



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

" Proyecto de construcción de una vivienda con estructura
metálica"

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Exámen Complexivo

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

Susana Margoth Recalde Cordero

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2016

AGRADECIMIENTO

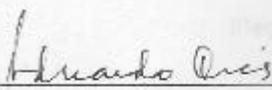
A mis padres, que con su amor, abnegación y ejemplo hicieron de mi la persona que soy, a mi esposo que con su amor me ha hecho perseverar y a mis hijos que han sido para mi un norte y yo he querido ser para ellos el suyo.

A los Ings. Ignacio Wiesner, Eduardo Orces y Sandra Vergara que con su perseverancia no me han dejado claudicar.

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE
MIS AMADÍSIMOS
PADRES
A MI ESPOSO
A MIS HIJOS

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Eduardo Orcés



Ing Ignacio Wiesner

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de exámen complejo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Susana Margoth Recalde Cordero

RESUMEN

Decidí que mi casa la quería construir con estructuras metálicas y no del modo convencional con hormigón, luego de haber dirigido un taller de reparación de contenedores para transportación marítima con estándares internacionales por más de 5 años, mi responsabilidad era el reacondicionamiento de unidades severamente accidentadas o reparaciones de todo tipo inclusive las que son causadas por el deterioro normal de los materiales o la corrosión por su exposición constante al tráfico marino.

Adquirí mucha experiencia y habilidades en relación con las particularidades de las estructuras metálicas que habitualmente soportan cargas de hasta 8 contenedores apilados uno encima de otro c/u con un peso de 30 tons, es decir 240 Tons, y que se construyen tanto en aluminio como en un acero aleado especial denominado courten steel cuya aleación no le confiere un mayor límite a la fluencia pero si una mayor resistencia a la corrosión, siempre que los procedimientos seguidos cumplan con los requisitos internacionalmente establecidos en los estándares de la ASTM y en los de IICL (International Institute of Containers Lessors), que no son motivo de este trabajo final de graduación y por ello no entramos en detalles.

Siempre encontré más práctico, útil y duradero el uso del acero para la construcción de casas, por ello me propuse el objetivo de demostrar que además era menos costoso.

Mi inquietud lleva aparejado el afán de ofrecer un aporte para reducir el problema del déficit habitacional en el Ecuador que no ha sido resuelto aún, pues las alternativas de construcción que existen no lo han logrado, en buena medida porque los métodos de construcción insisten en soslayar la ventaja comparativa que tiene el uso de estructuras metálicas para reducir también los tiempos de construcción.

Para la construcción con este método, es primordial tener en cuenta detalles sencillos y prácticos que expongo aquí, que no limitan ni desestiman la importancia que tiene la ingeniería mecánica en cuanto la realización de ensayos para verificar las calidades de los materiales y de las uniones soldadas y pruebas para verificar las calificaciones de quienes ejecutan la construcción en campo.

Para alcanzar el objetivo de bajar costos sin desmejorar la calidad de la construcción, se hizo especial énfasis y se puso el mayor cuidado en la construcción de las estructuras, cuidando la calidad de la mano de obra, calidad de soldaduras, calidad del material.

Para esto, fueron sometidos los cordones de soldadura realizados y los materiales utilizados a pruebas de tracción, a fin de comprobar que las estructuras no van a fallar con las cargas que deben soportar.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL	V
SIMBOLOGÍA	VII
ABREVIATURAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE PLANOS	XII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES	2
1.1. Métodos de Construcción	2
1.2. Requerimientos de mano de obra	3
1.3. Análisis cronológico de trabajos en la construcción	5
1.4. Presupuestos de obra para ambos métodos	11
CAPÍTULO 2	
2. CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA	17
2.1. Planos de construcción	17
2.2. Memoria técnica del cálculo y diseño estructural	17
2.3. Cargas	17
2.4. Material a utilizar	18

2.5. Características y Resistencia de materiales	20
2.6. Hipotesis y métodos de cálculos	20
2.7. Protección del acero	22
2.8. La soldadura	24
2.9. Diseño de la estructura	26
CAPÍTULO 3	
3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS	37
3.1 VENTAJAS	37
3.2 DESVENTAJAS	38
CAPÍTULO 4	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
4.1 CONCLUSIONES	39
4.2 RECOMENDACIONES	39
APÉNDICES	
APÉNDICE I Tablas de perfiles estructurales	41
APÉNDICE II Planos arquitectónicos y estructurales	44
APÉNDICE III Tabla de salarios	45
BIBLIOGRAFÍA	46

SIMBOLOGÍA

A	Área
Cant.	Cantidad
cm	centímetro
cm ²	centímetro cuadrado
cm ³	centímetro cúbico
d ₁	distancia al eje neutro
d ₂	distancia al eje neutro
E _h	Módulo de elasticidad del concreto
E _a	Módulo de elasticidad del acero
Fig.	Figuras
f _c	Resistencia a la compresión del hormigón a los 28 días
f _y	Límite de fluencia
I _x	Momento de Inercia
kg	Kilogramos
L	longitud
M	momento
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cúbico
ml	metro lineal
m	metro
N	relación entre módulos de elasticidad del acero y el hormigón

Q_n	Carga por Nervio
Q_t	Carga total
Q	Carga
Q_v	Carga de la viga
S	ancho
Sen	seno
t	tiempo
Und	Unidad
V	Fuerza cortante
V_n	Fuerza normal
W	módulo de resistencia
Σ	sumatoria
σ_t	esfuerzo de trabajo
σ_v	esfuerzo cortante
σ_n	esfuerzo normal

ABREVIATURAS

- AISC American Institute of steel construction
(Instituto Americano de Construcción en Acero)
- AWS American Welding Society (Sociedad Americana de Soldadura)
- IICL International Institute of Containers Lessors (Instituto Internacional de Arrendatarios de Contenedores)
- ASTM American society for testing and materials (Sociedad Americana de Ensayos y Materiales)
- SSPC: The Society for surfaces Protective Coating
- ACI American Concrete Institut (Instituto Amricano de Concreto)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Vigas armadas de varillas de hierro	2
Figura 1.2	Encofrado y lechos para cimentación	5
Figura 1.3	Armado de la estructura de la losa	6
Figura 1.4	Columnas de estructura metálica	8
Figura 1.5	Estructura metálica planta baja	9
Figura 1.6	Fraguado de losa	9
Figura 2.1	Material en ensayo de tracción	19
Figura 2.2	Curvas peligro sísmico Guayaquil	22
Figura 2.3	Zona de diseño	26
Figura 2.4	Corte tipo losa	26
Figura 2.5	Corte de viga A – A'	29
Figura 2.6	Análisis de esfuerzo cortante	31
Figura 2.7	Diagrama de cortante y momento flector	32
Figura 2.8	Fuerzas en columna	33
Figura 2.9	Corte de columna B-B'	33
Figura 2.10	Pared de bloque de piedra pómez	35
Figura 2.11	Pared de piedra base	36
Figura 2.12	Pared sin enlucir bloque visto	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Costo mano de obra hormigón armado y Estructura metálica	4
Tabla 1.2	Tiempos en construcción por hormigón armado	7
Tabla 1.3	Tiempos en construcción por estructura metálica	10
Tabla 1.4	Presupuesto obra estructural hormigón armado	12
Tabla 1.5	Presupuesto obra complementaria hormigón armado	13
Tabla 1.6	Presupuesto obra estructural estructura metálica	14
Tabla 1.7	Presupuesto obra complementaria estructura metálica	15
Tabla 1.8	Cuadro comparativo de costos	16
Tabla 2.1	Pesos unitarios de cargas	18

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1	Fachadas de la casa
PLANO 2	Cortes A-A' y B-B' de la casa
PLANO 3	Planta baja y alta
PLANO 4	Diseño hidráulico
PLANO 5	Cimentación
PLANO 6	Plano estructural

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo final de graduación, contempla la siguiente información:

En el primer capítulo de este documento se hace una síntesis de los procesos de la construcción, un análisis de costos de mano de obra, equipos y tiempos utilizados, se presenta presupuestos de obra estructural y complementaria para los dos métodos y se hace una comparación de estos para determinar si se puede alcanzar el objetivo de disminuir costos.

En el segundo capítulo se entra a la construcción en sí, detallando procesos de limpieza, protección de los metales, calificación de soldadores y soldaduras y armado de la estructura a fin de conseguir los objetivos propuestos.

En el tercero y cuarto capítulo se hace la comparación de los métodos y se analiza si se consiguió el objetivo o no, y se dan recomendaciones.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN

1.1.1 Casas de madera

Las casas de madera son utilizadas con mayor frecuencia en las zonas de Norte de América y Europa por el bajo costo de la madera debido a la cantidad de bosques que existen y al alto grado de industrialización, no es el caso de Ecuador cuyas maderas son catalogadas como exóticas.

1.1.2 Hormigón Armado

Es el más común, es la combinación de: cemento, arena, piedra, aditivos y acelerantes, y varillas de hierro. La estructura de la casa se basa en plintos o zapatas corridas, que albergarán a columnas y vigas de amarre (ver Fig 1.1.2.1 y Fig 1.3.1.1)



FIG. 1.1
VIGAS ARMADAS DE
VARILLAS DE HIERRO

Una vez que se funde el hormigón en los plintos, se arman los encofrados para las vigas y columnas, que serán la base para la formación de la losa del primer piso.

Se arma la cama de madera que dará albergue a la malla electrosoldada, vigas armadas y cajonetas que con la mezcla formará el hormigón para la losa.

1.1.3 Estructura Metálica

Este es el método con el que se trabajó, se utilizaron zapatas corridas para la base.

Se optimizaron los costos de la construcción reemplazando las vigas y columnas de hormigón por estructura metálica.

No fue necesario levantar encofrados para columnas, se pusieron placas base donde se soldó las columnas metálicas, estas placas se funden con el hormigón de las zapatas por medio de varillas de hierro.

Igual se arma la cama para el hormigón que junto con las vigas metálicas, que sirven de nervios, formará la losa que será de menor espesor a la comunmente usada debido a la resistencia que le dan las vigas, haciéndola menos pesada.

1.2 REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA

1.2.1 Hormigón Armado

ALBAÑILES; Preparan la mezcla de materiales para el hormigón, controlando que los porcentajes de cada elemento sean los correctos, llenan los encofrados con este, cuidando que no queden espacios sin rellenar.

