

# Universidad de Ciencias Comerciales



**UCC**

**TESINA:**

**“DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DE UN  
PUENTE”**

**TUTORES:**

**ING. HUMBERTO POMARES  
ING. MANUEL ROJAS**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL E INDUSTRIAL**

**ELABORADO POR:**

**BR. CARLOS JOSE LOPEZ PEREZ  
BR. RADWELL GREEN HODGSON  
BR. EDDY SANTIAGO UGARTE MORALES**

**T  
0033  
2003**

**MANAGUA, NICARAGUA; 2003**

## INDICE

CONTENIDO	PAG
INTRODUCCIÓN . . . . .	1
OBJETIVOS. . . . .	2
ANTECEDENTES. . . . .	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
NOMENCLATURA.....	5
CALCULOS DE LAS CARGAS . . . . .	8
DESARROLLO DEL DIAGRAMA DE MOMENTO POR CARGA MUERTA CPI ..	8
DESARROLLO DEL DIAGRAMA DE MOMENTO POR CARGA MUERTA CP2. ..	10
CALCULO DEL MOMENTO POSITIVO EN EL CLARO AB . . . . .	15
DISEÑO DE VIGA PARA MOMENTO POSITIVO EN EL TRAMO AB . . . . .	19
Propiedades de la sección mixta . . . . .	21
Revisión por momento máximo . . . . .	24
Revisión de la sección de Acero sin cubre placa . . . . .	25
Revisión por momento máximo . . . . .	26
Revisión de la viga al corte. . . . .	27
Revisión de pandeo de la viga ( pandeo lateral torcional ).....	27
ATIEZADORES . . . . .	28
Transversales . . . . .	28
Longitudinal . . . . .	28
De apoyo. ....	28
CALCULO DE LOS CONECTORES DE CORTANTE. . . . .	29
Revisión por resistencia ultima . . . . .	30
CALCULO DE LAS DEFLEXIONES . . . . .	31
Por carga permanente inicial . . . . .	31
Por carga permanente posterior . . . . .	31
Por carga viva ... ..	31
CALCULO PARA LOSETA PREFABRICADA.....	33
CALCULO DE CARGAS Y DISEÑO DEL REFUERZO PARA EL VOLADISO . . . . .	38
CALCULO DE LA BARANDA.. . . . .	41
PRESUPUESTO.. . . . .	44
Informe fisico . . . . .	45
Informe financiero . . . . .	46
Diagrama de gantt en semanas. . . . .	46
COCLUCIONES .. . . . .	47
RECOMENDACIONES . . . . .	48
REFERENCIAS .. . . . .	49
AGRADECIMIENTO . . . . .	50
ANEXOS . . . . .	51

# INTRODUCCIÓN

Nicaragua como el resto de los países centroamericanos, se encuentra ubicado geográficamente en la zona del trópico, zona para la cual anualmente se registran meteorológicamente muchos fenómenos naturales, destacándose como de carácter extraordinario el Huracán Alleta (1984) y recientemente el Huracán Mitch (1998). Provocando grandes estragos y pérdidas en el país, específicamente la infraestructura vial.

Este pequeño trabajo consiste en la rehabilitación del puente Hato Grande que forma parte de la carretera 24, que une Chinandega y el Guasaule, en la ruta GA-1, según la Nic-80, que sufrió muchos daños a causa del huracán Mitch.

Entre los muchos tantos estragos provocados por el huracán Mitch, destacamos el de interés para nuestro caso: la destrucción de la superestructura del puente Hato Grande

En este sentido procedimos a analizar y diseñar la superestructura para un puente de acero, en combinación de concreto reforzado

Las normativas constructivas para puentes y vías terrestres de Nicaragua, la Nic-80, establecen que los puentes sean diseñados y/o construidos bajo las especificaciones técnicas que demanda la American Association of State Highway and Transportations Officials (AASHTO)

En esta medida se realizaron los análisis para el diseño de la superestructura de acero y concreto reforzado en combinación, empleando los métodos de cargas de servicio y resistencia última; establecidas en las especificaciones de AASHTO 1983.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL:**

- Realizar los análisis y cálculo de diseño para la superestructura de un puente de acero y concreto reforzado en colaboración, empleando las especificaciones técnicas establecidas por la AASHTO.

### **ESPECÍFICOS:**

- Determinar si la viga de acero del puente Hato Grande satisface los requerimientos de diseño especificados por la AASHTO.
- Analizar, si el procedimiento de la losa, soporta las cargas de diseño, el factor de impacto y el factor de incremento del MTI..
- Diseñar las barandas, aceraras y espigas del puente mediante de las cargas y especificaciones de la AASHTO.

## **ANTECEDENTES**

Las principales carreteras de Nicaragua se construyeron con la ayuda de los Estados Unidos a partir de la década de los 40 y se diseñaron con una carga viva de Hs-15, según la norma AASHTO para vehículos de 25 toneladas, a esto lo siguió el crecimiento del tráfico y regularmente la construcción de la red de carreteras hasta los años 80.

Luego el inicio de la guerra civil, impidió durante muchos años que se mantuviera y se conservaran la infraestructura vial. En 1990, se firmó la paz y empezó a reactivarse la economía, así el tránsito por las principales carreteras aumentada vigorosamente y consecuentemente el rápido deterioro de las mismas ya que el tránsito se había aumentado en un 70% (MTI)

Debido a que Nicaragua no tiene instalaciones portuarias en la Costa del Mar Caribe y el acceso a dichos puertos está muy limitado, los productos de importación que vienen del Mar Caribe se transportan por tierra desde los puertos de los países vecinos, por lo que el aumento del tráfico y del tamaño de vehículos es muy importante en la carretera internacional llamada "Panamericana" y sus vecinos centroamericanos, transportando el 50% de carga anual importada (Estudios del MTI, 1999).

