepiso de las instalaciones eléctricas y sanitarias.

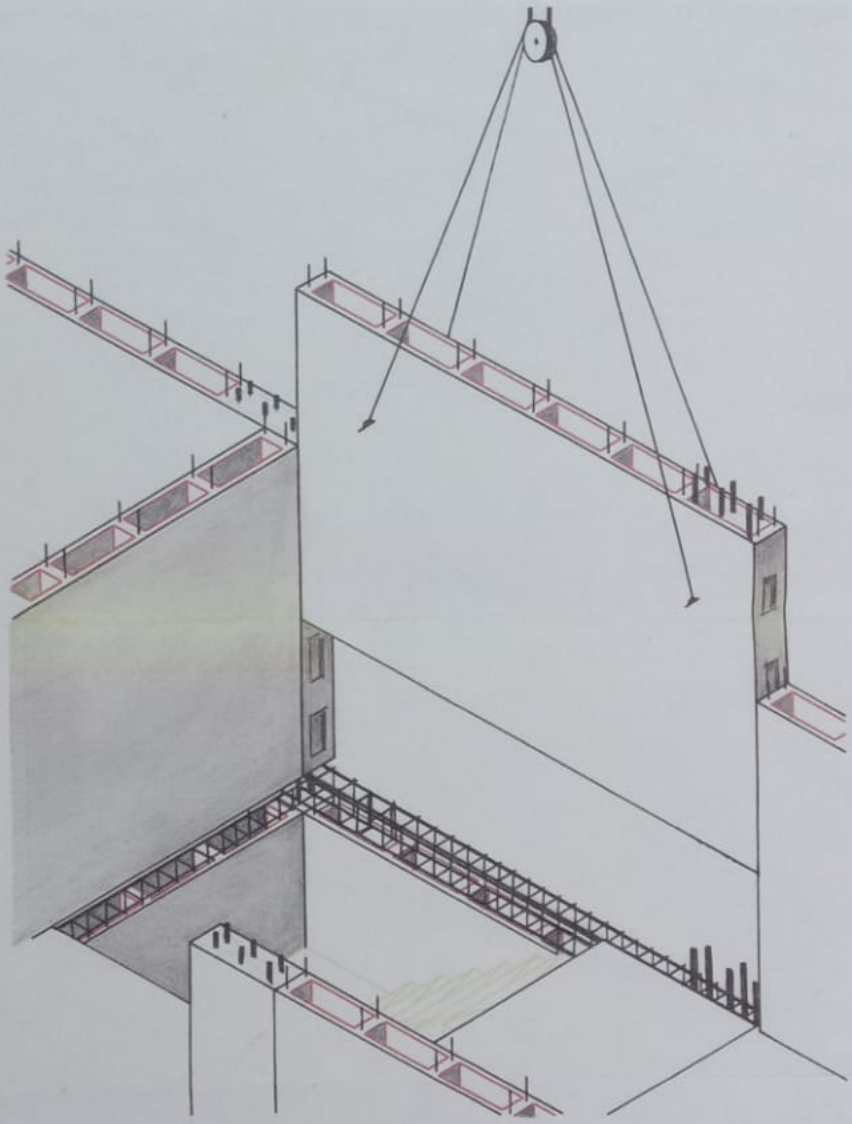
El montaje de los paneles superiores está representado en la ***Fig. 7.11***, ahí también se señala la estructura de la viga de



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT - ESPOL

PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: Empate de Losas con Paneles de Planta Baja		ESCALA: 1:75	FIGURA No.: 7.10
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT - ESPOL

PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO: Detalle del Montaje de un Panel en la Planta Alta

ESCALA: 1:75

FIGURA No.: 7.11

NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza

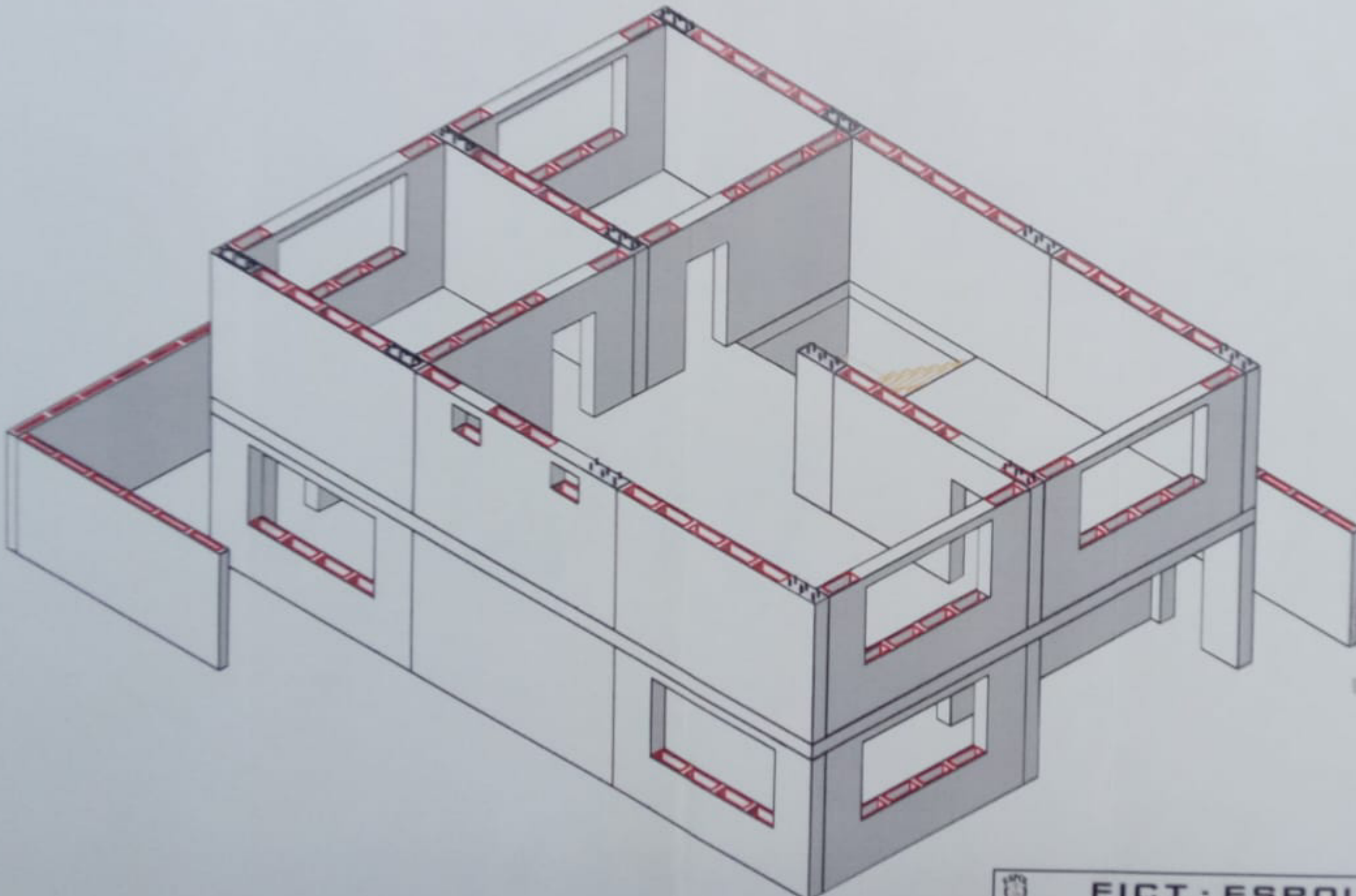
DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios

amarre, los paneles serán encastrados de igual manera que los paneles inferiores, para el empalme de la estructura de las columnas se realiza el mismo procedimiento, los paneles superiores también tienen cajuelas en sus costados para recibir mezcla fina y adherirlos a los siguientes elementos.