AYUDANTES: Facilitan los materiales a los albañiles.

CARPINTEROS: Arman todo el encofrado para el hormigón.

FIERREROS: Obreros que tejen vigas formadas de varillas corrugada y alambre.

1.2.2 Estructura Metálica

En la cimentación al igual que en el hormigón armado se necesitan ayudantes, carpinteros, fierros, pero en cantidades diferentes y con el adicional de; SOLDADORES que realizan el armado de las estructuras metálicas

En el resto de la construcción por este método se disminuye esta mano de obra considerablemente.

TABLA 1.1
COSTO MANO DE OBRA HORMIGÓN ARMADO y
ESTRUCTURA METÁLICA

	OBRERO	COSTO	UNIDADES
1	ALBAÑIL	\$ 25.74	c/día
2	FIERRERO	\$ 25.74	c/día
3	CARPINTERO	\$ 25.74	c/día
4	AYUDANTE	\$ 25,74	c/día
5	SOLDADOR	\$ 25,74	c/día

Costos sacados de la tabla de salarios de la Cámara Ecuatoriana de la Construcción APENDICE III

1.3 ANÁLISIS CRONOLÓGICO DE TRABAJOS EN UNA OBRA

1.3.1 Hormigón armado

1ERA, 2DA Y 3ERA SEMANAS - trazado de ejes de cimentación sobre el terreno, excavación de zanjas y fundición de lechos replantillos de hormigón simple para plintos o para zapatas corridas, configuración de estribos armado de encofrados para vigas de varilla de hierro y fundición el hormigón para las vigas.



FIG 1.2 ENCOFRADO Y LECHOS PARA CIMENTACIÓN

4TA SEMANA - termina la fundición y se deja fraguar el hormigón por 28 días (5ta, 6ta y 7ma).

7MA, 8VA y 9NA SEMANAS - desencofrado de las zapatas y vigas de la cimentación, comienza el armado del encofrado para columnas y vigas de amarre de la planta baja y fundida del hormigón.

10MA, 11AVA y 12AVA SEMANAS - armado del encofrado para la losa del primer piso alto.

13AVA SEMANA - se termina de armar toda la estructura de la losa, se funde y se espera los 28 días (14ava, 15ava Y 16ava semanas) para el fraguado.

FIG. 1.3

ARMADO DE LA ESTRUCTURA DE LA LOSA



17AVA SEMANA - desencofrado de la losa y fundición de las columnas del primer piso alto, esperando para el fraguado de las mismas igual tiempo que en las anteriores ocasiones (18ava, 19ava Y 20ava semanas).

20AVA y 21AVA SEMANAS - armado del encofrado para las vigas de amarre del primer piso alto, para luego proceder a la fundición de éstas, y esperar los respectivos 28 días (22ava, 23ava Y 24ava SEMANAS).

25ava SEMANA - alzado de paredes

TRABAJO	CUADRO DE TIEMPOS EN CONSTRUCCIÓN POR HORMIGÓN																							
	MES		1 mes		2 mes		3 mes		4 mes		5 mes		6 mes											
	1era	2da	3era	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	9na	10ma	11va	12va	13va	14va	15va	16va	17va	18va	19va	20va	21va	22va	23va	24va
trazado plano en terreno																								
excavación de zanjas																								
fundición de techos de zapatas corridas																								
armada de encofrados para vigas de cimentación																								
armado de vigas y columnas de hierro																								
ubicación de cajones y vigas																								
fundición de vigas de cimentación																								
fraguado del hormigón en vigas de cimentación																								
desencofrado																								
encofrado para columnas y vigas de amarre planta baja																								
armado de vigas y columnas de hierro planta baja																								
fundición hormigón columnas y vigas de amarre PB																								
armada de cama de losa																								
armado de vigas para nervios de losa																								
fundición de la losa																								
fraguado de la losa																								
desencofrado																								
armado de encofrados columnas 1er piso alto																								
armado de hierros para columnas 1er piso alto																								
fundición de columnas primer piso																								
fraguado de columnas de primer piso																								
armado del encofrado vigas de amarre 1er piso																								
armado de hierros para columnas 1er piso alto																								
fundición de vigas de amarre																								
fraguado de vigas de amarre																								
desencofrado																								

TABLA 1.2

TIEMPOS EN CONSTRUCCIÓN POR HORMIGÓN ARMADO

1.3.2 Estructura metálica

Las 7 primeras semanas son iguales que en el hormigón, pues es la misma base, con la salvedad de que en nuestro método, se hace posible que la fabricación de la estructura se lleve a cabo paralelamente a la construcción de la cimentación.



8AVA SEMANA.- en este método no perdemos tiempo en armado de encofrados, fundición y fraguado sino que soldamos directamente las vigas metálicas a sus placas base.

FIG 1.4
COLUMNAS
ESTRUCTURA
METÁLICA

9NA SEMANA.- se suelda las vigas de amarre superiores y se arma la cama para la losa.

10MA y 11AVA SEMANAS - se arma el encofrado para la losa, soldando las placas base en los lugares respectivos de las columnas del primer piso alto



FIG 1.5
ESTRUCTURA METÁLICA
PLANTA BAJA



FIG 1.6
FRAGUADO DE LA LOSA

12AVA, 13AVA, 14AVA y 15AVA SEMANAS – se funde losa, usando el carro mezcladora y se espera el fraguado del hormigón.

16AVA SEMANA - armado de la estructura de la planta alta soldando las columnas y las vigas de amarre, mientras tanto ya se ha ido alzando las paredes de la planta baja.

17AVA SEMANA - alzado de paredes de la planta alta, se suelda varillas en las columnas, para anclar los bloques. Así mismo suelda pedazos de malla a la columna para mejorar adherencia del mortero a la columna metálica.

CUADRO DE TIEMPOS EN CONSTRUCCION POR ESTRUCTURA METALICA																	
TRABAJO	MES																
	1 mes		2 mes			3 mes			4 mes			5 mes					
	1era	2da	3era	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	9na	10ma	11ava	12ava	13ava	14ava	15ava	16ava	17ava
Confección de columnas y vigas estructurales																	
trazado plano en terreno																	
excavación de zanjas																	
fundición de lechos de zapatas corridas																	
armada de encofrados para vigas de cimentación																	
armado de vigas y columnas de hierro																	
ubicación de cajones y vigas																	
soldado de placas base para columnas																	
fundición de hormigón en encofrados																	
fraguado del hormigón en vigas de cimentación																	
soldado de columnas metálicas a placas base																	
desencofrado																	
soldadura de vigas de amarre para losa																	
armada de cama de losa y soldada de placas base para columnas 1er piso alto																	
fundición de la losa																	
fraguado de la losa																	
soldadura de columnas a placas																	
desencofrado de losa																	
soldadura de vigas de amarre 1er piso alto																	

TABLA 1.3
 TIEMPOS EN CONSTRUCCIÓN POR ESTRUCTURA METÁLICA

1.4 PRESUPUESTOS DE OBRA PARA AMBOS MÉTODOS

Analizamos los presupuestos de la obra realizados tanto para el Hormigón armado como para el de estructura metálica, así:

OBRA ESTRUCTURAL

Preliminares de instalación de obras

Cimentación

Obra estructural

OBRA COMPLEMENTARIA

Mampostería

Enlucidos

Cubiertas

Instalación eléctrica

Instalación Sanitaria

TABLA 1.4

PRESUPUESTO: OBRA ESTRUCTURAL - HORMIGON ARMADO

PRESUPUESTO DE OBRA							
RUBRO	Und.	cant.	material	mano/obra	equipo	total	
1. PRELIMINARES			2078,54	1540,65	191,45	3810,64	
1,1	Caseta de guardianía	m ²	1	18,27	2,55	0,01	20,83
1,2	Limpieza de terreno	m ²	249,6	0,00	0,41	0,02	107,33
1,3	Replanteo	m ²	249,6	0,18	0,37	0,02	142,27
1,4	Excavación	m ³	96	0,00	3,75	0,19	378,24
1,5	Desalojo	m ³	132	0,00	1,75	0,44	289,08
1,6	Relleno compactado	m ³	249,6	7,38	2,79	0,41	2640,77
1,7	Instalación provisional de agua	m ²	1	31,55	2,65	0,13	34,33
1,8	Instalación provisional de luz	m ²	1	141,74	53,38	2,67	197,79
2. CIMENTACION			5296,13	2401,59	21,02	7902,50	
2,1	Muro de piedra base	ml	36	8,97	4,34	0,22	487,08
2,2	Replanteo	m ²	103	5,13	1,41	0,07	680,83
2,3	Zapatas corridas	m ³	14,4	234,37	108,18	9,93	5075,71
2,4	Riostras	m ³	4,32	247,66	125,54	10,80	1658,88
3. ESTRUCTURA			102663,57	46721,55	3658,37	151567,86	
3,1	Losa del primer piso	m ³	158,7	270,68	113,72	8,27	62316,73
3,1,1	Columnas y vigas planta baja	m ³	17	247,76	163,59	18,22	7302,69
3,1,2	Columnas y vigas planta alta	m ³	17	252,76	166,45	18,37	7438,86
3,2	Losa del segundo piso	m ³	158,65	270,68	113,72	8,27	62297,10
3,3	Escalera	m ²	11,2	242,59	252,30	19,85	5765,09
3,4	Contrapisos	m ²	249,6	12,95	2,63	0,45	4001,09
3,5	pilaretes 0,10x0,20	ml	231,22	6,62	3,77	0,19	2446,31
3,7	de cocina y alacena	ml	31,7	24,43	21,07	1,05	1475,64
TOTALES OBRA ESTRUCTURAL			110038,24	50663,80	3870,84	163281,00	

