

Escuela Superior Politécnica del Litoral



Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Tesis de Grado:

**“ Sistema de Edificación de Viviendas con
Elementos Prefabricados de Hormigón Armado
”**

Presentada por:

Otto Santiago Caballero Vinueza

Antecedentes

✓ Método Tradicional.

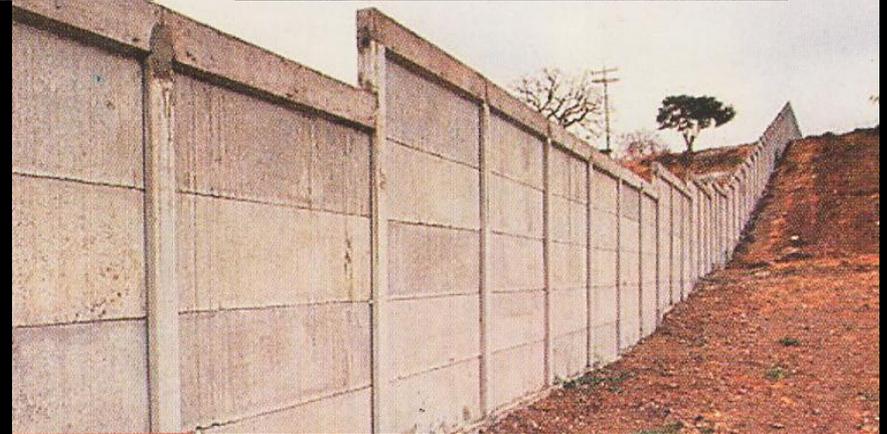
✓ Prefabricación:

✓ Puentes

✓ Acueductos

✓ Cerramientos

✓ ¿ Viviendas ?



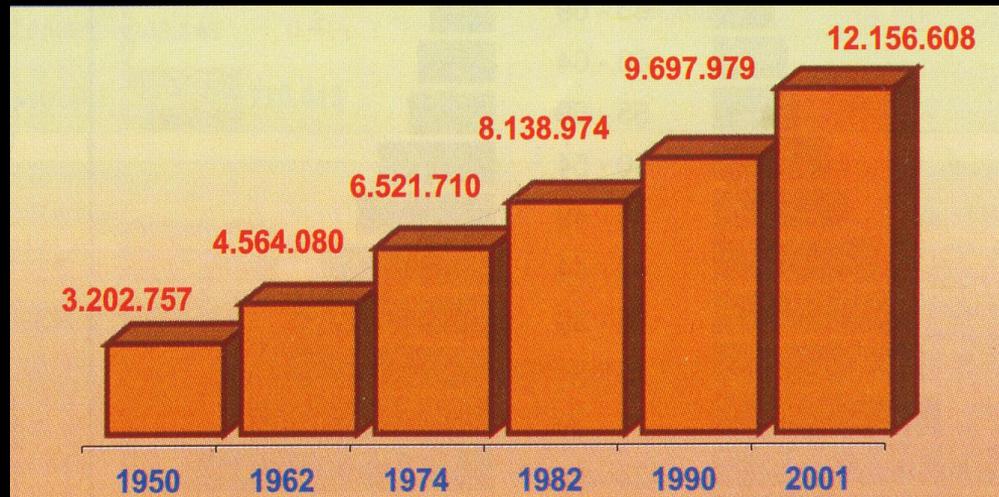
Objetivos:

- ✓ Calidad
- ✓ Costo
- ✓ Tiempo



Desarrollo Habitacional

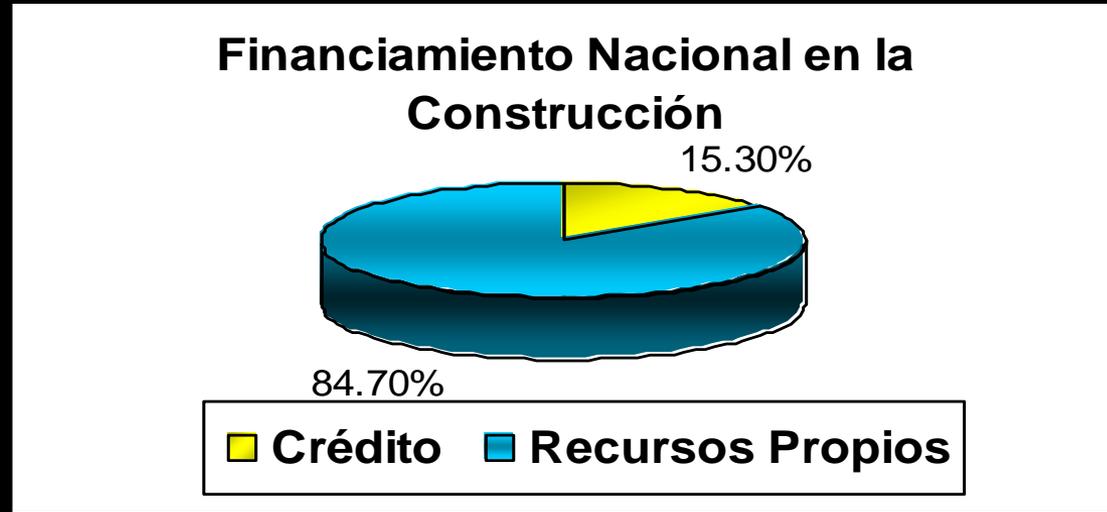
✓ Situación Actual de la Vivienda en el Ecuador



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

- ✓ Déficit habitacional del país: 1'200.000 viviendas.
- ✓ Tasa anual del déficit: 60.000 viviendas.

✓ Financiamiento:



- ✓ Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- ✓ Créditos Bancarios.

✓ Soluciones Habitacionales

Viviendas Prefabricadas:

- ✓ Máximo rendimiento y avance de obra.
- ✓ Economía de materiales.
- ✓ Economía en los encofrados.
- ✓ Economía en la mano de obra.
- ✓ Movimiento de materiales y transporte reducidas a un 50 %.
- ✓ Continuidad del proceso.

Prefabricación De Viviendas De Hormigón Armado

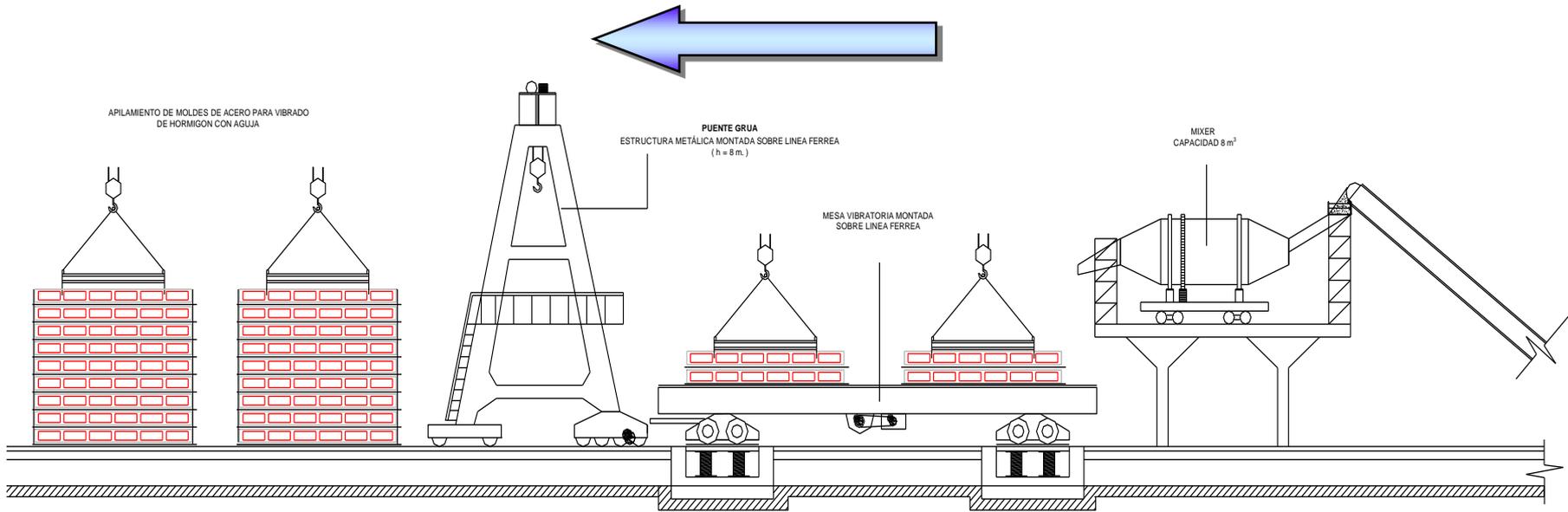
La Prefabricación.- Como concepto general es la fabricación previa de elementos o piezas en serie, que luego serán montados en obra, con el fin de obtener estructuras completas previamente concebidas.

✓ **Fábrica para la Producción de Viviendas**

Clasificación:

- ✓ De acuerdo a su producción.
- ✓ Sistema de comercialización de producción.
- ✓ Fábricas fijas y móviles.
- ✓ Por su capacidad.
- ✓ Dimensiones.
- ✓ Instalaciones.
- ✓ Organización.

Distribución General de la Fábrica



ZONA DE ALMACENAMIENTO

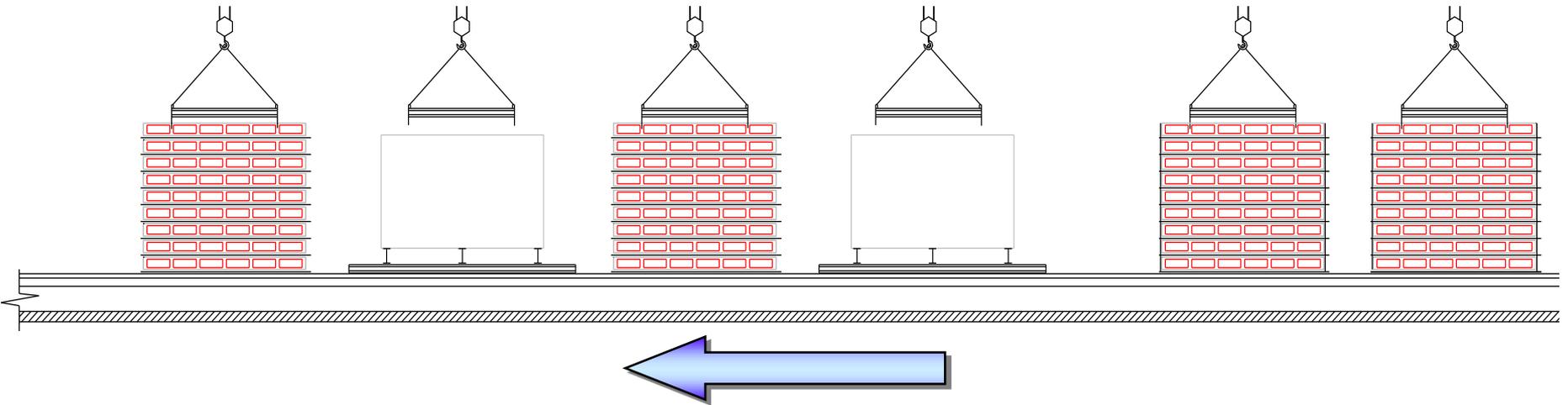
PANELES HORIZONTALES

PANELES VERTICALES

PANELES HORIZONTALES

PANELES VERTICALES

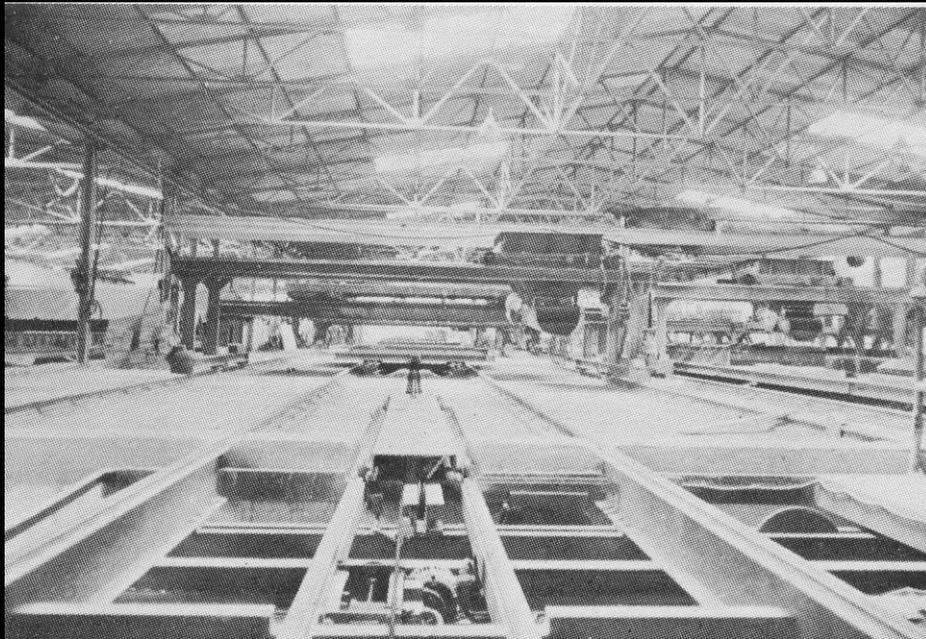
APILAMIENTO DE MOLDES DE ACERO PARA VIBRADO DE HORMIGÓN CON AGUJA



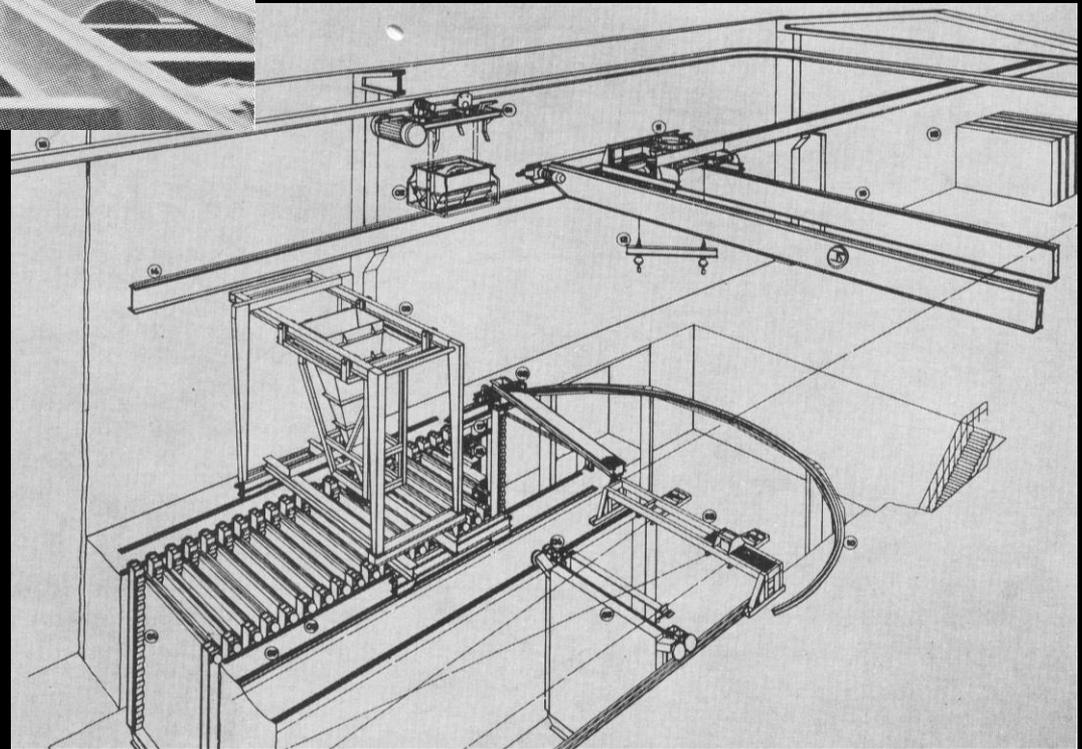
✓ Fabricación en Cadena

Fases de Producción :

- ✓ Preparación del elemento a prefabricar.
- ✓ Preparación del Hormigón.
- ✓ Colocación de la Armadura.
- ✓ Vertido del Hormigón.
- ✓ Acabado.



Fabricación en
Cadena de
Encofrados
Horizontales



Fabricación en
Cadena de
Encofrados
Verticales



Preparación del Hormigón Armado

Características Principales del Hormigón:

- ✓ Buena trabajabilidad.
- ✓ Consistencia blanda.
- ✓ Resistencias altas tempranas.

Fases de Preparación del Hormigón:

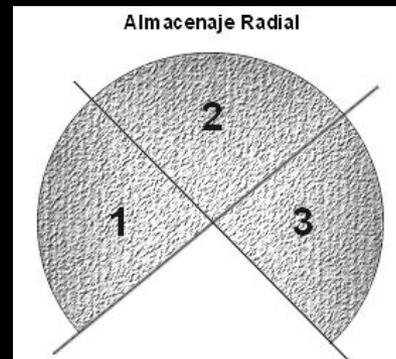
- ✓ Almacenaje de la materia prima.
- ✓ Dosificación.
- ✓ Mezclado.
- ✓ Vertido del hormigón.

➤ Almacenaje de la Materia Prima

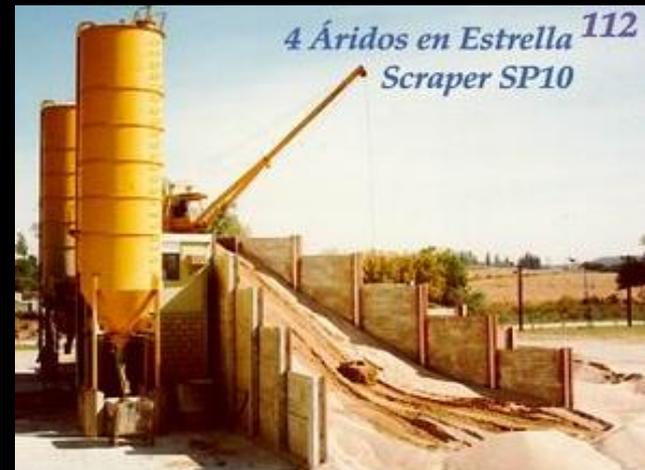
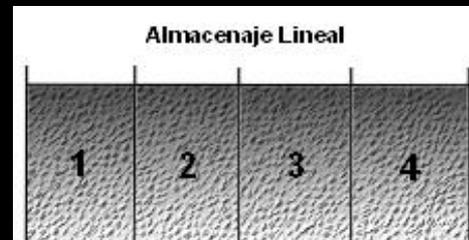
- ✓ Cemento.
 - ✓ Tolvas o silos metálicos.
- ✓ Áridos.



- ✓ Tipo Radial.



- ✓ Tipo Lineal.



➤ Dosificación

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

➤ Mezclado

- ✓ Ubicación.
- ✓ Suministro Continuo.
- ✓ Control de Calidad.
- ✓ Vertido del Hormigón.



Encofrados Metálicos

- ✓ Diferencias entre un Encofrado Metálico y un Encofrado Tradicional.
- ✓ Factores que influyen en la elección de un Encofrado Metálico:
 - ✓ Número de elementos necesarios.
 - ✓ Estabilidad de volumen para que su geometría tenga la exactitud requerida.
 - ✓ Utilización repetitiva.
 - ✓ Fácil colocación y fijación interior entre las armaduras e instalaciones.
 - ✓ Buen acabado superficial.
 - ✓ Poca adherencia con el hormigón.

✓ Clasificación de Encofrados y Vida Útil

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

✓ Tratamientos Superficiales

- ✓ Objetivo: Proporcionar el mejor acabado al elemento de hormigón.
- ✓ Medios utilizados para mejorar el aspecto del hormigón:
 - ✓ Tratar las superficies por medio del mismo encofrado.
 - ✓ Mediante un tratamiento mecánico.
 - ✓ Mediante un recubrimiento y pintado



Acabado Superficial Liso



Árido Visto

✓ Endurecimiento Acelerado

Alternativas para acelerar la resistencia de un hormigón:

- ✓ Mejorar la relación agua-cemento.
- ✓ Utilización de aditivos acelerantes.
- ✓ Aumento de temperatura.
- ✓ Utilizar cementos especiales.

Tratamientos Térmicos:

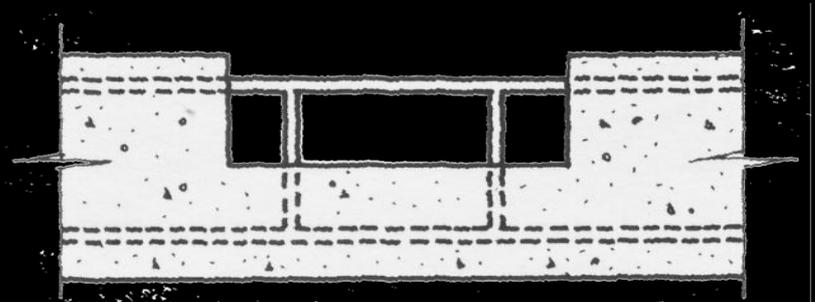
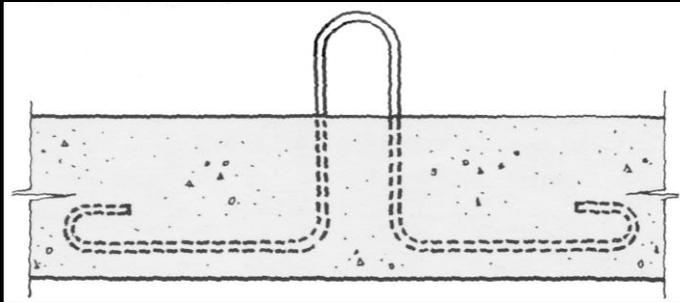
- ✓ Vapor atmosférico.
- ✓ Vapor húmedo a presión.
- ✓ Por circulación de agua caliente en tubos.
- ✓ Eléctrico.

✓ Desencofrado

Formas de desencofrado:

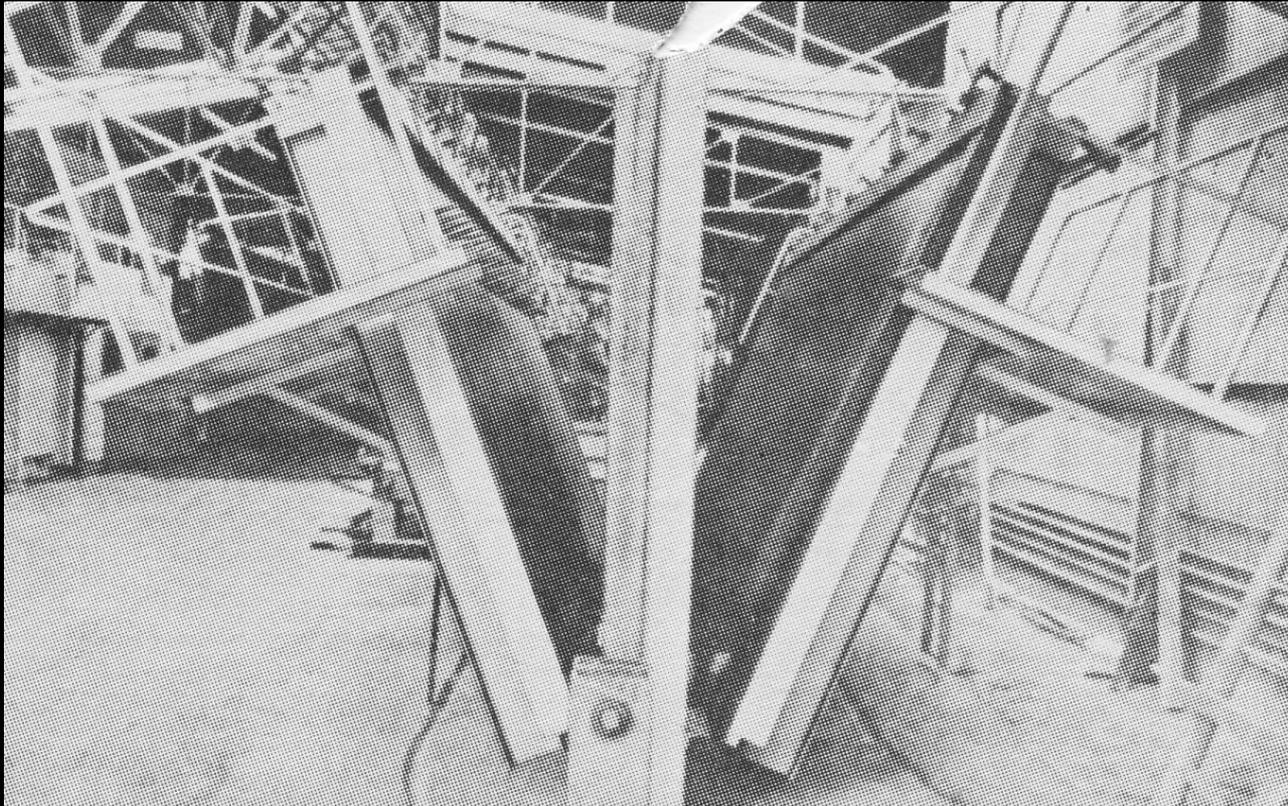
- ✓ Desencofrado Directo.
- ✓ Desencofrado por Abatimiento.
- ✓ Desencofrado por Vuelco.

➤ Desencofrado Directo



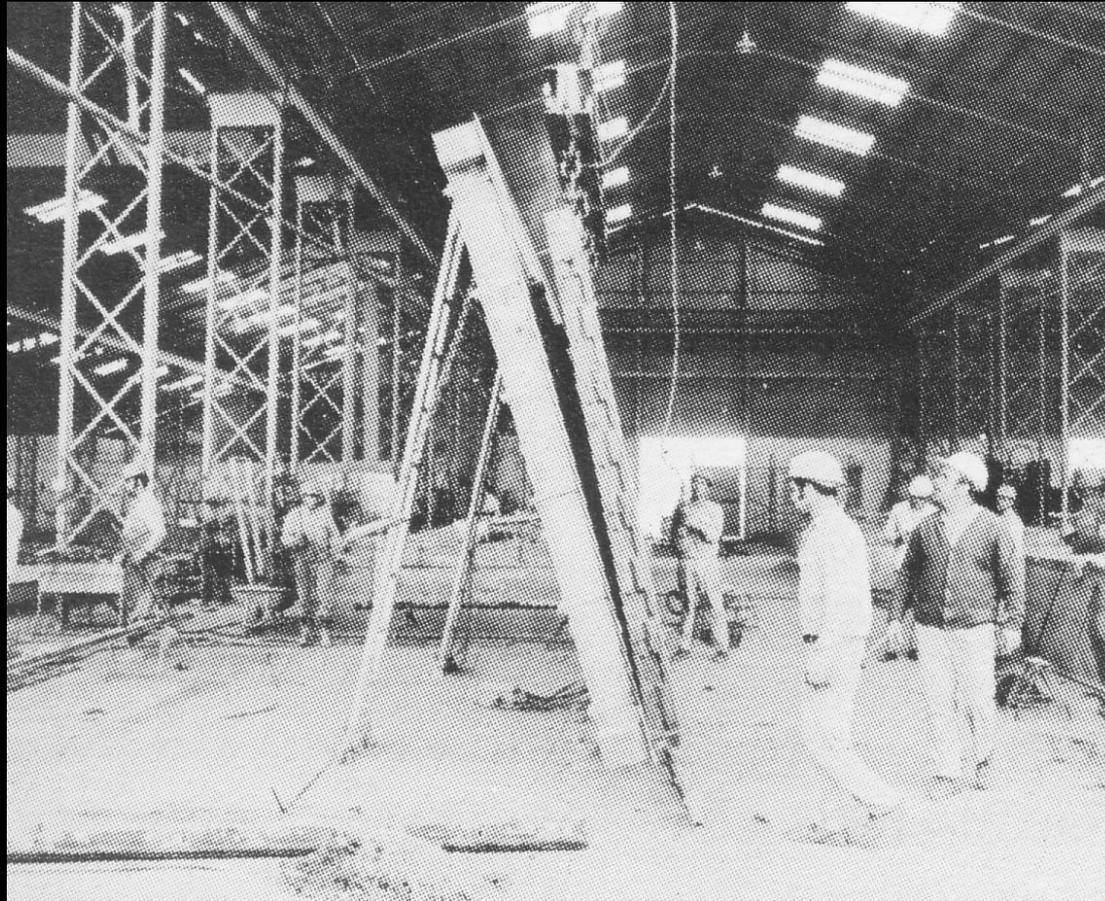
Tipos de Gancho

➤ Desencofrado por Abatimiento



Desencofrado por Abatimiento retirando los laterales

➤ Desencofrado por Vuelco



Desencofrado por vuelco realizando un giro de 90°

✓ Almacenado

Razones de Almacenamiento:

- ✓ Falta de resistencia nominal del elemento de hormigón.
- ✓ Organización de la industria.