Los paneles superiores también son apuntalados para mantener su verticalidad, para su fijación es necesario verter mezcla de hormigón en las cajonetas vacías, al igual que en el nivel inferior. Las cajonetas serán llenadas hasta una altura igual a la de la varilla de encastramiento. Las cajonetas de las columnas también serán llenadas hasta la altura del panel.

El procedimiento es repetitivo en todos los paneles, y la dirección del montaje inicia con los paneles interiores hacia los exteriores. En la ***Fig. 7.12***, se muestra una vista general de la vivienda con los paneles inferiores y superiores ya colocados.

La viga de amarre de los paneles superiores también será de hormigón armado, está viga servirá de soporte para la estructura



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT · ESPOL

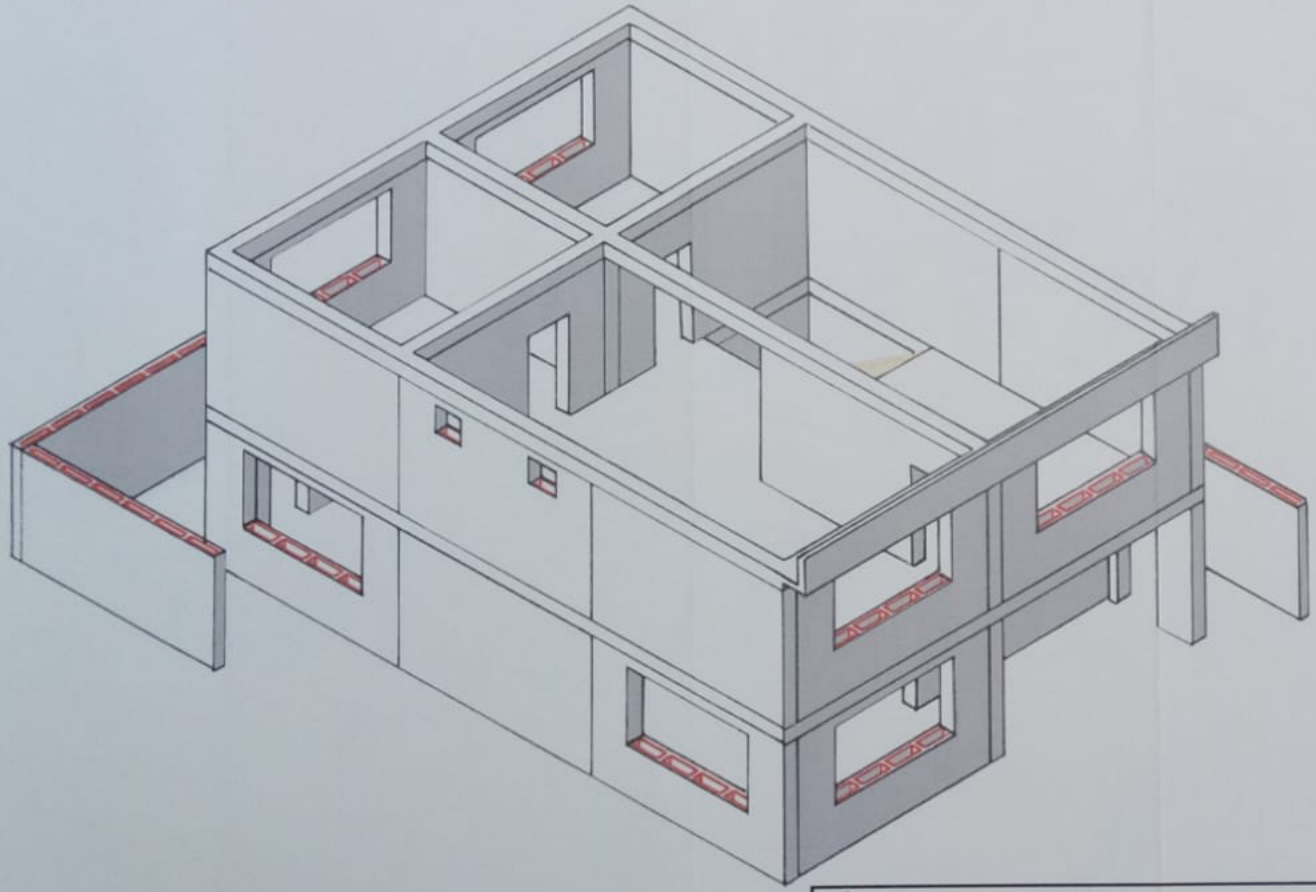
SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS
PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

metálica de la cubierta, en la ***Fig. 7.13*** se muestra la vista general de la vivienda con su viga de amarre superior y en la fachada una canaleta de hormigón para la evacuación de las aguas lluvias.

La obra convencional en la planta alta se la realizará en el área de los baños del dormitorio principal y el baño común, al igual que en la planta baja, la paredes serán levantadas con bloques de cemento y las respectivas instalaciones eléctricas y sanitarias irán empotradas. La zona que estará construida de manera tradicional, está detallada en la ***Fig. 7.14***, en la que se muestra una vista general de toda la vivienda.

7.2. Mano de Obra y Equipos Necesarios.

El empleo de mano de obra calificada, el buen rendimiento que tengan los equipos de construcción y el plan de funcionamiento; son los principales aspectos, para un montaje eficaz y continuo.

