

Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA CIVIL



VIGAS DE CELOSIA PARA GRANDES LUCES

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

JUAN LORENZO QUISPE QUISPE

LIMA ★ PERU ★ 1975

Tema de Tesis: "Vigas de Celosía para Grandes Luces"

Asesor: Ing. Don Luis F. Zapata Baglietto

E S P E C I F I C A C I O N E S

Objeto:- El objeto de la presente tesis es dar un criterio para escoger una solución adecuada en la estructuración de las denominadas Cubiertas Livianas de grandes luces formadas por Vigas de Celosía apoyadas en columnas de concreto armado. Se estudiarán 3 tipos de vigas de celosía con el objeto de compararlos y recomendar la solución más económica. Esta tesis integra el Tema de Investigación denominado "Optimización de Cubiertas Livianas".

Contenido:-

1.- Introducción

Objeto, importancia, resumen del contenido de la tesis, alcances, ubicación dentro de un plan general, reconocimiento.

2.- Características de las armaduras y de las Solicitaciones

2.1.- Características geométricas de las armaduras

2.2.- Geometría de las armaduras

2.3.- Solicitaciones de carga

3.- Metodología del estudio

3.1.- Análisis estructural

Diseño.- El diseño de los elementos se hará según las especificaciones del AISC-69

4.- Análisis de los Resultados.-

En base al diseño se obtiene el peso estructural de cada tipo de armadura y se grafican curvas comparativas.

4.1.- Peso propio de las armaduras

4.2.- Densidad del peso propio de las armaduras

5.- Conclusiones

6.- Referencias

7.- Apéndice

Lima, 1º de Agosto de 1975

I N D I C E

	PAG.
1.- <u>INTRODUCCION</u>	
Objeto, importancia, resumen del contenido de la tesis, alcances, ubicación dentro de un plan general, reconocimiento.	1-3
2.- <u>CARACTERISTICAS DE LAS ARMADURAS Y DE LAS SOLICITACIONES</u>	
2.1 Características geométricas de las armaduras -----	4-6
2.2 Geometría de las armaduras	6-7
2.3 Solicitaciones de carga	7-8
3.- <u>METODOLOGIA DEL ESTUDIO</u>	
3.1 Análisis estructural -----	9-12
3.2 Diseño -----	13-14
4.- <u>ANALISIS DE LOS RESULTADOS</u>	
4.1 Peso propio de las armaduras	16
4.2 Densidad del peso propio de las armaduras -----	17
5.- <u>CONCLUSIONES</u>	18
6.- <u>REFERENCIAS</u>	19
7.- <u>APENDICE</u>	20-22

1.- INTRODUCCION

Objeto.- El objeto del presente trabajo es dar un criterio, para escoger una solución adecuada, en la estructuración de las denominadas Cubiertas Livianas de grandes luces formadas por Vigas de Celosía (Armaduras) apoyadas en columnas de concreto armado.

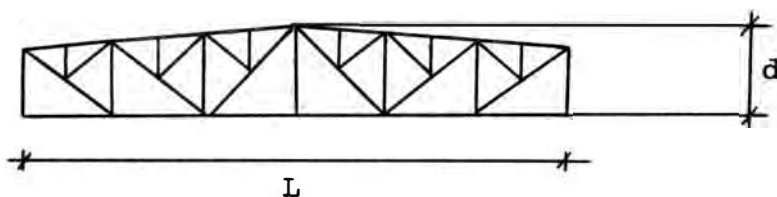
Este trabajo tiene carácter exploratorio debido a las grandes dimensiones de las armaduras, poco comunes en la práctica, sin embargo este estudio se realiza ya que se prevee un uso de estas armaduras cada vez más frecuente en el futuro. La estructura portante de concreto armado no es tema de este estudio.

Importancia.- El factor determinante para escoger una estructura de acero es el económico, que se manifiesta muchas veces en el peso del material estructural empleado, siendo así que la armadura de menor peso, es en la mayoría de los casos, la más económica. Otros factores a considerar en el costo de la estructura son el de su fabricación, montaje y en especial la forma.

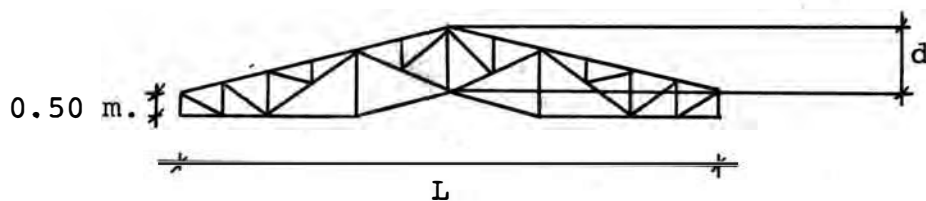
Resumen del contenido de la tesis.- En el presente trabajo se procede a diseñar 3 tipos de vigas de celosía, con luces desde 35.00 m. hasta 60.00 m., cada 5.00 m.

Los tipos de vigas de celosía a estudiar son

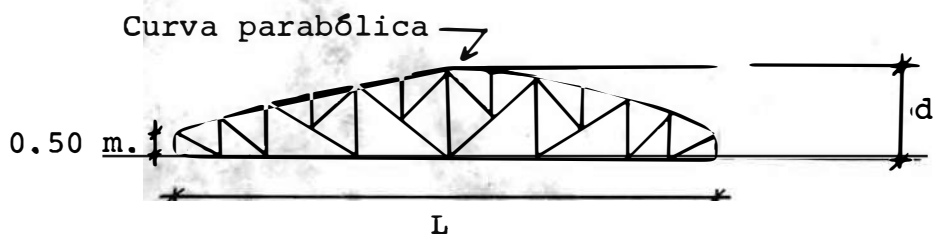
TIPO A



TIPO B



TIPO C



Una vez ejecutado el diseño, se determina el peso de cada tipo de estructura, con el objeto de compararlos y tener una idea de cual es el tipo de armadura más económica (La menos pesada)

Alcances.- El presente trabajo abarca el estudio de Vigas de Celosía para grandes luces, con cubierta liviana (Planchas corrugadas de asbesto-cemento). Otros elementos como las columnas, correas o viguetas no son tema de este trabajo. El material de las armaduras, perfiles y planchas es de acero A-36 o similar, con un punto de fluencia de 25 Kg/mm^2 (36 Ksi).