TABLA 1.5

PRESUPUESTO: OBRA COMPLEMENTARIA - HORMIGÓN ARMADO

4, MAMPOSTERIA				2945,80	1214,10	61,25	4221,16
4,1	Paredes de bloque 40x20x15	m ²	214,5	10,90	3,98	0,20	3234,66
4,2	dinteles de puertas y ventanas	ml	73,4	8,28	4,91	0,25	986,50
5, ENLUCIDOS				4226,83	8500,02	421,71	13148,56
5,1	Enlucido interior	m ²	804,5	2,22	4,24	0,21	5366,02
5,2	Enlucido exterior	m ²	307,5	3,04	6,67	0,33	3087,30
5,3	de piso	m ²	378,25	2,22	4,24	0,21	2522,93
5,4	tumbado	m ²	158,65	2,68	4,51	0,23	1177,18
5,5	varios interiores	m ²	41,48	2,22	4,24	0,21	276,67
5,6	cuadrada de boquetes puertas	ml	173,9	0,42	1,31	0,07	313,02
5,7	filos	ml	362	0,21	0,87	0,04	405,44
6. CUBIERTA				4029,05	903,89	54,98	4987,92
6,1	Tejas	m ²	183,99	9,99	2,50	0,18	2331,15
6,2	plancha de eternit	m ²	168,15	13,03	2,64	0,13	2656,77
7 INSTALACION ELECTRICA				2291,20	2211,81	111,07	4614,08
7,1	Acometida	Und.	1	114,20	14,17	0,71	129,08
7,2	panel de medidores (2)	Und.	1	193,34	21,25	1,06	215,65
7,3	puntos de luz	Und.	80	12,93	15,91	0,80	2371,20
7,4	tomacorrientes 110V	Und.	39	12,24	15,91	0,80	1129,05
7,5	tomacorrientes 220V	Und.	10	19,56	17,69	0,88	381,30
7,6	punto para telefonos y TV	Und.	9	27,63	10,62	0,53	349,02
7,7	puntos tv cable	Und.	1	27,63	10,62	0,53	38,78
8, INSTALACION SANITARIA				3183,05	3162,22	158,79	6504,06
8,1	acometida	und	1	2,92	15,91	0,80	19,63
8,2	puntos de agua fria	und	28	18,90	10,62	0,53	841,40
8,3	puntos de agua calientes	und	11	26,64	10,62	0,53	415,69
8,4	distribucion de agua fria	ml	120	4,85	12,73	0,64	2186,40
8,5	distribucion de agua caliente	ml	86	10,88	12,73	0,64	2085,50
8,6	inodoros	und	4	93,07	10,62	0,53	416,88
8,7	lavamanos	und	4	76,52	10,62	0,53	350,68
8,8	lavarropa	und	1	21,17	10,62	0,53	32,32
8,9	calentador de agua	und	1	140,68	14,17	0,71	155,56
9, REVESTIMIENTOS				2253,94	685,30	33,65	2972,89
9,1	Keramicos 20x20	m ²	134	15,61	4,89	0,24	2779,16
9,2	mesones baños y cocina	m ²	6,75	24,03	4,45	0,22	193,73
10, PISOS				4551,14	1219,30	60,28	5830,72
10,1	Keramicos 31x31	m ²	274	16,61	4,45	0,22	5830,72
11, VENTANAS				3127,30	595,65	29,56	3752,51
11,1	Ventanas de aluminio y vidrio	m ²	37,27	57,10	8,89	0,44	2475,85
11,2	puertas laurel	und	14	71,37	18,88	0,94	1276,66
TOTAL OBRA COMPLEMENTARIA				26608,32	18492,29	931,28	46031,89

TABLA 1.6

PRESUPUESTO: OBRA ESTRUCTURAL - ESTRUCTURA METÁLICA

PRESUPUESTO DE OBRA							
RUBRO		Und.	cant.	material	mano/obra	equipo	total
1. PRELIMINARES				2078,54	1540,65	191,45	3810,64
1,1	Caseta de guardianía	m ²	1	18,27	2,55	0,01	20,83
1,2	Limpieza de terreno	m ²	249,6	0,00	0,41	0,02	107,33
1,3	Replanteo	m ²	249,6	0,18	0,37	0,02	142,27
1,4	Excavación	m ³	96	0,00	3,75	0,19	378,24
1,5	Desalojo	m ³	132	0,00	1,75	0,44	289,08
1,6	Relleno compactado	m ³	249,6	7,38	2,79	0,41	2640,77
1,7	Instalación provisional de agua	m ²	1	31,55	2,65	0,13	34,33
1,8	Instalación provisional de luz	m ²	1	141,74	53,38	2,67	197,79
2, CIMENTACION				5296,13	2401,59	204,78	7902,50
2,1	Muro de piedra base	ml	36	8,97	4,34	0,22	487,08
2,2	Replanteo	m ²	103	5,13	1,41	0,07	680,83
2,3	Zapatillas corridas	m ³	14,4	234,37	108,18	9,93	5075,71
2,4	Riostras	m ³	4,32	247,66	125,54	10,80	1658,88
3, ESTRUCTURA				50436,92	22401,27	1691,02	79810,68
3,1	Losa del primer piso	m ³	158,7	270,68	113,72	8,27	62316,73
3,1,1	Columnas, vigas y cubierta	m ³		3053,47	2228,00		5281,47
3,3	Escalera	m ²	11,2	242,59	252,30	19,85	5765,09
3,4	Contrapisos	m ²	249,6	12,95	2,63	0,45	4001,09
3,5	pilaretes 0,10x0,20	ml	231,22	6,62	3,77	0,19	2446,31

TOTAL OBRA ESTRUCTURAL

57811,59 26343,52 2087,25 91523,83

TABLA 1.7

PRESUPUESTO: COMPLEMENTARIA - ESTRUCTURA METÁLICA

4, MAMPOSTERIA				1793,94	1192,65	59,11	3045,70
4,1	Paredes bloque/p.pomez 40x20x15	m ²	214,5	5,53	3,88	0,19	2059,20
4,2	dinteles de puertas y ventanas	ml	73,4	8,28	4,91	0,25	986,50
5, ENLUCIDOS				2440,84	5088,94	252,76	7782,54
5,1	Enlucido interior	m ²	804,5				0,00
5,2	Enlucido exterior	m ²	307,5	3,04	6,67	0,33	3087,30
5,3	de piso	m ²	378,25	2,22	4,24	0,21	2522,93
5,4	tumbado	m ²	158,65	2,68	4,51	0,23	1177,18
5,5	varios interiores	m ²	41,48	2,22	4,24	0,21	276,67
5,6	cuadrada de boquetes puertas	ml	173,9	0,42	1,31	0,07	313,02
5,7	filos	ml	362	0,21	0,87	0,04	405,44
6. CUBIERTA				5027,55	1333,39	72,33	6433,26
6,1	duelas de madera	m ²	185,45	13,03	2,64	0,13	2930,11
6,2	chova	m ²	185,45	4,99	1,91	0,13	1303,71
6,3	planchas de superalum	m ²	185,45	9,09	2,64	0,13	2199,44
7 INSTALACION ELECTRICA				2291,20	2211,81	111,07	4614,08
7,1	Acometida	Und.	1	114,20	14,17	0,71	129,08
7,2	panel de medidores (2)	Und.	1	193,34	21,25	1,06	215,65
7,3	puntos de luz	Und.	80	12,93	15,91	0,80	2371,20
7,4	tomacorrientes 110V	Und.	39	12,24	15,91	0,80	1129,05
7,5	tomacorrientes 220V	Und.	10	19,56	17,69	0,88	381,30
7,6	punto para telefonos y TV	Und.	9	27,63	10,62	0,53	349,02
7,7	puntos tv cable	Und.	1	27,63	10,62	0,53	38,78
8, INSTALACION SANITARIA				3183,05	3162,22	158,79	6504,06
8,1	acometida	und	1	2,92	15,91	0,80	19,63
8,2	puntos de agua fria	und	28	18,90	10,62	0,53	841,40
8,3	puntos de agua calientes	und	11	26,64	10,62	0,53	415,69
8,4	distribucion de agua fria	ml	120	4,85	12,73	0,64	2186,40
8,5	distribucion de agua caliente	ml	86	10,88	12,73	0,64	2085,50
8,6	inodoros	und	4	93,07	10,62	0,53	416,88
8,7	lavamanos	und	4	76,52	10,62	0,53	350,68
8,8	lavarropa	und	1	21,17	10,62	0,53	32,32
8,9	calentador de agua	und	1	140,68	14,17	0,71	155,56
9, REVESTIMIENTOS				2253,94	685,30	33,65	2972,89
9,1	Keramicos 20x20	m ²	134	15,61	4,89	0,24	2779,16
9,2	mesones baños y cocina	m ²	6,75	24,03	4,45	0,22	193,73
10, PISOS				2718,08	1219,30	60,28	3997,66
10,1	Keramicos 40x40	m ²	274	9,92	4,45	0,22	3997,66
11, VENTANAS				3127,30	595,65	29,56	3752,51
11,1	Ventanas de aluminio y vidrio	m ²	37,27	57,10	8,89	0,44	2475,85
11,2	puertas laurel	und	14	71,37	18,88	0,94	1276,66
TOTAL OBRA COMPLEMENTARIA				22835,90	15489,26	777,54	39102,69

Realizamos un cuadro comparativo y obtenemos el porcentaje de variación para nuestra construcción

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS							
	HORMIGON ARMADO			ESTRUCTURA METALICA			
	OBRA ESTRUCTURAL	OBRA COMPLEMENTARIA	TOTAL	OBRA ESTRUCTURAL	OBRA COMPLEMENTARIA	TOTAL	%
MANO DE OBRA	50663,80	931,28	51595,07	26343,52	15489,26	41832,78	18,92
MATERIALES	110038,24	18492,29	128530,53	57811,59	22835,90	80647,48	37,25
EQUIPOS	3870,84	46031,89	49902,73	2087,25	777,54	2864,79	94,26
COSTO TOTAL DE LA OBRA							
	HORMIGON ARMADO			ESTRUCTURA METALICA			%
			230028,3			125345	45,51

TABLA 1.8

CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS

En este cuadro, podemos apreciar que se redujo en un 45% los costos, trabajando con estructura metálica.

CAPITULO 2

CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA

2.1 PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

Los planos arquitectónicos y estructurales de la vivienda los encontramos en el anexo I. En esta sección se entra más bien a determinar las cargas que utilizaremos para diseñar la estructura.