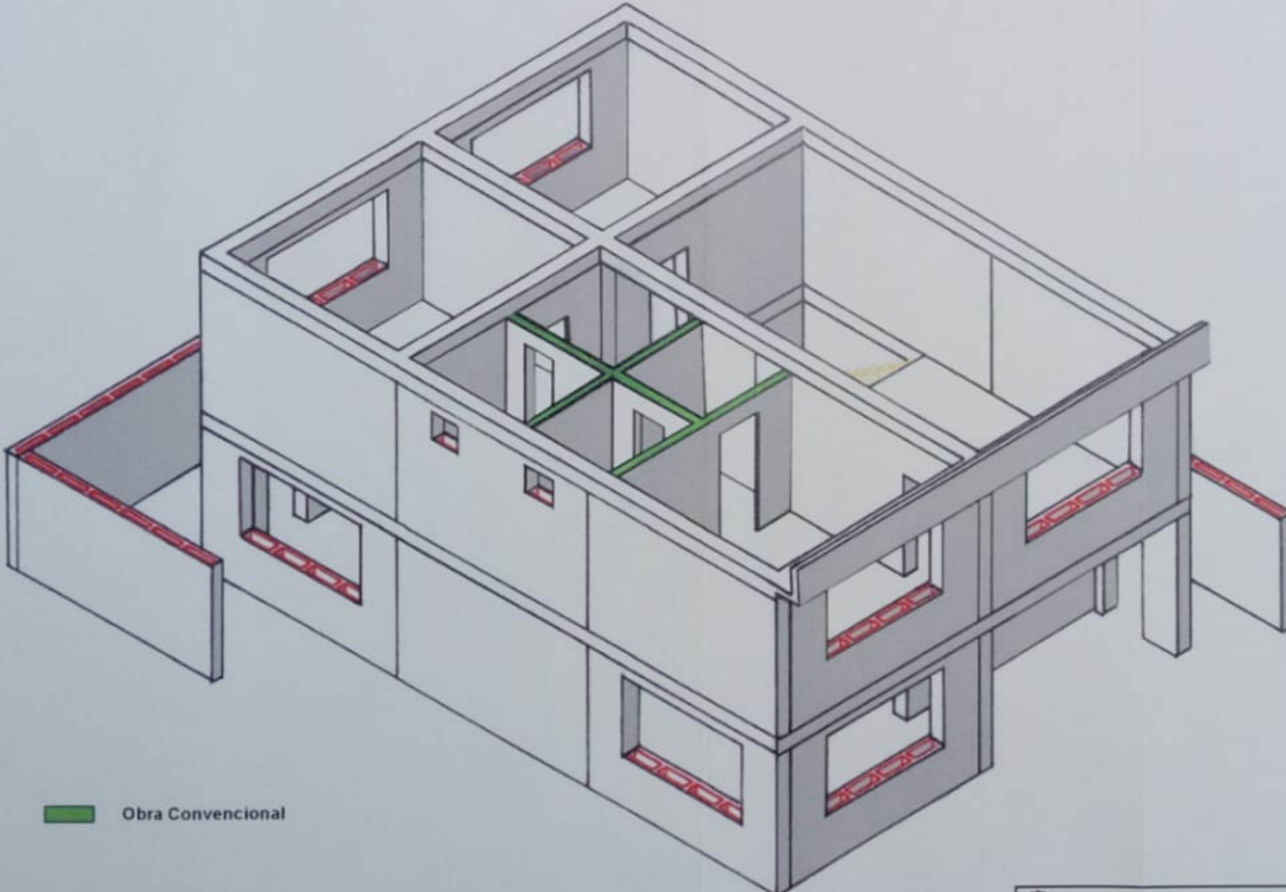


BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FICT - ESPOL

PROYECTO:
SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO: Vista General de los Paneles Montados en las Dos Plantas		ESCALA: 1:75	PLANO No.: 7.13
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios		



Obra Convencional

FICT · ESPOL			
SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
[illegible]		[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]		

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Hay que dividir los procesos de elaboración de los elementos y el montaje de los mismos, aunque ambos trabajos se realizan conjuntamente. La diferencia radica más en el equipo utilizado que en la mano de obra a emplearse, por eso se describirán ambas partes, para evitar confusión con los grupos de trabajo.

Es importante señalar que el número de trabajadores, que tenga una empresa constructora, dependerá de ciertos aspectos que son:

- ✓ La capacidad de producción que tenga la fábrica.
- ✓ El número de viviendas a construir.
- ✓ El tiempo de ejecución de la obra y su planificación.
- ✓ La economía que maneje la empresa.

Este estudio considerará a manera general, el número de obreros y equipo necesarios para desarrollar un proyecto de vivienda con este sistema de edificación.

Como primer paso, se detallará la mano de obra necesaria en la planta de Producción. El trabajo realizado en fábrica se divide en varias fases, cada una utilizando un grupo de operarios diferentes, los que serán descritos a continuación:

Planta de Producción.

Taller de Ferralla:

En este taller se realizará la preparación de las armaduras, que consiste en operaciones de corte y doblado de varillas y según la forma del elemento a construir, se corta la malla metálica que servirá para formar la armadura de refuerzo.

El grupo de trabajo está formado por:

- ✓ 1 jefe de grupo.
- ✓ 6 fierreros.

Taller de Preparación de Encofrados Metálicos:

Es la fase previa al vertido del hormigón, la velocidad con que se desarrolle esta fase determinará la eficiencia del proceso; el grupo encargado de preparar el encofrado para el elemento a fabricar,

también realiza el montaje de la armadura e instalación de materiales secundarios de acabado.

Por experiencia en otros países generalmente europeos, se ha determinado que es aconsejable tener de 5 a 10 talleres unitarios para poder lograr mayor capacidad de producción.

En estos talleres unitarios, el grupo de trabajo debe estar formado por:

- ✓ 1 jefe de grupo.
- ✓ 3 obreros especializados.

Preparación del Hormigón:

En la zona de elaboración del hormigón, se necesita de transportar la materia prima y operar la mezcladora, entonces la mano de obra necesaria será:

- ✓ 1 operario (dosificadora).
- ✓ 1 obrero (transporte de materia prima).

Vertido y Curado del Hormigón:

Una vez realizado el encofrado del panel, se procede al vertido del hormigón, en este parte se necesita la misma cantidad de personal, que en los talleres de preparación de encofrados metálicos, esto significa, que en cada taller unitario, se dispondrá de:

- ✓ 1 jefe de grupo.
- ✓ 3 obreros especializados.

Almacenado de Producto Terminado:

Una vez que el hormigón haya alcanzado una resistencia apropiada, se prosigue con su almacenamiento, en esta etapa cada elemento es transportado a una bodega, hasta que sea llevado al sitio de montaje.

La operación de transporte de cada panel a la bodega, es realizada por:

- ✓ 1 jefe de bodega.
- ✓ 1 obrero ayudante.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Transporte de paneles:

El transporte de los elementos prefabricados, desde el almacén hasta el sitio de obra es realizado en camiones de gran capacidad de carga.

El personal empleado para este trabajo es:

- ✓ 1 chofer.
- ✓ 1 ayudante de camión.

Obra

Cimentación:

La preparación del terreno y la cimentación, serán realizados de la manera convencional, en este proyecto se emplearán zapatas corridas en dirección longitudinal y riostras en sentido transversal para la cimentación.

El grupo de trabajo en esta etapa se distribuirá por el terreno, que le corresponda a cada vivienda, entonces, el personal para la cimentación de cada vivienda será:

- ✓ 1 jefe de grupo.
- ✓ 5 obreros.

Montaje de los paneles:

Durante el montaje se realizan 3 procesos que son:

- Montaje y reglaje de paneles.
- Preparación de encofrado y vertido de hormigón en juntas.
- Acabados de obra gruesa.

El grupo de trabajo necesario durante la primera etapa, en la colocación de los paneles es:

- ✓ 1 operador de grúa.
- ✓ 2 ayudantes (maniobras con grúa).
- ✓ 1 jefe de grupo (ingeniero).
- ✓ 3 obreros.

En el trabajo de preparación y relleno de junta, se empleará el siguiente personal:

- ✓ 1 soldador.
- ✓ 1 fierrero.
- ✓ 2 obreros.

Para los acabados interiores y exteriores de la vivienda, la mano de obra necesaria estará formada por:

- ✓ 1 jefe de equipo.
- ✓ 2 oficiales para canalizaciones.
- ✓ 4 obreros.

Una vez descrita la mano de obra necesaria, se procede a detallar los equipos y herramientas necesarias para el montaje de una vivienda.

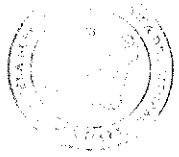
Durante la cimentación se emplearan equipos de excavación, nivelación y compactación de terreno, tal como:

- ✓ Retroexcavadora.
- ✓ Rodillo Compactador.
- ✓ Equipos de Topografía.

En la etapa de montaje de los paneles, las principales herramientas son: equipos de elevación, puntales, reglas, niveles, herramientas de albañilería, máquinas de soldar.

Todos estos equipos serán detallados a continuación:

- ✓ Grúas de 20 Ton.
- ✓ Cables de acero para levantamiento de paneles.
- ✓ Puntales de Sección Tubular con tuerca extensible y de longitud variable.
- ✓ Regletas y juego de niveles, para la alineación de los paneles.
- ✓ Andamios para el hormigonado exterior de las juntas.
- ✓ Máquinas de Soldar de 250 Amp. para unión de varillas en las vigas de amarre y en la estructura de cubierta.
- ✓ Encofrados metálicos tradicionales para la fundición de las vigas.
- ✓ Instrumentos de albañilería para trabajos secundarios y remates de obra.