El análisis estructural es el correspondiente a la forma elástica y el diseño es por el Método de Esfuerzos Permisibles.

Ubicación dentro de un plan general.- El presente trabajo forma parte de una investigación denominada "Optimización de Cubiertas Livianas".

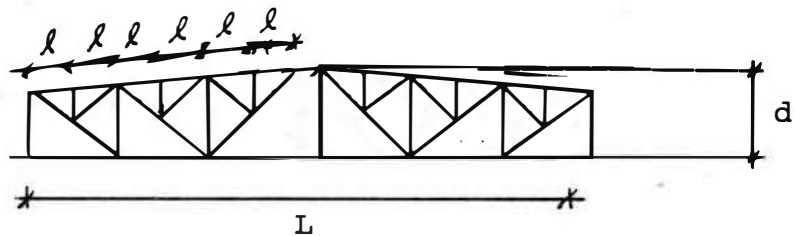
RECONOCIMIENTO

Deseo expresar mi reconocimiento al Señor Ingeniero Luis F. Zapata Baglietto, por su constante apoyo y asesoramiento en la ejecución de la presente tesis.

2.- CARACTERISTICAS DE LAS ARMADURAS Y DE LAS SOLICITACIONES

2.1 Características geométricas de las armaduras

TIPO A

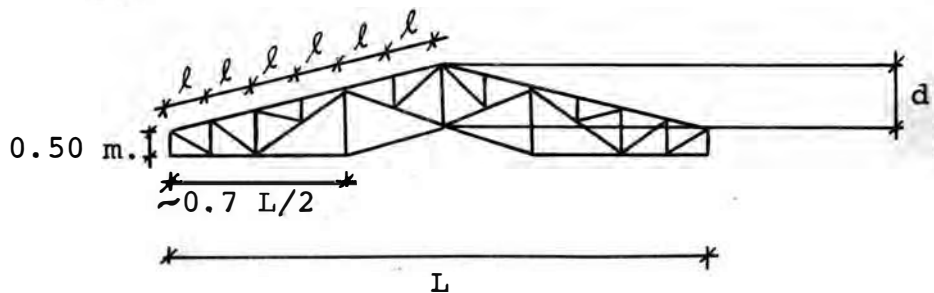


El peralte " d " se ha obtenido del trabajo (1)*

Pendiente de la brida superior : 10 %

Separación entre viguetas 1 = 1.70 m., 1.40 m. (Que corresponde a planchas de 6' y 5' de largo menos 5" de traslape).

TIPO B



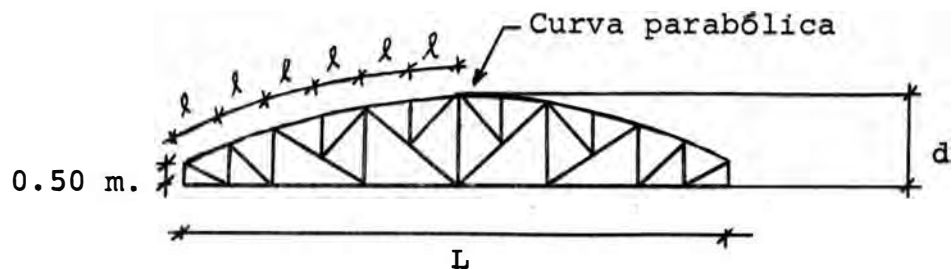
El peralte " d " se ha obtenido en base a tanteos, con el propósito de encontrar una mejor distribución de los esfuerzos en las bridas, esto ocurre cuando la brida inferior se incli

na a una distancia aproximadamente igual a $0.7 L/2$. Además, se ha tratado de que este peralte sea lo más cercano al que se obtiene del trabajo (1).

Pendiente de la brida superior : 20 ‰

Separación entre viguetas 1 = 1.70 m., 1.40 m.

TIPO C



El peralte "d" es el resultado de una serie de tanteos (Se hizo una comparación en peso para determinadas luces con los siguientes peraltes $1/10 L$, $1/12 L$ y $1/14 L$) el resultado es el siguiente :

Para $L = 35.00$ m. hasta $L = 50.00$ m. ----- $d = 1/10 L$

Para $L = 55.00$ m. y $L = 60.00$ m. $d = 1/12 L$

La brida superior, sigue una curva parabólica.

La separación entre viguetas es 1 = 1.70 m., 1.40 m.

(*) El número entre paréntesis indica la bibliografía.