2.2 MEMORIA TÉCNICA DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL

2.2.1 Antecedentes y estructuración

El diseño de una estructura metálica consiste básicamente en la selección de perfiles laminados o secciones compuestas, en función de los elementos mecánicos derivados del análisis. Las propiedades mecánicas aparecen tabuladas en los manuales editados por los fabricantes del acero (Apendice I)

2.3 CARGAS

2.3.1 Cargas muertas

Se considera como cargas muertas las que actúan permanentemente, tales como el peso propio de la estructura, baldosas, paredes, maquinarias e instalaciones diversas, empujes de tierra e hidrostática, reacción del suelo etc.

Pesos unitarios:

Acero Estructural	7.850 kg/m ³
Concreto reforzado	2.400 kg/m ³

Paredes mampostería	300 kg/m ²
Sobrepisos	70 kg/m ²
Mortero de cemento	2.000 kg/m ³
Relleno compactado	1.800 kg/m ³
Bloque de relleno	600 kg/m ³

TABLA 2.1
PESOS UNITARIOS DE CARGAS

2.3.2 Cargas vivas

Son las provisionales y que no tienen carácter de permanente

Áreas destinadas a:

Dormitorios.....	150 kg/m ²
------------------	-----------------------

Para el diseño por cargas verticales se consideró el 100% de la carga viva.

Para el Diseño sísmico se consideró el 50% de la carga viva.

2.3.3 Cargas accidentales (SISMICAS)

Se aplicó el Método Sísmico Estático teniendo en cuenta lo siguiente; que Guayaquil se encuentra en una zona de sismicidad moderada y se ha considerado el uso del edificio para uso habitacional. La estructura del edificio está conformada por un sistema de pórticos ortogonales formados por columnas y vigas de amarre y cubierta con estructura de correas metálicas.

2.4 MATERIAL A UTILIZAR

Necesitamos un material que nos provea de similar resistencia que el hormigón pero que a la vez nos permita reducir los costos.

Acero estructural A36

Este acero, que responde a normas de calidad predeterminadas, tiene según su calificación, propiedades mecánicas particulares, mismas que conserva mientras no se someta a temperaturas cercanas a su punto de fusión () a través del proceso de aceración se controla el contenido de carbón y se eliminan en alto grado las impurezas, dando como resultado un producto apropiado para utilizarse como materia prima en la fabricación de estructuras metálicas, por esta situación permite el diseño y manejo de elementos estructurales con altos niveles de confiabilidad, pues siempre se conocen sus límites elásticos aparentes, así como su esfuerzo unitario a la rotura, por esto y por su bajo costo el más utilizado en la construcción, ofrece una excelente resistencia y fuerza, aunque es propenso al óxido.



FIG. 2.1

MATERIAL EN ENSAYO DE TRACCIÓN

Para calificar el material, se hizo ensayo de tracción, y se aseguró que el material utilizado resistió los límites de fluencia y esfuerzo

Acero Inoxidable

Es un producto de mucha mayor calidad, menos propenso al óxido, muy resistente pero es muy costoso, este por su excelente presentación es más utilizado en carpintería de muebles

2.5 CARACTERÍSTICA DE RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

Resistencia del concreto.....	$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
nominal a la compresión a los 28 días.	
Resistencia del Acero (varillas).....	$f_y = 2.400 \text{ kg/cm}^2$
(límite de fluencia).	
Resistencia del Acero (perfiles)	$f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$
Módulos de elasticidad.	
Para el concreto se tomó:.....	$E_h = 210\,000 \text{ kg/cm}^2$
Para el acero se tomó:.....	$E_a = 2\,100\,000 \text{ kg/cm}^2$

para acero A36, perfiles doblados en frío o conformados de láminas soldadas

Se usará soldadura de arco electrodos 6011 y 7011 de acuerdo a normas AWS

2.6 HIPÓTESIS Y MÉTODOS DE CÁLCULOS

2.6.1 Análisis por cargas verticales permanentes y carga viva

Se tomaron las cargas indicadas en el numeral 2.3.1, 2.3.2 y 2.3.3
Se consideraron 3 estados de carga: muerta, viva, y sismo.

Para la determinación de los esfuerzos y deformaciones, así como para el estudio de la estabilidad de los elementos, se recurrió en general a la Teoría Elástica, aplicando todas las hipótesis generales de la Elasticidad y, en general el criterio de nudos rígidos, siendo los desplazamientos y rotaciones muy pequeñas para elementos de hormigón y considerando muros flexibles para las estructuras metálicas.

Una vez evaluadas las cargas en cada dirección se utilizó para la obtención de los esfuerzos (momentos flectores y cortantes) y desplazamientos de la estructura. En el caso de cargas verticales, debido al sistema constructivo no se consideraron las deformaciones axiales. Para dimensionar las estructuras de acero se lo considera un material homogéneo y de paredes delgadas (perfiles).

2.6.2 Análisis sísmico

Se desarrolló un tipo de análisis que es el estático. Teniendo en cuenta la localización de Guayaquil próxima a una zona de sismicidad moderada del cinturón circunspacífico y las características del terreno local, obtenida de los estudios de la mecánica de suelos.

Se consideró razonable, efectuar el análisis estático para un coeficiente sísmico de 0.08 el análisis dinámico para un espectro de aceleraciones ordenada constante igual a 0.083 con "t" desde 0 a 0.61 seg., y una rama hiperbólica descendente para periodos mayores.

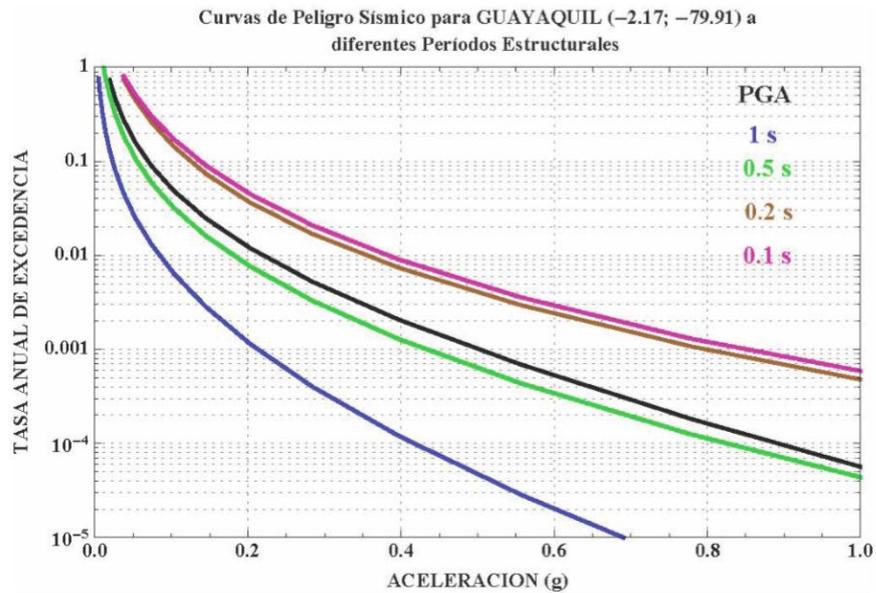


Figura 25: Curvas de peligro sísmico, Guayaquil.

FIG. 2.2.

CURVAS DE PELIGRO SÍSMICO GUAYAQUIL [9]

Se consideró el método de diseño empleado, es el de resistencia última para concreto reforzado, y diseño elástico para la estructura metálica.

Para efectos de diseño se establecieron para las cargas verticales los máximos momentos positivos y negativos mediante los estados de carga.

Para la estructura metálica se usaron las normas del AISC.

2.7 PROTECCIÓN DEL ACERO

Como hemos dicho anteriormente, el problema que nos presenta el acero es que es propenso a la corrosión

DEFINICIÓN DE CORROSIÓN: Deterioro de una sustancia, generalmente un metal o de sus propiedades debido a una reacción con su ambiente.

Según la **SSPC:** The Society for Surfaces Protective Coating tenemos que:

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE:

Método que se aplica para remoción de partículas, óxidos y para dar un perfil de anclaje en superficies metálicas sobre las cuales se debe realizar la aplicación de pintura. Puede ser realizada de forma manual, mecánica o con chorro abrasivo. En nuestro caso lo hemos hecho en forma manual, usando desoxidante y luego grateando las superficies de los elementos metálicos.

PINTURA: se protege el metal aplicando pintura sobre la superficie tomando en cuenta el siguiente procedimiento:

- a) La superficie debe ser inspeccionada para que no exista contaminación, previo a la aplicación de la pintura.
- b) Se debe tener cuidado en que la mezcla de la pintura sea hecha por agitadores mecánicos
- c) Se debe aplicar primero el primer indicado por el proveedor de pintura según la especificación del sistema en un rango de 3-4 mil en seco. (75-100 micrones)
- d) Los espesores en húmedo deben ser verificados continuamente durante el proceso de aplicación de pintura ya que mediante una galga (instrumento de medición) y según el % de sólidos de la ficha técnica se determinará el espesor final de la capa en seco.

- e) Una vez que el espesor de película seca sea el adecuado se procederá a preparar la superficie mediante grado de limpieza SSPC SP-2 (lijado manual) y a lavar las superficies para eliminar el polvo, previo a la aplicación de la segunda capa.
- f) Segundo se debe aplicar, la segunda capa epoxica a un espesor de película seca entre 3-4 mils, (75-100 micras).
- g) Se aplicará la ultima capa según especificación del sistema en un rango de 3-4 mil seco previo a la aplicación se debe verificar que la superficie se encuentre libre de polvo
- h) Las pinturas que se pueden utilizar son: anticorrosivos, esmaltes acrílicos, poliuretanos, epóxicos, orgánicos e inorgánicos de Zinc,

En nuestro caso hemos pintado con pintura anticorrosiva negra y no nos preocupamos de la estética pues todo va recubierto de cemento. Esta pintura ha sido hecha inicialmente en el lado interior de las vigas exceptuando en los bordes cada 15 cm que son los lugares en donde se suelda la viga pues se quemaría la pintura. Luego de soldadas la vigas armando la viga cajón, se realizó la misma limpieza y tratamiento de protección en toda la viga en su parte exterior..

2.8 LA SOLDADURA

Una de las preocupaciones al usar estructuras metálicas soldadas, es el de que falle una soldadura lo que haría fallar toda la estructura, por lo cual como ingenieros mecánicos nos

preocupamos de hacer un muy buen control de calidad y de que los cordones de soldadura y el material no presenten ningún problema.