BIBLIOTECA FICT
ESPOL

CAPÍTULO 8

8. COSTOS Y PROGRAMACIÓN.

8.1. Análisis de Precios Unitarios de la Vivienda.

Uno de los principales aspectos a ser tomados en cuenta en toda construcción, es sin duda alguna el costo de la misma.

El precio unitario de una vivienda, esta compuesto por:

- ✓ Costo Directo.
- ✓ Costo Indirecto.
- ✓ Utilidad.
- ✓ Otros Costos.

Costo Directo.- Son aquellos que se derivan de la erogaciones por mano de obra, materiales, equipo, herramienta e instalaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho tipo de trabajo.

Los cargos por mano de obra son los resultantes de prorratear el pago de salarios al personal individual ó por cuadrilla que interviene única y exclusivamente en forma directa en la ejecución del trabajo de que se trate, entre las unidades de producción (rendimiento que dicho personal realice en un tiempo determinado).

Los materiales son el producto de las erogaciones que efectúa un contratista para adquirir los materiales necesarios para la ejecución del concepto de obra. Estos pueden ser permanentes, o sea, que forman parte integrante de la obra, y temporales o auxiliares que son consumidos en la obra después de uno o varios usos.

Los equipos están relacionados directamente con el rendimiento que tengan durante la ejecución de la obra, del mantenimiento que se le realice y la depreciación que tenga el equipo durante el tiempo de uso.

Costo Indirecto.- Los costos indirectos se dividen en dos grupos, el gasto de operación y el gasto de obra. Estos costos están relacionados directamente con los gastos técnicos y administrativos que se dan en las actividades de oficina y en la obra.

Los rendimientos empleados en este análisis han sido obtenidos de diferentes obras y en base a estadísticas previas de contratistas que han realizado obras de gran magnitud.

Los principales rubros a ser tomados en consideración en este proyecto son la elaboración y montaje de los paneles prefabricados, así como el costo del hormigón, zapatas y demás componentes estructurales de una vivienda; porque de ahí parte la comparación con los costos de una vivienda edificada de la manera convencional.

Los costos unitarios compuestos por los rubros de cubiertas, recubrimientos de pisos, cerámica, pintura y tumbado, no son representativos debido a que son costos establecidos que no pueden ser comparados con la prefabricación.

Los costos unitarios de los rubros de instalaciones sanitarias y eléctricas, también se encuentran definidos en la revista de la Cámara de la Construcción de Guayaquil, pero una de las ventajas de su colocación es que vienen empotradas en los paneles, lo que disminuye la mano de obra en la instalación final de sus respectivos accesorios.

Entonces queda claro que la verdadera comparación se hará con los costos de elaboración y montaje de los paneles prefabricados versus los costos de construcción de una obra convencional con paredes de bloques.

El valor de los distintos materiales que se emplearán en la fabricación de los paneles, se los obtuvo de las distintas fábricas proveedoras de estos materiales, la razón es por la gran cantidad de viviendas que se construirán, entonces, es necesario obtener los mejores precios que disminuyan los costos finales.

Los costos unitarios de los rubros de las viviendas con métodos de construcción convencionales fueron obtenidos de la revista de la Cámara de la Construcción de Guayaquil del mes de junio del 2003.

A continuación se detallan los costos unitarios de los rubros más importantes a ser considerados y al final se hará un análisis a los resultados obtenidos.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CUADRO AUXILIAR DE COSTOS DE MANO DE OBRA

CARGOS OCUPACIONALES / DESGLOSE	CATEG. I	CATEG. II	CATEG. III	CATEG. IV	CATEG. V	TOPOG. 4	OP. EQ. PES.	CHOF. LIC. E
SUELDO UNIFICADO	126.81	128.77	130.25	133.19	134.00	136.23	144.77	134.21
DECIMO TERCER	126.81	128.77	130.25	133.19	134.00	136.23	144.77	134.21
DECIMO CUARTO	121.91	121.91	121.91	121.91	121.91	121.91	121.91	121.91
COMPONENTE SALARIAL	192.00	192.00	192.00	192.00	192.00	192.00	192.00	192.00
TRANSPORTE								
APORTE PATRONAL	208.22	211.07	213.23	217.51	218.69	221.95	234.41	219.01
FONDO DE RESERVA	126.81	128.77	130.25	133.19	134.00	136.23	144.77	134.21
TOTAL ANUAL	775.75	782.52	787.64	797.80	800.60	808.32	837.86	801.34
TOTAL MENSUAL	191.46	193.98	195.89	199.67	200.72	203.59	214.59	200.99
JORNAL REAL	9.91	10.04	10.14	10.34	10.39	10.54	11.11	10.41
FACTOR DE SALARIO REAL	2.34	2.34	2.34	2.33	2.33	2.32	2.30	2.33
COSTO HORARIO	1.24	1.26	1.27	1.29	1.30	1.32	1.39	1.30

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Obra: Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado
Rubro: Hormigón **Unidad:** m^3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Planta Mezcladora	1	5.00	5.00	0.95	4.75
			SUBTOTAL M:		4.75

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANT.	JORNAL/HR	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Ope. Equip. Pes.	1	1.39	1.39	0.17	0.24
Cat. III	2	1.27	2.54	0.50	1.27
Cat. I	2	1.24	2.48	0.50	1.24
			SUBTOTAL N:		2.74

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento	sacos	7.00	5.25	36.75
Arena	m^3	0.70	9.37	6.56
Piedra 12 mm.	m^3	1.00	8.15	8.15
Agua	m^3	0.25	1.08	0.26
Aditivo	u	2.00	2.13	4.26
			SUBTOTAL O:	55.98

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			SUBTOTAL P:	0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		63.48
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20%	12.70
OTROS COSTOS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		76.17

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Obra: Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado
Rubro: Zapata Corrida **Unidad:** m^3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Concretera	1	3.80	3.80	1.00	3.80
Vibrador	1	2.50	2.50	0.50	1.25
					0.00
					0.00
					0.00
			SUBTOTAL M:		5.05

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANT.	JORNAL/HR	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cat. III	4	1.27	5.08	1.10	5.59
Cat. II	7	1.26	8.82	2.00	17.64
					0.00
					0.00
					0.00
			SUBTOTAL N:		23.23

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento	sacos	7.00	5.25	36.75
Arena	m^3	0.33	9.37	3.05
Piedra 12 mm.	m^3	1.00	8.15	8.15
Agua	m^3	0.25	1.08	0.26
Aditivo	u	2.00	2.13	4.26
Hierro 12 mm	qq	5.30	20.60	109.18
			SUBTOTAL O:	161.65

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			SUBTOTAL P:	0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+0+P)		189.93
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20%	37.99
OTROS COSTOS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		227.91

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Obra: Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado

Rubro: Riostra **Unidad:** m^3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Concretera	1	3.80	3.80	1.00	3.80
Vibrador	1	2.50	2.50	0.50	1.25
			0.00		0.00
			0.00		0.00
			0.00		0.00
			SUBTOTAL M:		5.05

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANT.	JORNAL/HR	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cat. III	4	1.27	5.08	1.10	5.59
Cat. II	4	1.26	5.04	2.00	10.08
			0.00		0.00
			0.00		0.00
			0.00		0.00
			SUBTOTAL N:		15.67

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento	sacos	7.00	5.25	36.75
Arena	m^3	0.70	9.37	6.56
Piedra 12 mm.	m^3	1.00	8.15	8.15
Agua	m^3	0.25	1.08	0.26
Aditivo	u	2.00	2.13	4.26
Hierro 12 mm	qq	3.27	20.60	67.36
				0.00
			SUBTOTAL O:	123.35