Corte típico de los 3 tipos de armaduras

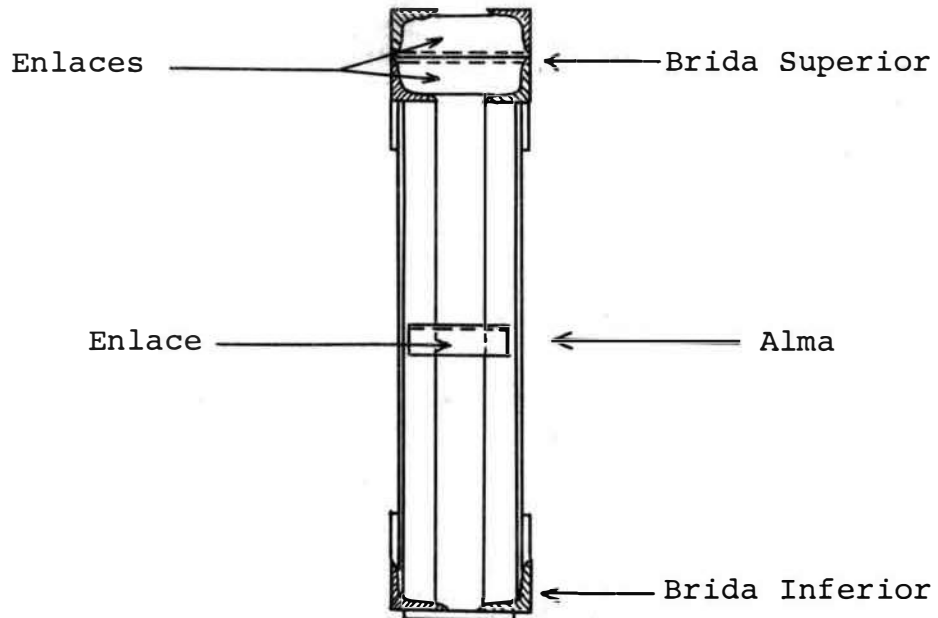


Figura No. 1

2.2 Geometría de las armaduras

El peralte "d" es el que se muestra a continuación en la Tabla No. 1.

La longitud de la primera montante para la estructura Tipo A es la que resulta de descontar de "d" el 10 % de $L/2$; para las armaduras Tipos B y C esta longitud es de 0.50 m.

Para un empleo racional de las planchas corrugadas se tra-

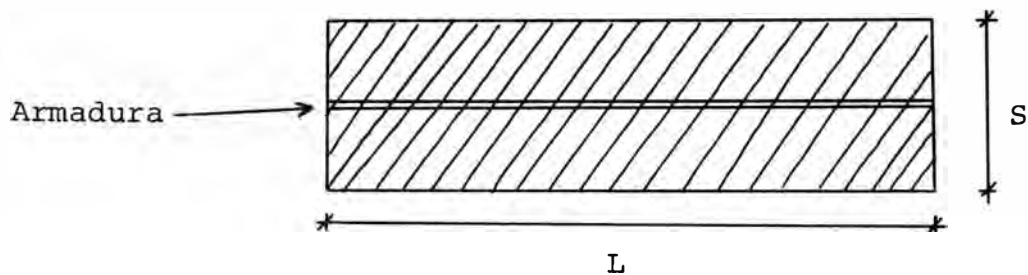
tará de usar la mayor cantidad posible de planchas de 6' (1 = 1.70 m.), completándose el resto con planchas de 5' (1 = 1.40 m.).

TABLA No. 1

d (m.) \ L (m.)	35	40	45	50	55	60
TIPO A	3.65	3.90	4.15	4.40	4.55	4.80
TIPO B	3.33	3.84	3.67	4.17	4.67	4.50
TIPO C	3.50	4.00	4.50	5.00	4.58	5.00

2.3 Solicitaciones de cargas :

Las solicitaciones de carga por unidad de longitud, actuantes sobre cada armadura, así como el espaciamiento entre armaduras (S) es el que se muestra a continuación en la Tabla No. 2.



Peso propio estructura metálica -----	:	15.00 Kg/m ²
Peso propio plancha asbesto-cemento ---	:	15.00 Kg/m ²
		<hr/>
CARGA MUERTA -----	:	30.00 Kg/m ²
CARGA VIVA (MONTAJE) -----	:	20.00 Kg/m ²
		<hr/>
CARGA TOTAL -----	:	50.00 Kg/m ²

La carga por unidad de longitud (w) es :

$$w = 50.00 \text{ Kg/m}^2 \times S$$

TABLA No. 2

L (m)	35	40	45	50	55	60
S (m)	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00
w (Kg/m)	375	400	425	450	475	500

3.- METODOLOGIA DEL ESTUDIO

3.1 Análisis estructural

El análisis estructural de las armaduras se hizo por el Método Gráfico de Cremona, los resultados obtenidos se muestran en los gráficos de las páginas siguientes.

A continuación se da una breve explicación de los gráficos:

Para cada luz se muestra L/2

La escala de los gráficos es 1:200

Las cargas y esfuerzos mostrados se dan en toneladas.

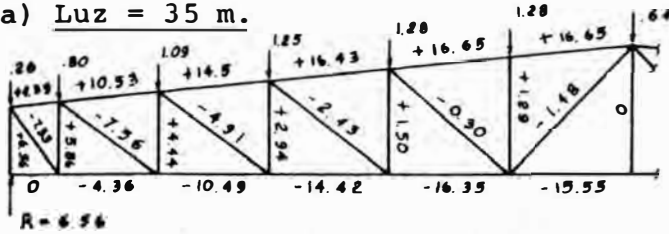
Tracción (-)

Compresión (+)

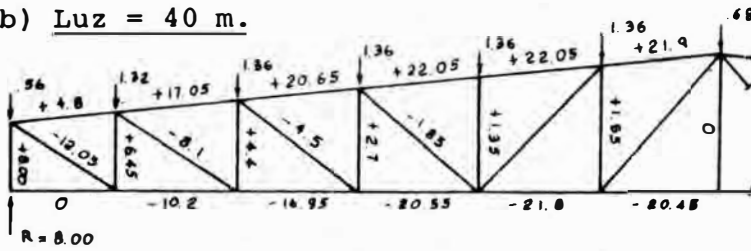
GRAFICO No. 1

RESULTADOS DEL ANALISIS ESTRUCTURAL (TIPO A)

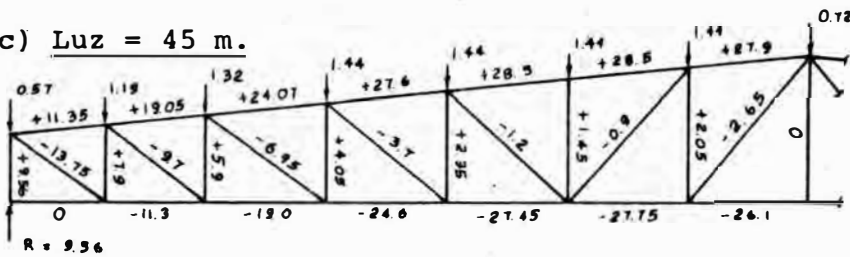
a) Luz = 35 m.