Medios de manipulación dentro del Almacén.

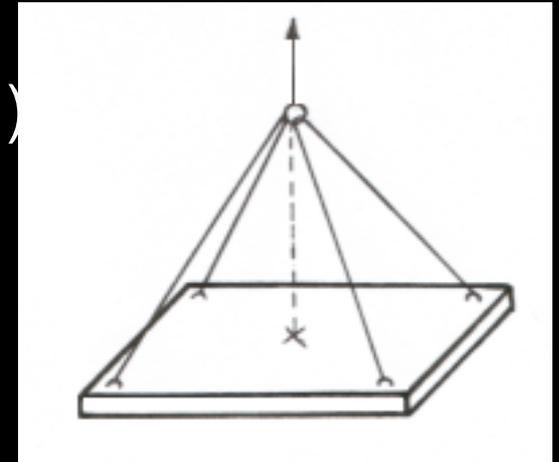
- ✓ Puente Grúa.
- ✓ Pórticos sobre ruedas.



➤ Consideraciones para el levantamiento de los elementos de hormigón.

✓ Puntos de Sujeción:

- ✓ Dos puntos de sujeción.
(Paneles Verticales, Pared)
- ✓ Cuatro puntos de sujeción.
(Paneles Horizontales, Losa)



➤ Características y Condiciones del Almacén

✓ Características:

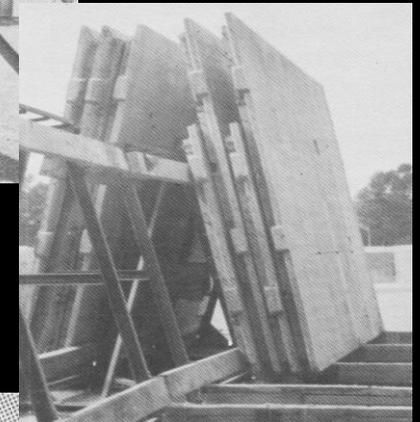
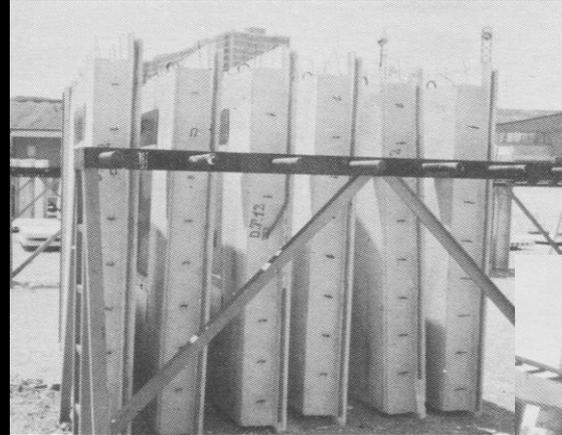
- ✓ Localización.
- ✓ Extensión.

✓ Condiciones:

- ✓ Buena circulación vehicular.
- ✓ Protección de ambiente agresivo.
- ✓ Fácil acceso para la carga.

➤ Consejos para el Almacenado

1. Almacenar los elementos en la misma posición que serán colocados en obra.



2. Apilar los elementos que tengan igual geometría



✓ Transporte

- ✓ Factores que afectan el transporte de los elementos de hormigón armado:
 - ✓ Tamaño, forma y peso del elemento.
 - ✓ Capacidad del transporte a utilizar.
 - ✓ Condición de las vías de comunicación.



✓ Montaje

- Maquinaria para la colocación de los elementos.
- ✓ Consideraciones para la elección del tipo de maquinaria:
 - ✓ Tamaño de la pieza, dimensiones, peso, tipo.
 - ✓ Número de elementos.
 - ✓ Altura de la obra.
 - ✓ Distribución de la edificación.
- ✓ Características de la maquinaria:
 - ✓ Capacidad de elevación de carga
 - ✓ Velocidad de trabajo
 - ✓ Movilidad sobre el terreno
 - ✓ Previsión

➤ Grúas Torre sobre carriles

✓ 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.

➤ Grúas Pórticos sobre neumáticos

✓ 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.

➤ Autogrúas

- ✓ Características:
 - ✓ Excelente movilidad.
 - ✓ Gran capacidad de carga.
 - ✓ Buena estabilidad.
 - ✓ Mayor altura de elevación.



➤ Tiempos de Manipulación durante el Montaje

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

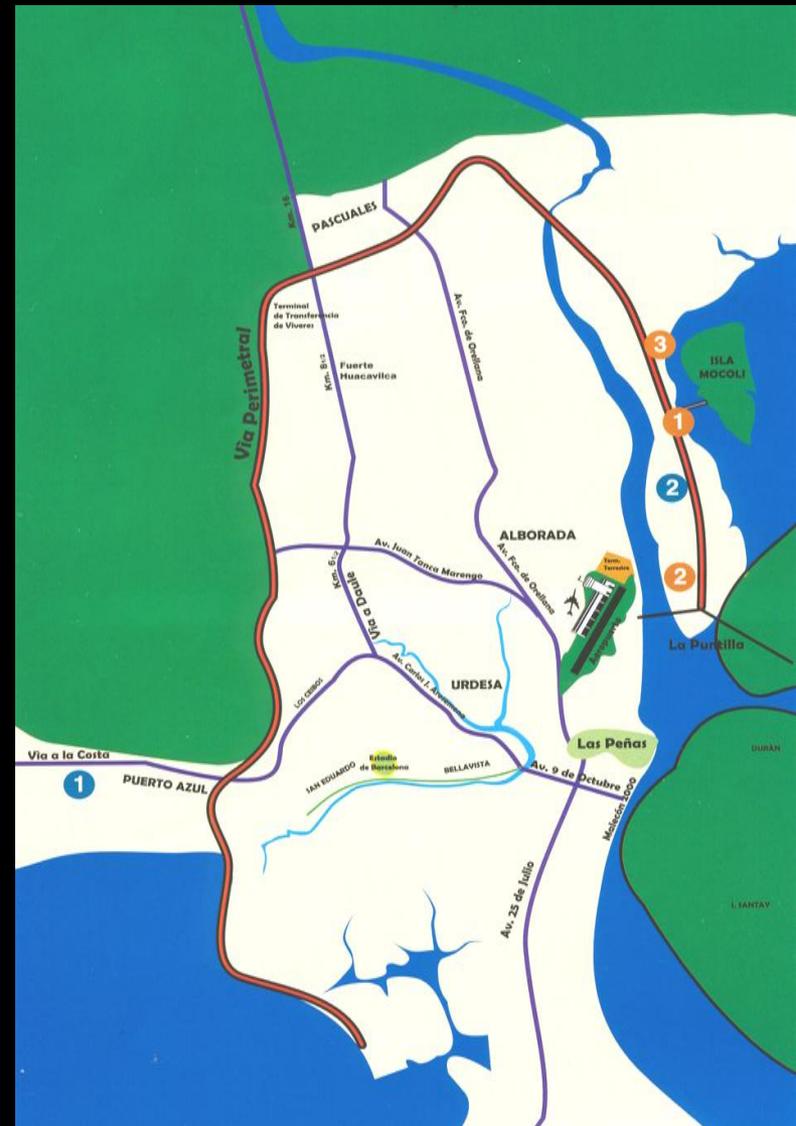
➤ Tolerancias Admisibles en el Montaje

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

Características de la Vivienda a Prefabricar

➤ Ubicación.

- ✓ Crecimiento Poblacional.
- ✓ Ordenamiento Municipal.
- ✓ Zonas de Expansión.



➤ Suelo Idóneo para el Tipo de Construcción.

- ✓ Ensayos de Suelos.
- ✓ Cimentaciones Superficiales o Profundas.
- ✓ Factor importante para el costo final de la Vivienda o del Proyecto Habitacional.
- ✓ Mejoramiento de suelos.
- ✓ Capacidad Admisible de Carga del Suelo.
- ✓ $q_u = 5 \text{ Ton/m}^2$.

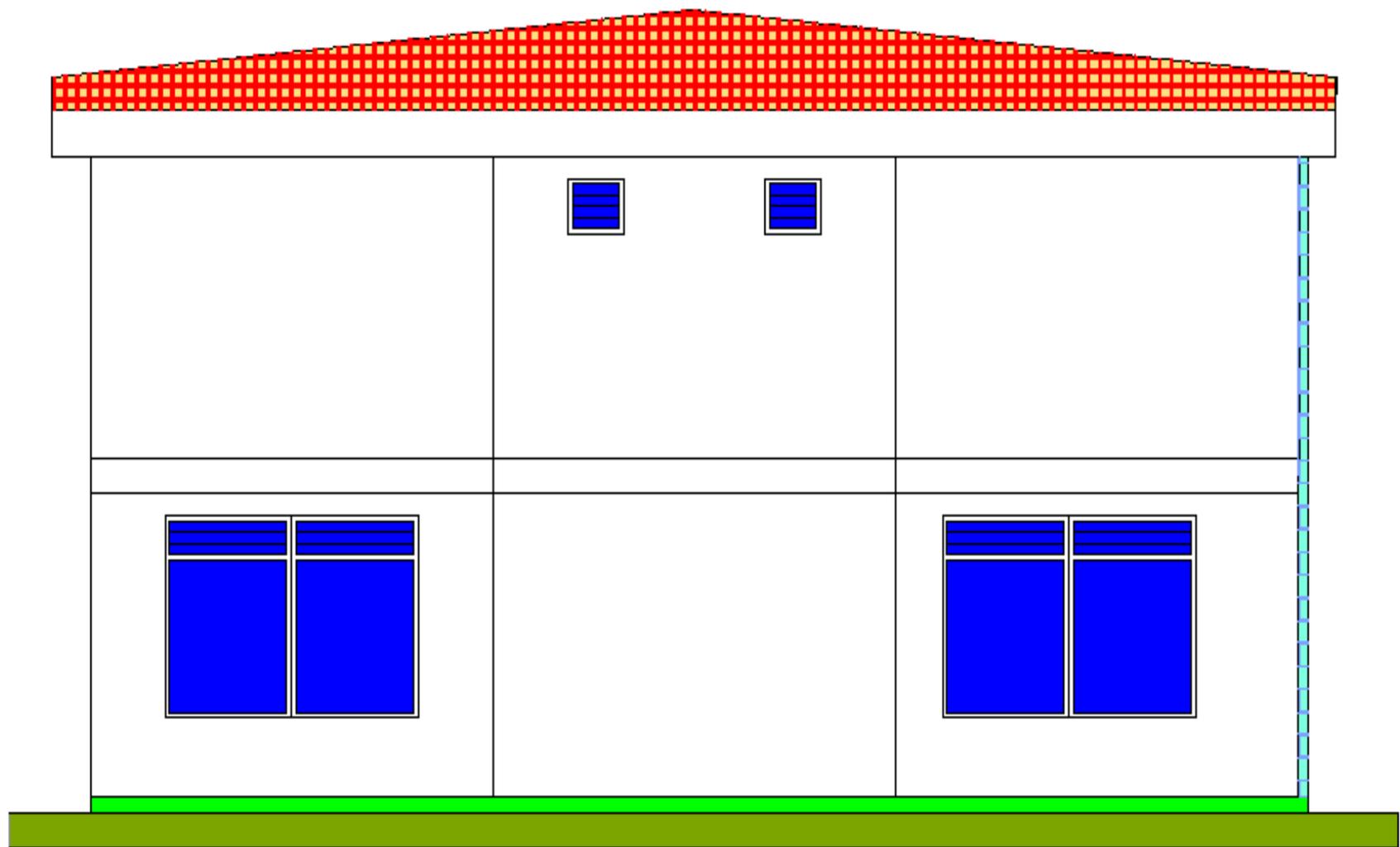
➤ Planos Arquitectónicos.