BIBLIOTECA FICT ESPOL

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			SUBTOTAL P:	0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+0+P)		144.06
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20%	28.81
OTROS COSTOS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		172.88

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Obra: Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado

Rubro: Columnas **Unidad:** m^3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Concretera	1	3.80	3.80	1.00	3.80
Vibrador	1	2.50	2.50	0.80	2.00
			0		0.00
			0		0.00
			0		0.00
			SUBTOTAL M:		5.80

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANT.	JORNAL/HR	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cat. III	4	1.27	5.08	1.10	5.59
Cat. II	6	1.26	7.56	2.00	15.12
			0		0.00
			0		0.00
			0		0.00
			SUBTOTAL N:		20.71

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento	sacos	7.00	5.25	36.75
Arena	m^3	0.70	9.37	6.56
Piedra 12 mm.	m^3	1.00	8.15	8.15
Agua	m^3	0.25	1.08	0.26
Aditivo	u	2.00	2.13	4.26
Hierro	qq	3.37	20.60	69.50
				0.00
			SUBTOTAL O:	125.49

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			SUBTOTAL P:	0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		152.00
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20%	30.40
OTROS COSTOS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		182.40

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Obra: Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado
Rubro: Vigas **Unidad:** m^3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Concretera	1	3.80	3.80	1.00	3.80
Vibrador	1	2.50	2.50	0.80	2.00
			0.00		0.00
			0.00		0.00
			0.00		0.00
			SUBTOTAL M:		5.80

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANT.	JORNAL/HR	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cat. III	4	1.27	5.08	1.10	5.59
Cat. II	6	1.26	7.56	2.00	15.12
Cat. IV	2	1.29	2.58	1.10	2.84
			0.00		0.00
			0.00		0.00
			SUBTOTAL N:		23.55

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento	sacos	8.00	5.25	42.00
Arena	m^3	0.70	9.37	6.56
Piedra 12 mm.	m^3	1.00	8.15	8.15
Agua	m^3	0.25	1.08	0.27
Aditivo	u	2.00	2.13	4.26
Hierro	qq	3.43	20.60	70.61
				0.00
			SUBTOTAL O:	131.85

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			SUBTOTAL P:	0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+0+P)		161.20
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20%	32.24
OTROS COSTOS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		193.44

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Obra: Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado
Rubro: Panel PS 4300 **Unidad:** m^3
Elaboración y Colocación

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Concretera	1	3.80	3.80	0.15	0.57
Vibrador	1	2.50	2.50	0.50	1.25
Grúa 20 Ton	1	40.00	40.00	0.05	2.00
			0.00		0.00
			0.00		0.00
			SUBTOTAL M:		3.82

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANT.	JORNAL/HR	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cat. III	2	1.27	2.54	0.25	0.64
Cat. I	2	1.24	2.48	0.25	0.62
Op. Equip. Pesado (Coloc.)	1	1.39	1.39	0.05	0.07
Cat. I (Coloc.)	3	1.24	3.72	0.05	0.19
			0.00		0.00
			SUBTOTAL N:		1.51

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Hormigón f'_c = 280 Kg/cm^2	m^3	1.00	63.48	62.38
Malla Elec. 8 mm x 15 cm.	u	0.52	42.00	21.84
Hierro 10 mm.	qq	0.33	20.60	6.80
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
			SUBTOTAL O:	91.02

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			SUBTOTAL P:	0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+0+P)		96.35
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20%	19.27
OTROS COSTOS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		115.62

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Obra: Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado

Rubro: Panel PV 4300 **Unidad:** m^3

Elaboración y Colocación

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Concretera	1	3.80	3.80	0.15	0.57
Vibrador	1	2.50	2.50	0.50	1.25
Grúa 20 Ton	1	40.00	40.00	0.05	2.00
			0.00		0.00
			0.00		0.00
			SUBTOTAL M:		3.82

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANT.	JORNAL/HR	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cat. III	2	1.27	2.54	0.25	0.64
Cat. I	2	1.24	2.48	0.25	0.62
Op. Equip. Pesado (Coloc.)	1	1.39	1.39	0.05	0.07
Cat. I (Coloc.)	3	1.24	3.72	0.05	0.19
			0.00		0.00
			SUBTOTAL N:		1.51

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Hormigón f'_c = 280 Kg/cm^2	m^3	1.00	63.48	63.48
Malla Elec. 8 mm x 15 cm.	u	0.52	42.00	21.84
Hierro 10 mm.	qq	0.28	20.60	5.77
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
			SUBTOTAL O:	91.08

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			SUBTOTAL P:	0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+0+P)		96.41
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20%	19.28
OTROS COSTOS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		115.70

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Obra: Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado

Rubro: Panel PP 4300 **Unidad:** m^3

Elaboración y Colocación

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Concretera	1	3.80	3.80	0.15	0.57
Vibrador	1	2.50	2.50	0.50	1.25
Grúa 20 Ton	1	40.00	40.00	0.05	2.00
			0.00		0.00
			0.00		0.00
			SUBTOTAL M:		3.82

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANT.	JORNAL/HR	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cat. III	2	1.27	2.54	0.25	0.64
Cat. I	2	1.24	2.48	0.25	0.62
Op. Equip. Pesado (Coloc.)	1	1.39	1.39	0.05	0.07
Cat. I (Coloc.)	3	1.24	3.72	0.05	0.19
			0.00		0.00
			SUBTOTAL N:		1.51

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Hormigón f'_c = 280 Kg/cm^2	m^3	1.00	63.48	63.48
Malla Elec. 8 mm x 15 cm.	u	0.52	42.00	21.84
Hierro 10 mm.	qq	0.30	20.60	6.18
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
			SUBTOTAL O:	91.50

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			SUBTOTAL P:	0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+0+P)		96.83
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20%	19.37
OTROS COSTOS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		116.19

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Obra: Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado

Rubro: Panel PL 3900 **Unidad:** m^3

Elaboración y Colocación

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Concretera	1	3.80	3.80	0.15	0.57
Vibrador	1	2.50	2.50	0.50	1.25
Grúa 20 Ton	1	40.00	40.00	0.05	2.00
			0.00		0.00
			0.00		0.00
			SUBTOTAL M:		3.82

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANT.	JORNAL/HR	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cat. III	2	1.27	2.54	0.25	1.61
Cat. I	2	1.24	2.48	0.25	1.54
Op. Equip. Pesado (Coloc.)	1	1.39	1.39	0.05	0.10
Cat. I (Coloc.)	3	1.24	3.72	0.05	0.69
			0.00		0.00
			SUBTOTAL N:		3.94

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Hormigón f'_c = 280 Kg/cm^2	m^3	1.00	63.48	63.48
Malla Elec. 8 mm x 15 cm.	u	0.52	42.00	21.84
Hierro 10 mm.	qq	0.59	20.60	12.07
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
			SUBTOTAL O:	97.39

BIBLIOTECA FICT ESPOL

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			SUBTOTAL P:	0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+0+P)		105.15
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20%	21.03
OTROS COSTOS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		126.18

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Obra: Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado

Rubro: Panel PL 4150 **Unidad:** m^3

Elaboración y Colocación

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Concretera	1	3.80	3.80	0.15	0.57
Vibrador	1	2.50	2.50	0.50	1.25
Grúa 20 Ton	1	40.00	40.00	0.05	2.00
			0.00		0.00
			0.00		0.00
			SUBTOTAL M:		3.82