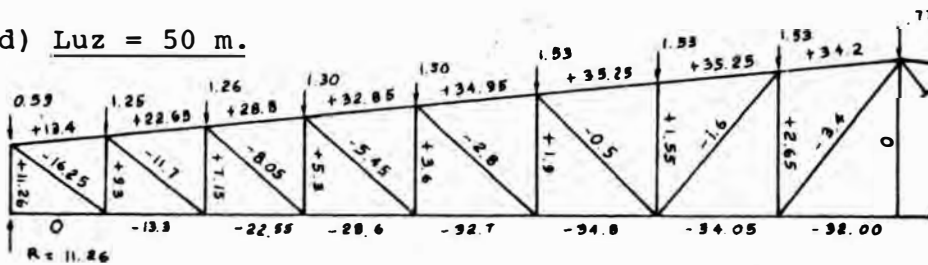
b) Luz = 40 m.



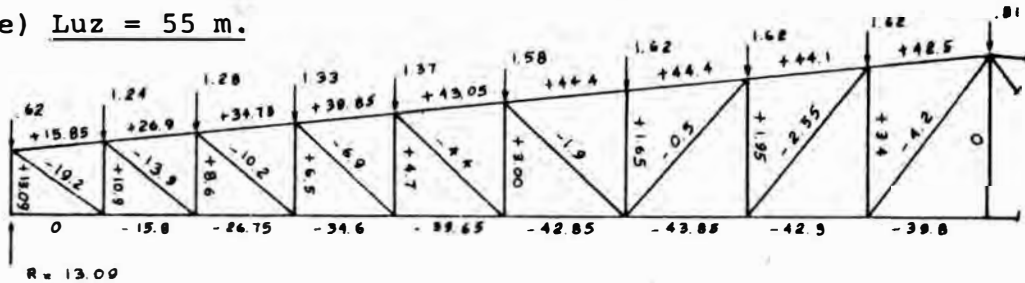
c) Luz = 45 m.



d) Luz = 50 m.



e) Luz = 55 m.



f) Luz = 60 m.

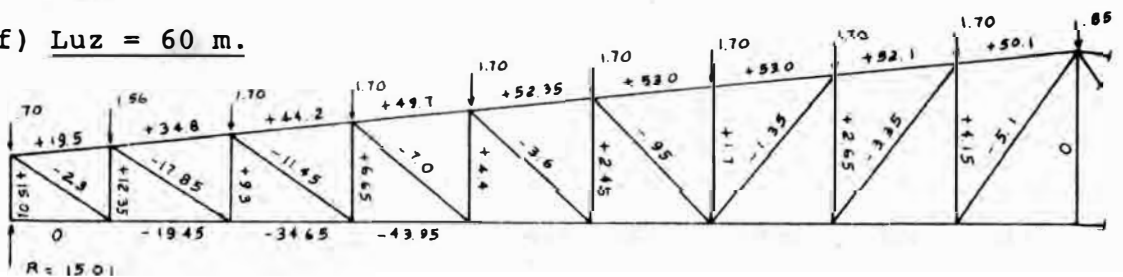
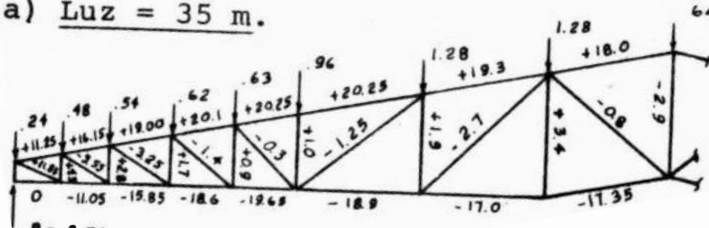


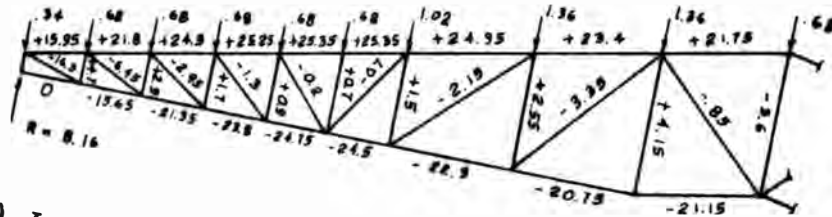
GRAFICO No. 2

RESULTADOS DEL ANALISIS ESTRUCTURAL (TIPO B)

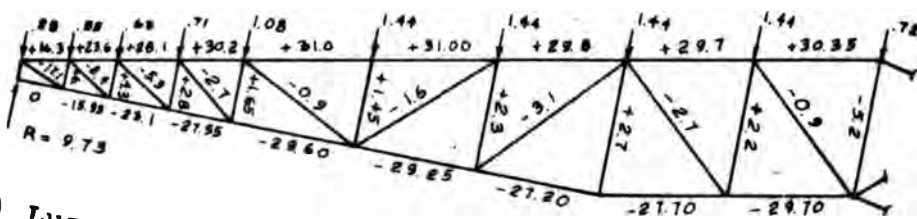
a) Luz = 35 m.