Para verificar la soldadura, tenemos 3 pasos a seguir:

Calidad de los electrodos de soldadura

Calidad de la mano de obra

Calidad de los cordones de soldadura

Si nos aseguramos de que estos tres temas estén verificados, podemos estar seguros de que no fallará la estructura y se puede construir.

Para asegurar que el material fundente de la soldadura sea de buena calidad, acudimos a la empresa AGA quien tiene muchos años en el mercado y nos asegura mediante sus controles de calidad que la soldadura que nos proporciona es de la calidad que necesitamos para que los cordones no tengan porosidades, que la penetración sea correcta.

Para calificar a los soldadores, se les da material similar al que se ha de utilizar en el cual ellos realizaron los cordones y se los sometió a pruebas de esfuerzo y también pruebas para constatar que no tengan porosidades ni grietas.

2.9 DISEÑO DE ESTRUCTURA

2.9.1 De la losa

Para efecto de los cálculos tomaremos el sector entre los puntos 4 y 5, por ser los de mayor luz como podemos ver en la figura y en el plano de la losa del apéndice II

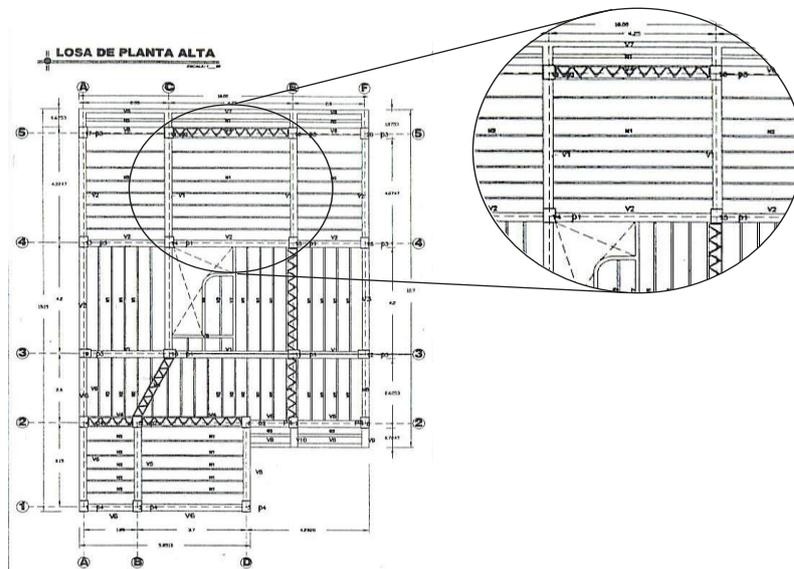


FIG. 2.3
ZONA DE DISEÑO

CORTE TIPO LOSA

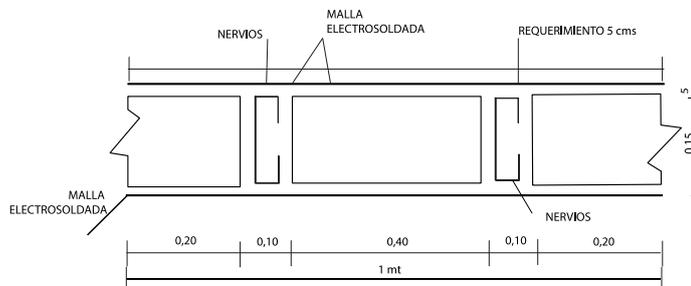


FIG. 2.4
CORTE DE LOSA A-A'

Peso propio: 2400 kg/m^3 (Hormigón)

600 kg/m^3 (cajonetas)

En un 1 m^2 tenemos, Dos cajonetas y dos correas:

Hormigón

$$0.10 \times 0.15 \times 2 + 0.05 = 0.08 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 192 \text{ kg/m}^2$$

Cajonetas

$$0.40 \times 0.15 \times 2 = 0.12 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times 600 \text{ kg/m}^3 = 72 \text{ kg/m}^2$$

Total peso losa = 264 kg/m^2

Pisos.-

Peso (cerámica) 2000 kg/m^3

Espesor 3 cm

En cada metro cuadrado:

$$\text{Pisos } 0.03 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times 2000 \text{ kg/m}^3 = 60 \text{ kg/m}^2$$

Total peso de pisos: 60 kg/m^2

Tumbados.-

Total tumbados: 20 kg/m^2

Paredes.-

Peso 300 kg/m^2 (66% sobre vigas)

(33% sobre losa) = 100 kg/m^2

Total paredes: 100 kg/m^2

Total carga muerta = 444 kg/m^2

Carga viva (Dormitorios, vivienda)

150 kg/m^2

$$Q_t = \text{CARGA TOTAL} \quad 594 \text{ kg/m}^2$$

Calculamos la carga que soporta cada nervio dividiendo la carga total para la mitad ya que por cada metro tenemos dos nervios

2.9.1.a Carga por nervio

$$Q_n = Q_t \times 0.50 \text{ m}$$

$$Q_n = 594 \text{ kg/m}^2 \times \frac{1}{2} \text{ m} = 297 \text{ kg/m}^2$$

Para los esfuerzos de diseño a flexión para sistemas de nervios de piso, tomamos un momento por factores

$$M = \frac{Q_n}{11} \times L^2 \quad \text{[APENDICE III] [16]}$$

para nervios continuos en el primer apoyo

donde $Q_n = 297 \text{ Kg/m}^2$ y $L_n = 4,20 \text{ m}$

$$M = \frac{297 \text{ kg/m} \times 4.2 \text{ m}^2}{11} = 477 \text{ kg. m}$$

Para un esfuerzo de trabajo $\sigma_t = 0,60 f_y$

Con $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma_t = 0.60 \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 1440 \text{ kg/m}^2$$

entonces para

$$W = \frac{M}{\sigma_t}$$

$$W = \frac{47700 \text{ kg. cm}}{1440 \text{ kg/cm}^2} = 33,1 \text{ cm}^3$$

usamos un perfil G 150x50x15x3 mm con $W = 34$ [13]

2.9.2 Diseño de las vigas, FLEXIÓN

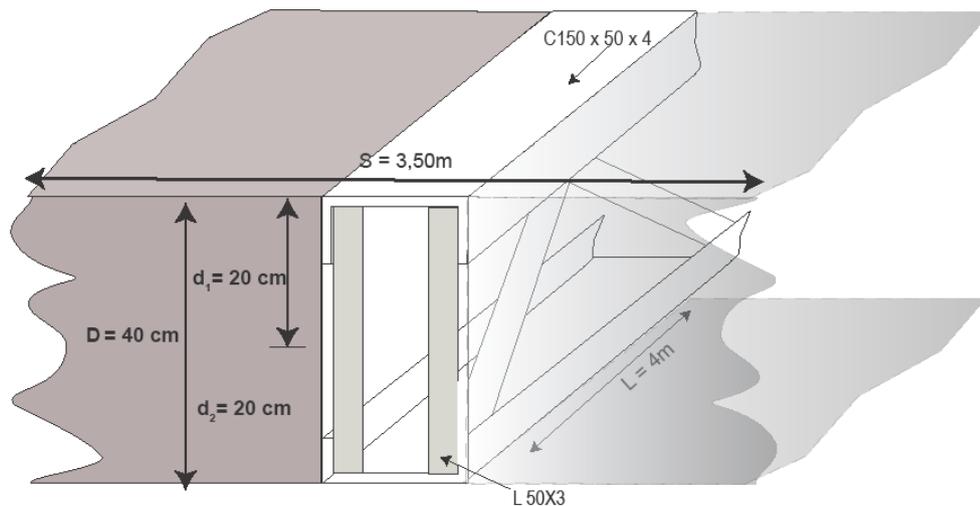


FIG. 2.5
CORTE DE VIGA A-A'

La carga sobre vigas se toma por área de influencia, revisamos el eje C entre los puntos 4 y 5 (ver plano de estructuras, losa de planta alta) Anexo I; con un ancho igual a $S = 3.5$ m

$$Q_t = 594 \text{ kg/m}^2 + 200 \text{ kg/m}^2 (66\% \text{ paredes})$$

$$Q_{\text{total}} = 794 \text{ kg/m}^2$$

$$Q_v = 794 \text{ kg/m}^2 \times 3,50 \text{ m} = 2780 \text{ kg/m}$$

$$M_{to} = \frac{Q_v}{11} \times L^2$$

donde: $Q_v = 2780 \text{ kg/m}$

$L = 4,30 \text{ m}$

$$M_{to} = \frac{2780}{11} \times 4,30^2 = 4672 \text{ kg.m}$$

La viga del eje "C" es una viga V-1

Fuerza cortante V:

$$V = \frac{Q_v}{2} \times L \quad \mathbf{[16]}$$

$$V = \frac{2780 \text{ kg/m}}{2} \times 4\text{m}$$

$$V = 5560 \text{ kg}$$

2.9.2.a Inercia de sección de la viga

Área del canal "A" = 9.47 cm^2

$$I_x = \Sigma Axd^2 = 9,47 \text{ cm}^2 \times (20 \text{ cm})^2 \times 2$$

$$I_x = 7576 \text{ cm}^4$$

$$W = \frac{I_x}{D_1}$$

$$W = \frac{7576 \text{ cm}^4}{20 \text{ cm}}$$

$$W = 378,8 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_v = \frac{M_{to}}{W} = \frac{467200 \text{ kg.cm}}{378,8 \text{ cm}^3} = 1233 \text{ kg/cm}^2$$

Como tenemos que

el esfuerzo de trabajo, con un factor de seguridad de 0,60

$$\sigma_t = 0,60 f_y = 0,60 \times 2400 = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