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANT.	JORNAL/HR	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cat. III	2	1.27	2.54	0.25	1.61
Cat. I	2	1.24	2.48	0.25	1.54
Op. Equip. Pesado (Coloc.)	1	1.39	1.39	0.05	0.10
Cat. I (Coloc.)	3	1.24	3.72	0.05	0.69
			0.00		0.00
			SUBTOTAL N:		3.94

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Hormigón f'_c = 280 Kg/cm^2	m^3	1.00	63.48	63.48
Malla Elec. 8 mm x 15 cm.	u	0.52	42.00	21.84
Hierro 10 mm.	qq	0.59	20.60	12.07
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
			SUBTOTAL O:	97.39

BIBLIOTECA FIEC
ESPOL

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			SUBTOTAL P:	0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+0+P)		105.15
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20%	21.03
OTROS COSTOS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		126.18

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Obra: Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado

Rubro: Panel PLE 4150 **Unidad:** m^3

Elaboración y Colocación

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Concretera	1	3.80	3.80	1.00	3.80
Vibrador	1	2.50	2.50	0.80	2.00
Grúa 20 Ton	1	40.00	40.00	0.05	2.00
			0.00		0.00
			0.00		0.00
			SUBTOTAL M:		7.80

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Cat. III	2	1.27	2.54	0.25	0.64
Cat. I	2	1.24	2.48	0.25	0.62
Op. Equip. Pesado (Coloc.)	1	1.39	1.39	0.05	0.07
Cat. I (Coloc.)	3	1.24	3.72	0.05	0.19
			0.00		0.00
			SUBTOTAL N:		1.51

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Hormigón f'_c = 280 Kg/cm^2	m^3	1.00	63.48	63.48
Malla Elec. 8 mm x 15 cm.	u	0.52	42.00	21.84
Hierro 10 mm.	qq	0.36	20.60	7.42
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
			SUBTOTAL O:	92.73

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			SUBTOTAL P:	0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+0+P)	102.04
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	20.41
OTROS COSTOS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	122.45

De los análisis de precios unitarios que se obtuvo, el costo de un panel tipo PS4300 es de $ 115.62 / m^3, y del panel de losa PL4150 es de $126.18 / m^3; se escogen estos valores por ser los paneles más complejos y más grandes de fabricar.

Al hacer un resumen con los volúmenes de hormigón armado que necesita la vivienda prefabricada en sus paneles y al compararlos con la mampostería de las viviendas de construcción tradicional, obtengo una diferencia significativa de $ 10,129.28; lo que significa la gran ventaja económica que representa la prefabricación de una vivienda.

La comparación solamente se la realiza en los rubros de Paredes, Losas, Columnas y Vigas; los demás rubros son insignificantes en cuanto a los sistemas de construcción que se relacionan.

Todo esto se detalla en los cuadros que se presentan a continuación:

VOLUMEN DE HORMIGON ARMADO Y PESO DE LOS PANELES UTILIZADOS EN LA VIVIENDA

Planta Baja

Panel	Cantidad	Vol. Unit. m^3	Vol. Total m^3	Peso Unit. Kg	Peso Total Kg
PS4300	3	1.44	4.33	3322	9967
PV4300	4	1.04	4.18	2401	9605
PP4300	4	1.36	5.44	3126	12503
PS2900	1	0.99	0.99	2267	2267
PD4300	2	0.80	1.59	1832	3664
PA4300	1	1.38	1.38	3184	3184
	15	Total	**17.91**	Total	**41190**

Planta Alta

Panel	Cantidad	Vol. Unit. m^3	Vol. Total m^3	Peso Unit. Kg	Peso Total Kg
PS4300	6	1.44	8.67	3322	19934
PV4300	4	1.04	4.18	2401	9605
PP4300	3	1.36	4.08	3126	9377
PA4300	1	1.38	1.38	3184	3184
	14	Total	**18.30**	Total	**42100**

Losas

Panel	Cantidad	Vol. Unit. m^3	Vol. Total m^3	Peso Unit. Kg	Peso Total Kg
PL3900	2	2.31	4.62	5313	10626
PL4150	3	2.35	7.06	5414	16243
PLE4150	1	1.62	1.62	3724	3724
	6	Total	**13.30**	Total	**30592**

Vol. Total **49.51** Peso Total **113882**

Costo de una Vivienda Tipo Construcción Convencional

Descripción		Área (m^2)	Precio Unitario ($)	Total ($)
Mampostería				
Planta Baja	Paredes Exteriores	78.77	11.70	921.61
	Paredes Interiores	46.85	10.73	502.70
Planta Alta	Paredes Exteriores	83.70	11.70	979.29
	Paredes Interiores	65.89	10.73	707.00
			Total $	**3110.60**
Enlucido				
Planta Baja	Paredes Exteriores	78.77	4.82	379.67
	Paredes Interiores	172.47	3.30	569.15
Planta Alta	Paredes Exteriores	83.70	4.82	403.43
	Paredes Interiores	215.48	3.30	711.08
Tumbado Losa		115.35	4.53	522.54
			Total $	**2585.88**

Descripción	Volumen (m^3)	Precio Unitario ($)	Total ($)
Losa			
Losa	34.61	246.27	8523.40
		Total $	**8523.40**
Columnas			
Planta Baja	2.92	293.76	856.60
Planta Alta	2.92	293.76	856.60
		Total $	**1713.21**
Vigas			
Planta Baja	4.39	310.96	1363.87
Planta Alta	4.39	332.36	1457.73
		Total $	**2821.60**

Total $	**18754.69**

BIBLIOTECA FIC ESPOL

Costo de Vivienda Prefabricada con Elementos de Hormigón Armado

Descripción		Volumen (m^3)	Precio Unitario ($)	Total ($)
Mampostería				
Planta Baja	Paredes	17.91	115.62	2070.75
Planta Alta	Paredes	18.30	115.62	2115.85
			Total $	**4186.60**
Losa				
Losa		13.30	126.18	1678.19
			Total $	**1678.19**
Columnas				
Planta Baja		2.92	182.40	531.88
Planta Alta		2.92	182.40	531.88
			Total $	**1063.76**
Vigas				
Planta Baja		4.39	193.44	848.43
Planta Alta		4.39	193.44	848.43
			Total $	**1696.86**