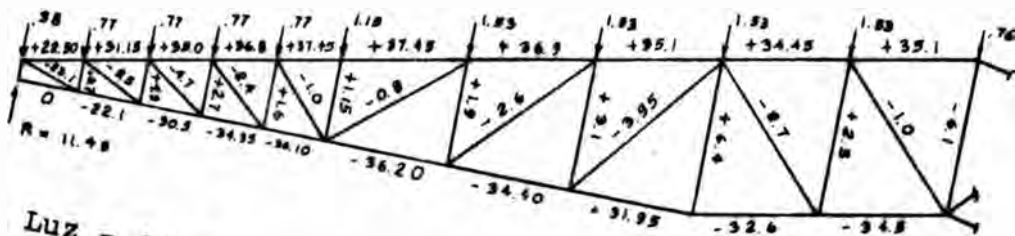
R = b) Luz = 40 m.



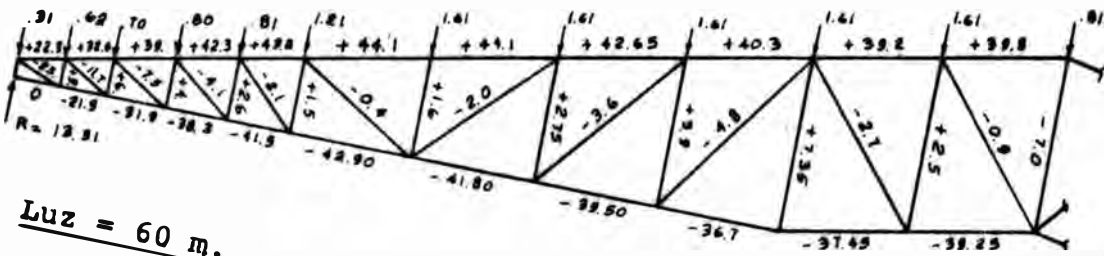
c) Luz = 45 m.



d) Luz = 50 m.



e) Luz = 55 m.



f) Luz = 60 m.

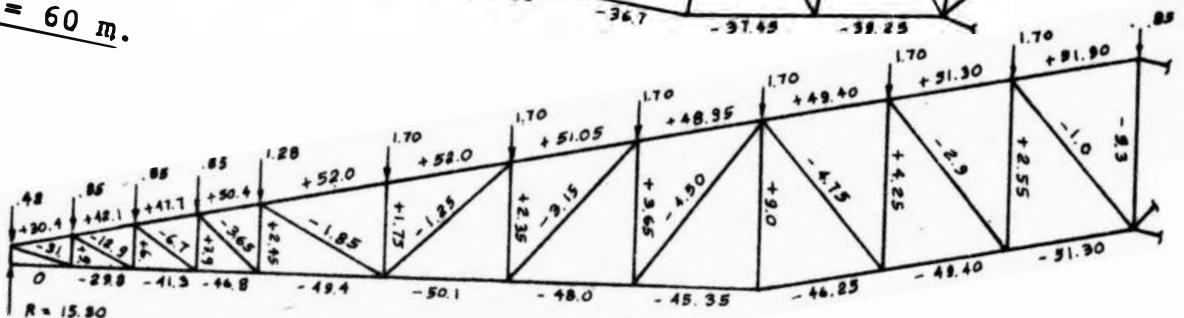