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



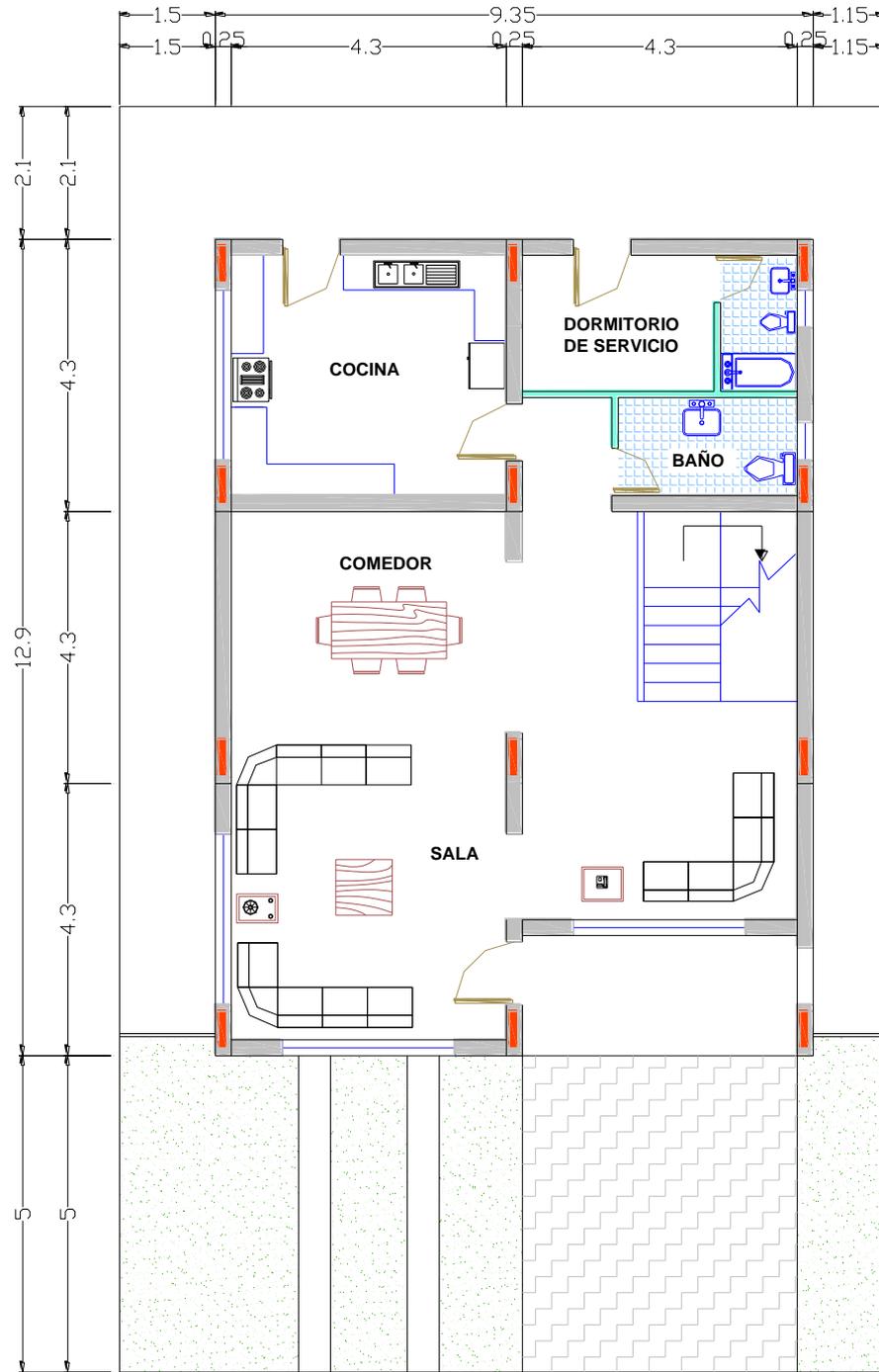
ELEVACION PRINCIPAL

ESCALA 1:50

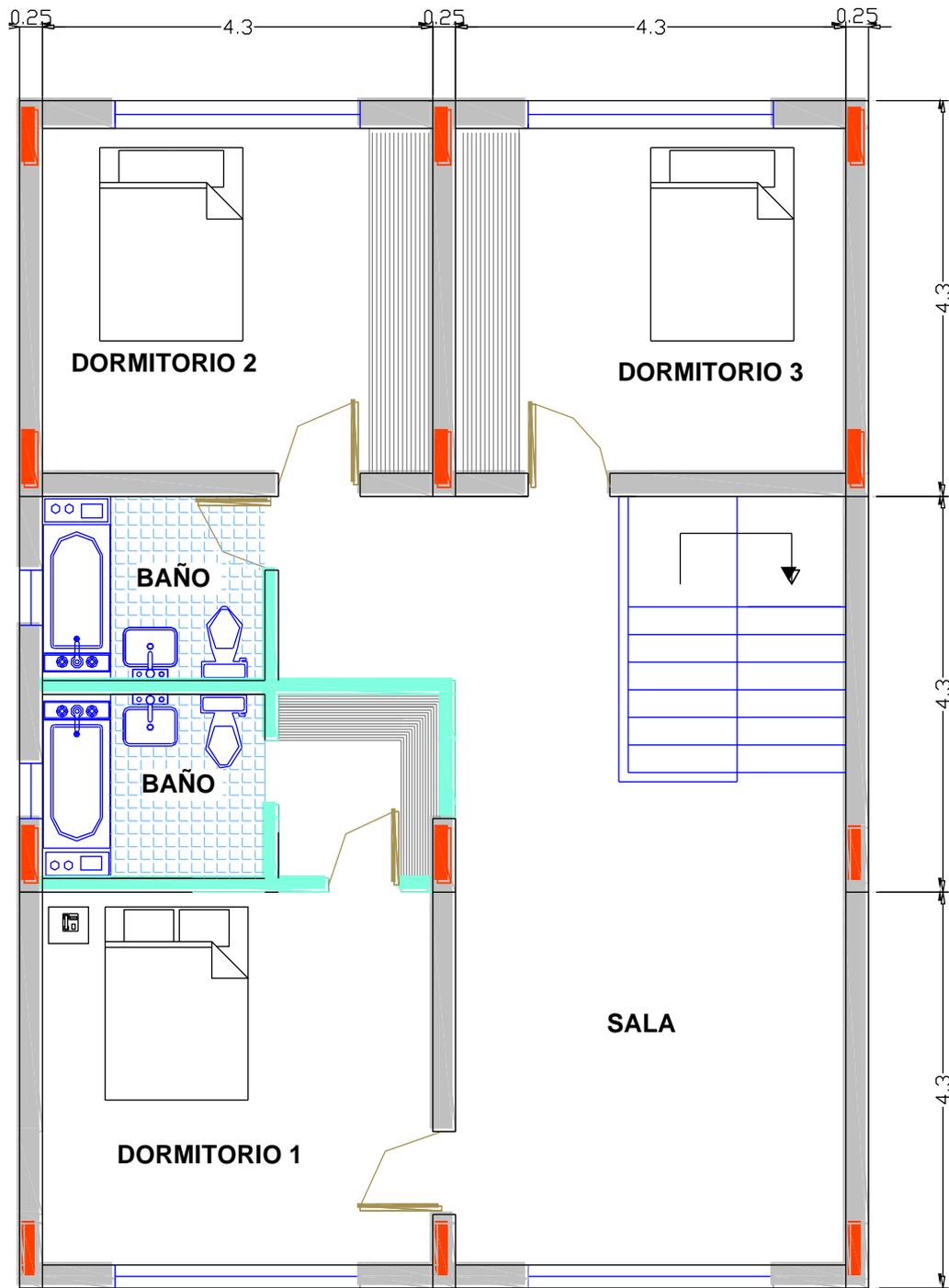


ELEVACIÓN LATERAL

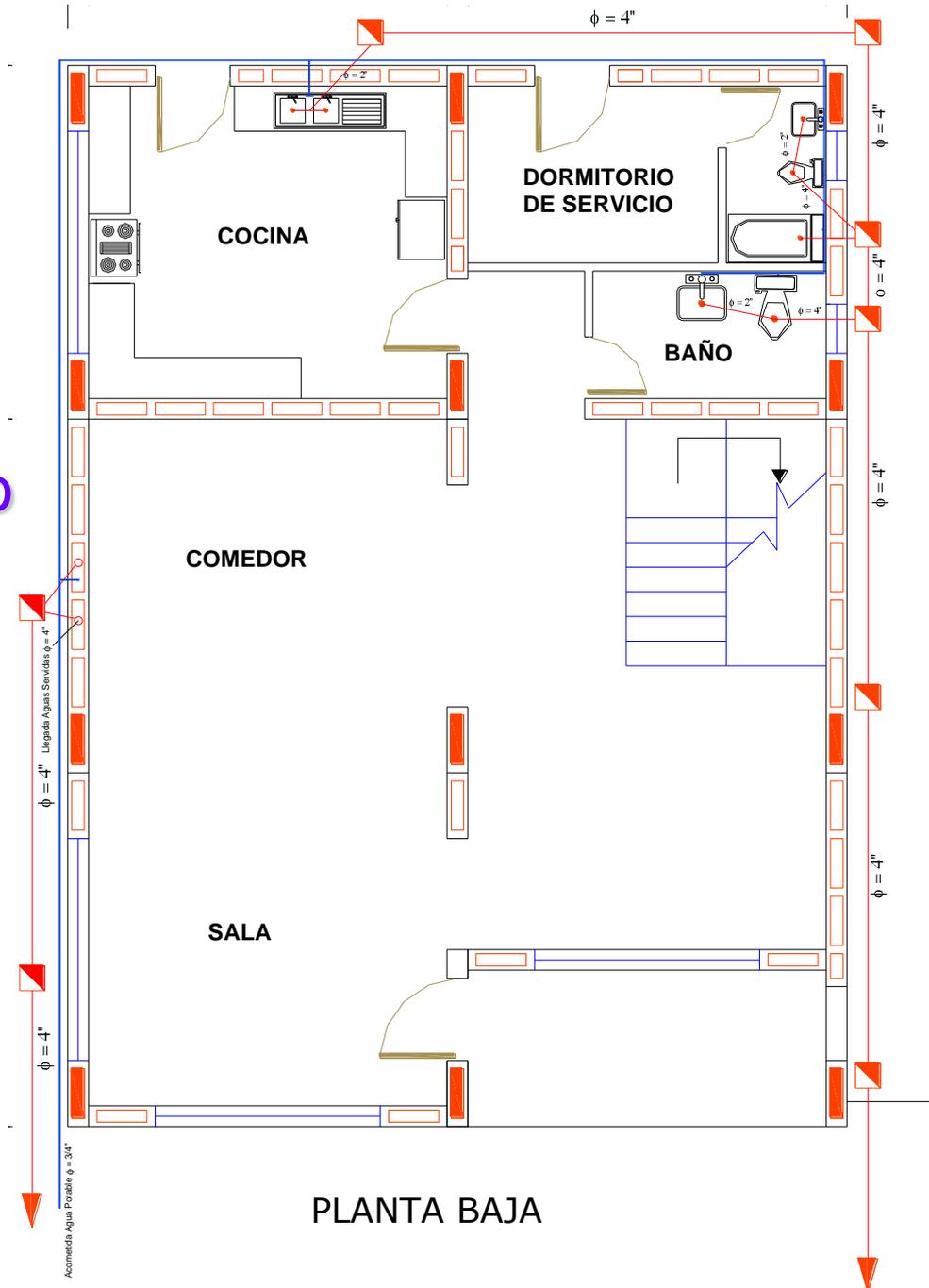
✓ Planta Baja



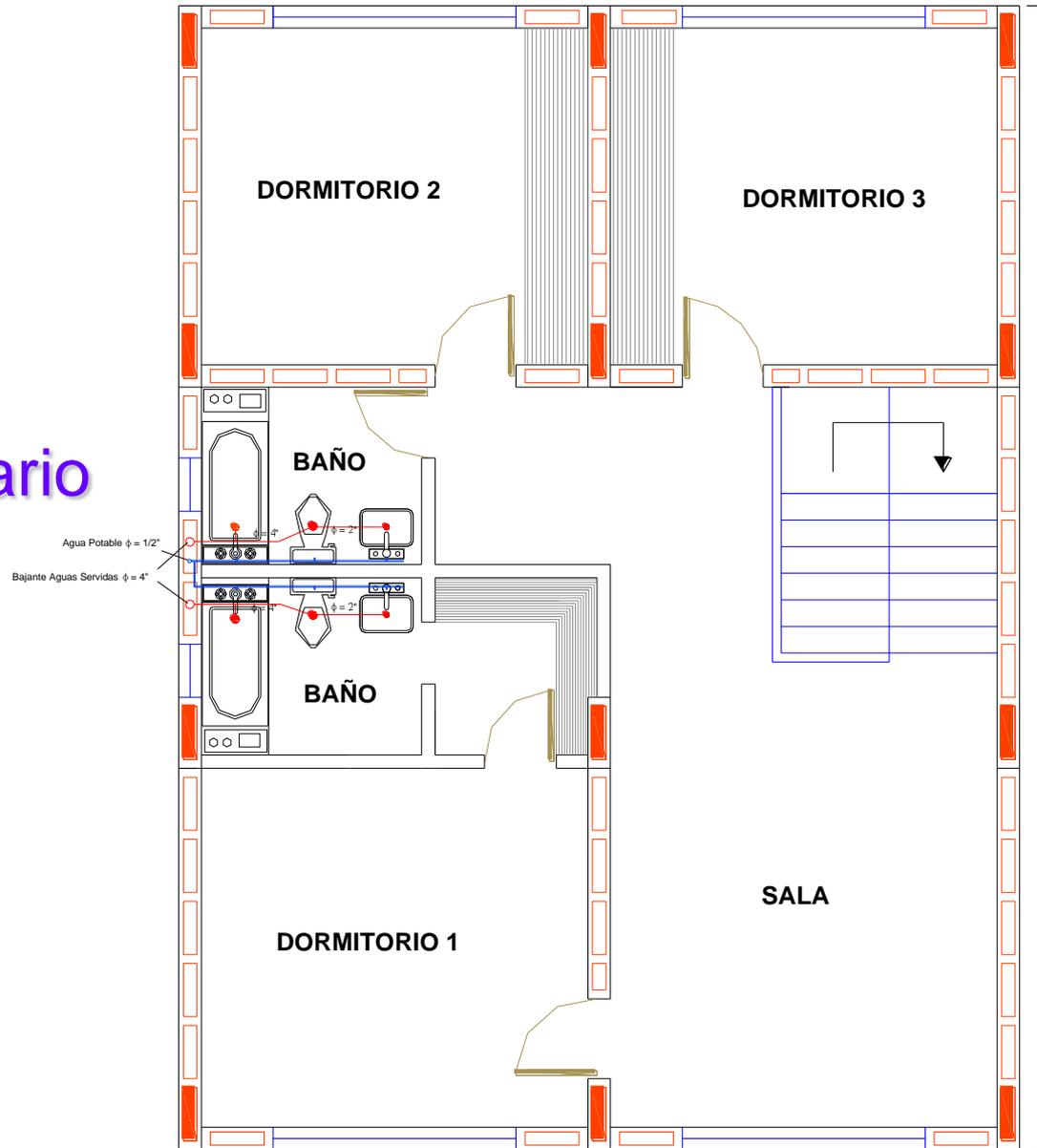
✓ Planta Alta



✓ Plano Sanitario

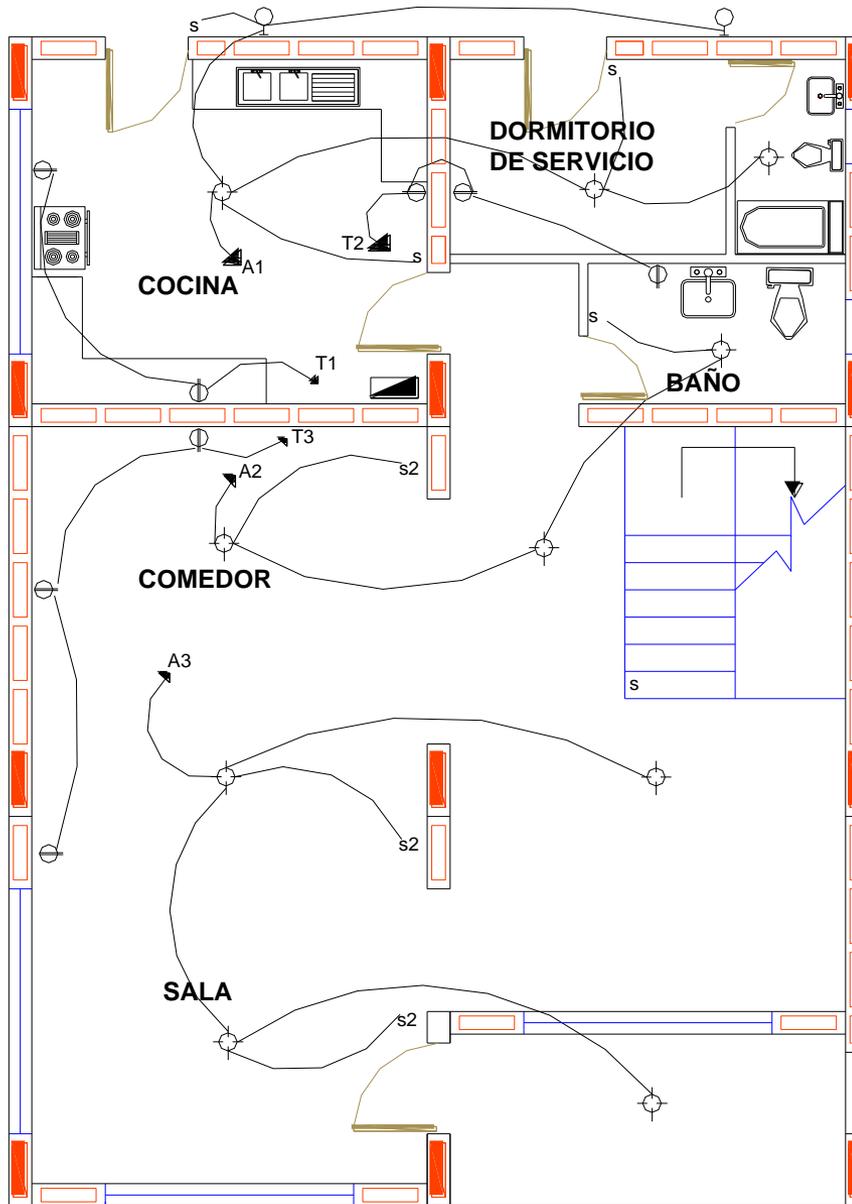


✓ Plano Sanitario



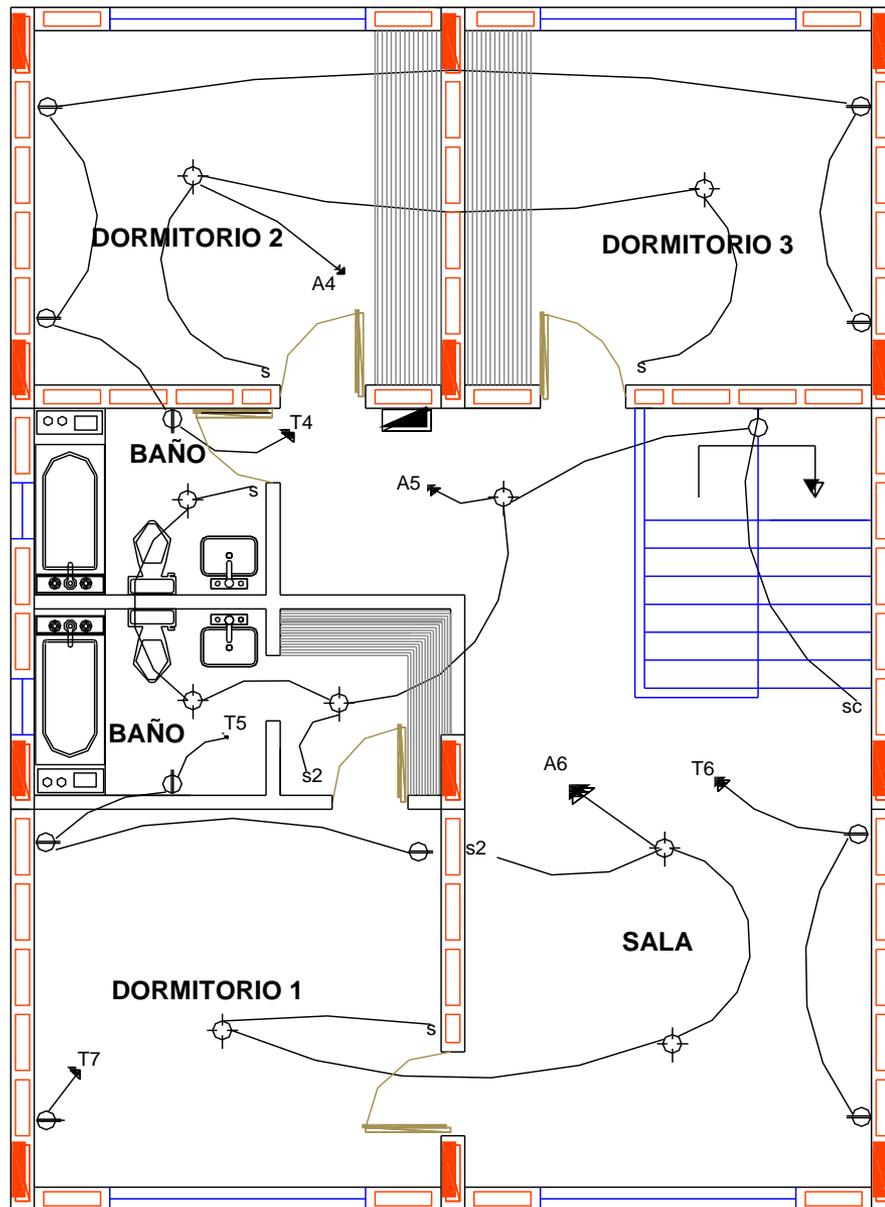
PLANTA ALTA

✓ Plano Eléctrico



PLANTA BAJA

✓ Plano Eléctrico



PLANTA ALTA

➤ 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.

✓ 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.



PS4300

✓ Dimensiones:

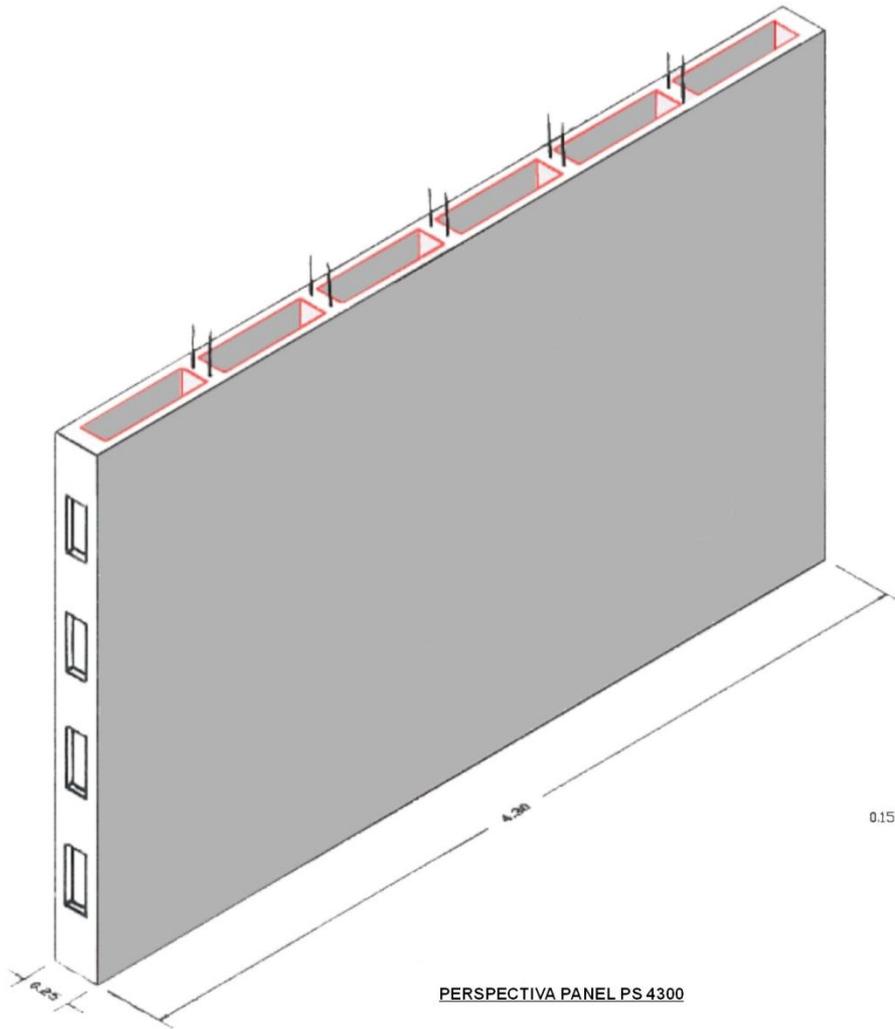
✓ Panel:	Longitud	=	4.30 m.
	Altura	=	2.70 m.
0.25 m.	Espesor	=	

✓ Cajonetas:	Largo	=	0.60 m.
	Ancho	=	0.15 m.

✓ Cajuelas Laterales:	Alto	=	0.20 m.
	Ancho	=	0.15 m.
0.03 m.	Espesor	=	

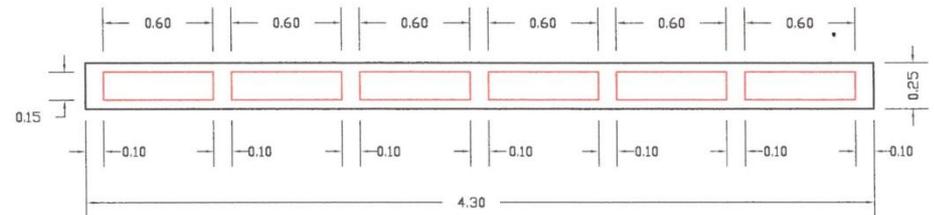
✓ Nervios:	Espesor	=	
0.10 m.			

✓ Peso aprox.		=	3.322 Kg.
---------------	--	---	-----------



PERSPECTIVA PANEL PS 4300

DISTRIBUCION DE CAJONETAS PANEL PS 4300
ESC. 1:25



FICT · ESPOL

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

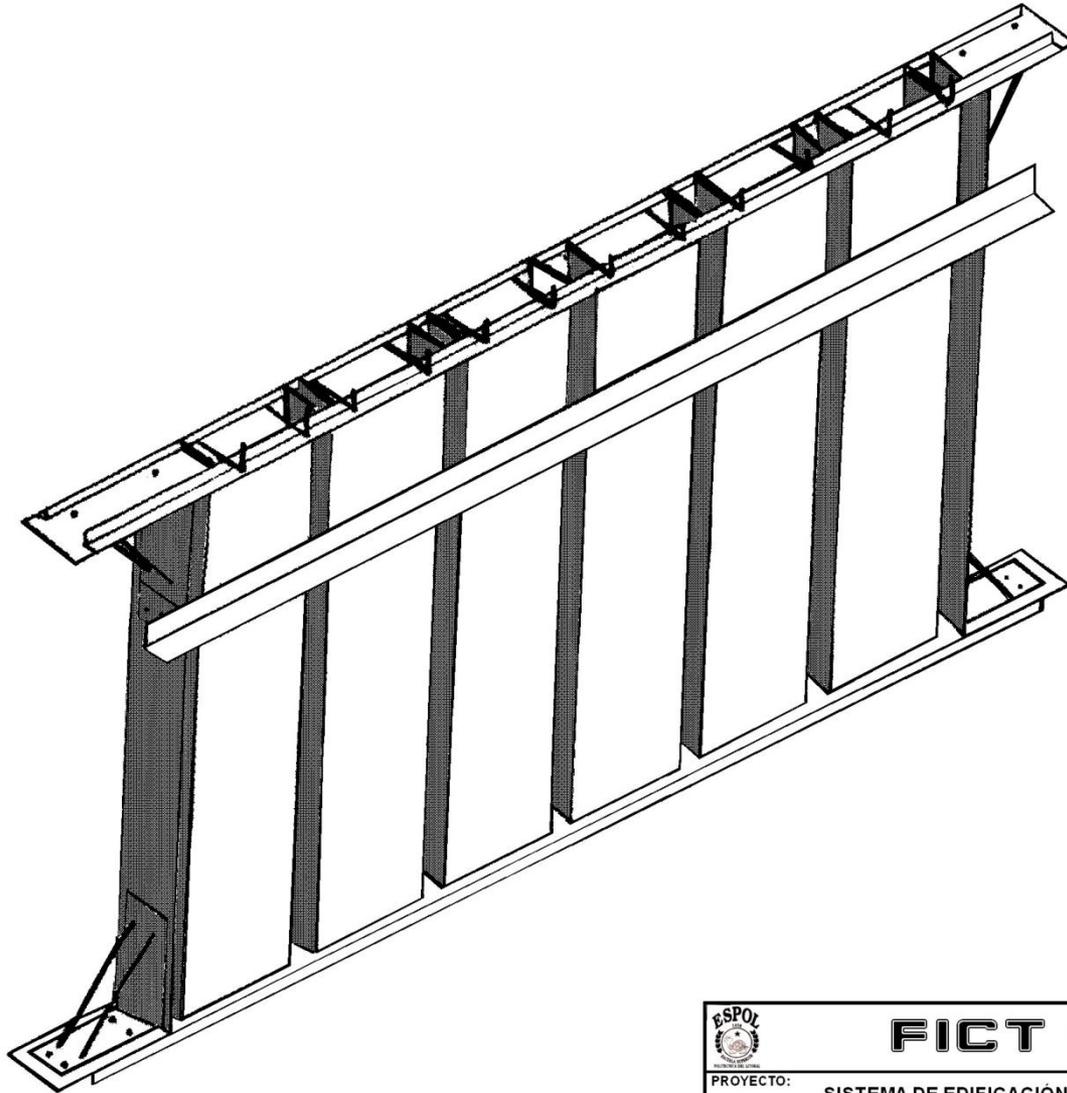
CONTENIDO: PANEL PS 4300

ESCALA: 1:25

FIGURA No.: 5.1

NOMBRE: Otto S. Caballero Vinuesa

DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Ríos



		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 Vinuesa	DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Ríos		

➤ PS2900

✓ Dimensiones:

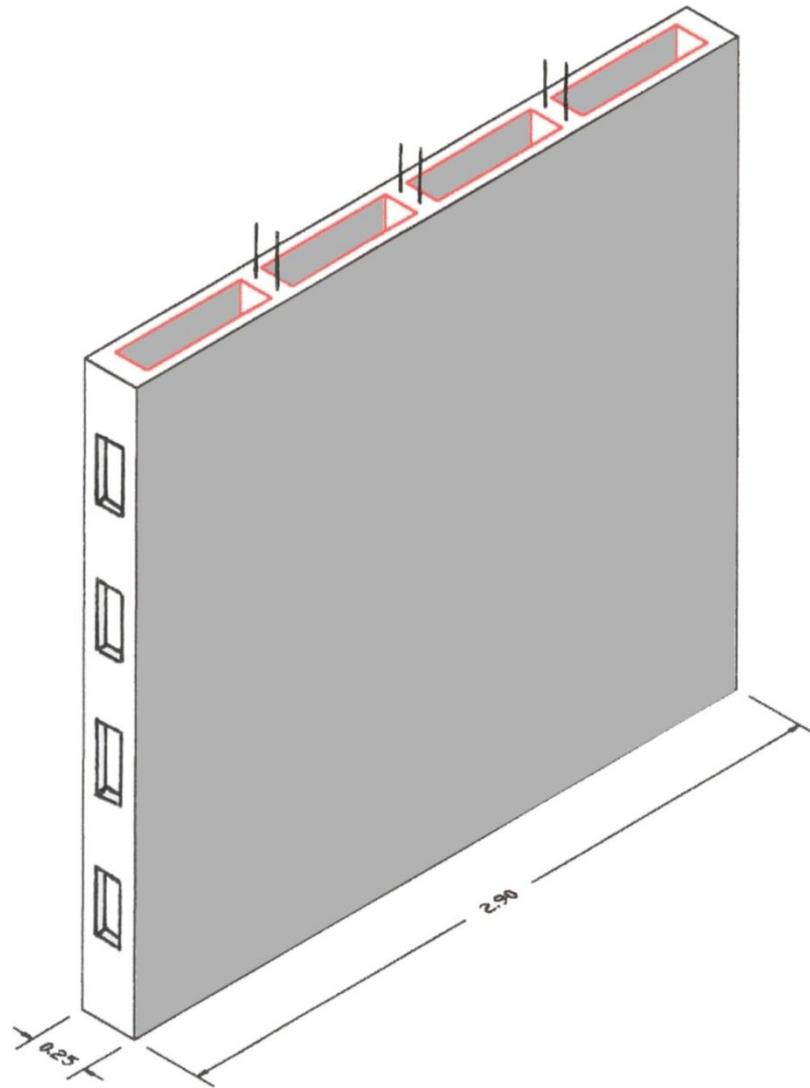
✓ Panel:	Longitud	=	2.90 m.
	Altura	=	2.70 m.
0.25 m.	Espesor	=	

✓ Cajonetas:	Largo	=	0.60 m.
	Ancho	=	0.15 m.

✓ Cajuelas Laterales:	Alto	=	0.20 m.
	Ancho	=	0.15 m.
0.03 m.	Espesor	=	

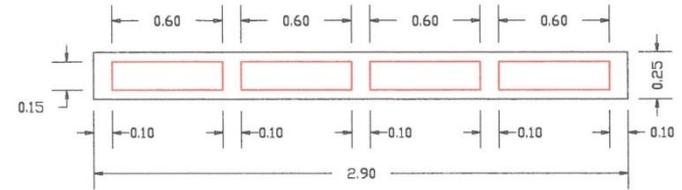
✓ Nervios:	Espesor	=	
0.10 m.			

✓ Peso aprox.	=	2.267 Kg.
---------------	---	-----------



PERSPECTIVA PANEL PS 2900

DISTRIBUCION DE CAJONETAS PANEL PS 2900
ESC. 1:25



 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 Rodríguez Ríos	

➤ PV4300

✓ Dimensiones:

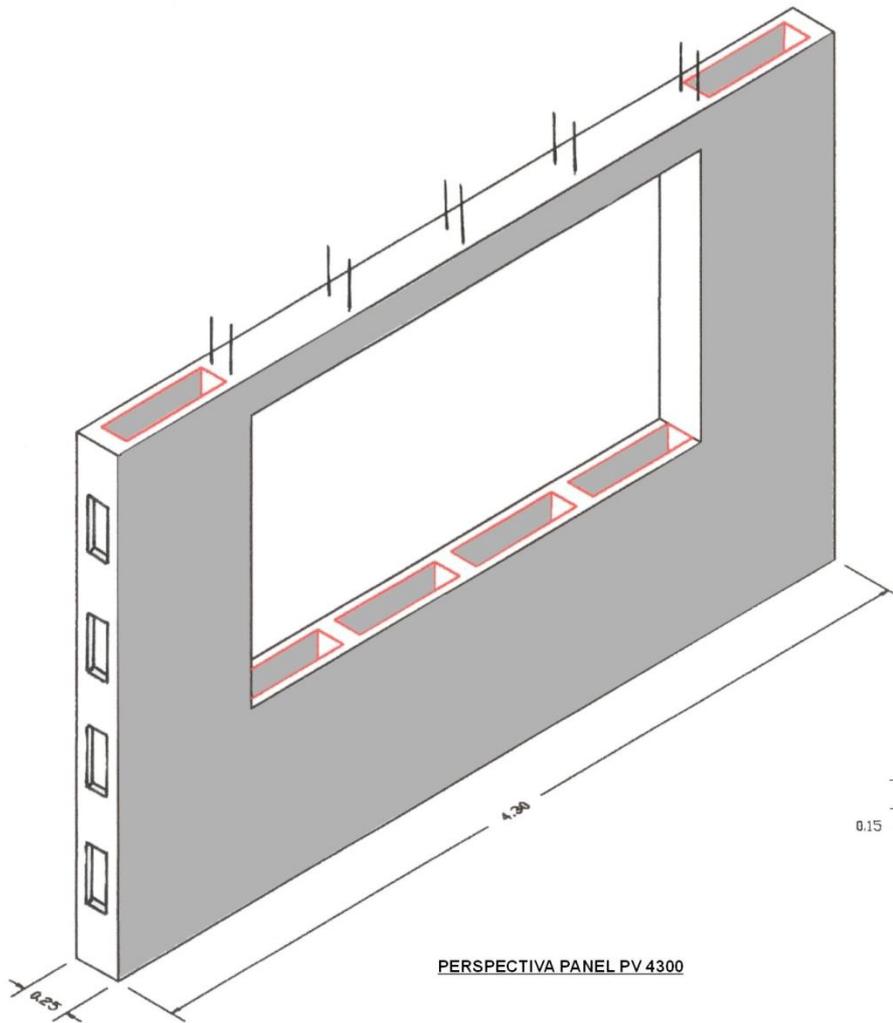
✓ Panel:	Longitud	=	4.30 m.
	Altura	=	2.70 m.
	Espesor	=	
0.25 m.			

✓ Ventana:	Largo	=	2.70 m.
	Ancho	=	1.50 m.

✓ Cajonetas:	Largo	=	0.60 m.
	Ancho	=	0.15 m.

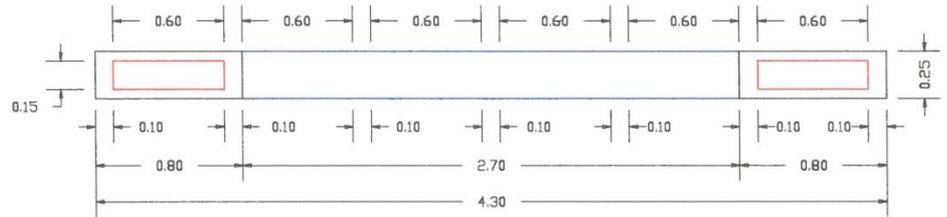
✓ Cajuelas Laterales:	Alto	=	0.20 m.
	Ancho	=	0.15 m.
	Espesor	=	
0.03 m.			