Total $	**8625.41**

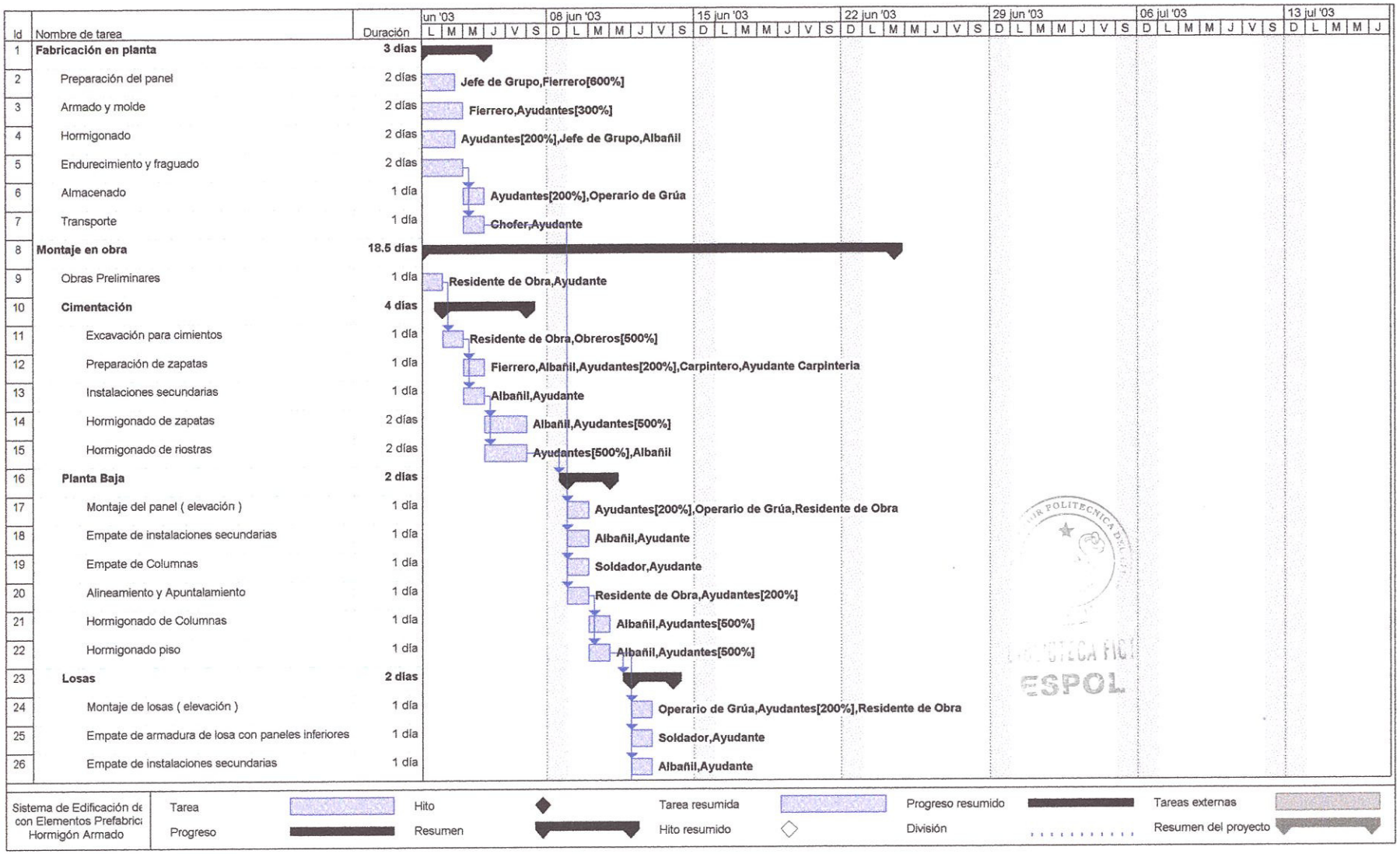
BIBLIOTECA FICT ESPOL

8.2 Diagrama de Gant del Avance de Obra de la Vivienda Prefabricada.

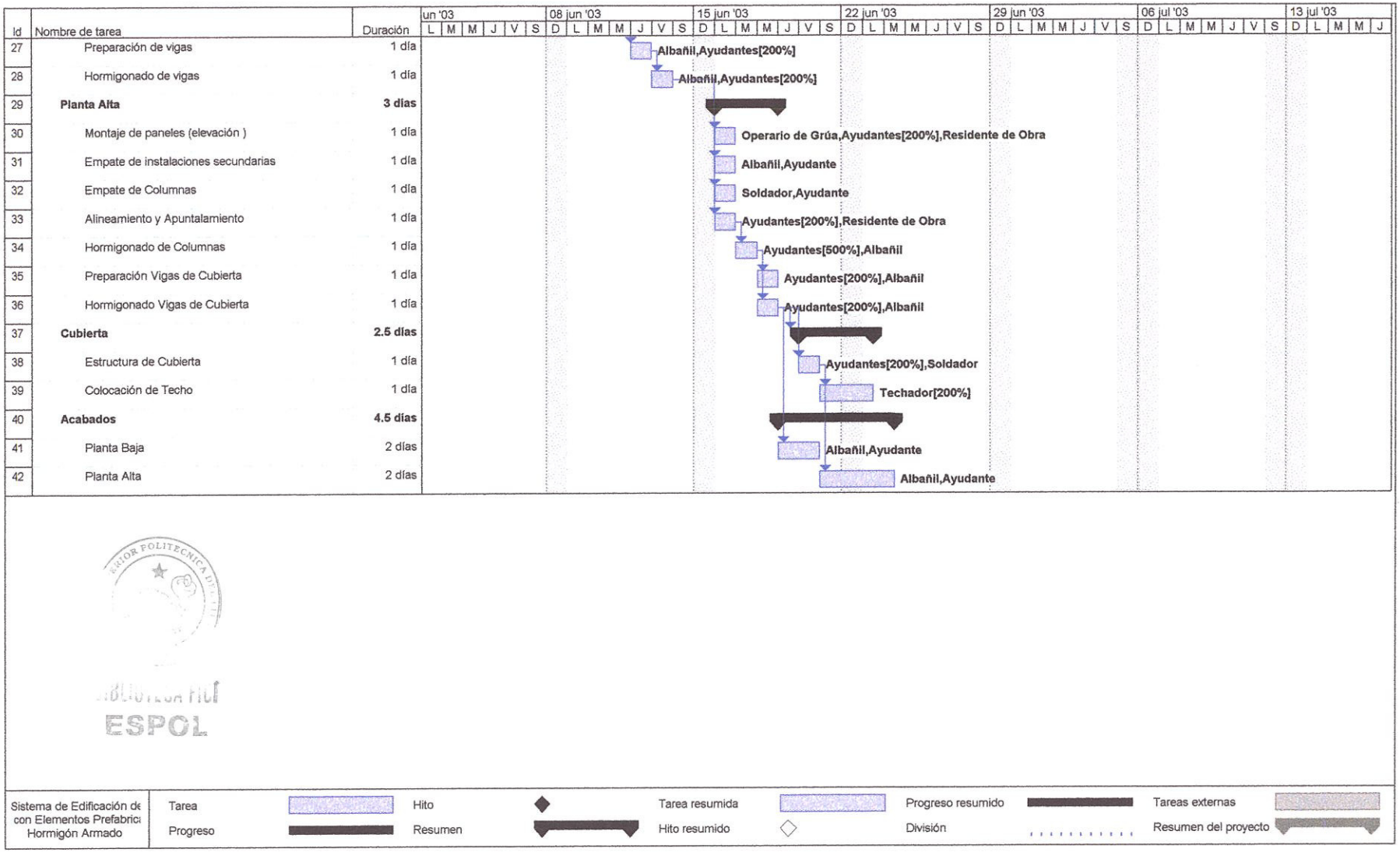
Para conocer o estimar el avance de construcción de una obra, es necesario realizar un diagrama de Gant, en el cual se pueda visualizar las respectivas listas de tarea, los plazos en que se deben cumplir dichas tareas; y la de prever y prevenir numerosos problemas

Uno de los utilitarios más conocidos en nuestra área profesional es el Microsoft Project, el cual es una herramienta de administración de proyectos, eficaz y fácil de utilizar, que permite controlar proyectos simples o complejos mediante la programación y el seguimiento de las actividades para supervisar su progreso.