Y considerando que:

$$\sigma_v < \sigma_t$$

$$1233 \text{ kg/cm}^2 < 1440 \text{ kg/cm}^2$$

2.9.2.b Esfuerzo cortante de la viga

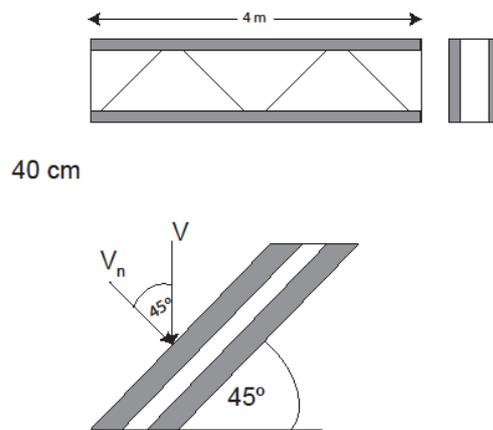


FIG. 2.6
ANÁLISIS DE ESFUERZO
CORTANTE

Revisamos esfuerzos en diagonales

Fuerza normal
$$V_n = \frac{V}{\text{sen } \alpha}$$

donde $\alpha = 45$

Fuerza cortante

$$V = \frac{Q_v \times L}{2} = \frac{(2780 \text{ kg/m}) \times 4 \text{ m}}{2} = 5560 \text{ kg}$$

$$V_n = 5560 \text{ kg} / 0,707 = 7864 \text{ kg}$$

Donde

$$2A_{L50 \times 3} = 2 \times 2,85 \text{ cm}^2 = 5,70 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_n = \frac{V_n}{2A_{L50 \times 3}} = \frac{7864}{5,70} = 1379 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_n = 1379 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_n < \sigma_t$$

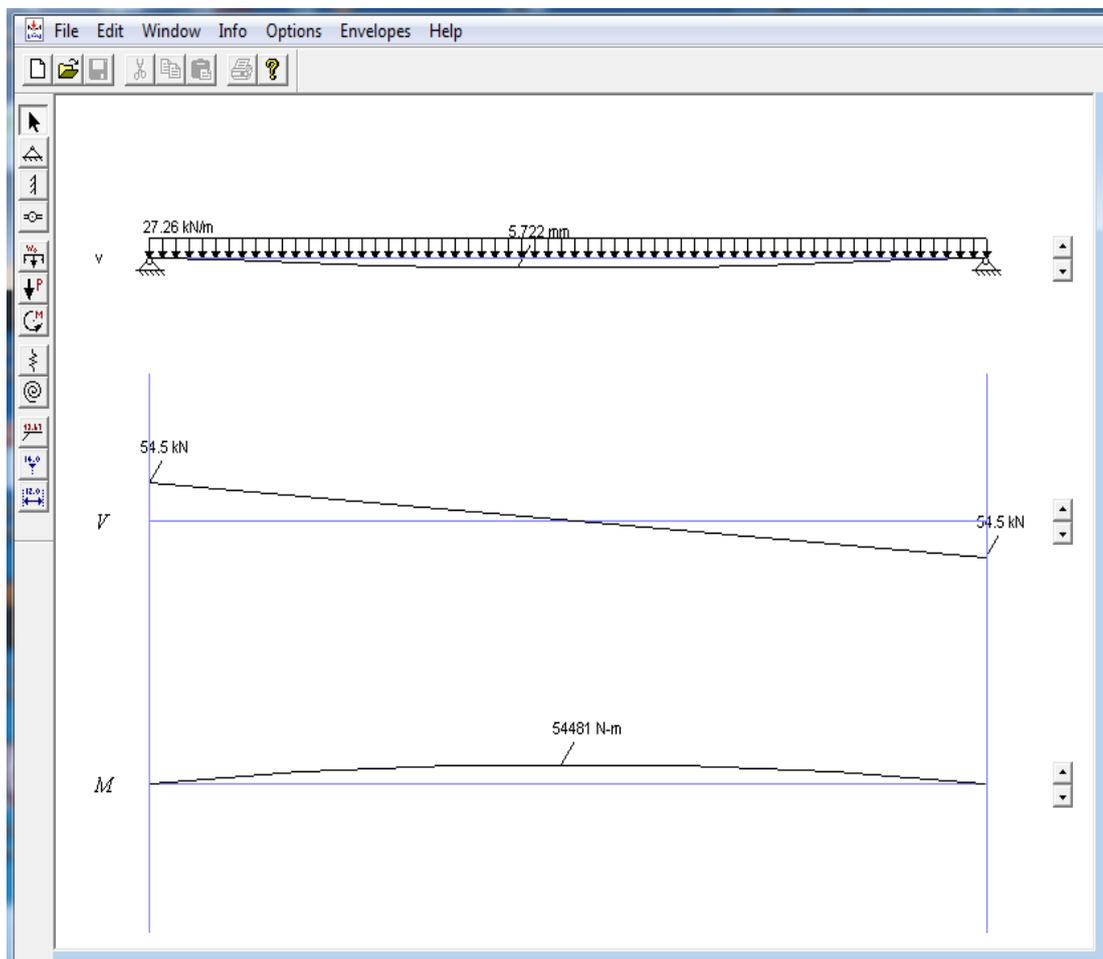


FIG 2.7
DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR

2.9.3 De la columna

2.9.3.a Carga axial

Área de carga

$$A = 3.4\text{m} \times 4\text{m} = 13,60\text{m}^2$$

Carga Total

$$Q_{\text{total}} = 794 \text{ kg/m}^2 \text{ (planta alta)} + 100 \text{ kg/m}^2 \text{ (cubierta)}$$

$$Q_{\text{total}} = 894 \text{ kg/m}^2$$

Fuerza Axial

$$P_{\text{col}} = 894 \text{ kg/m}^2 \times 13,60 \text{ m}^2 = 12150 \text{ kg}$$

Asumo un momento flector por sismo, para una carga horizontal

$$V = 0.08 P_{\text{col}}$$

Y un punto de inflexión ubicado a $\frac{1}{2} h$ (altura de columna)

$$V = 12150 \text{ kg} \times 0,08$$

$$V = 972 \text{ kg}$$

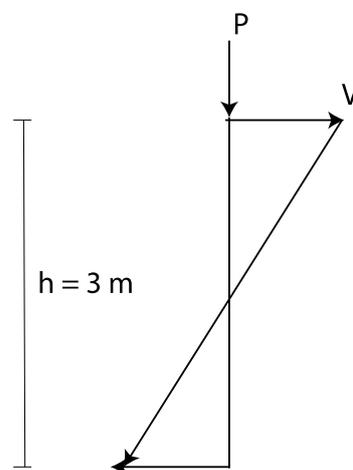


FIG 2.8
FUERZAS EN COLUMNA

$$M = \frac{972 \text{ kg} \times 3\text{m}}{2} = 1459 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_p = \frac{P}{A} \pm \frac{M_s}{W}$$

columna formada por 2C 150x 50x 4 y rellena de hormigón.

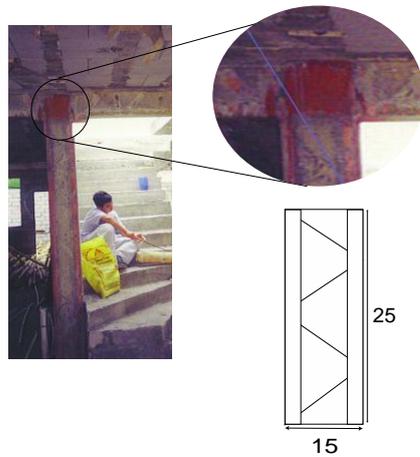


FIG. 2.9
CORTE DE COLUMNA B-B'

$$A_{\text{acero}} = 18,94 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{hormigón}} = 15 \times 25 = 375 \text{ cm}^2$$

Para sacar el esfuerzo

$$\sigma_p = \frac{P_{\text{col}}}{A_{\text{total}}}$$

Donde

$$A_{\text{acero}} = 18,94 \text{ cm}^2$$

$$N = E_a/E_h \cong 10$$

$$A_{\text{equiv hormigón}} = A_{\text{hormigón}}/n = 375/10 \text{ cm}^2 = 37,5 \text{ cm}^2$$

$$A_t = A_a + A_{\text{equiv hormigón}}$$

$$A_{\text{total equivalente}} = 56.44 \text{ cm}^2$$

Entonces el esfuerzo será:

$$\sigma_p = \frac{12150 \text{ kg}}{56.44 \text{ cm}^2} = 215 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_p = \frac{12150 \text{ kg}}{56.44 \text{ cm}^2} = 215 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de resisencia (ω)

- Acero viga C150x50x4 = 39,62 cm³ por dos vigas:

$$\omega_{2c150x50x4} = 79.2 \text{ cm}^3$$

- Hormigón

$$I_{\text{Horm}} = \frac{(15 \text{ cm})^3 \times 25}{12} = 7031 \text{ cm}^4$$

$$\omega_{\text{Horm}} = \frac{7031 \text{ cm}^4}{7.5 \text{ cm}} = 937 \text{ cm}^3$$

$$\omega_{\text{equiv}} = \frac{937}{N} = 93.7 \text{ cm}^3$$

$$\omega_{\text{tot}} = 79.2 \text{ cm}^3 + 93.7 \text{ cm}^3$$

$$M_s / \omega_{\text{tot}} = \frac{145800 \text{ Kg. cm}}{172.9 \text{ cm}^3} = 843 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_p = M_s / \omega_t$$

$$\sigma_p = \frac{P}{A} + \frac{M_s}{\omega} = 215 + 843 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 1058 \text{ kg/cm}^2$$

2.9.4 Ejecución del proyecto con estructura metálica

Contando con un diseño racional, acero estructural de alta calidad apegado a normas especificadas por estándares internacionales, materiales de aportación con fabricación controlada, mano de obra y protección del material cuidadoso y vigilado, se garantiza una estructura de alta confiabilidad que responde a las condiciones que sirvieron para su análisis.



FIG. 2.10
PARED DE BLOQUE PIEDRA PÓMEZ

Así pues, Todas las paredes fueron realizadas con bloque de piedra pómez, la cual fue enlucida en unos casos y en otros solamente pintada, dejando una decoración con diferentes texturas.

También se hizo paredes de piedra base, la cual teníamos como sobrantes del relleno del terreno, dándonos como resultado el mismo estilo rústico.



FIG. 2.11
PARED DE PIEDRA BASE

FIG. 2.12
PARED SIN ENLUCIR
CON BLOQUE VISTO



No se hizo una segunda losa en la cubierta del primer piso alto, ya que no es necesaria, se hizo la estructura de la cubierta con vigas tubo cuadrado de 50, sobre las cuales se instalaron duelas de teca, lo que interiormente proporciona un ambiente muy cálido. Exteriormente la madera fue cubierta de impermeabilizante CHOVA, y planchas de Eternit sobre las cuales se puso tejas.