✓ Peso aprox.	=	2.401 Kg.
---------------	---	-----------



PERSPECTIVA PANEL PV 4300

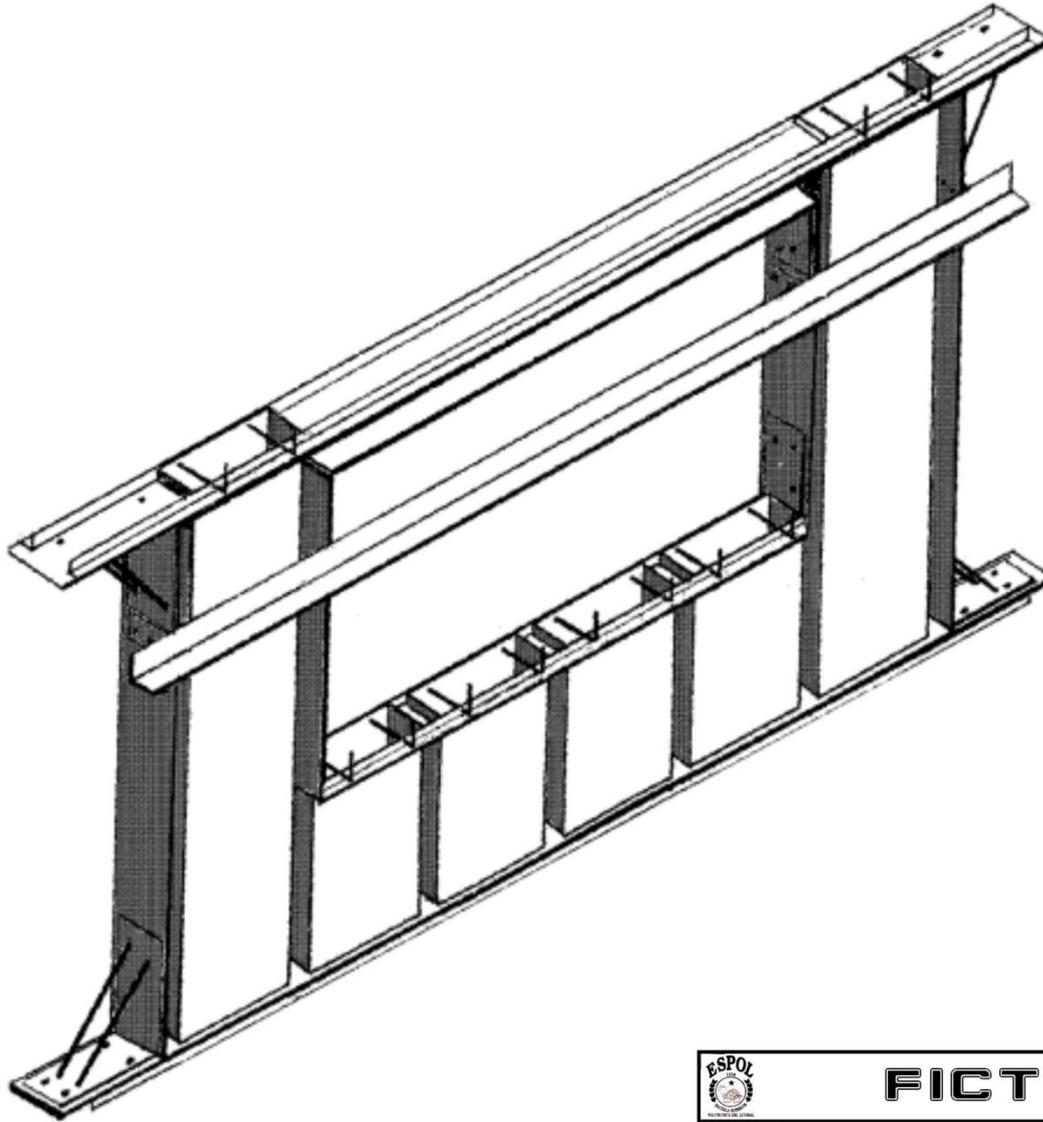
DISTRIBUCION DE CAJONETAS PANEL PV 4300
ESC. 1:25



FICT · ESPOL

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

CONTENIDO:	PANEL PV 4300	ESCALA:	FIGURA No.:
NOMBRE:	Otto S. Caballero Vinuesa	1:25	5.4
DIRECTOR:	Ing. Julio Rodríguez Ríos		



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 Vinuesa

DIRECTOR:

Ing. Julio Rodríguez Ríos

➤ PP4300

✓ Dimensiones:

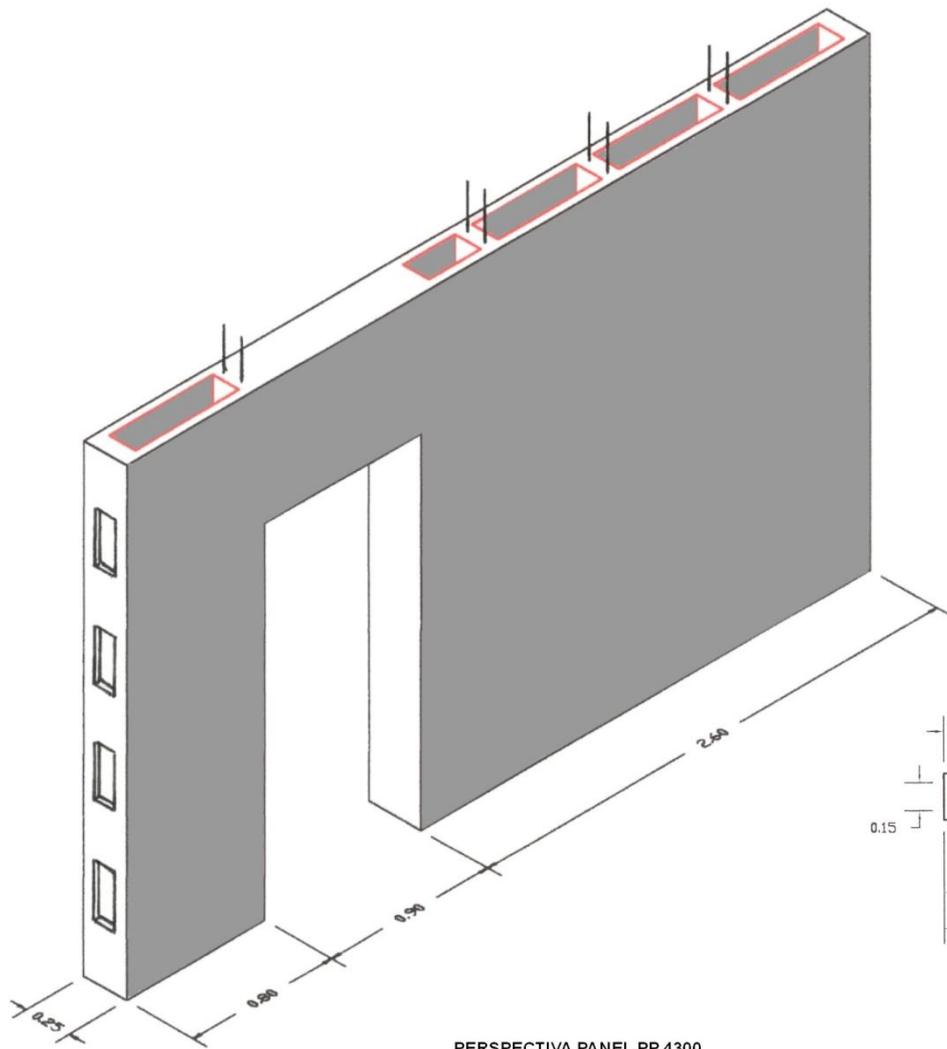
✓ Panel: Longitud = 4.30 m.
Altura = 2.70 m.
Espesor =
0.25 m.

✓ Puerta: Alto = 2.00 m.
Ancho = 1.90 m.

✓ Cajuelas Laterales: Alto = 0.20 m.
Ancho = 0.15 m.
Espesor =
0.03 m.

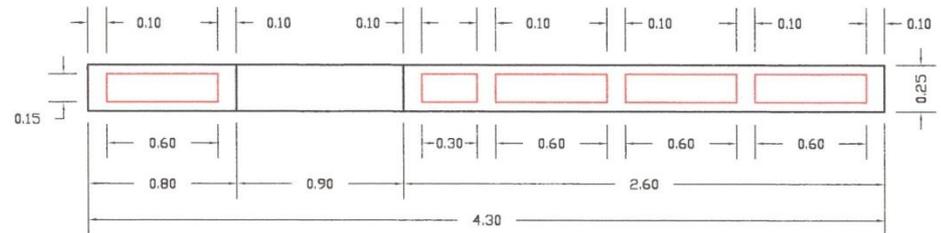
✓ Nervios: Espesor =
0.10 m.

✓ Peso aprox = 3 126 Kg

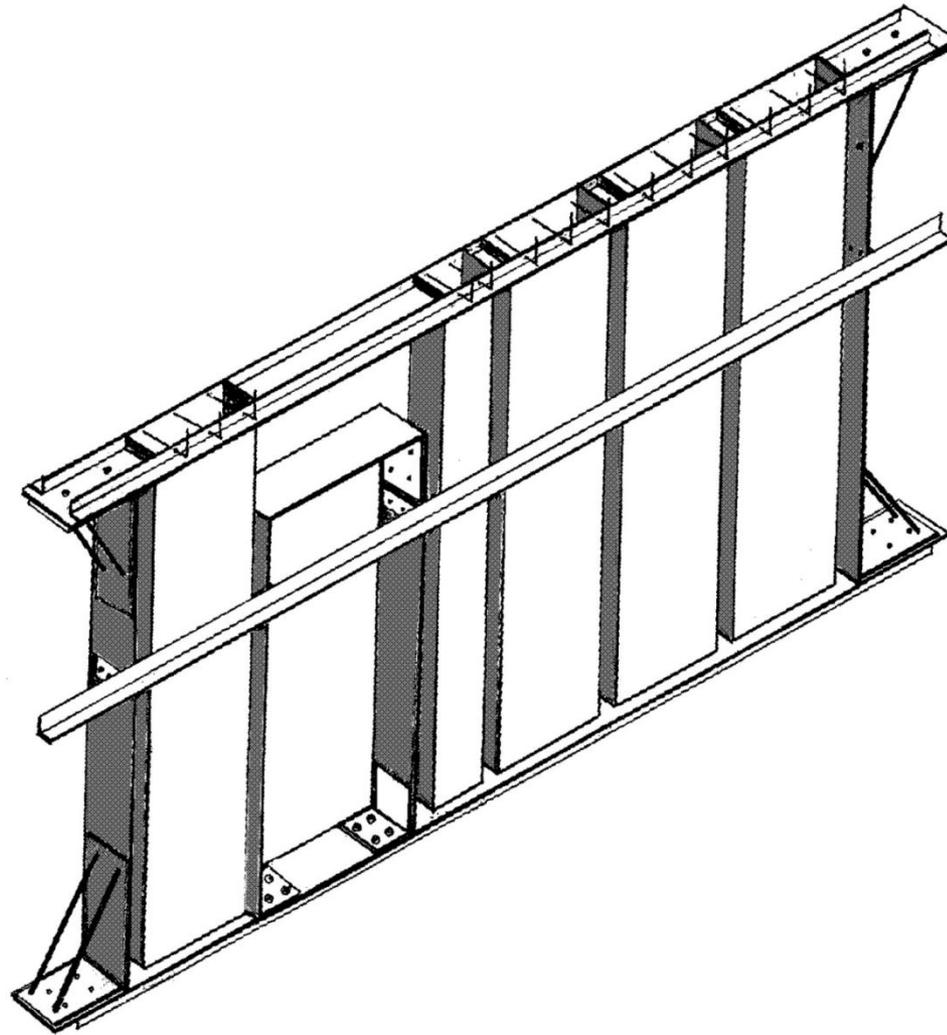


PERSPECTIVA PANEL PP 4300

DISTRIBUCION DE CAJONETAS PANEL PP 4300
ESC. 1:25



		<h1>FICT · ESPOL</h1>	
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 Vinuesa		DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Ríos	



		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 S. Caballero Vinuesa	DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Ríos		

➤ PL3900

✓ Dimensiones:

✓ Panel:	Longitud	=	4.40 m.
	Ancho	=	3.90 m.
	Espesor	=	

0.25 m.

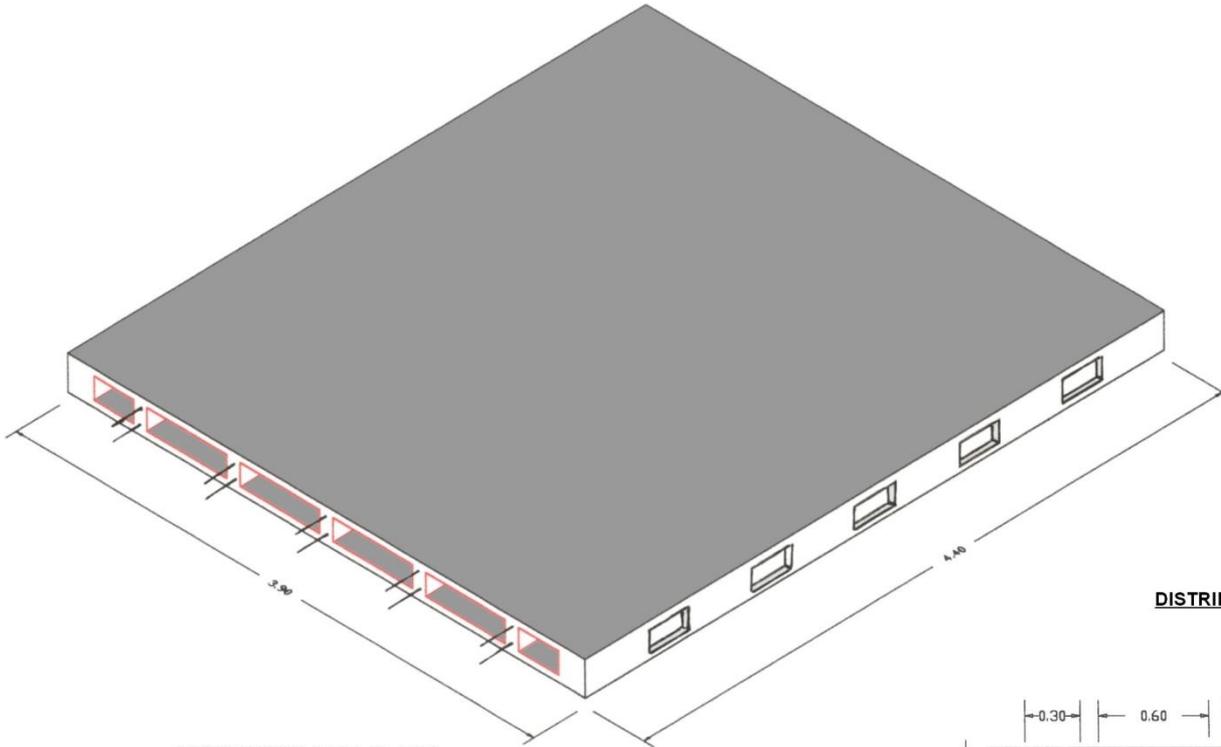
✓ Cajonetas: Exteriores	Largo	=	0.30 m.
	Ancho	=	0.15 m.
Interiores	Largo	=	0.60 m.
	Ancho	=	0.15 m.

✓ Cajuelas Laterales:	Alto	=	0.20 m.
	Ancho	=	0.15 m.
	Espesor	=	

0.03 m.

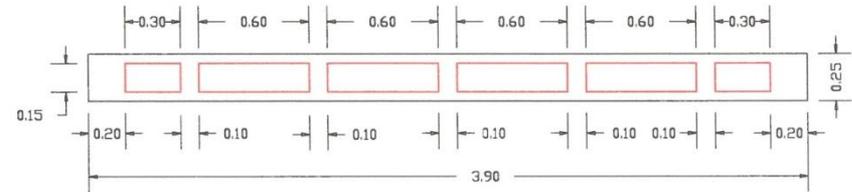
✓ Nervios:	Exteriores	=	0.15 m.
	Interiores	=	0.10 m.

✓ Peso aprox.	=	5.313 Kg.
---------------	---	-----------

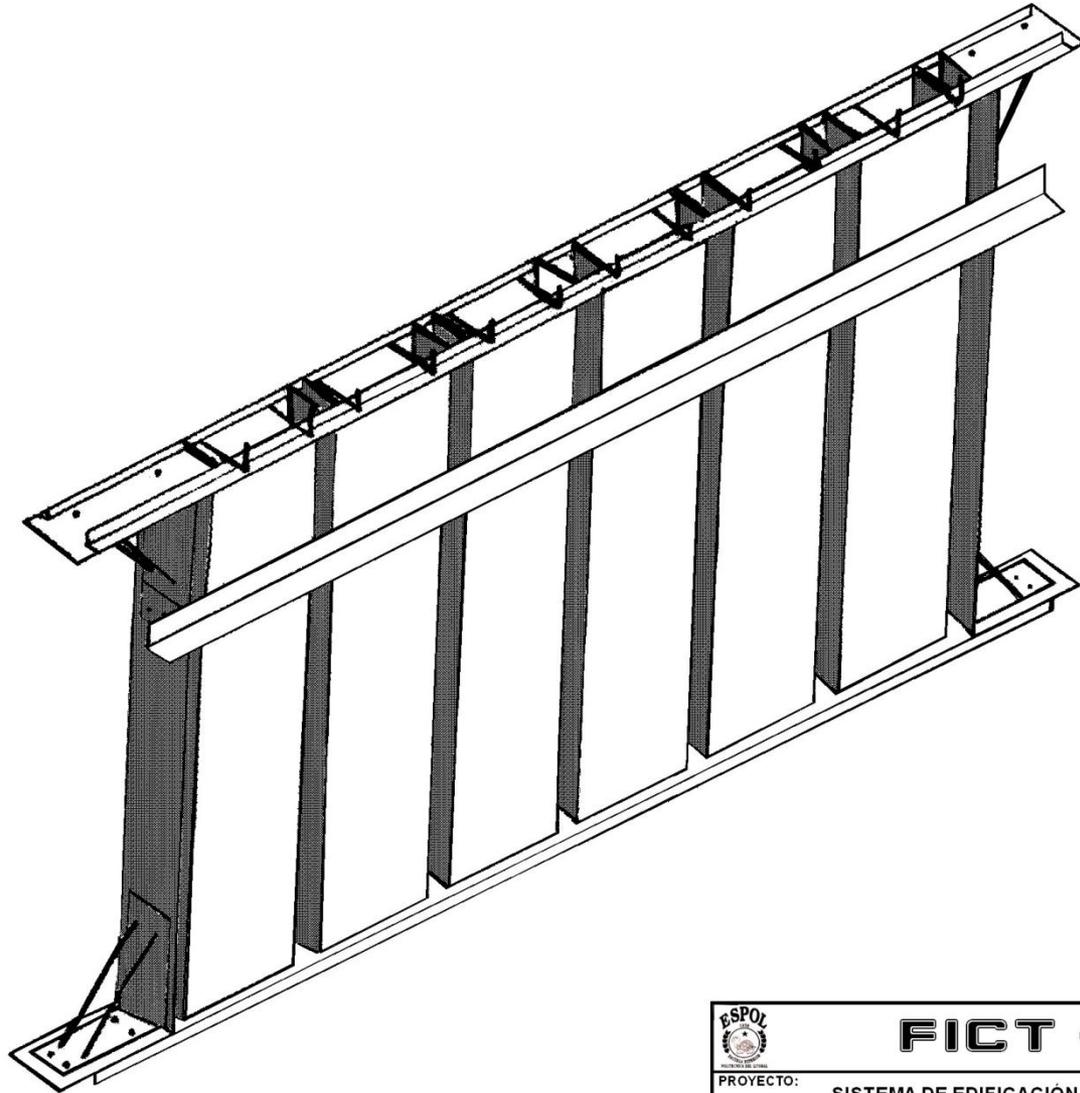


PERSPECTIVA LOSA PL 3900

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 Rodríguez Ríos	



		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 Vinuesa	DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Ríos		

➤ PL4150

✓ Dimensiones:

✓ Panel: Longitud = 4.40 m.
Ancho = 4.15 m.
Espesor =

0.25 m.

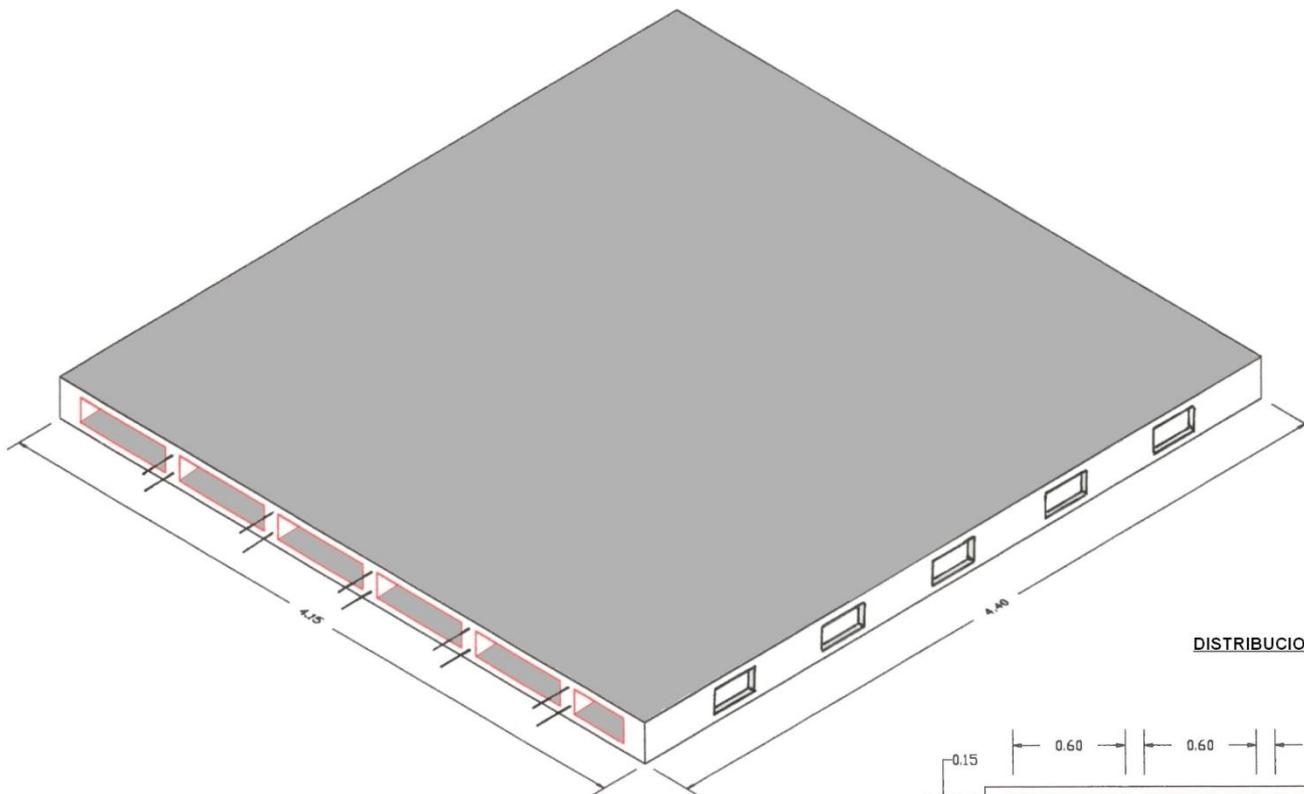
✓ Cajonetas: Largo = 0.60 m.
Ancho = 0.15 m.

✓ Cajuelas Laterales: Alto = 0.20 m.
Ancho = 0.15 m.
Espesor =

0.03 m.

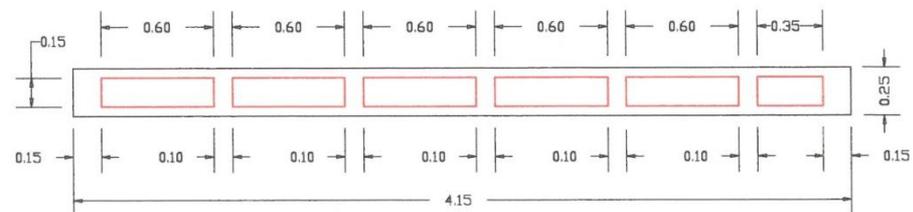
✓ Nervios: Exteriores = 0.15 m.
Interiores = 0.10 m.

✓ Peso aprox. = 5.414 Kg.



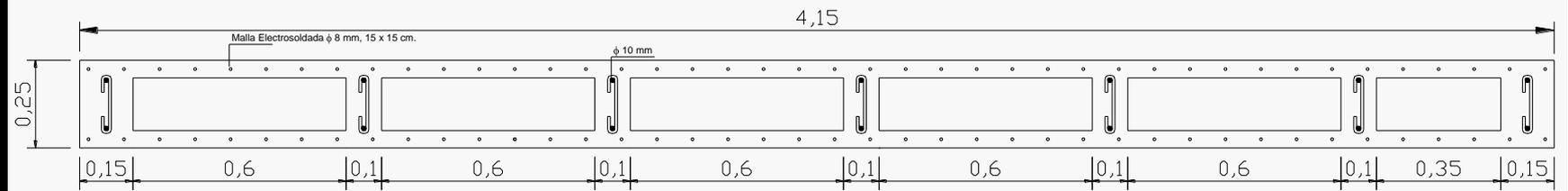
PERSPECTIVA LOSA PL 4150

DISTRIBUCION DE CAJONETAS LOSA PL 4150
ESC. 1:25



		<h1>FICT · ESPOL</h1>	
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		

✓ Corte del Panel de la Losa



➤ PLE4150

✓ Dimensiones:

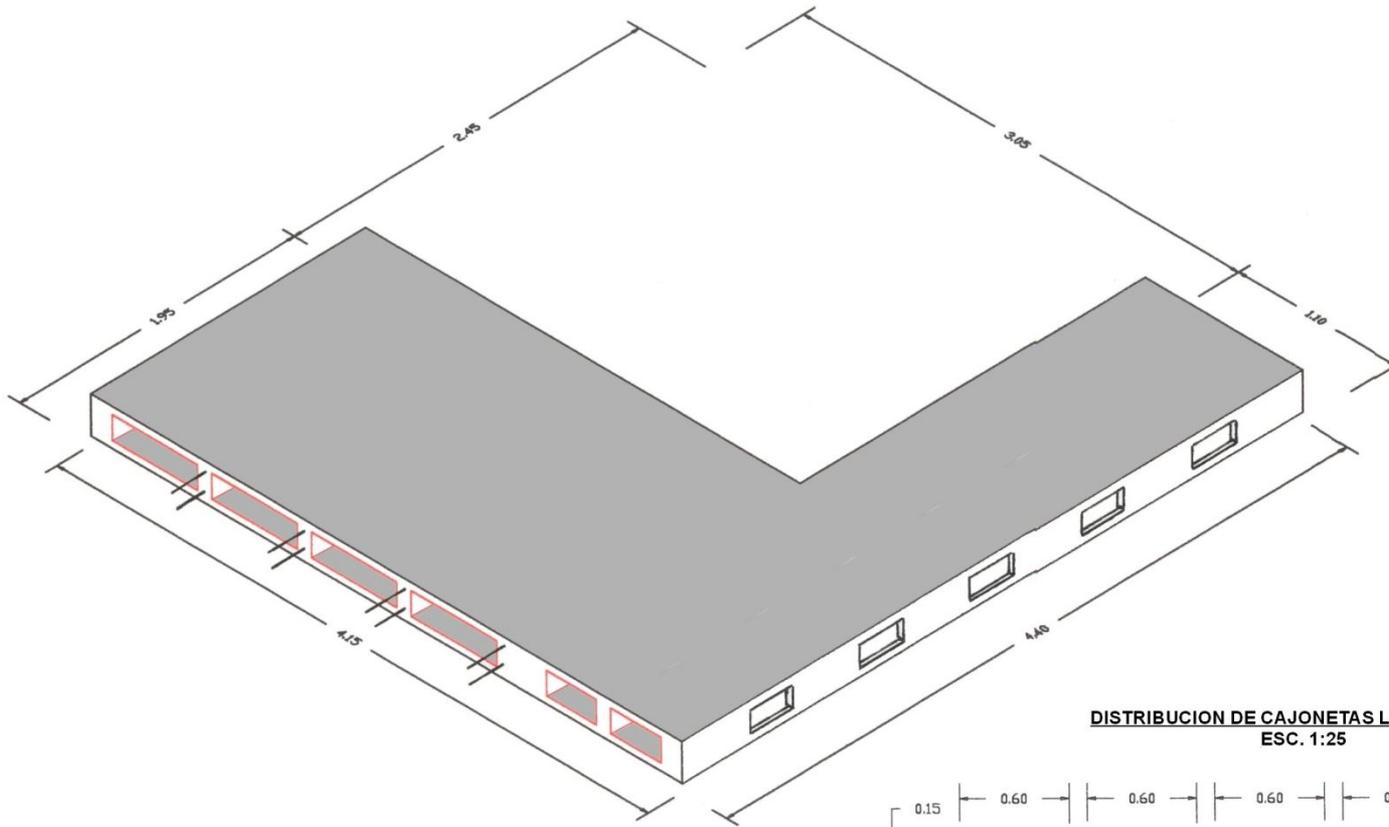
✓ Panel:	Longitud	=	4.40 m.
	Ancho	=	4.15 m.
0.25 m.	Espesor	=	

✓ Cajonetas:	Largo	=	0.60 m.
	Ancho	=	0.15 m.