Con la información proporcionada Microsoft Project establece y organiza las tareas, tomando como base el número de recursos que se asignen y el tiempo de trabajo disponible; pudiéndose verificar fácilmente los detalles y el estado general del proyecto a fin de mantenerlo bajo control en todo momento; debido a que el Microsoft Project optimiza la programación y calcula el tiempo necesario para completar las tareas ya asignadas.


un '03
08 jun '03
15 jun '03
22 jun '03
29 jun '03
06 jul '03
13 jul '03
L M M J V S D L M M J V S D L M M J V S D L M M J V S D L M M J V S D L M M J V S D L M M J
Id
Nombre de tarea
Duración
1 Fabricación en planta 3 días
2 Preparación del panel 2 días Jefe de Grupo,Fierrero[600%]
3 Armado y molde 2 días Fierrero,Ayudantes[300%]
4 Hormigonado 2 días Ayudantes[200%],Jefe de Grupo,Albañil
5 Endurecimiento y fraguado 2 días
6 Almacenado 1 día Ayudantes[200%],Operario de Grúa
7 Transporte 1 día Chofer,Ayudante
8 Montaje en obra 18.5 días
9 Obras Preliminares 1 día Residente de Obra,Ayudante
10 Cimentación 4 días
11 Excavación para cimientos 1 día Residente de Obra,Obreros[500%]
12 Preparación de zapatas 1 día Fierrero,Albañil,Ayudantes[200%],Carpintero,Ayudante Carpinteria
13 Instalaciones secundarias 1 día Albañil,Ayudante
14 Hormigonado de zapatas 2 días Albañil,Ayudantes[500%]
15 Hormigonado de riostras 2 días Ayudantes[500%],Albañil
16 Planta Baja 2 días
17 Montaje del panel (elevación) 1 día Ayudantes[200%],Operario de Grúa,Residente de Obra
18 Empate de instalaciones secundarias 1 día Albañil,Ayudante
19 Empate de Columnas 1 día Soldador,Ayudante
20 Alineamiento y Apuntalamiento 1 día Residente de Obra,Ayudantes[200%]
21 Hormigonado de Columnas 1 día Albañil,Ayudantes[500%]
22 Hormigonado piso 1 día Albañil,Ayudantes[500%]
23 Losas 2 días
24 Montaje de losas (elevación) 1 día Operario de Grúa,Ayudantes[200%],Residente de Obra
25 Empate de armadura de losa con paneles inferiores 1 día Soldador,Ayudante
26 Empate de instalaciones secundarias 1 día Albañil,Ayudante
Sistema de Edificación de con Elementos Prefabrica Hormigón Armado
Tarea
Progreso
Hito
Resumen
Tarea resumida
Hito resumido
Progreso resumido
División
Tareas externas
Resumen del proyecto

ESPOL


Id
Nombre de tarea
Duración
un '03
08 jun '03
15 jun '03
22 jun '03
29 jun '03
06 jul '03
13 jul '03
L M M J V S D L M M J V S D L M M J V S D L M M J V S D L M M J V S D L M M J V S D L M M J
27 Preparación de vigas 1 día
28 Hormigonado de vigas 1 día
29 Planta Alta 3 días
30 Montaje de paneles (elevación) 1 día
31 Empate de instalaciones secundarias 1 día
32 Empate de Columnas 1 día
33 Alineamiento y Apuntalamiento 1 día
34 Hormigonado de Columnas 1 día
35 Preparación Vigas de Cubierta 1 día
36 Hormigonado Vigas de Cubierta 1 día
37 Cubierta 2.5 días
38 Estructura de Cubierta 1 día
39 Colocación de Techo 1 día
40 Acabados 4.5 días
41 Planta Baja 2 días
42 Planta Alta 2 días
Albañil,Ayudantes[200%]
Albañil,Ayudantes[200%]
Operario de Grúa,Ayudantes[200%],Residente de Obra
Albañil,Ayudante
Soldador,Ayudante
Ayudantes[200%],Residente de Obra
Ayudantes[500%],Albañil
Ayudantes[200%],Albañil
Ayudantes[200%],Albañil
Ayudantes[200%],Soldador
Techador[200%]
Albañil,Ayudante
Albañil,Ayudante
Sistema de Edificación de
con Elementos Prefabrica
Hormigón Armado
Tarea
Progreso
Hito
Resumen
Tarea resumida
Hito resumido
Progreso resumido
División
Tareas externas
Resumen del proyecto

ESPOL

El diagrama de Gant que se presenta en este trabajo, determina el tiempo de construcción de tres viviendas, tomando en cuenta que el tiempo de manipulación de los elementos prefabricados es de 20 minutos por cada pieza.

La edificación de las tres viviendas es realizada por una sola cuadrilla de trabajadores.

Para llegar a estándares de niveles de construcción de viviendas prefabricadas, que se dan en otros países con mucha experiencia en este campo, es necesario considerar un número mayor de cuadrillas de trabajadores.

Esto quiere decir que si se tienen 5 cuadrillas de obreros, en el lapso de 4 semanas, se tendrían 30 viviendas listas para ser habitadas, lo que significaría, una vivienda por día, una cifra aceptable para un país que no ha explotado en gran magnitud las ventajas de las edificaciones prefabricadas.

Estas cifras son realmente posibles de realizar, debido a que el sistema de construcción es un proceso cíclico que requiere de una efectiva planificación y programación de la obra.

CONCLUSIONES

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Los sistemas de edificación de viviendas prefabricadas son muy variados, y abarcan un amplio campo dentro de la construcción.

En las edificaciones prefabricadas es importante conocer la acción de una fuerza sísmica, por eso, se cálculo el cortante basal y las fuerzas que actuaban en los pórticos de la vivienda. Por lo general en una vivienda de dos niveles, las fuerzas sísmicas no son de mayor consideración, como las fuerzas que ocurren en edificios de varios niveles.

Para el diseño estructural de la vivienda se tomaron en cuenta todas las consideraciones que establece el Reglamento para las Construcciones de Concreto Estructural ACI 318-99, y se empleo el programa SAP2000, con el cual se obtuvieron los valores de cortantes y momentos, una vez obtenidos estos valores se procedió al diseño de todos los elementos.

Una vez diseñado y explicado los procedimientos de montaje de los paneles prefabricados de hormigón armado, se puede concluir de acuerdo al análisis de precios unitarios y al costo final de la vivienda, que el sistema de construcción por elementos prefabricados, resulta más

económico que construir de la manera tradicional, principalmente en lo que se refiere a la superestructura de una vivienda.

Recomendaciones

El correcto mantenimiento de los moldes metálicos, usados para la elaboración de los paneles es un factor importante en el desarrollo de los sistemas de edificaciones prefabricadas.

La correcta dosificación y las altas tempranas resistencias que se obtengan serán de importancia en la velocidad de fabricación de los paneles y el avance que se tenga en la obra.

Una buena dirección de los equipos, una mano de obra calificada y un plan de trabajo organizado, garantizará el resultado final del sistema de construcción.

Es importante considerar las especificaciones técnicas que dispone el ACI 318-99, para poder diseñar los elementos estructurales, de acuerdo a las cargas y efectos adicionales que influyan sobre ellos.

Bibliografía

1.- **Arthur H. Nilson,** Diseño de Estructuras de Concreto, 1999.

2.- **Joseph E. Bowles,** Foundation Analysis and Design, 1968.

3.- **J. A. Fdez. Ordoñez,** Prefabricación. Teoría y Práctica. 1973.

4.- **American Concrete Institute,** Reglamento para las construcciones de concreto estructural y Comentarios, 1999.

5.- **Cámara de la Construcción de Guayaquil,** Publicación Técnica Construcción y Desarrollo, Junio 2003.

6.- **Rodríguez Ríos Julio,** Memorias de Cálculo.

7.- **Editores Técnicos Asociados,** Prefabricación e Industrialización en la Construcción de Edificios., 1968.

8.- **Miguel Payá Peinado,** Prefabricados de Hormigón, 1981.

9.- **Cabezas Armijos Flor Elizabeth,** Tesis de grado, 1994.

BIBLIOTECA FICT
ESPOL