CAPITULO 3

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

3.1 VENTAJAS

Se procederá ahora a analizar las ventajas inmediatas que se pueden esperar del uso y comportamiento de una estructura metálica, comparada con una estructura resuelta con hormigón armado.

a. EL PESO

La estructura metálica pesa considerablemente menos que una estructura de concreto para la misma geometría y cargas.

b. CIMENTACION

Tomando en cuenta que la estructura metálica tiene menor peso que una similar de concreto, demanda una menor base de cimentación, que en determinados tipos de suelo puede significar un ahorro considerable en el desarrollo total del proyecto.

c. PROGRAMA Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN.

Con una adecuada planeación y programa se reduce el tiempo de ejecución de la obra por superposición de actividades, principalmente en la cimentación y fabricación de la estructura.

d. ESBELTEZ

El empleo del acero permite reducir secciones y columnas lo que implica un mejor aprovechamiento de espacios.

e. MONTAJE

Una vez fabricadas las estructuras el montaje es fácil y rápido,

3.2 DESVENTAJAS

Las principales limitaciones de las estructuras metálicas son:

- a. Diseño rígido que no permite introducir fácilmente cambios o modificaciones a la estructura fabricada.
- b. Incendio. La estructura metálica tiene en la temperatura su peor enemigo, pues los aceros estructurales, normalmente usados para estos fines pierden sus propiedades mecánicas a determinada temperatura y a partir de ahí el acero se comporta en forma plástica. Actualmente existen pinturas para recubrimiento del acero que trabaja como aislante por determinado tiempo, estas pinturas son la pinturas ignifugas.
- c. Corrosión: otra desventaja del acero es su susceptibilidad a la corrosión, afortunadamente en estructuras de edificios de tipo urbano no tiene importancia, debido a que los elementos estructurales están recubiertos y además hemos hecho un tratamiento de protección minucioso y vigilado para asegurar la menor incidencia posible.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Podemos concluir que el método de construcción por estructura metálica soldada es mucho más económico que el de hormigón armado.

Que hemos conseguido el objetivo que era el ahorro de recursos económicos

Que construir viviendas con este método, daría a mucha gente de escasos recursos la posibilidad de contar con una casa propia a un costo módico.

Una de las razones de que este método sea más económico para construir es que solo se necesita hacer una losa, otra razón es que los tiempos se reducen porque no hay tiempos muertos como la espera de fraguado.

Adicionalmente, los costos de materiales y de mano de obra dados los tiempos utilizados son más baratos y son más fáciles de manipular y preparar que los del hormigón armado.

La casa está en pie, sin problemas estructurales ni de corrosión 15 años después y además acaba de pasar por un terremoto de magnitud 6,8 cuyo epicentro fue en Pedernales Esmeraldas donde se registro la magnitud de 7.8

4.2 RECOMENDACIONES

Después de haber trabajado con este método la construcción de la vivienda se recomienda lo siguiente:

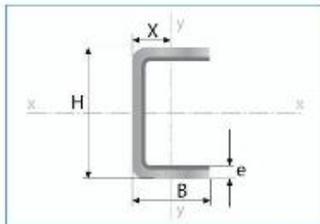
- Hacer un buen tratamiento de protección y limpieza de vigas y cordones, con desoxidantes de los materiales antes y después de la soldadura
- Recubrir con una gruesa capa de anticorrosivo el material y las soldaduras
- Tener especial cuidado en la calificación de mano de obra y cordones de soldadura.
- En el armado de vigas cajón se recomienda la soldadura intercalada de un lado a otro y realizar cordones de 10 cm separados también 10 cm, esto para evitar el recalentamiento del material y su deformación por sobrecalentamiento del material.

APÉNDICES

APÉNDICE I PROPIEDADES PERFILES ESTRUCTURALES [13]



Perfiles Estructurales
Canales



Largo Normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro o Galvanizado
Calidad de Acero:
ASTM A 36 / ASTM A 572 Gr. 50
Norma de Fabricación:
NTE INEN 1623
Espesores:
Desde 1,50 a 6,00 mm
Observaciones:
Otras dimensiones y largos previa consulta

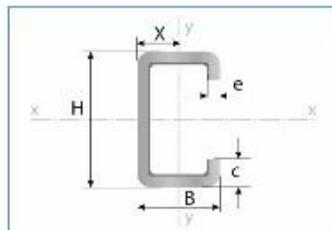
- Aplicaciones
- Conformado de elementos estructurales:
 - Vigas.
 - Viguetas.
 - Columnas.
 - Muebles metálicos.
 - Estructura para cubiertas.
 - Estructuras para galpones y en general.



Designaciones	Área	Peso	Propiedades Estáticas									
			Eje x-x			Eje y-y						
			Momento de Inercia	Módulo de Resistencia	Radio de Giro	Momento de Inercia	Módulo de Resistencia	Radio de Giro	Módulo de Inercia	Módulo de Resistencia	Radio de Giro	
B	H	e	A	P	I	W	i	I	W	i	X	
mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm	
50	25	1,50	1,43	6,72	5,30	2,12	1,46	0,85	0,47	0,59	0,67	
		2,00	1,87	8,80	7,06	2,83	1,94	1,13	0,63	0,78	0,72	
		3,00	2,33	12,74	9,70	3,88	1,89	1,57	0,91	0,76	0,77	
80	40	1,50	2,31	10,96	23,13	5,78	2,38	3,67	1,26	0,95	1,04	
		2,00	3,07	14,45	30,84	7,71	3,17	4,89	1,68	1,26	1,09	
		3,00	4,50	21,21	43,87	10,97	3,12	7,01	2,45	1,25	1,14	
		4,00	5,87	27,67	55,41	13,85	3,07	8,92	3,17	1,23	1,19	
		5,00	7,18	33,81	65,50	16,40	3,02	10,60	3,84	1,22	1,24	
100	50	1,50	2,93	13,78	46,12	9,23	2,99	7,29	2,00	1,19	1,29	
		2,00	3,87	18,22	61,49	12,30	3,99	9,72	2,66	1,59	1,34	
		3,00	5,70	26,87	88,47	17,89	3,94	14,06	3,89	1,57	1,39	
		4,00	7,47	35,20	113,04	22,61	3,89	18,08	5,07	1,56	1,44	
		5,00	9,18	43,23	135,00	27,10	3,84	21,80	6,19	1,54	1,48	
125	50	1,50	3,30	15,55	77,39	12,38	3,65	7,80	2,06	1,16	1,15	
		2,00	4,37	20,58	103,19	16,51	4,86	10,40	2,74	1,54	1,20	
		3,00	6,45	30,40	149,28	23,89	4,81	15,08	4,02	1,53	1,24	
		4,00	8,47	39,91	191,85	30,70	4,76	19,43	5,24	1,51	1,29	
		5,00	10,43	49,12	230,97	36,95	4,71	23,44	6,40	1,50	1,34	
150	50	1,50	3,68	17,31	118,91	15,86	4,28	8,21	2,10	1,13	1,04	
		2,00	4,87	22,93	158,54	21,14	5,71	10,94	2,80	1,50	1,09	
		3,00	7,20	33,93	230,28	30,70	5,65	15,89	4,11	1,49	1,13	
		4,00	9,47	44,62	297,15	39,62	5,60	20,49	5,36	1,47	1,17	
		5,00	11,68	55,00	359,26	47,90	5,55	24,76	6,55	1,46	1,22	
200	50	1,50	13,82	65,08	417,00	55,60	5,49	28,70	7,68	1,44	1,26	
		2,00	5,87	27,64	316,46	31,65	7,34	11,75	2,88	1,42	0,92	
		3,00	8,70	41,00	462,17	46,22	7,29	17,08	4,23	1,40	0,96	
		4,00	11,47	54,04	599,73	59,97	7,23	22,06	5,52	1,39	1,01	
		5,00	14,18	66,78	729,28	72,93	7,17	26,69	6,75	1,37	1,05	

X = Distancia entre el eje menor y-y a la superficie exterior del perfil

Perfiles Estructurales Correas



Largo Normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro o Galvanizado
Calidad de Acero:
ASTM A 36 / ASTM A 572 Gr. 50
Norma de Fabricación:
NTE INEN 1623
Espesores:
Desde 1,50 a 4,00 mm
Observaciones:
Otras dimensiones y largos previa consulta

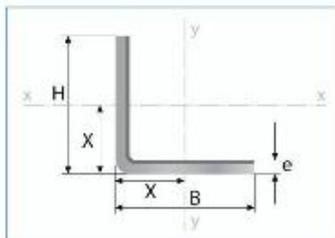
- Aplicaciones
- Conformado de elementos estructurales:
 - Vigas.
 - Viguetas.
 - Columnas.
 - Estructura para cubiertas.
 - Estructura para galpones.
 - Estructuras en general.