✓ Cajuelas Laterales:	Alto	=	0.20 m.
	Ancho	=	0.15 m.
0.03 m.	Espesor	=	

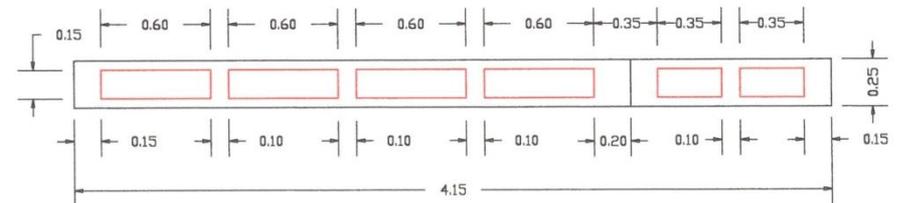
✓ Nervios:	Exteriores	=	0.15 m.
	Interiores	=	0.10 m.
	Interior (amarre)	=	0.20 m.

✓ Peso aprox.	=	3.724 Kg.
---------------	---	-----------



PERSPECTIVA LOSA PLE 4150

**DISTRIBUCION DE CAJONETAS LOSA PLE 4150
ESC. 1:25**



		<h1>FICT · ESPOL</h1>	
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 Vinuesa	DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Ríos		

➤ PH4300

✓ *Dimensiones:*

✓ Panel:	Longitud	=	4.30 m.
	Ancho	=	2.85 m.
0.25 m.	Espesor	=	

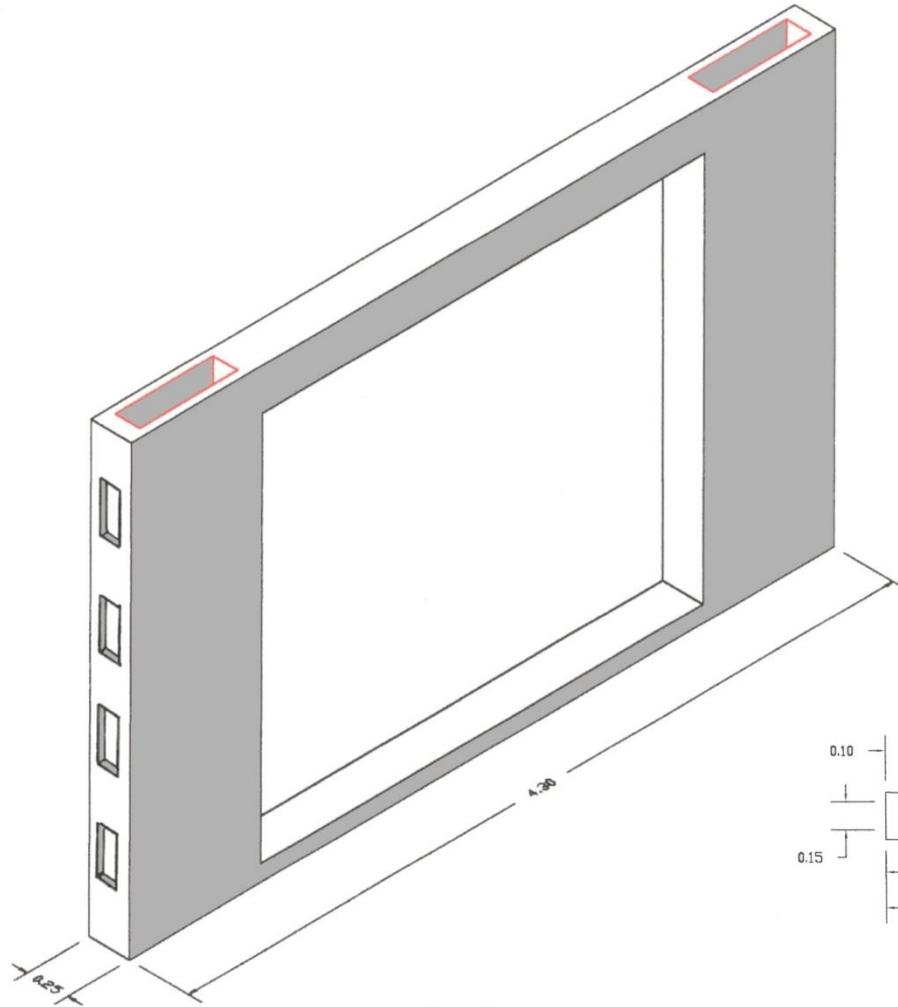
✓ Hueco:	Altura	=	2.50 m.
	Ancho	=	2.70 m.

✓ Cajonetas:	Largo	=	0.60 m.
	Ancho	=	0.15 m.

✓ Cajuelas Laterales:	Alto	=	0.20 m.
	Ancho	=	0.15 m.
0.03 m.	Espesor	=	

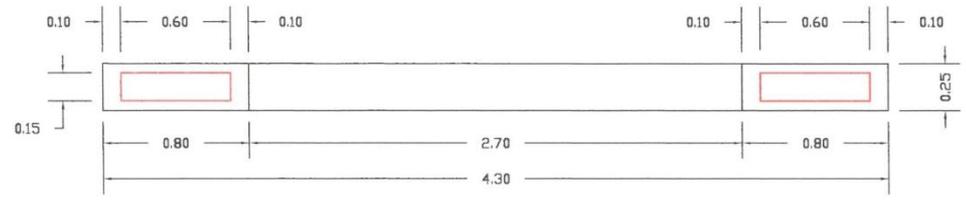
✓ Nervios:	Espesor	=	
0.10 m.			

✓ Peso aprox.	=	2.074 Kg.
---------------	---	-----------



PERSPECTIVA PANEL PH 4300

DISTRIBUCION DE CAJONETAS PANEL PH 4300
ESC. 1:25



		<h1>FICT · ESPOL</h1>	
		<p>PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO</p>	
<p>CONTENIDO:</p>	<p>PANEL PH 4300</p>	<p>ESCALA:</p>	<p>FIGURA No.:</p>
<p>NOMBRE: Otto S. Caballero Vinuesa</p>	<p>DIRECTOR: Ing. Julio Rodriguez Rios</p>	<p>1:25</p>	<p>5.12</p>

Análisis Estructural de la Vivienda

- ✓ Reglamento para las Construcciones de Concreto Estructural ACI 318-99.
- ✓ Análisis Sísmico Estático.
 - ✓ Fuerzas debidas a un movimiento sísmico.
 - ✓ Determinación de Fuerzas Cortantes.
 - ✓ Centro de Torsión.
 - ✓ Determinación de Momentos de Torsión.
 - ✓ Distribución de Fuerzas Cortantes Sísmicas en los pórticos.

Análisis Sísmico Estático

$L = 270 \text{ cm}$
 $b = 25 \text{ cm}$
 $h = 60 \text{ cm}$
 $E_c = 220268.93 \text{ Kg/cm}^2$
 $I_x = 450000.00 \text{ cm}^4$
 $K_x = 6043.04 \text{ Ton/m}$
 $I_y = 78125.00 \text{ cm}^4$
 $K_y = 1049.14 \text{ Ton/m}$

$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 $T = 2.5 \text{ seg}$
 $k = 2$
 $A'_1 = 0.45 \text{ m/seg}^2$
 $g = 9.81 \text{ m/seg}^2$
 $V_o = 4.60 \text{ Ton}$

$F_r = (V_o \cdot W_t h_r^k) / \sum W_t h_r^k$
 $V_o = (A'_1 / g) W$
 $W = \sum W_t$

Nivel o Entrepiso	W_t Ton	h_r m	h_r^2 m^2	$W_t h_r^2$ 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	

Determinación de la posición de las Fuerzas Cortantes

$$X_v = (\sum F_r x_r) / V_r$$

$$Y_v = (\sum F_r y_r) / V_r$$

$$V_r = \sum F_r$$

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	$F_r y_r$	$\sum F_r y_r$	V_r	y_v	F_r	x_r	$F_r x_r$	$\sum F_r x_r$	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

$$X_t = (\sum K_y x) / \sum K_y$$

$$Y_t = (\sum K_x y) / \sum K_x$$

Porticos en la dirección X											
Entrepiso	Eje 1		Eje 2		Eje 3		Eje 4		$\sum K_x$	$\sum K_x y$	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		$\sum K_y$	$\sum K_y x$	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

Determinación de los Momentos de Torsión

$$e_1 = 1.5 e_x + 0.1 b$$

$$e_2 = e_x - 0.1 b$$

e_x = 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	$e_x = y_v - y_t$ 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	$e_y = x_v - x_t$ 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: $V_x K_x / \sum K_x$

Sismo en x Torsión: $M_x K_x y / R_0$

Sismo en y Torsión: $|M_y K_x y| / R_0$

Pórticos paralelos a y

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

Sismo en y Torsión: $M_y K_y x / R_0$

Sismo en x Torsión: $|M_x K_y x| / R_0$

Entrepiso 2

Pórtico	K_y	x	$x = x - x_t$	$K_y x$	$K_y x^2$	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	$y = y - y_t$	$K_x y$	$K_x y^2$	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						

$$R_0 = 1671405.89$$

Entrepiso 1

Pórtico	K_y	x	$x = x - x_t$	$K_y x$	$K_y x^2$	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	1.53	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	$y = y - y_t$	$K_x y$	$K_x y^2$	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	1.15	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						

$$R_0 = 1671405.89$$

Desplazamientos de Entrepisos

Pórtico 1

Entrepiso	V	K	$\Delta = (Q \cdot V)/K$	V	K	$\Delta = (Q \cdot V)/K$	$\Delta_{\text{máx}}$
	Ton	Ton/cm	cm		Ton/cm	cm	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 A

Pórtico 2

Entrepiso	V	K	$\Delta = (Q \cdot V)/K$	V	K	$\Delta = (Q \cdot V)/K$	$\Delta_{\text{máx}}$
	Ton	Ton/cm	cm		Ton/cm	cm	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 B

Pórtico 3

Entrepiso	V	K	$\Delta = (Q \cdot V)/K$	V	K	$\Delta = (Q \cdot V)/K$	$\Delta_{\text{máx}}$
	Ton	Ton/cm	cm		Ton/cm	cm	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 C

Pórtico 4

Entrepiso	V	K	$\Delta = (Q \cdot V)/K$	$\Delta_{\text{máx}}$
	Ton	Ton/cm	cm	cm
1	1.52	18129.13	0.000	2.16
2	1.39	18129.13	0.000	2.16

Q = 4

➤ **Análisis de Carga Repartida en Losa y Cubierta**

- ✓ Valor de carga por unidad de área.
- ✓ Área de Contribución de Columnas.
- ✓ Cargas de servicio de Columnas.
- ✓ Elección Tipo de Cimentación
- ✓ Zapatas Corridas.
- ✓ Dimensión de zapatas.
- ✓ Capacidad de carga neta del terreno.
- ✓ Criterios de diseño de acuerdo al ACI 318-99.

Cargas de Servicio en Columnas

COLUMNAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CUBIERTA $w = 0.29 \text{ Ton/m}^2$	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
	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 $w = 0.93 \text{ Ton/m}^2$	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
	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 (m²)		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

$$q_u = 5 \text{ Ton/m}^2$$

EJE A

Columnas	No. 1 =	8.79 Ton
	No. 4 =	14.03 Ton
	No. 7 =	12.84 Ton
	No. 10 =	<u>7.60 Ton</u>
	$\Sigma P =$	43.26 Ton

Considerando momentos desde la columna No.1

$$M = Vx$$

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

$$x = 6.07 \text{ m}$$

$$L = 2(x + 0.40)$$

$$L = 12.94 \text{ m}$$

Entonces $L = 13.00 \text{ m}$

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

$$B*L = P / q_u$$

$$L = 13 \text{ m}$$

$$B = 0.67 \text{ m}$$

Ancho de zapata será:

$B = 0.70 \text{ m}$

* **ACI 15.2.1** Presión de Contacto

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

$$q_s = 6.66 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_s = 0.67 \text{ Kg/cm}^2$$

EJE B

Columnas	No. 2 =	15.18 Ton
	No. 5 =	24.80 Ton
	No. 8 =	22.60 Ton
	No. 11 =	<u>12.98 Ton</u>
	ΣP =	75.55 Ton

Considerando momentos desde la columna No.1

$$M = Vx$$
$$75550 x = 24800(4.30) + 22600(8.60) + 12980(12.10)$$
$$x = 6.06 \text{ m}$$

$$L = 2(x + 0.40)$$
$$L = 12.92 \text{ m}$$

Entonces $L = 13.00 \text{ m}$

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

$$B \cdot L = P / q_s \quad L = 13 \text{ m}$$
$$B = 1.16 \text{ m}$$

Ancho de zapata será:

$B = 1.20 \text{ m}$

* **ACI 15.2.1** Presión de Contacto

$$q_s = 1.55P / (B \cdot L)$$

$$q_s = 6.78 \text{ Ton/m}^2 \quad q_s = 0.68 \text{ Kg/cm}^2$$

EJE C

Columnas	No. 3 =	8.79 Ton
	No. 6 =	14.03 Ton
	No. 9 =	12.84 Ton
	No. 12 =	<u>7.60 Ton</u>
	$\Sigma P =$	43.26 Ton

Considerando momentos desde la columna No.1

$$M = Vx$$

$$43260 x = 14030(4.30) + 12840(8.60) + 7600(12.10)$$
$$x = 6.07 \text{ m}$$

$$L = 2(x + 0.40)$$

$$L = 12.94 \text{ m}$$

Entonces $L = 13.00 \text{ m}$

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

$$B * L = P / q_s \quad L = 13 \text{ m}$$
$$B = 0.67 \text{ m}$$

Ancho de zapata será:

$B = 0.70 \text{ m}$

* **ACI 15.2.1** Presión de Contacto

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

$$q_s = 6.66 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_s = 0.67 \text{ Kg/cm}^2$$

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
$q_c =$	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**

$$v_c = 18.41 \text{ Kg/cm}^2 = 184065.21 \text{ Kg/m}^2$$

$$V \text{ gráfico} = 8192.59 \text{ Kg}$$

$$v_{bd} = 8192.59 - 6655.38d$$

$$184065.21(0.7)d = 8192.59 - 6655.38d$$

$$d = 0.06 \text{ m}$$

$$\text{Entonces } d = 25 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

[^] **Chequeo por Punzonamiento**

Columna No. 1

$$\text{Area Critica} = 3300 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 205 \text{ cm}$$

de acuerdo con ACI 11.12.2.1

$$v_o = 9.20 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V = P_{\text{col}} - P_{\text{suelo}}$$

$$v_c = 1.97 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V = 10109.72 \text{ Kg.}$$

$$1.97 < 9.20 \quad \text{Ok.}$$

Columna No. 4

$$\text{Area Critica} = 3400 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 250 \text{ cm}$$

de acuerdo con ACI 11.12.2.1

$$v_o = 9.20 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V = P_{\text{col}} - P_{\text{suelo}}$$

$$v_c = 2.78 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V = 17379.17 \text{ Kg.}$$

$$2.78 < 9.20 \quad \text{Ok.}$$

Columna No. 7

$$\text{Area Critica} = 3400 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 250 \text{ cm}$$

de acuerdo con ACI 11.12.2.1

$$v_o = 9.20 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V = P_{\text{col}} - P_{\text{suelo}}$$

$$v_c = 2.51 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V = 15713.17 \text{ Kg.}$$

$$2.51 < 9.20 \quad \text{Ok.}$$

Columna No. 10

$$\text{Area Critica} = 3400 \text{ cm}^2$$

$$b_o = 250 \text{ cm}$$

de acuerdo con ACI 11.12.2.1

$$v_o = 9.20 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V = P_{\text{col}} - P_{\text{suelo}}$$

$$v_c = 1.34 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V = 8377.17 \text{ Kg.}$$

$$1.34 < 9.20 \quad \text{Ok.}$$

*** Diseño de Acero Longitudinal (Momento Máximo Positivo)**ACI 8.4.3

$$\rho_b = 0.0285$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.0214$$

$$\rho_{\text{mín}} = 0.0035$$

$$M_u = 1241946.0 \text{ Kg cm}$$

$$\rho = 0.1075$$

$$\rho = 0.0055$$

$$A_s = \rho b d$$

$$\rho = 0.0055$$

$$A_s = 13.82 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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

Columna No. 1

$$q_s = 66.55 \text{ Kg/cm}$$

$$M = 25165.66 \text{ Kg cm}$$

$$\rho = 0.1129$$

$$\rho_{\max} = 0.0214$$

$$\rho = 0.0001$$

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

$$A_s = \rho b d$$

$$\rho = 0.0035$$

$$A_s = 8.75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ϕ 12 mm @ 14 cm

Columna No. 4

$$q_s = 66.55 \text{ Kg/cm}$$

$$M = 25165.66 \text{ Kg cm}$$

$$\rho = 0.1128$$

$$\rho_{\max} = 0.0214$$

$$\rho = 0.0002$$

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

$$A_s = \rho b d$$

$$\rho = 0.0035$$

$$A_s = 8.75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ϕ 12 mm @ 14 cm

Columna No. 7

$$q_s = 66.55 \text{ Kg/cm}$$

$$M = 25165.66 \text{ Kg cm}$$

$$\rho = 0.1128$$

$$\rho_{\max} = 0.0214$$

$$\rho = 0.0002$$

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

$$A_s = \rho b d$$

$$\rho = 0.0035$$

$$A_s = 8.75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ϕ 12 mm @ 14 cm

Columna No. 10

$$q = 66.55 \text{ Kg/cm}$$
$$M = 25165.66 \text{ Kg cm}$$

$$\rho = 0.1128$$

$$\rho_{\max} = 0.0214$$

$$\rho = 0.0002$$

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

$$A_s = \rho b d$$

$$\rho = 0.0035$$

$$A_s = 8.75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ϕ 12 mm @ 14 cm

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

ACI 7.12.2.1

$$\rho_{\min} = 0.0018$$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 4.50 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ϕ 12 mm @ 25 cm

^ Chequeo de Asentamiento

$$s_{\max} = 4 \text{ cm}$$

s = asentamiento

Para un suelo con $q_u = 5 \text{ Ton/m}^2$, se tiene

q = presión de contacto

$$E_s = 100$$

B = menor dimensión del cimiento

I_w = factor de influencia $I_w = 0.95$

Kg/cm^2

E_s, ν = propiedades del suelo

$$\nu = 0.3$$

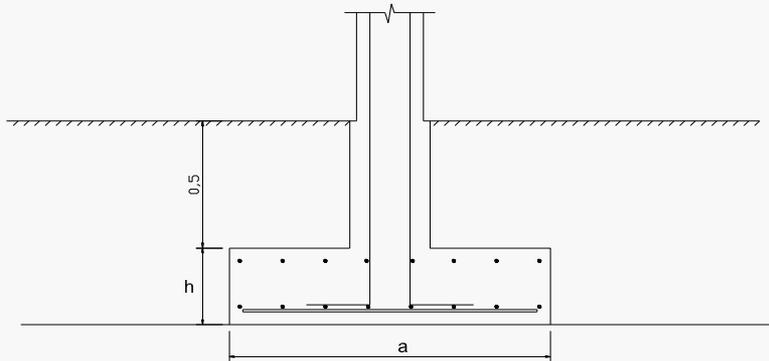
$$s = 0.40 \text{ cm.}$$

$$< s_{\max}$$

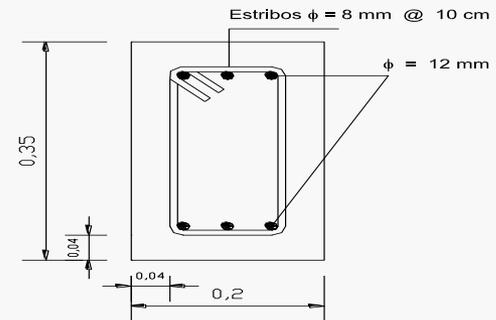
ok

Secciones de Zapatas

DETALLE TRANSVERSAL DE LAS ZAPATAS



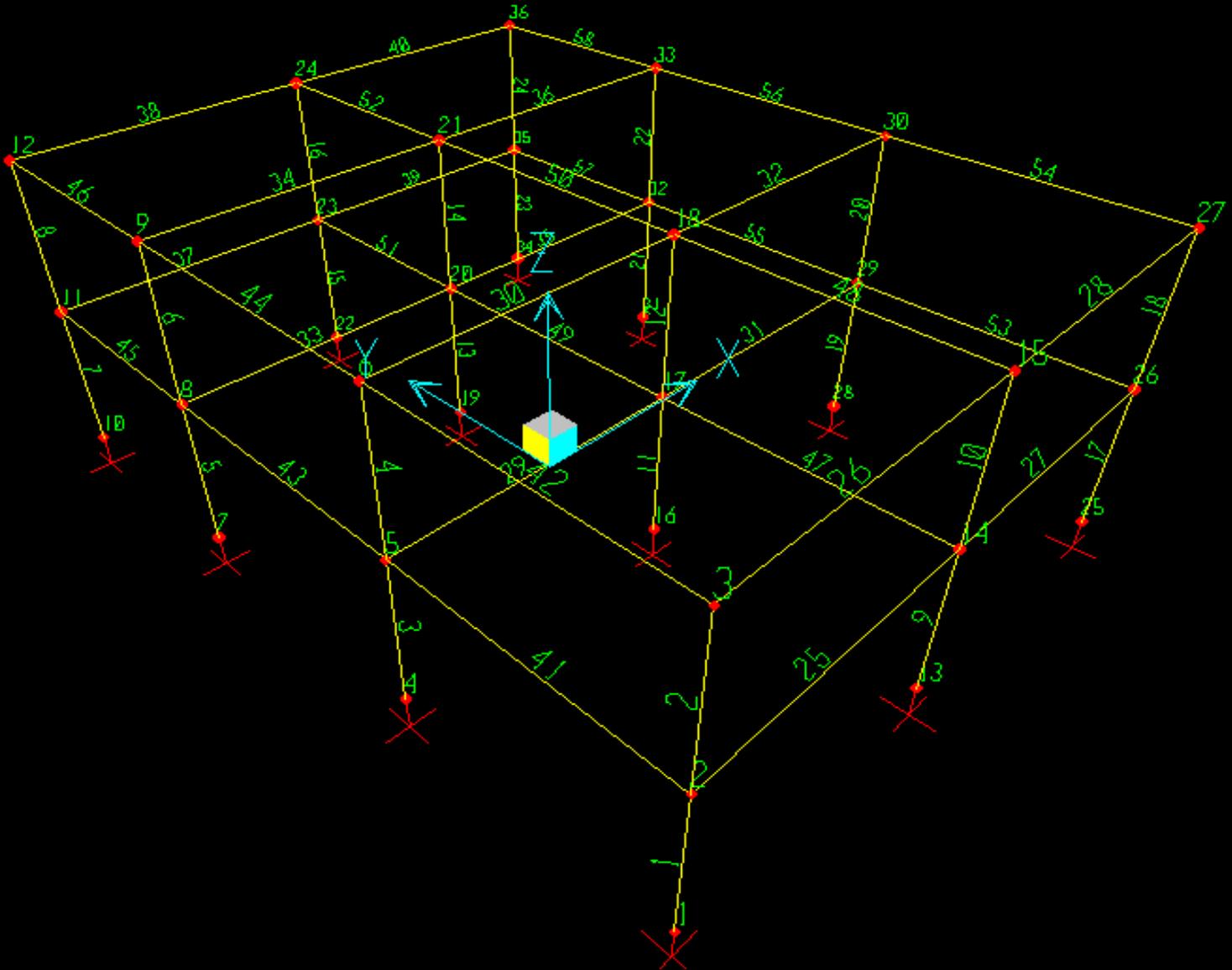
DETALLE TRANSVERSAL DE LA RIOSTRA
ESC. 1: 5

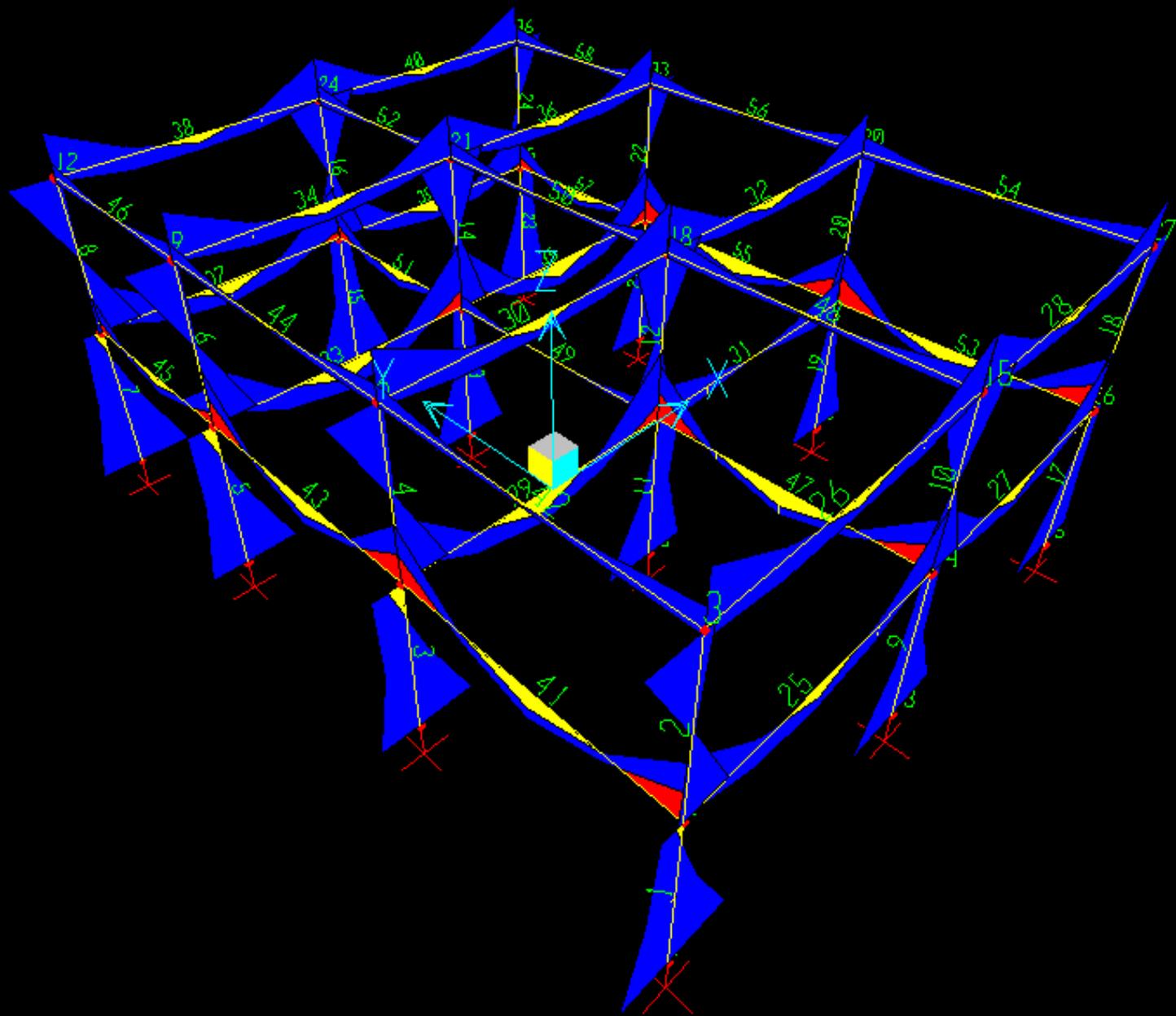


ZAPATAS	a (cm)	h (cm)	ACERO		
			DIR. TRANSVERSAL	LONGITUDINAL	
			Base de Columnas	Cant.	Varillas
Eje A y C	70	30	ϕ 12 mm @ 14 cm	17	ϕ 12 mm @ 8 cm
Eje B	120	30	ϕ 12 mm @ 14 cm	14 6	ϕ 12 mm @ 8 cm ϕ 14 mm @ 8 cm

Análisis Estructural de la Vivienda

- ✓ Programa de Análisis Estructural SAP200.
- ✓ Combinaciones de Carga establecidas por el ACI 318-99 en el cap. 9.
 - ✓ $U = 1.4 D + 1.7 L$
 - ✓ $U = 0.75 (1.4 D + 1.7 L + 1.7 W)$
 - ✓ $U = 0.9 D + 1.3 W$
 - ✓ $U = 0.9 D - 1.3 W$
 - ✓ $U = 0.9 D + 1.43 E$
 - ✓ $U = 0.9 D - 1.43 E$





✓ Diseño de Vigas

- ✓ Diseño por flexión.
- ✓ Diseño por corte.