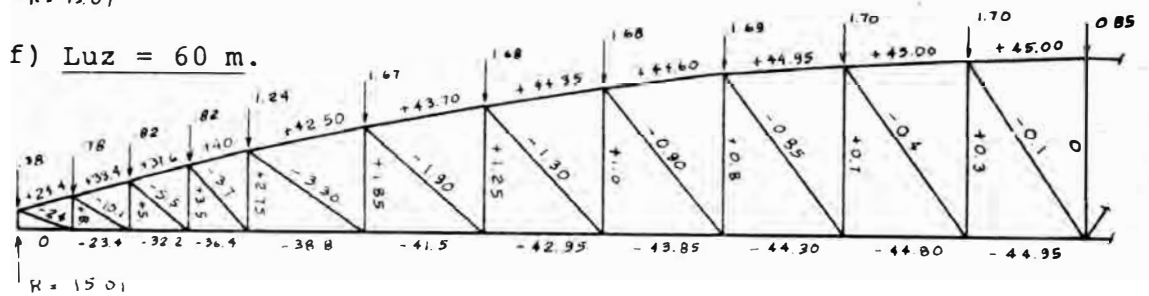
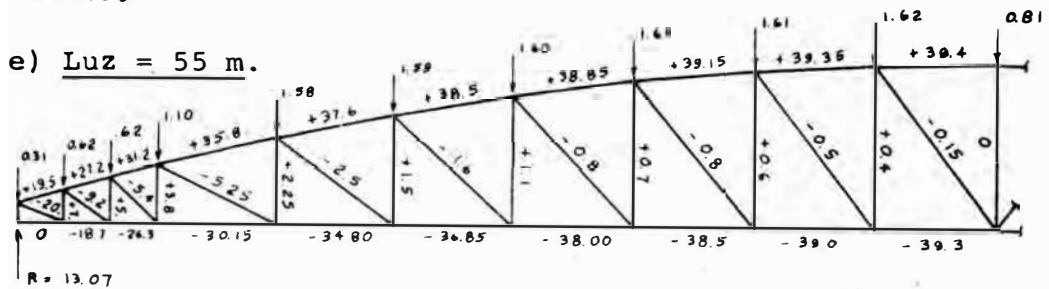
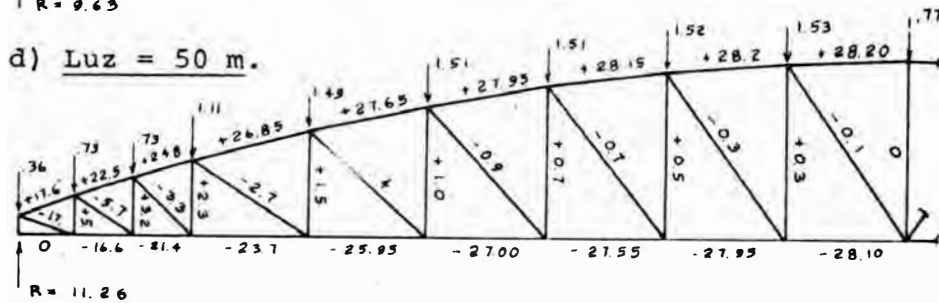
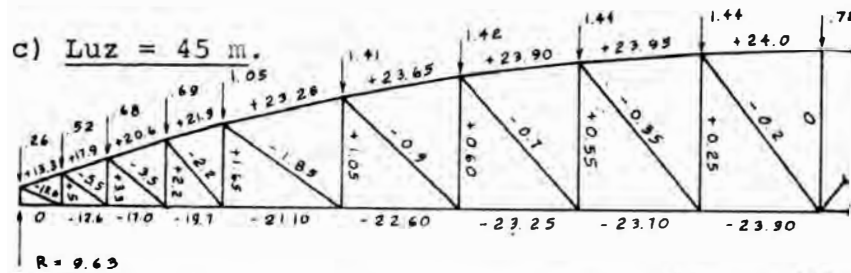
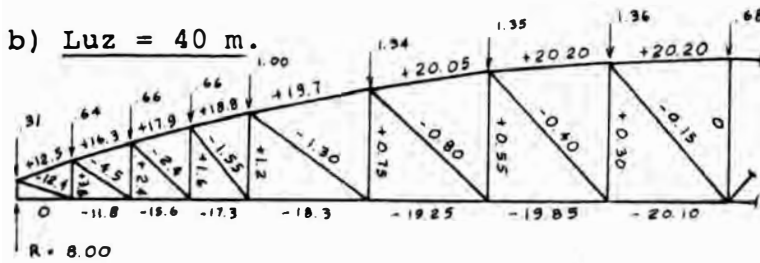
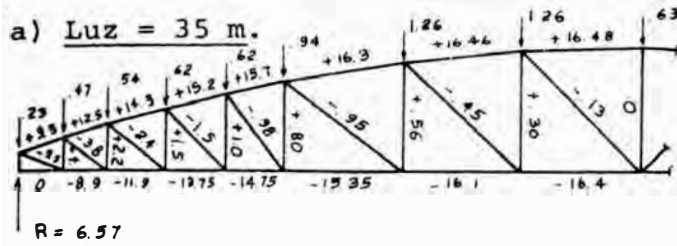