INEN

Designaciones		Área	Peso	Propiedades Estáticas								
				Eje x-x				Eje y-y				
H	B	c	e	A	P	I	W	i	I	W	i	X
mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm
60	30	10	1,50	1,95	9,19	11,16	3,72	1,82	3,96	2,06	1,08	1,07
			2,00	2,54	11,95	14,88	4,96	2,42	5,28	2,74	1,44	1,07
			3,00	3,61	16,99	20,90	6,96	2,40	7,26	3,77	1,41	1,08
80	40	15	1,50	2,70	12,73	28,20	7,05	3,06	6,58	2,61	1,39	1,45
			2,00	3,54	16,66	32,25	8,81	3,16	8,07	3,18	1,51	1,46
			3,00	5,11	24,06	49,04	12,26	3,10	10,85	4,27	1,46	1,46
100	50	15	1,50	3,30	15,55	54,70	10,94	3,84	12,07	3,70	1,80	1,71
			2,00	4,34	20,43	69,24	13,85	4,00	14,98	4,57	1,86	1,71
			3,00	6,31	29,71	97,78	19,56	3,94	20,51	6,25	1,80	1,72
		25	4,00	8,95	42,14	122,00	24,50	3,88	24,90	7,55	1,75	1,71
125	50	15	1,50	3,68	17,32	91,23	14,37	4,95	13,63	3,90	1,91	1,58
			2,00	4,84	22,78	116,42	18,63	4,91	16,16	4,69	1,83	1,58
			3,00	7,06	33,24	165,47	26,48	4,48	22,16	6,43	1,77	1,55
		25	4,00	9,95	46,85	209,00	33,40	4,78	26,90	7,78	1,71	1,54
150	50	15	1,50	4,05	19,09	140,47	18,43	5,85	14,49	3,98	1,88	1,41
			2,00	5,34	25,14	178,71	23,83	5,79	17,13	4,78	1,79	1,42
			3,00	7,81	36,78	255,23	34,03	5,72	23,49	6,56	1,73	1,42
		25	4,00	10,95	51,56	323,00	43,10	5,65	28,50	7,95	1,68	1,41
200	50	15	2,00	6,34	29,85	354,92	35,49	7,48	18,59	4,91	1,71	1,21
			3,00	9,31	43,84	510,32	51,03	7,40	25,51	6,73	1,66	1,21
			25	4,00	12,95	60,98	682,10	68,20	7,15	40,60	11,49	1,74

X = Distancia entre el eje menor y-y a la superficie exterior del perfil

Perfiles Estructurales Ángulos



Largo Normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro o Galvanizado
Calidad de Acero:
ASTM A 36 / ASTM A 572 Gr. 50
Norma de Fabricación:
NTE INEN 1623
Espesores:
Desde 1,50 a 6,00 mm
Observaciones:
Otras dimensiones y largos previa consulta

› Aplicaciones

- Conformación de elementos estructurales (cerchas).
- Torres.
- Estanterías.
- Cerrajería en general (ventanas, puertas, camas).
- Vitrinas.
- Cerramientos.
- Vallas publicitarias.
- Chasis de camiones.
- Remolques.



Designaciones			Peso	Propiedades Estáticas						
				Eje x-x			Eje y-y			
H	B	e	P	I	W	i	I	W	i	X=Y
mm	mm	mm	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm
20	20	1,50	2,65	0,21	0,15	0,47	0,21	0,15	0,47	0,54
		2,00	3,46	0,28	0,20	0,62	0,28	0,20	0,62	0,59
		3,00	4,96	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,64
25	25	1,50	3,36	0,42	0,24	0,59	0,42	0,24	0,59	0,67
		2,00	4,40	0,56	0,32	0,78	0,56	0,32	0,78	0,72
		3,00	6,37	0,79	0,45	0,76	0,79	0,45	0,76	0,77
30	30	1,50	4,06	0,75	0,35	0,71	0,75	0,35	0,71	0,79
		2,00	5,34	1,00	0,46	0,94	1,00	0,46	0,94	0,84
		3,00	7,78	1,41	0,67	0,92	1,41	0,67	0,92	0,89
40	40	1,50	5,48	1,83	0,63	0,95	1,83	0,63	0,95	1,04
		2,00	7,23	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	1,09
		3,00	10,61	3,50	1,22	1,25	3,50	1,22	1,25	1,14
		4,00	13,83	4,46	1,58	1,23	4,46	1,58	1,23	1,19
		5,00	16,90	5,31	1,92	1,22	5,31	1,92	1,22	1,24
50	50	1,50	6,89	3,65	1,00	1,19	3,65	1,00	1,19	1,29
		2,00	9,11	4,86	1,33	1,59	4,86	1,33	1,59	1,34
		3,00	13,43	7,03	1,95	1,57	7,03	1,95	1,57	1,39
		4,00	17,60	9,04	2,54	1,56	9,04	2,54	1,56	1,44
		5,00	21,61	10,88	3,10	1,54	10,88	3,10	1,54	1,49
75	75	2,00	13,82	24,02	4,42	1,77	24,02	4,42	1,77	2,01
		4,00	27,02	32,03	5,89	2,36	32,03	5,89	2,36	2,06
		5,00	33,39	39,08	7,25	2,35	39,08	7,25	2,35	2,11
		6,00	39,60	45,76	8,57	2,33	45,76	8,57	2,33	2,16
100	100	2,00	18,53	58,35	7,95	2,38	58,35	7,95	2,38	2,52
		4,00	36,44	77,80	10,60	3,17	77,80	10,60	3,17	2,57
		5,00	45,16	95,47	13,13	3,16	2,73	4,01	1,94	2,62
		6,00	53,73	113,00	15,60	3,14	113,00	15,60	3,14	2,67

X, Y= Distancia entre el eje menor y-y a la superficie exterior del perfil

APÉNDICE II TABLA DE SALARIOS [14]

TABLA DE SALARIOS									
Contraloría General del Estado • Dirección de Auditoría de Proyectos y Ambiental									
ENERO 2015 EN ADELANTE (Salarios mínimos por Ley en dólares)									
Reajuste de Precios									
CATEGORÍAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	DÉCIMO TERCER	DÉCIMO CUARTO	TRANS- PORTE	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
REMUNERACIÓN BÁSICA UNIFICADA MÍNIMA	354,00								
CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTÓNICOS									
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2									
Peda	363,74	363,74	354,00		530,33	363,74	5 976,69	25,43	3,18
ESTRUCTURA OCUPACIONAL O2									
Albafil	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Operador de equipo liviano	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Pintor	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Pintor de exteriores	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Pintor empapelador	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Fierro	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Carpintero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Encofrador	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Carpintero de ribera	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Plomero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Electricista	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Instalador de revestimiento en general	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Ayudante de perforador	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Cadenero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Mampostero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Enlucidor	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Hjalatero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Técnico linero eléctrico	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Técnico en montaje de subestaciones	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Técnico electromecánico de construcción	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Obrero especializado en la elaboración de prefabricados de hormigón	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Parqueteros y colocadores de pisos	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
ESTRUCTURA OCUPACIONAL O1									
Maestro eléctrico/linero/subestación	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
ESTRUCTURA OCUPACIONAL O2									
Operador de planta de hormigón	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Perforador	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Perfiero	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Técnico albañilería	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Técnico obras civiles	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
ESTRUCTURA OCUPACIONAL O2									
Plomero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
ESTRUCTURA OCUPACIONAL O3									
Inspector de obra	411,53	411,53	354,00		600,01	411,53	6 715,43	28,58	3,57
Supervisor eléctrico general	411,53	411,53	354,00		600,01	411,53	6 715,43	28,58	3,57
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B1									
Ingeniero Eléctrico Residente de Obra	412,59	412,59	354,00		601,56	412,59	6 731,82	28,65	3,58
	412,59	412,59	354,00		601,56	412,59	6 731,82	28,65	3,58
LABORATORIO									
Laboratorista 2: experiencia mayor de 7 años(Estr. Oc. C1)	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
TOPOGRAFÍA									
Topógrafo 2: Título exper. mayor a 5 años(Estr. Oc. C1)	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
DIBUJANTES									
Dibujante (Estr. Oc. C2)	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39

Nota: El listado corresponde exclusivamente a las estructuras ocupacionales que constan en la publicación de los salarios de las Comisiones Sectoriales del Ministerio del Trabajo en los Acuerdos No. 0256 y 0257, de 30 de diciembre de 2014; que están en vigencia a partir del 1 de enero de 2015.



CÁMARA DE LA
CONSTRUCCIÓN DE
ECUADOR

20

CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO

APÉNDICE III TABLA MOMENTOS MAXIMOS EN VIGAS DE LOSAS [16]

Momentos flectores y fuerzas de corte
aproximados, para vigas y losas continuas

Momento Positivo	
Apoyo exterior articulado o empotrado en vigas perimetrales	$\frac{W_u L_n^2}{11}$
Apoyo exterior mediante empotramiento en columna	$\frac{W_u L_n^2}{14}$
Tramos interiores	$\frac{W_u L_n^2}{16}$
Momento Negativo	
En la cara exterior del primer apoyo interior	
Dos tramos	$\frac{W_u L_n^2}{9}$
Mas de dos tramos	$\frac{W_u L_n^2}{10}$
En las demás caras de apoyos interiores	$\frac{W_u L_n^2}{11}$
En las caras de los apoyos para Losas con luces $\leq 3,00$ mts. Y vigas cuya rigidez sea $< 1/8$ de la suma de las rigideces de las columnas en cada extremo del tramo.	$\frac{W_u L_n^2}{12}$
En las caras interiores de los apoyos extremos para miembros construidos monolíticamente con los apoyos.	
Cuando el apoyo es viga perimetral	$\frac{W_u L_n^2}{24}$
Cuando el apoyo es una columna	$\frac{W_u L_n^2}{16}$
Fuerza Cortante	
En miembros extremos en la cara del primer apoyo interior	$\frac{1,15 W_u L_n^2}{2}$
En las caras de todos los demás apoyos	$\frac{W_u L_n}{2}$

**APENDICE IV PLANOS ESTRUCTURALES Y
ARQUITECTÓNICOS**

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Mc GRAW HILL-TYLER G. HICKS * Manual de Cálculos para las Ingenierías
- [2] Mc GRAW HILL, Inc. WILLIAM A. NASH * Resistencia de Materiales
- [3] LIMUSA - BORIS BRESLER. T.Y. LIN Y JOHN B. SCALZI * Diseño de Estructuras de Acero
- [4] HARLA – FERDINAND L. SINGER * Resistencia de Materiales
- [5] CODIGO NEC-SE-AC, * Estructuras de Acero de la Norma Ecuatoriana de la Construcción
- [6] CODIGO NEC–SE–MP, * Mampostería Estructural de la Norma Ecuatoriana de la Construcción
- [7] CODIGO NEC – SE – HM, * Estructuras de Hormigón Armado de la Norma Ecuatoriana de la Construcción
- [8] CODIGO NEC – SE – VIVIENDA, * Viviendas de hasta dos pisos con luces de 5m de la Norma Ecuatoriana de la Construcción
- [9] Código NEC – SE – DS, * Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente de la Norma Ecuatoriana de la Construcción
- [10] Manuales IICL, Manuales de Inspección y Reparación del Instituto Internacional de Arrendatarios de Contenedores

- [11] Manual de Construcción de Acero del Instituto Americano de la Construcción de Acero Inc. (AISC, American Institute of Steel Construction, Inc.)
- [12] Manual de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS, American Welding Society).
- [13] Catálogo IPAC de Productos y Servicios (http://www.ipac-acero.com/revista-digital/IPAC_catalogo.html)
- [14] Revista de la Cámara de Construcción
- [15] Revista Domus
- [16] Normas ACI 318 – 05 español