Diseño por Flexión

Vigas Entrepiso 1

Eje A y C

$$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2 \quad h = 25 \text{ cm}$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2 \quad b = 20 \text{ cm} \quad d = 20 \text{ cm}$$

Extremos: $M_1 (-)_{\max} = 1.930 \text{ Ton m}$

Centro: $M_1 (+)_{\max} = 0.970 \text{ Ton m}$

ACI 8.4.3

$$\rho_b = 0.85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot \frac{6100}{6100 + f_y} \quad \rho_b = 0.0285$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \cdot \rho_b \quad \rho_{\max} = 0.0214$$

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

Distribución de acero en el centro de la viga

$$M_u = \phi \cdot \rho \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y \cdot \left(1 - 0.59 \cdot \rho \cdot \frac{f_y}{f_c} \right)$$

$$M_u = 97000 \text{ Kg cm}$$

$$\rho = 0.1097$$

$$\rho = 0.0033$$

$$\rho = 0.0035$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 1.38 \text{ cm}^2 \quad 2 \text{ } \phi \text{ } 12 \text{ mm}$$

Distribución de acero en los extremos de la viga

$$M_u = 193000 \text{ Kg cm}$$

$$\rho = 0.1062$$

$$\rho = 0.0068$$

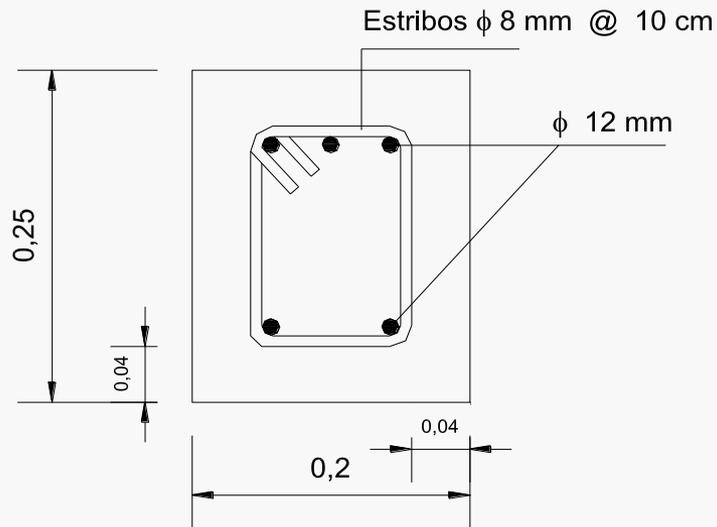
$$\rho = 0.0068$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

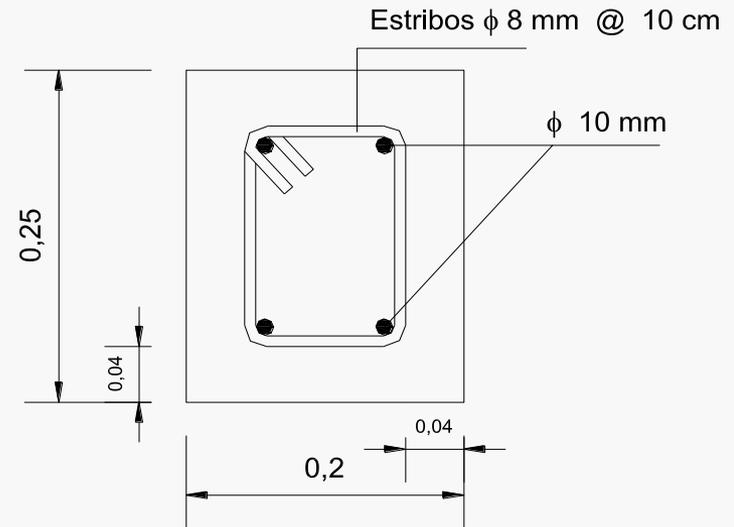
$$A_s = 2.72 \text{ cm}^2 \quad 3 \text{ } \phi \text{ } 12 \text{ mm}$$

✓ Detalle Transversal de las Vigas

SENTIDO X



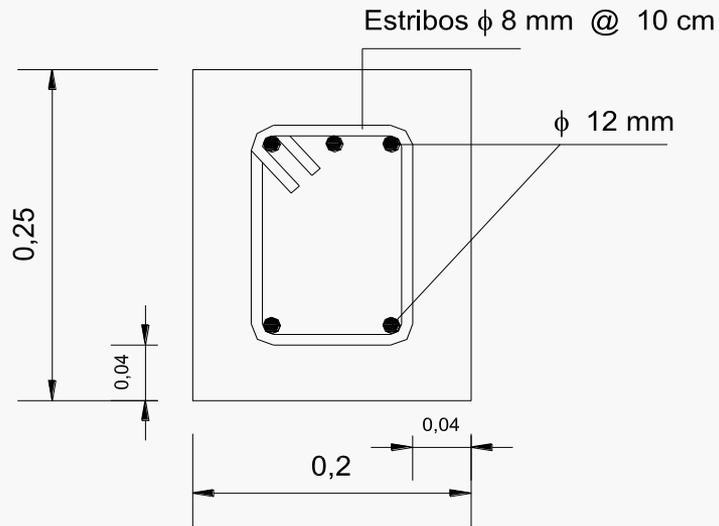
Vigas Entrepiso 1
Eje: 1, 2, 3,4



Vigas Entrepiso 2
Eje: 1, 2, 3,4

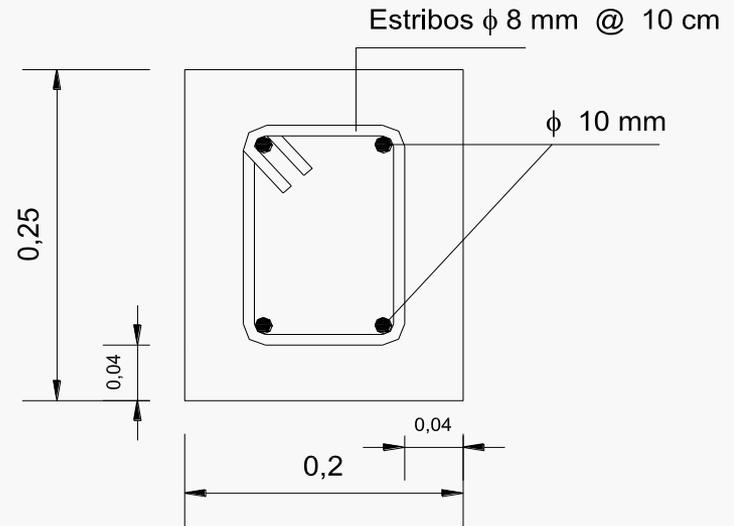
✓ Detalle Transversal de las Vigas

SENTIDO Y



Vigas Entrepiso 1

Eje: A, B, C

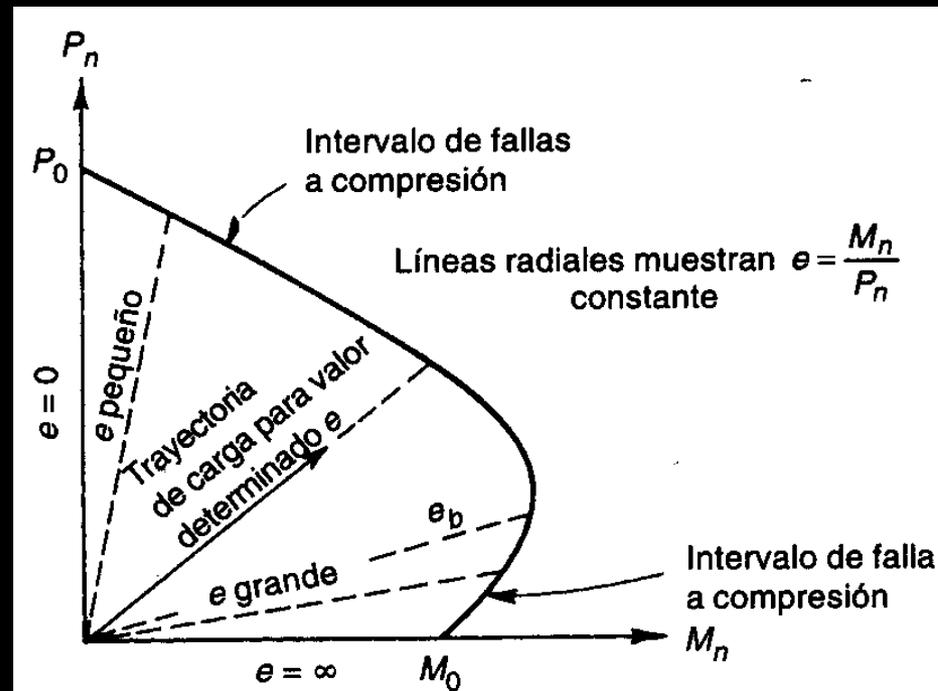


Vigas Entrepiso 2

Eje: A, B y C

✓ Diseño de Columnas

✓ Construcción de Diagrama de Interacción



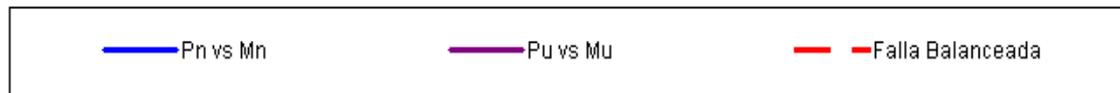
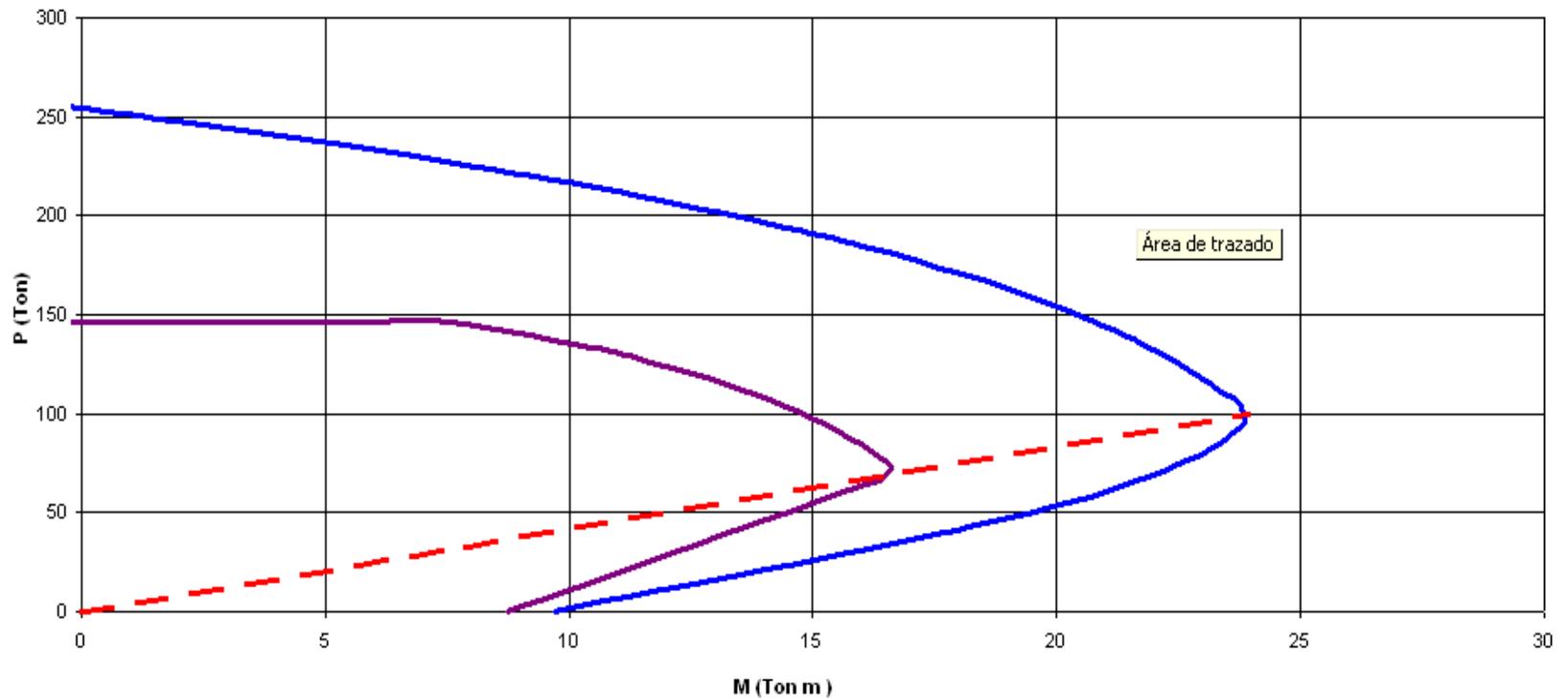
Diseño de Columnas

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		
$\epsilon_u =$	0.0030	$C_b =$	33.1 cm.
$\epsilon_s =$	0.0021	$C_{Mb} =$	5.2 cm.
$\beta =$	0.85	$P_o =$	262 Ton.
espac. en h =	15.73 cm.	$M_o =$	9.7 Ton m.
espac. en b =	1.70 cm.		
# total de varillas =	10		
ϕ varilla =	12 mm.		
$A_\phi =$	1.13 cm ²		
$A_s =$	3.39 cm ²		
$A_{total} =$	11.31 cm ²		

$\rho =$	0.0126
----------	--------

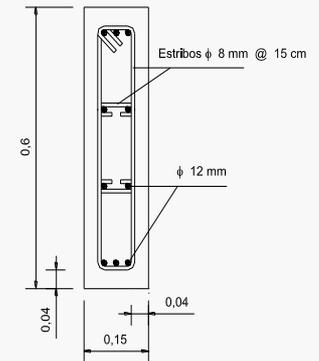
DIAGRAMA DE INTERACCION PARA LA RESISTENCIA DE UNA COLUMNA SOMETIDA A FLEXOCOMPRESION



✓ Detalle de Secciones de Columnas

COLUMNAS	SECCIÓN	ESTRIBOS		ACERO LONGITUDINAL	
		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

Detalle Sección Columna



✓ Diseño de Paneles de Losa

- ✓ Vigas absorben momentos de fajas de columnas y fajas centrales.
- ✓ Acero de refuerzo en nervios de losa = armadura mínima.

Refuerzo para Temperatura y Retracción de Fraguado

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 20 \text{ cm}$$

ACI 7.12.2

$$\rho_{\text{mín}} = 0.0018$$

$$A_s = \rho b d$$

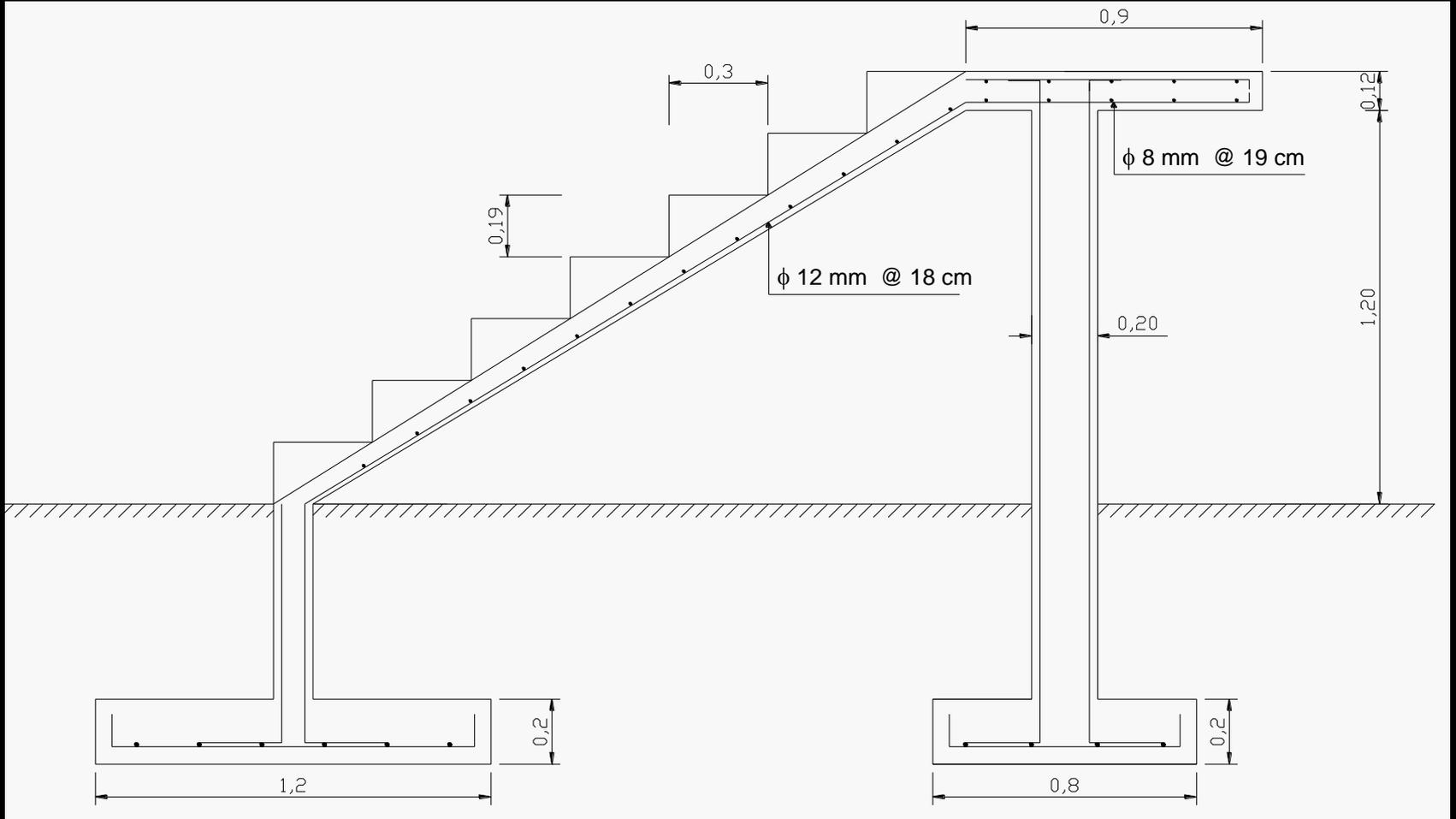
$$A_s = 3.60 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$\text{Separación: } 14 \text{ cm}$$

Entonces separación máxima = 15 cm

Por lo que seleccionaremos una malla electrosoldada $\phi 8 \text{ mm @ } 15 \text{ cm}$

✓ Escalera

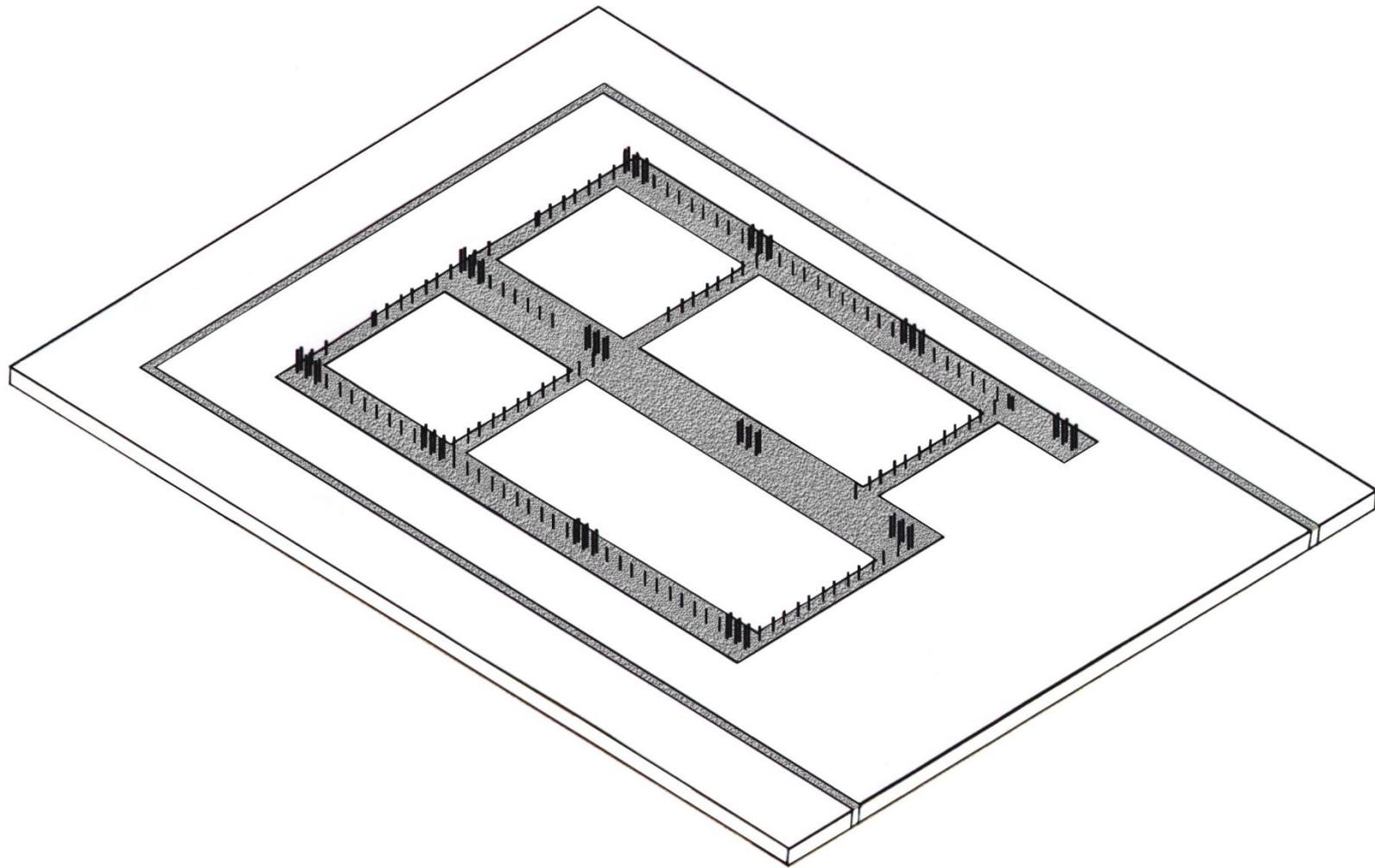


Construcción y Montaje de la Vivienda

➤ Subestructura: Cimentación.

Cimentación ↔ Fabricación de paneles.

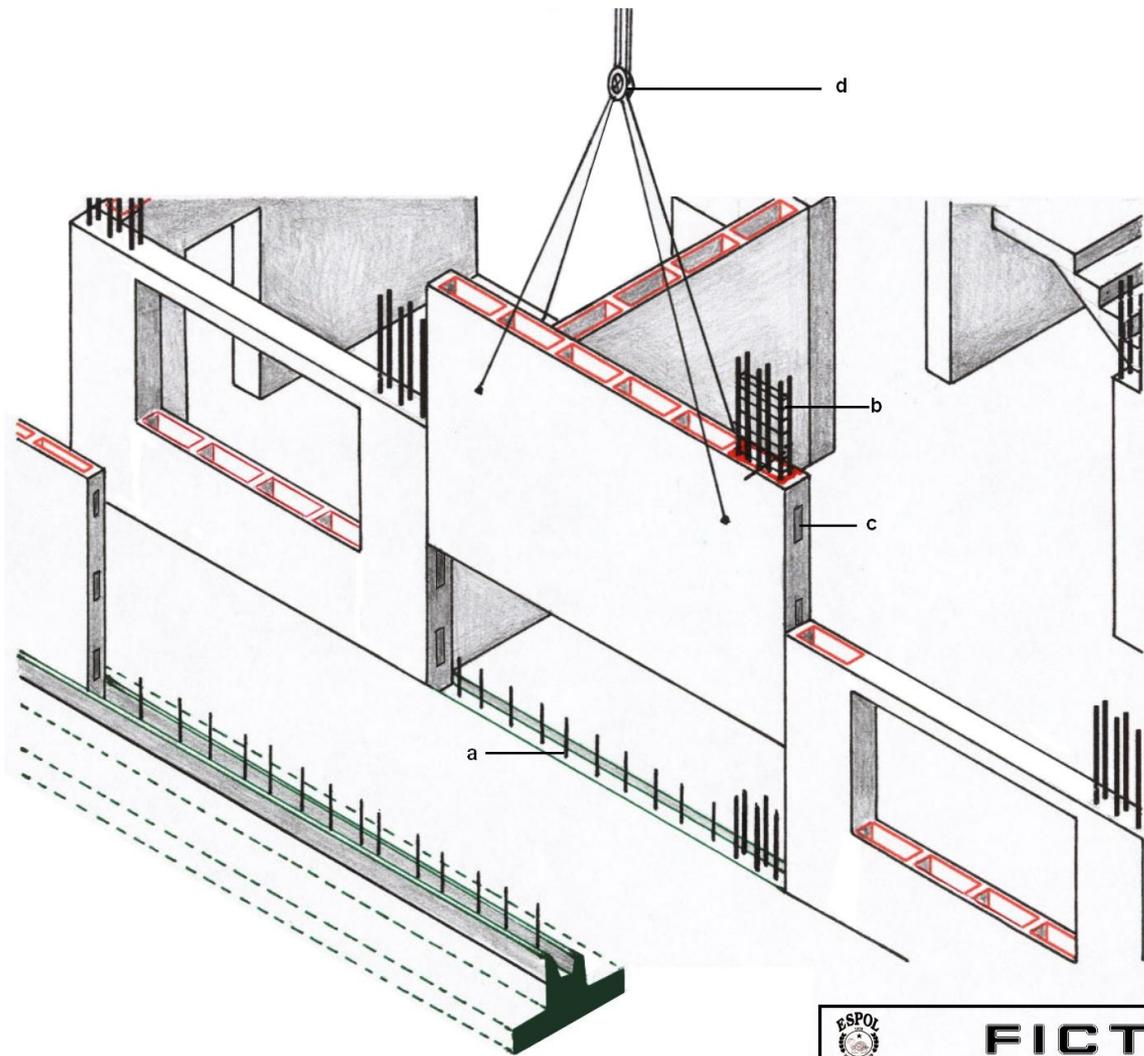
- ✓ Los ensayos que se realizarán son:
 - ✓ Límites de Atterberg.
 - ✓ Análisis Granulométrico.
 - ✓ Resistencia a la Compresión Simple.
 - ✓ Consolidación.
 - ✓ Ensayo de Compresión Triaxial.
- ✓ Procedimiento:
 - ✓ Trazado del Terreno.
 - ✓ Excavación del terreno.
 - ✓ Preparación de Encofrados y Armadura de Zapatas.
 - ✓ Fundición de Zapata.