GRAFICO No. 3

RESULTADOS DEL ANALISIS ESTRUCTURAL (TIPO C)



3.2 Diseño

- a) Se emplea el Reglamento AISC, edición 1969
- b) La distancia entre viguetas es de 1.70 m.; las viguetas dobles arriostran la armadura cada 5.10 m. (Ver figura No. 2)
- c) El diseño estructural de los elementos en tracción y en compresión se hace por el Método de Esfuerzos Permisibles y empleando las "Especificaciones para el diseño, fabricación y montaje de acero estructural para edificios" (4)
- d) Para los 3 tipos de armadura, se usa en la brida superior 4 ángulos formando una sección cajón. Se prefiere esta solución al uso convencional de 2 ángulos, debido al ahorro en peso de material estructural.
- e) En el diseño de la brida superior (Ver figura No. 2) se ha procurado tener lo siguiente :

$$\frac{l_x}{r_x} \leq \frac{l_y}{r_y} \leq \frac{L_y}{r_y}$$

Por otro lado $f_a \leq F_a$.

DISEÑO DE BRIDA SUPERIOR

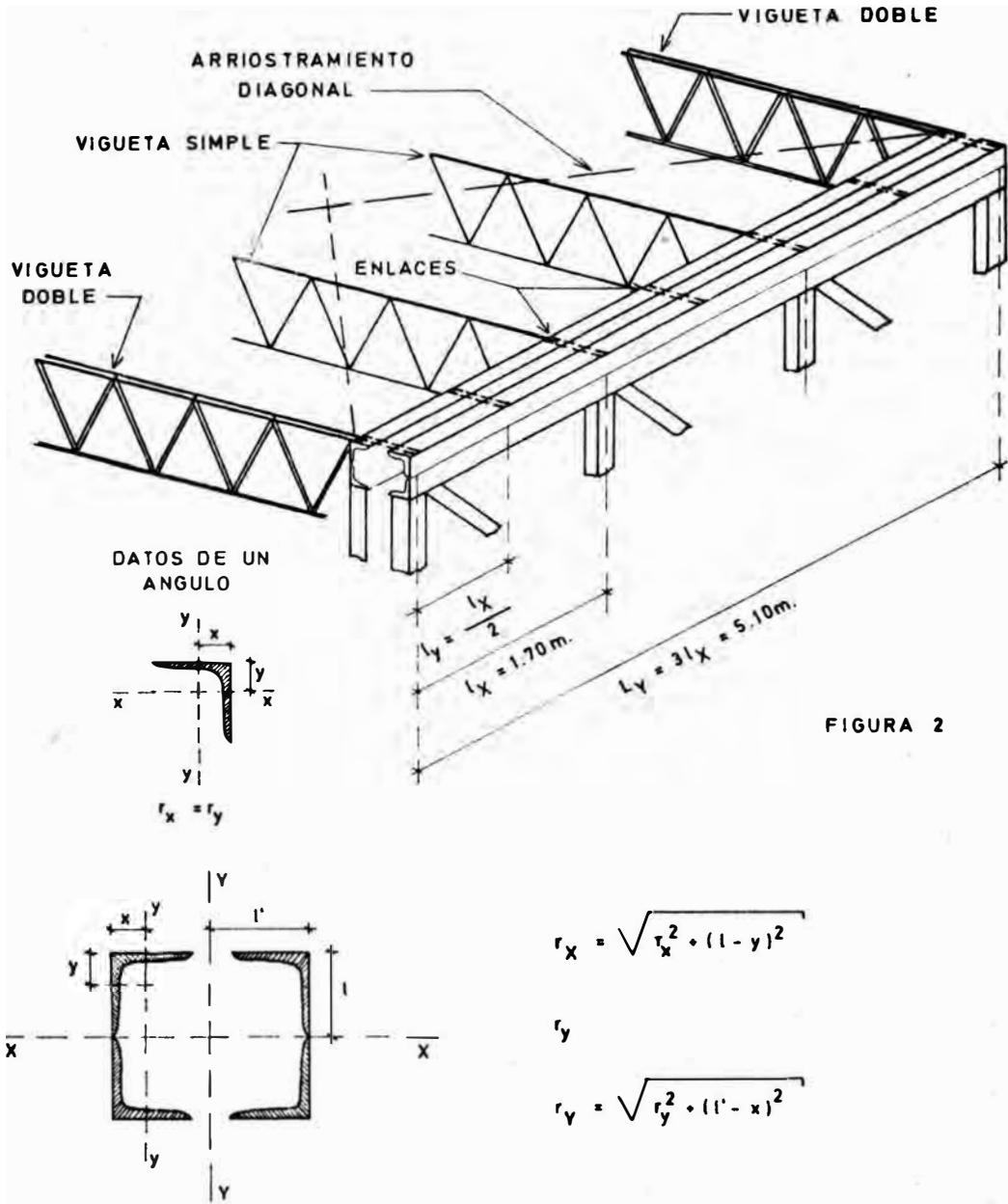


FIGURA 2

Se procura tener lo siguiente :

$$\frac{l_x}{r_x} \leq \frac{l_y}{r_y} \leq \frac{l_y}{r_y}$$

4.- ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Para el análisis de los resultados, que se muestran en los gráficos de las siguientes páginas, se han tomado como parámetros de comparación los siguientes

4.1 Peso propio de las armaduras.

4.2 Densidad del peso propio de las armaduras.

GRAFICO No. 1

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1.- Peso propio de las armaduras.- La armadura Tipo A es la más pesada en todas las luces, la menos pesada es la armadura Tipo C; entre estas se encuentra la armadura Tipo B, notándose que la curva que describe es muy cercana a la del Tipo A. Entre las armaduras Tipos A y C, la diferencia de cantidad en material estructural es interesante (obteniéndose diferencias porcentuales que van desde el 12 % hasta el 20 %).

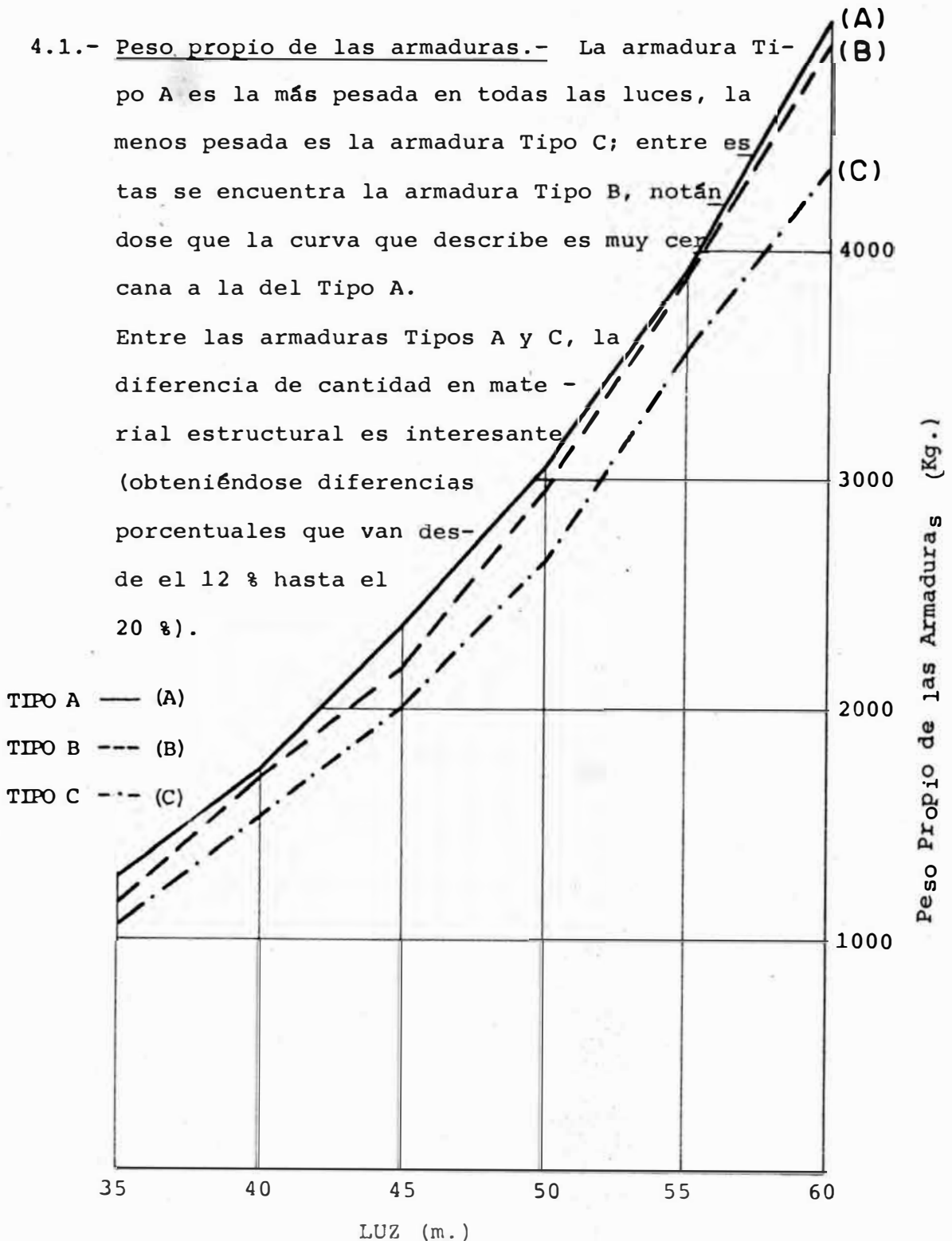


GRAFICO No. 2

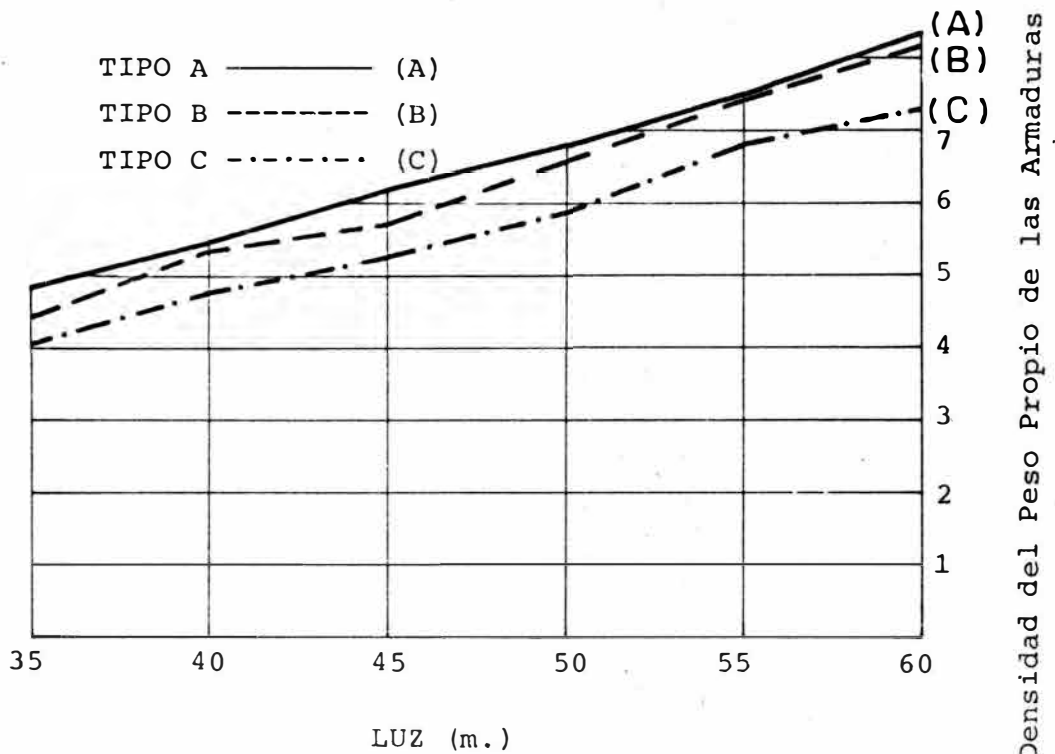
ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.2.- Densidad del peso propio de las armaduras.- Se obtiene al dividir el peso propio de cada armadura por su área de influencia. Observamos que los resultados se incrementan proporcionalmente con la luz, aproximadamente como una recta de ecuación $y = mx + b$ (donde "y" es la densidad en Kg/m^2 y "x" la luz de la armadura en m.) Las ecuaciones para cada Tipo son las siguientes :

Tipo A ----- $y = 0.139 x - 0.012$

Tipo B ----- $y = 0.150 x - 0.820$

Tipo C ----- $y = 0.129 x - 0.462$



5.- CONCLUSIONES

Se han obtenido resultados que pueden servir de guía al diseñador, considerando que estas son importantes por tratarse de armaduras de dimensiones grandes poco usuales.

Para los 3 tipos de armadura se han aplicado las mismas condiciones de carga y diseño, ciertamente particulares, pero se han obtenido valores que nos permiten llegar a las siguientes conclusiones.

- 1) La armadura Tipo C es la más económica (menos pesada)
- 2) El uso en la brida superior de 4 ángulos formando una sección cajón, nos permite una reducción del peso en comparación al uso convencional de 2 ángulos.
- 3) Se recomienda entonces, el uso de la viga de celosía Tipo C (De brida superior parabólica) para luces de 35.00 m. o más.

6.- REFERENCIAS

- 1.- Determinación del Peralte Adecuado y Peso Aproximado de Armaduras de Bidas Paralelas. Tesis del Ing. Augusto Fontcuberta.
- 2.- Comparación entre Pórticos Rígidos de Sección Constante y Variable (Diseño por Esfuerzos Permisibles). Tesis del Ing. Alberto Avigdor.
- 3.- Diseño en Acero (Apuntes de clase) del Ing. Luis F. Zapata Baglietto.
- 4.- Manual del American Institute of Steel Construction. Inc. edición 1969.