		FICT · ESPOL	
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: Vista General de la Cimentación		ESCALA: 1:75	FIGURA No.: 7.1
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinuesa	DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Ríos		

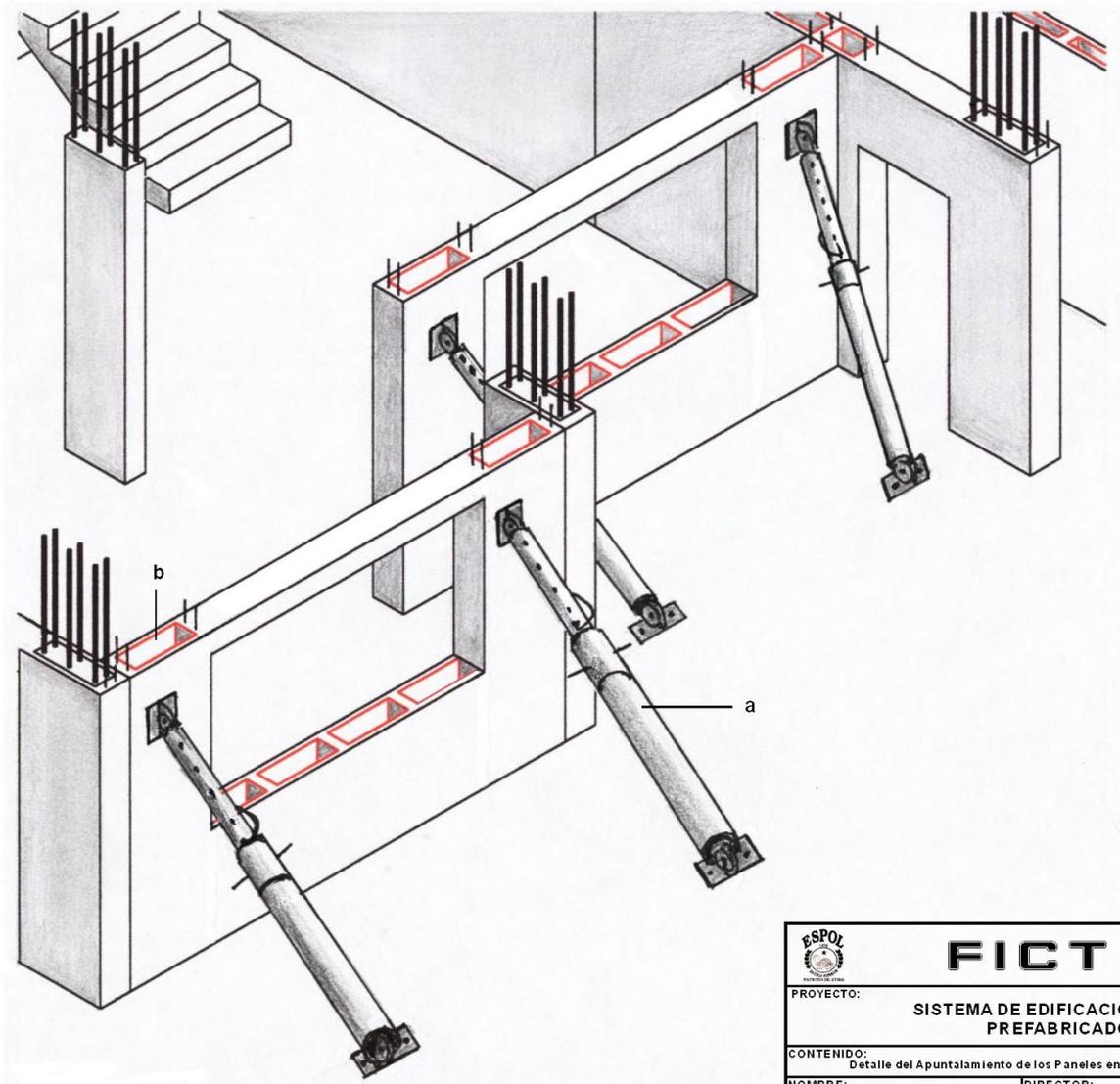
➤ Superestructura: Armado Total.

- ✓ Montaje de Paneles Planta Baja:
 - ✓ Procedimiento:
 - ✓ Enganche y levantamiento del panel.
 - ✓ Colocación de panel.
 - ✓ Armadura de Columna.
 - ✓ Alineamiento horizontal y vertical del panel.
 - ✓ Apuntalamiento del panel.
 - ✓ Fundición de la Columna.
 - ✓ Llenado de cajonetas.



FICT - ESPOL

PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO		ESCALA:	FIGURA No.:
CONTENIDO: Detalle del Montaje de los Paneles de la Planta Baja y Perimétricos		1:75	7.2
NOMBRE:	DIRECTOR:		
Otto S. Caballero Vinuesa	Ing. Julio Rodríguez Ríos		

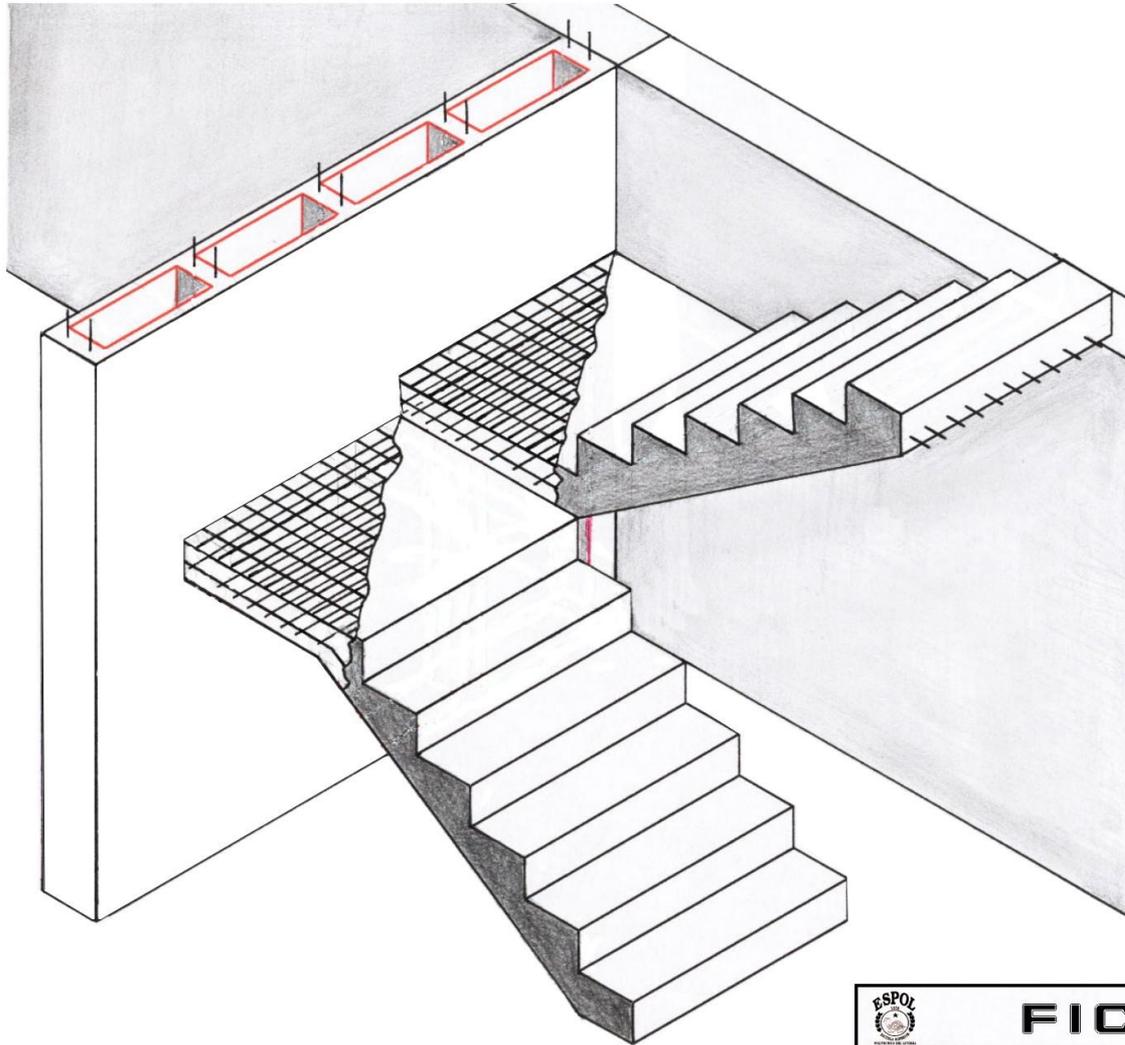


		<h1>FICT · ESPOL</h1>	
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: Detalle del Apuntalamiento de los Paneles en la Planta Baja		ESCALA: 1:75	FIGURA No.: 7.3
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Ríos		

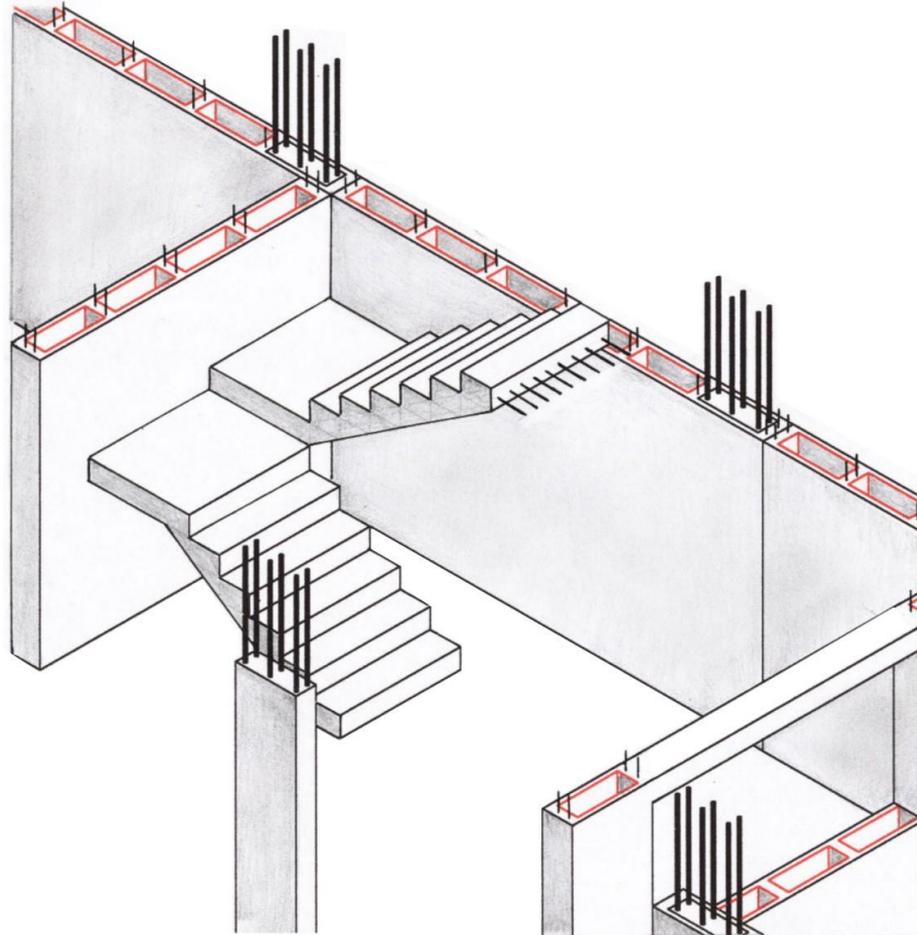
✓ Montaje de Escalera Prefabricada:

- ✓ Escalera de dos tramos.
- ✓ Apoyada sobre un plinto.
- ✓ Los descansos estarán apoyados sobre un pilarete.
- ✓ La parte superior del segundo tramo de la escalera se acopla con la losa.
- ✓ Juntas soldadas.



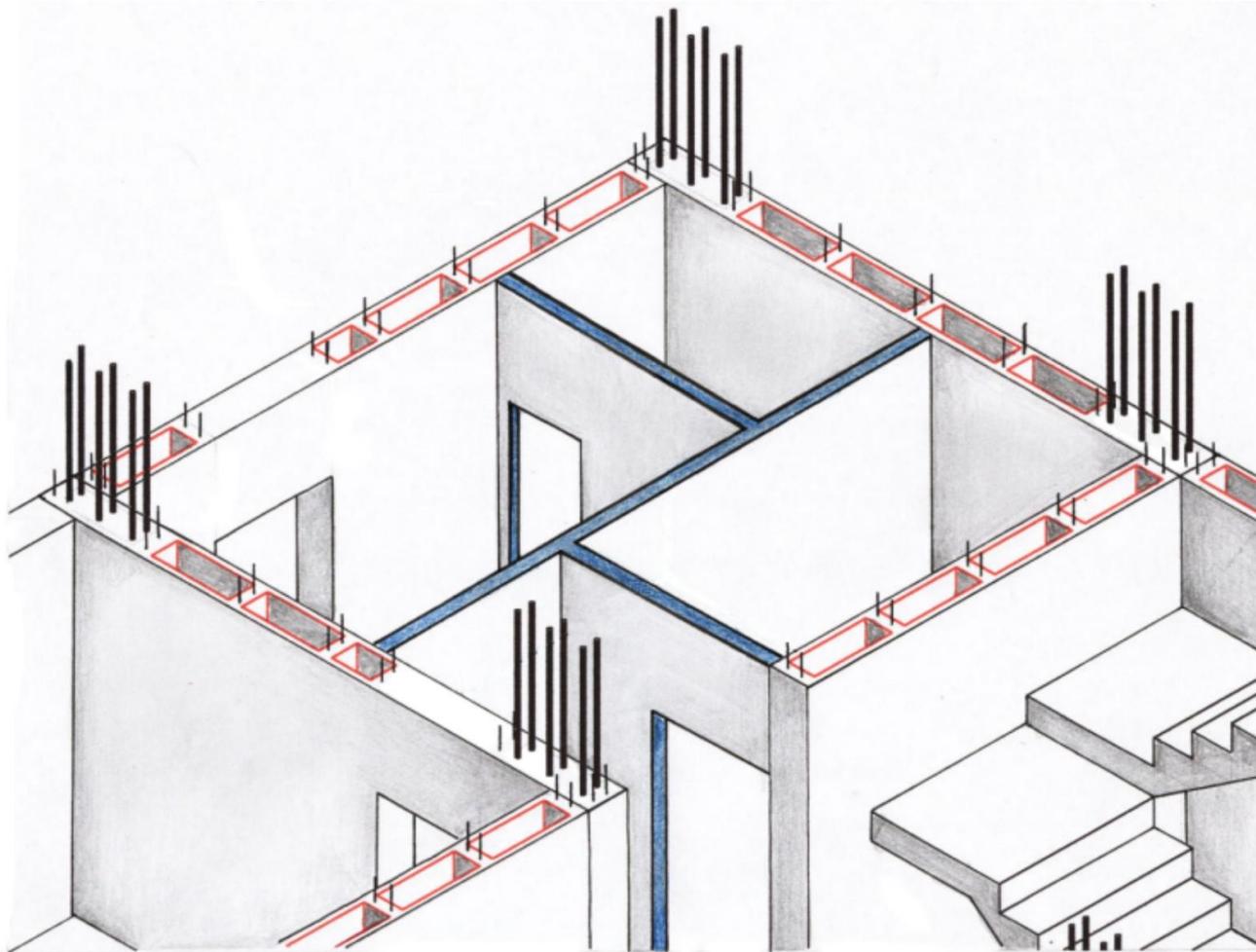


			FICT · ESPOL	
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO				
CONTENIDO: Vista del Empotramiento de la Escalera en el Panel		ESCALA: 1:75	FIGURA No.: 7.4	
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinuesa	DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Ríos			



FICT - ESPOL

PROYECTO:	SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO		
CONTENIDO:	Vista General de Escalera Terminada	ESCALA:	FIGURA No.:
NOMBRE:	Otto S. Caballero Vinuesa	DIRECTOR:	Ing. Julio Rodríguez Ríos
		1:75	7,5



Obra Convencional



FICT · ESPOL

PROYECTO:

SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO

CONTENIDO:

Detalle de Obra Convencional en la Planta Baja

ESCALA:

1:75

FIGURA No.:

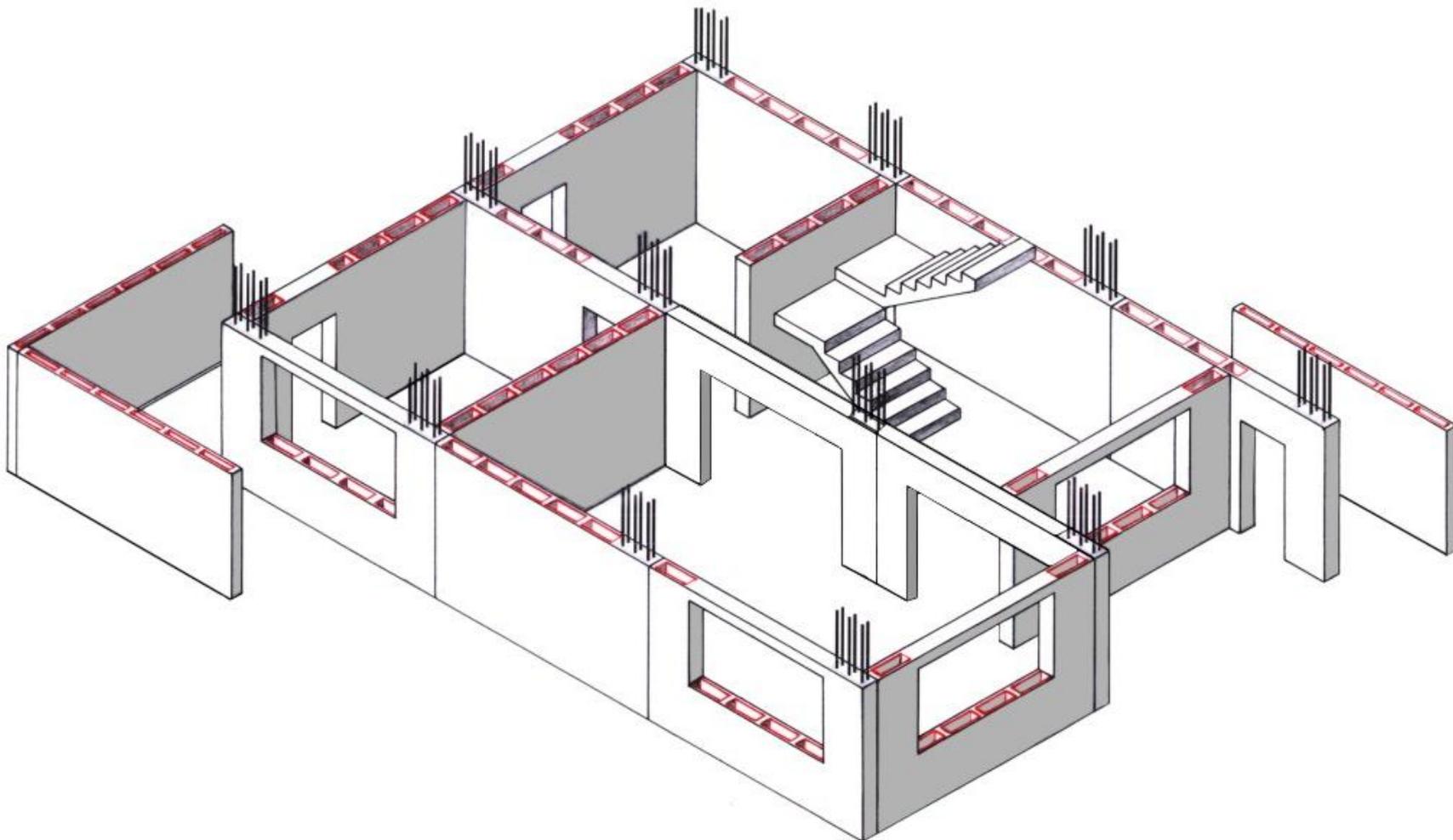
7.6

NOMBRE:

Otto S. Caballero Vinuesa

DIRECTOR:

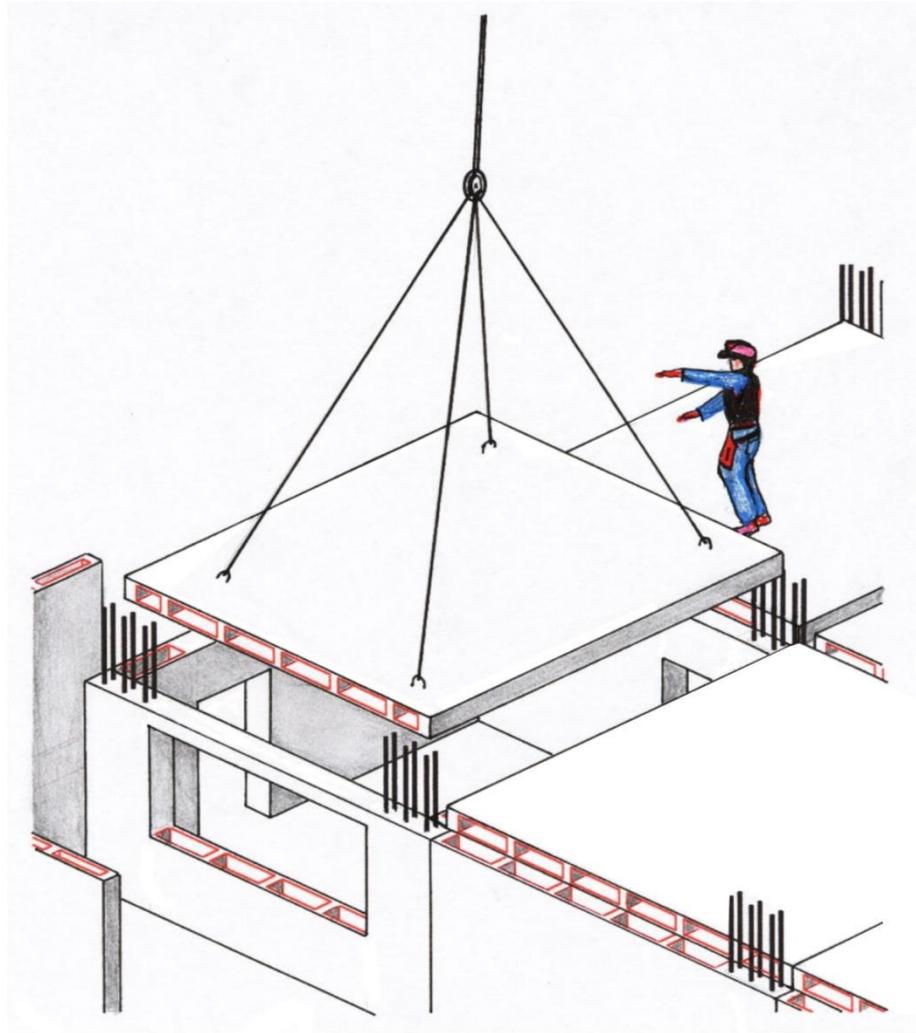
Ing. Julio Rodríguez Ríos



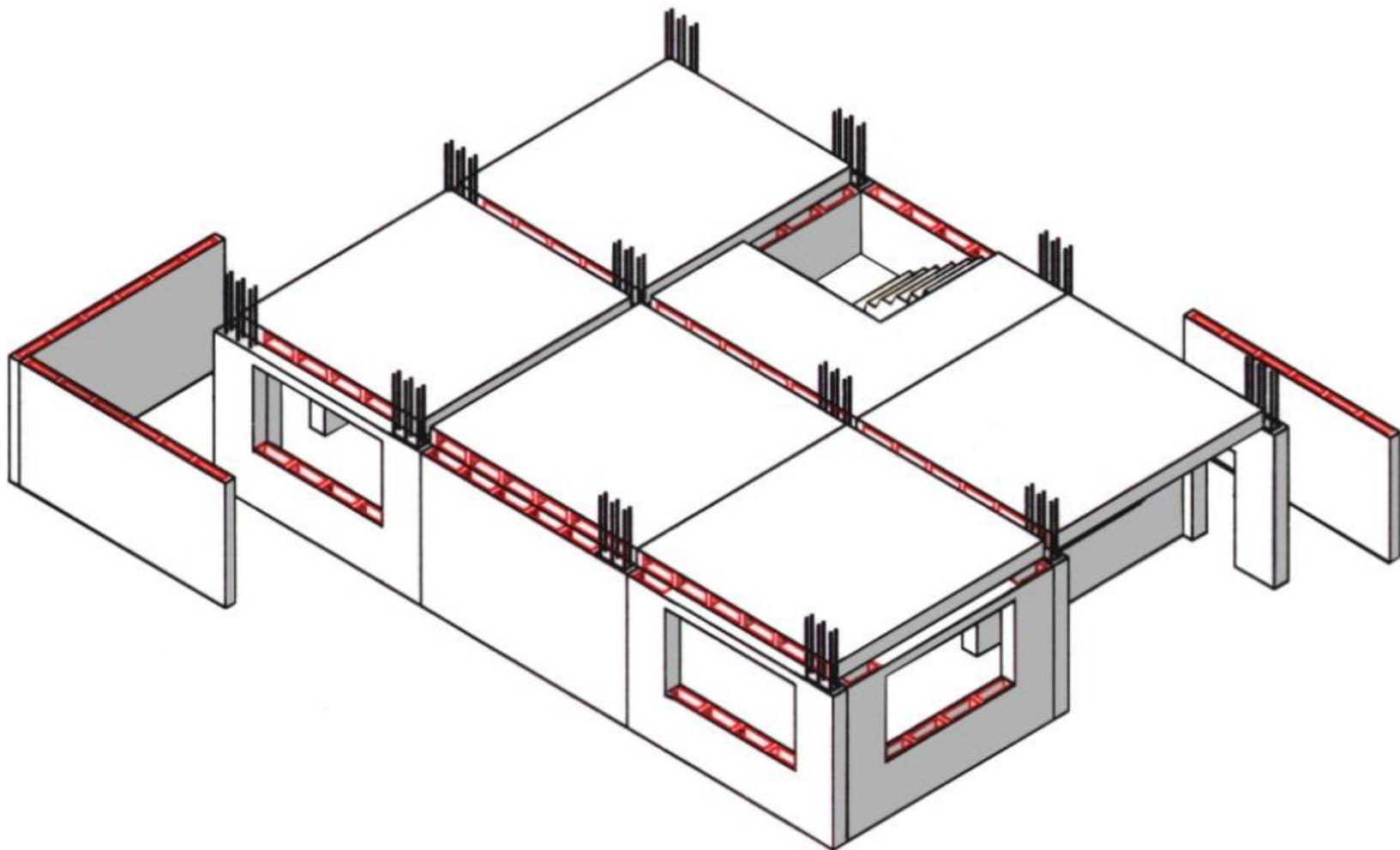
			
FICT · ESPOL			
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO:	Vista General de la Planta Baja	ESCALA:	FIGURA No.:
NOMBRE:	Dir. S. Cabelero Viqueza	1:75	7.7
	DIRECTOR:		
	Ing. Julio Rodríguez Ríos		

✓ Montaje de Losas:

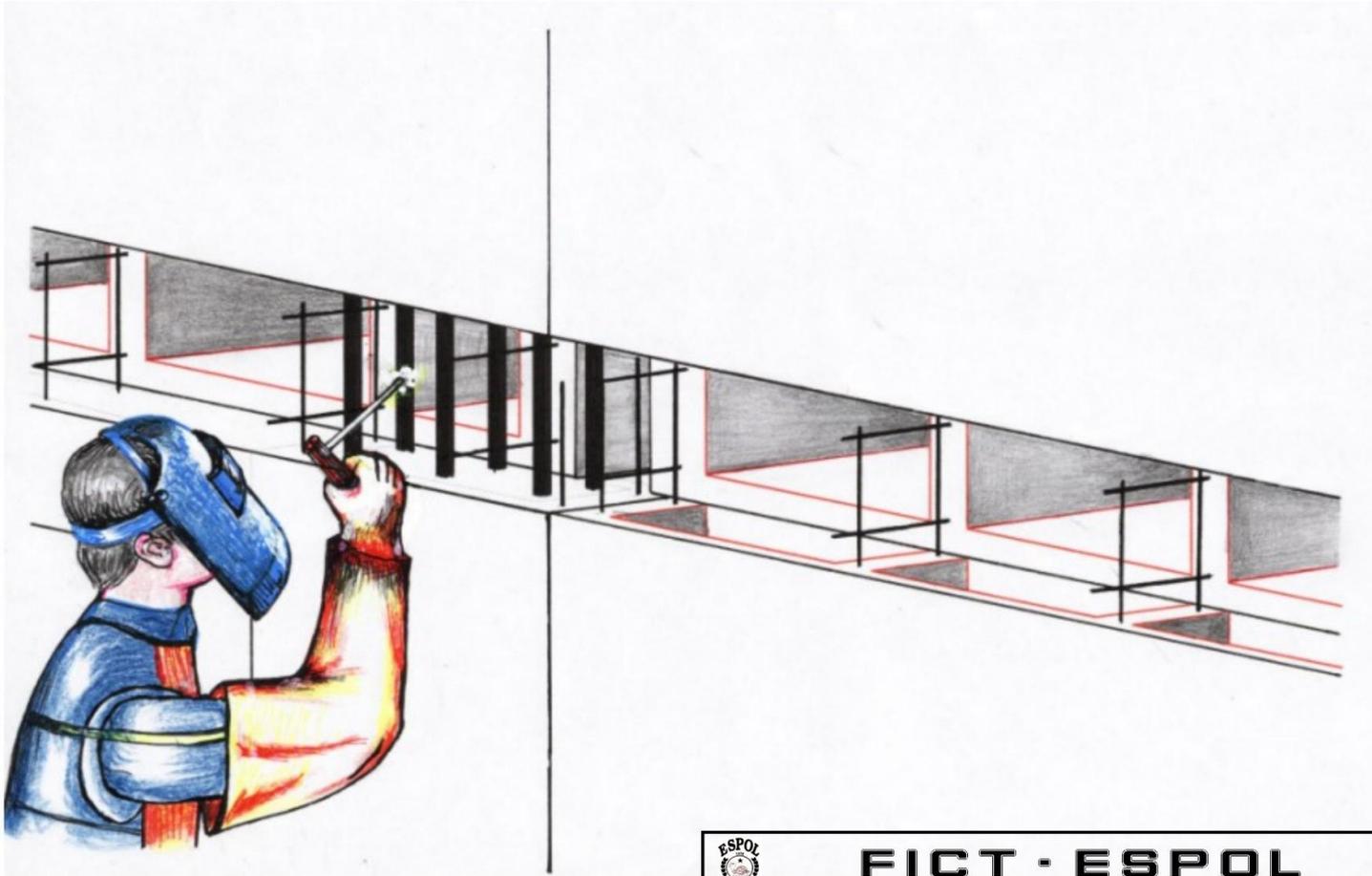
- ✓ Paneles de pared deben estar rígidos.
- ✓ Dirección de cajonetas de losas = Dirección de cajonetas de paredes.
- ✓ Cajonetas utilizadas para instalaciones sanitarias y eléctricas.
- ✓ Empalme de varillas de losa con varillas de pared.
- ✓ Evitar circulación de obreros debajo del panel durante el montaje.
- ✓ Encofrado y colado de las vigas de entrepiso.
- ✓ Se utiliza hormigón con resistencias altas a temprana edad.



				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 Vinuesa		DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Ríos			

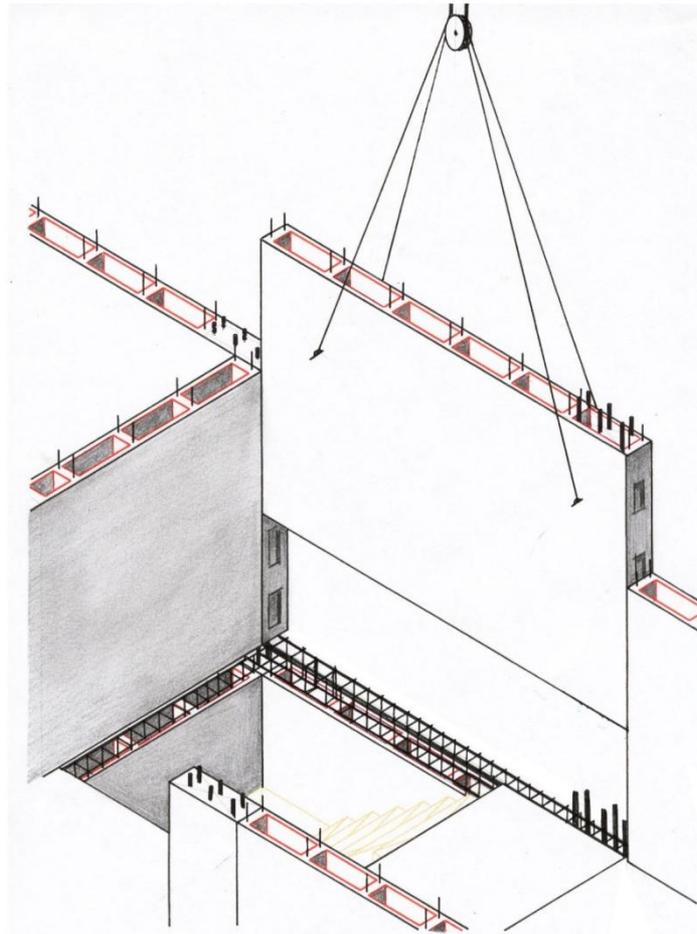


FICT · ESPOL				
SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO				
CONTENIDO:		Vista General Lezo de la Planta Alta	ESCALA:	Figura No.:
DISEÑADOR: Cdo. S. Caballero Viqueza	DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Rivero	1:75	7.9	

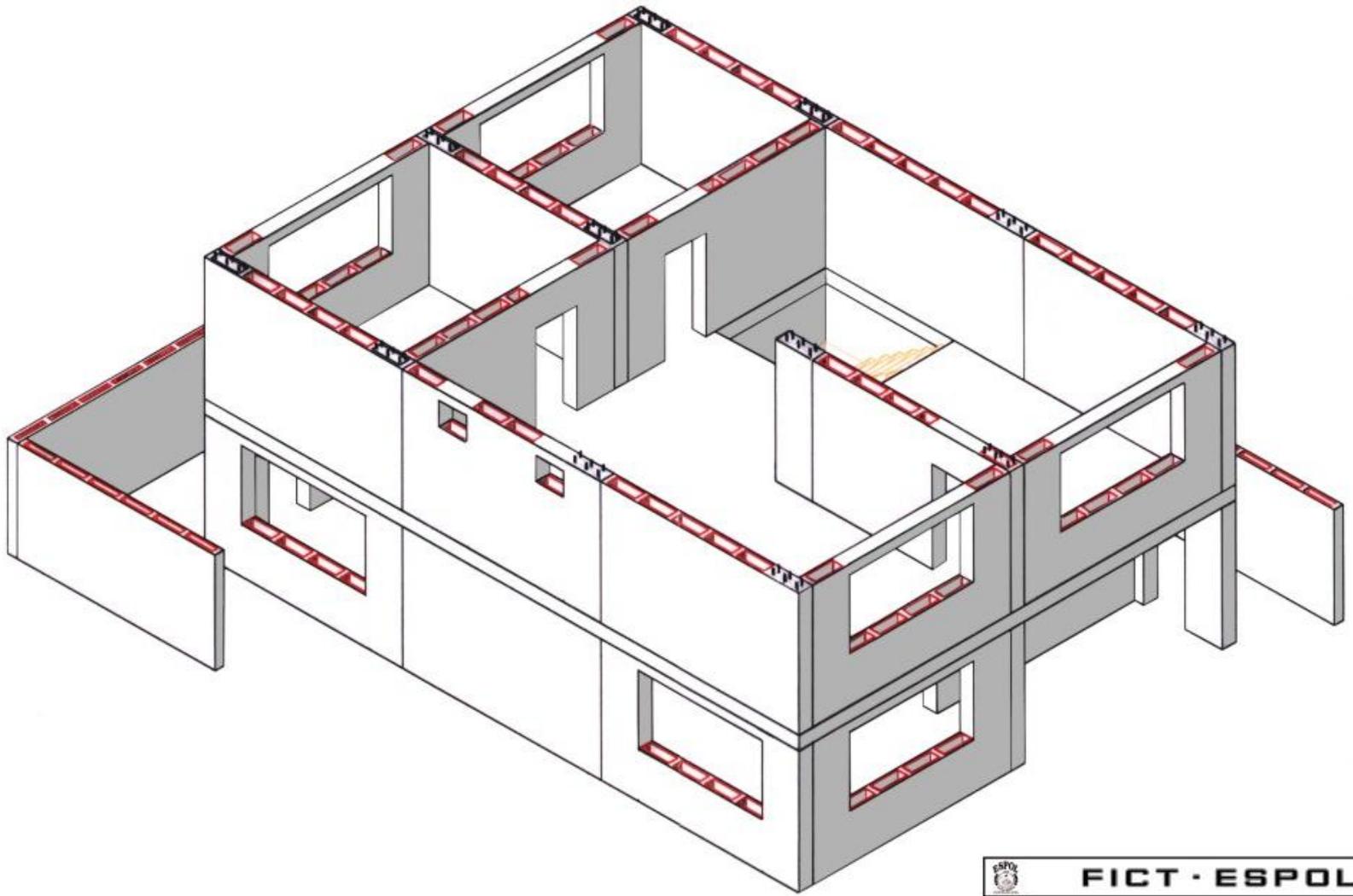


		FICT · ESPOL	
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO: Empate de Losas con Paneles de Planta Baja		ESCALA: 1:75	FIGURA No.: 7.10
NOMBRE: Otto S. Caballero Vinuesa	DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Ríos		

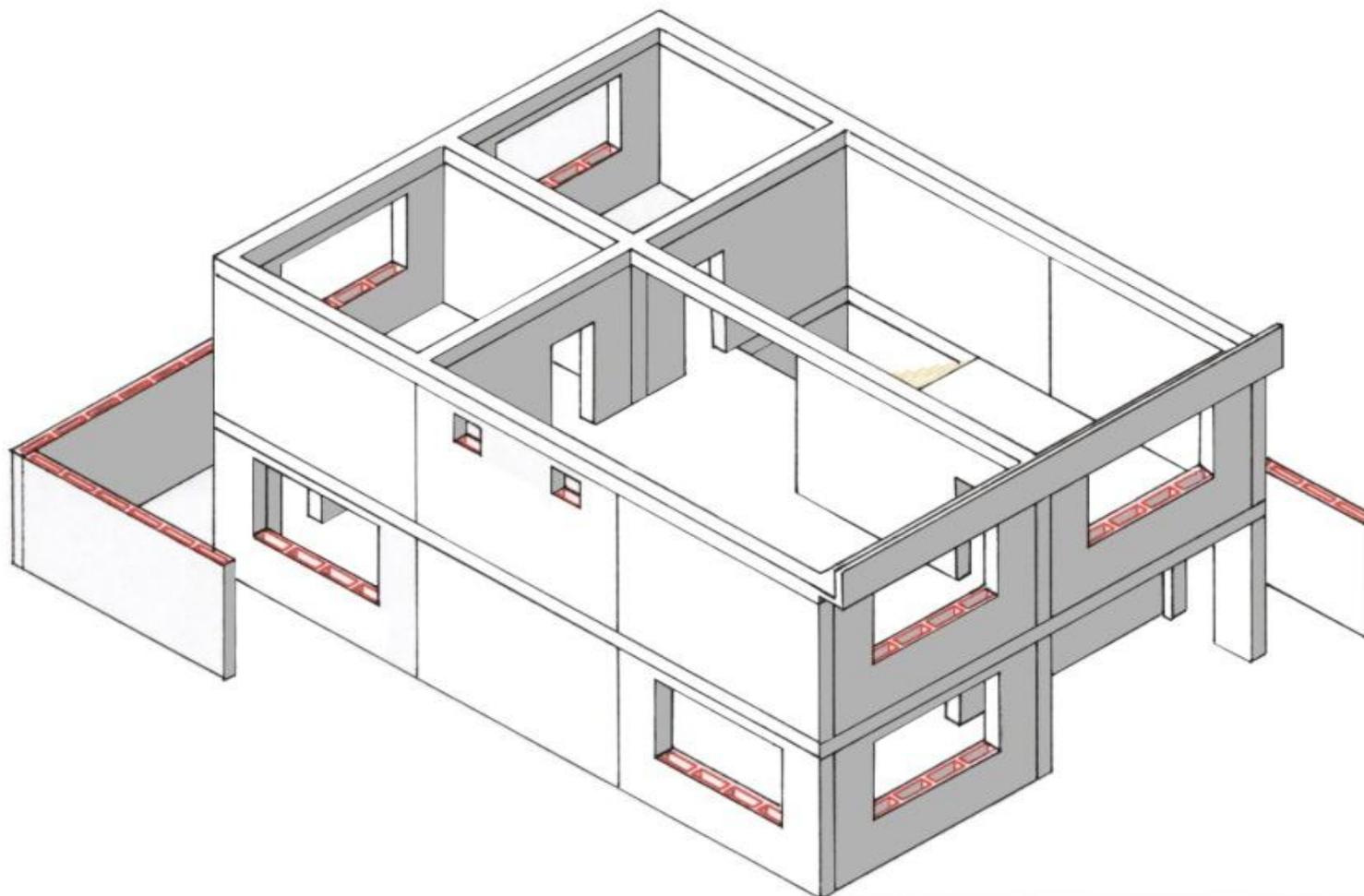
- ✓ Montaje de Paneles Planta Alta:
 - ✓ Igual colocación que los paneles inferiores.
 - ✓ Dirección de montaje:
Interiores \Rightarrow Exteriores.
 - ✓ Alineamiento horizontal y vertical de paneles.
 - ✓ Apuntalamiento de paneles.
 - ✓ Hormigonado de Columnas.
 - ✓ Vigas de amarre para fijación de paneles.
 - ✓ Obra Convencional en Planta Alta.



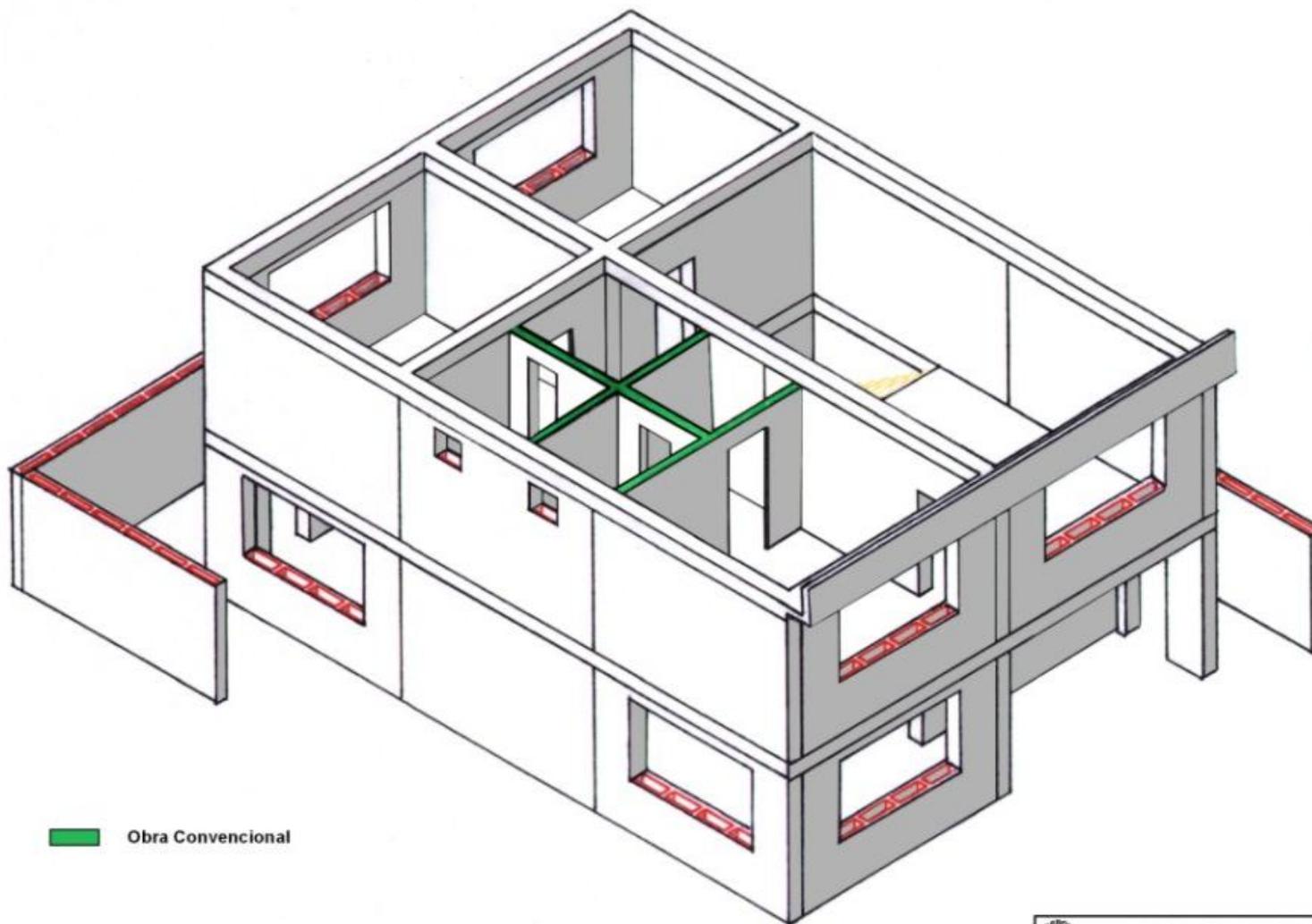
FICT · ESPOL			
PROYECTO: SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO			
CONTENIDO:	Detalle del Montaje de un Panel en la Planta Alta	ESCALA:	FIGURANO.:
NOMBRE:	DIRECTOR:	1:75	7.11
Otto S. Caballero Vinuesa	Ing. Julio Rodríguez Ríos		



			
FICT · ESPOL			
PROYECTO:	SISTEMA DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO		
CONTENIDO:	Vista General de los Paneles de la Vivienda	ESCALA:	Figura No.:
DISEÑO:	DIRECCIÓN:	1:75	7.12
Otto S. Caballero Viqueza	Ing. Jairo Rodríguez Ríos		



		<h1 style="margin: 0;">FICT - ESPOL</h1>	
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 Vinuesa	DIRECTOR: Ing. Julio Rodríguez Ríos		



 Obra Convencional

	FICT - ESPOL		
	SISTEMA DE EDIFICACION DE VIVIENDAS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN ARMADO		
PROYECTO:	Vista General de la Obra Convencional de la Planta 2da		
CONTENIDO:	ESCALA:	FIGURA No.:	
AUTOR:	DISEÑO:	1:75	7,14
Otto S. Calabero Viqueza	Ing. Julio Rodriguez Rios		

➤ Mano de Obra y Equipos Necesarios.

- ✓ Mano de Obra: Calificada.
- ✓ Equipos de Construcción: Buen rendimiento
- ✓ Mano de Obra:
 - ✓ Planta de Producción:
 - ✓ Taller de Ferralla:
 - 1 jefe de grupo.
 - 6 obreros.
 - ✓ Taller de Preparación de Encofrados Metálicos:
 - 1 jefe de grupo.
 - 3 obreros.
 - ✓ Preparación del Hormigón:
 - 1 operario.
 - 1 obrero.
 - ✓ Vertido y Curado del Hormigón.
 - 1 jefe de grupo.
 - 3 obreros.

- ✓ Almacenado de Paneles:
 - 1 jefe de bodega.
 - 1 obrero.
- ✓ Transporte de Paneles:
 - 1 chofer.
 - 1 ayudante.
- ✓ Obra:
 - ✓ Cimentación:
 - 1 jefe de grupo.
 - 5 obreros.
 - ✓ Montaje de Paneles:
 - 1 operador de grúa.
 - 2 ayudantes.
 - 1 jefe de grupo.
 - 3 obreros.
 - ✓ Preparación y hormigonado de vigas:
 - 1 soldador.
 - 1 fierrero.
 - 2 obreros.

➤ Equipos de Construcción:

✓ Cimentación:

- ✓ Retroexcavadora.
- ✓ Rodillo Compactador.
- ✓ Equipos de Topografía.

✓ Montaje de Paneles:

- ✓ 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
- ✓ Andamios para el hormigonado exterior de las juntas.
- ✓ Máquinas de Soldar de 250 Amp.
- ✓ Encofrados metálicos tradicionales.
- ✓ Instrumentos de albañilería para trabajos secundarios y remates de obra.

Costos y Programación

➤ Análisis de Precios Unitarios.

- ✓ Costo Directo.
- ✓ Costo Indirecto.

- ✓ Rubros representativos:
 - ✓ Hormigón.
 - ✓ Zapatas.
 - ✓ Paneles Prefabricados.
 - ✓ Columnas.
 - ✓ Vigas.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Obra: Sistema de Edificación de Viviendas con Elementos Prefabricados de Hormigón Armado

Panel PS

Rubro: 4300

Unidad: m³

Elaboración y Colocación

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	REND.	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Concreteira	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
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
SUBTOTAL N:					1.51

MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Hormigón $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$	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
			SUBTOTAL O:	91.02

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
				0.00
			SUBTOTAL P:	0.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X=(M+N+O+P)$		96.35
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20 %	19.27
OTROS COSTOS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		115.62

Costo de una Vivienda Tipo Construcción Convencional

Descripción		Área	Precio Unitario	Total
		(m ²)	(\$)	(\$)
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	Precio Unitario	Total
	(m ³)	(\$)	(\$)
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

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

Costo de una Vivienda Sistema Tradicional

Area Vivienda : 240 m²

Preliminares	5.08
Estructura	78.14
Albañilería	35.60
Inst. Eléctrica	15.16
Inst. Sanitaria	21.57
Cerámica	14.32
Pisos	33.28
Carpintería	29.10
Aluminio y Vidrio	19.50
Pintura	10.64
Tumbado	10.03
Ob. Complement.	8.87
	<hr/>
	\$ 281.29

Valor Total: **\$ 67,509.60**

Costo de una Vivienda Sistema Prefabricado

Preliminares	5.08
Estructura	35.93
Inst. Eléctrica	15.16
Inst. Sanitaria	21.57
Cerámica	14.32
Pisos	33.28
Carpintería	29.10
Aluminio y Vidrio	19.50
Pintura	10.64
Tumbado	10.03
Ob. Complement.	8.87
	<hr/>
	\$ 203.48

Valor Total: **\$ 48,835.20**

➤ Diagrama de Gant del Avance de Obra de la Vivienda Prefabricada.

- ✓ Microsoft Project.
- ✓ Proceso cíclico.
- ✓ Planificación y Programación efectiva de la obra.
- ✓ Tiempo de Construcción de 3 viviendas.
- ✓ Una cuadrilla de trabajadores.
- ✓ Cinco cuadrillas \Rightarrow 30 viviendas / mes.
- ✓ Una vivienda por día.



Microsoft Project.Ink

Nombre de tarea	Duración	01 jun '03					08 jun '03					15 jun '03					22 jun '03					29 jun '03													
		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
1 Fabricación en planta	3 días	[Barra de tarea]																																	
2 Preparación del panel	2 días	[Barra de tarea] Jefe de Grupo,Fierrero[600%]																																	
3 Armado y molde	2 días	[Barra de tarea] Fierrero,Ayudantes[300%]																																	
4 Hormigonado	2 días	[Barra de tarea] Ayudantes[200%],Jefe de Grupo,Albañil																																	
5 Endurecimiento y fraguado	2 días	[Barra de tarea]																																	
6 Almacenado	1 día	[Barra de tarea] Ayudantes[200%],Operario de Grúa																																	
7 Transporte	1 día	[Barra de tarea] Chofer,Ayudante																																	
8 Montaje en obra	18.5 días	[Barra de tarea]																																	
9 Obras Preliminares	1 día	[Barra de tarea] Residente de Obra,Ayudante																																	
10 Cimentación	4 días	[Barra de tarea]																																	
11 Excavación para cimientos	1 día	[Barra de tarea] Residente de Obra,Obreros[500%]																																	
12 Preparación de zapatas	1 día	[Barra de tarea] Fierrero,Albañil,Ayudantes[200%],Carpintero,Ayudante Carpinteria																																	
13 Instalaciones secundarias	1 día	[Barra de tarea] Albañil,Ayudante																																	
14 Hormigonado de zapatas	2 días	[Barra de tarea] Albañil,Ayudantes[500%]																																	
15 Hormigonado de riostras	2 días	[Barra de tarea] Ayudantes[500%],Albañil																																	
16 Planta Baja	2 días	[Barra de tarea]																																	
17 Montaje del panel (elevación)	1 día	[Barra de tarea] Ayudantes[200%],Operario de Grúa,Residente de Obra																																	
18 Empate de instalaciones secundarias	1 día	[Barra de tarea] Albañil,Ayudante																																	
19 Empate de Columnas	1 día	[Barra de tarea] Soldador,Ayudante																																	
20 Alineamiento y Apuntalamiento	1 día	[Barra de tarea] Residente de Obra,Ayudantes[200%]																																	
21 Hormigonado de Columnas	1 día	[Barra de tarea] Albañil,Ayudantes[500%]																																	
22 Hormigonado piso	1 día	[Barra de tarea] Albañil,Ayudantes[500%]																																	

➤ Conclusiones:

- ✓ En toda edificación prefabricada es importante conocer la acción de una fuerza sísmica.
- ✓ El diseño estructural de la vivienda se baso en las consideraciones que dicta el Reglamento para las Construcciones de Concreto Estructural ACI 318-99.
- ✓ El sistema de vivienda prefabricadas resulta más económico que el sistema tradicional.

➤ Recomendaciones:

- ✓ Buen mantenimiento de los moldes metálicos.
- ✓ Correcta dosificación y alcanzar tempranamente altas resistencias en el hormigón.
- ✓ Precisión durante el montaje y aplicar criterios técnicos.
- ✓ Organización eficaz del proceso.

Gracias