La carretera "Panamericana" precede de Honduras y entra a territorio nicaragüense bifurcándose en forma de "Y", está clasificada según la Nic.-80 el lado oeste como la ruta CA-3 y el lado Este como la ruta CA-1.

## **JUSTIFICACIÓN**

Los días del 26 al 31 de Octubre de 1998, El Huracán Mitch azotó la región centroamericana incluido Nicaragua, donde la precipitación anual de 1300 mm – 1400 mm (para la región occidental), aumentó a 1494 mm en 5 días de lluvia, provocando grandes inundaciones, deslaves, derrumbes de tierra y rocas, etc., destruyéndose así más de 4000 m de puentes en las carreteras del país (Datos del MTI).

La carretera número 24 que une Chinandega y el Guasaule el lado Oeste de la Panamericana al atravesar Nicaragua sufrió mayores daños.

En esta ruta se destruyeron 9 puentes, de los cuales y se consideran de escala media, entre estos se encuentran el puente Hato Grandes, construido en la década de los 50, para una vida útil de 25 años, lo que significa que para 1990 durante el huracán Mitch había superado el doble de su vida útil

Ya que para el diseño de la subestructura de un puente es necesario realizar un levantamiento de la información de campo que demanda la realización de una serie de meticulosos estudios y entre los que se destacan: Levantamiento topográficos, estudios de suelo y subterráneos, cuyos resultados son obtenidos en laboratorios; así como una serie de análisis hidrotécnicos

Así como para la adaptación del diseño correspondiente a al carga de servicio se analizaron datos obtenidos del Ministerio de transporte e infraestructura. Estos datos demuestran que el 30% de la carga anual importada pasa por esta ruta (CA-3); carretera oeste en la panamericana. El transporte promedio diario de 800 V/D y una carga de servicio de diseño de Hs20-44 además en el puesto de estudio hidrológicos de Chinandega se obtuvieron datos sobre velocidad de la corriente de estiage del río de 0.55 m/seg y un caudal de 3200 gal/min.

Los análisis para el diseño de la Súper Estructura del Hato Grande se harán combinando metodología Estructural fundamentalmente diferentes. El método tradicional, llamado método de los esfuerzos de trabajo (llamados de cargos de servicios) y el método por resistencia o método por resistencia última empleando por las facilidades de analizar esfuerzos por deformación elástica, comúnmente empleado por el análisis de estructuras de acero.

Bajo este criterio se diseñó la superestructura de vigas continuas de acero y losa de concreto reforzado

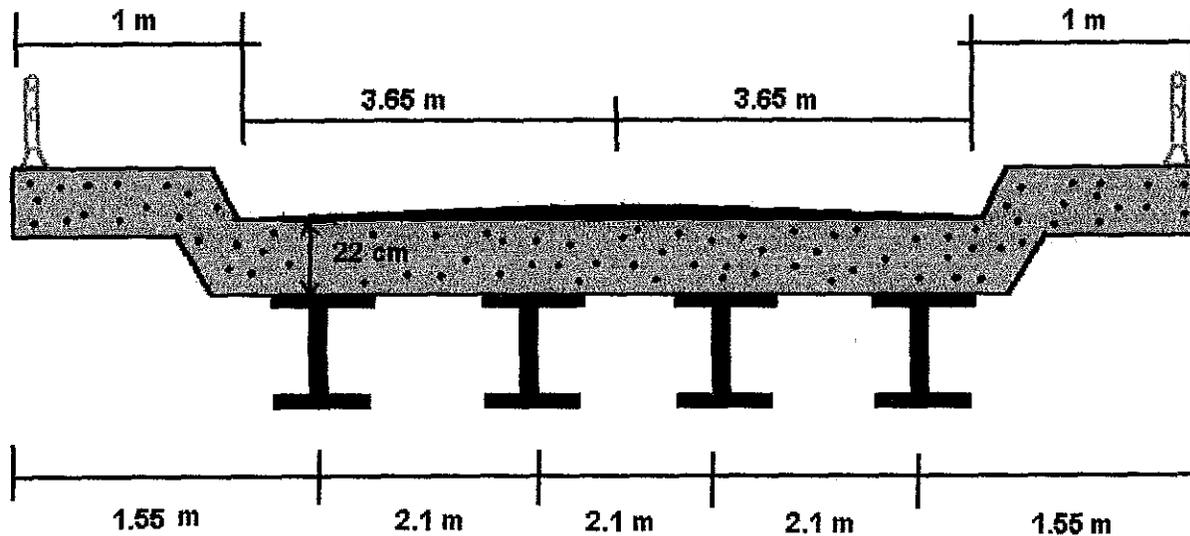
## NOMENCLATURA

La notación usada en este pequeño trabajo forma parte de los métodos de diseño especificados por la AASHTO y la ACI CODE.

Ac	= área del concreto; área total menos el área del refuerzo.
Ag	= área total de la sección (Ac+As)
As	= área del refuerzo.
A's	= área del refuerzo para comprensión en una sección doblemente reforzada.
Av	= área del refuerzo para cortante.
Al	= parea del apoyo sometida a carga.
A2	= área total del miembro de apoyo.
Ec	= módulo de elasticidad del concreto.
Es	= módulo de elasticidad del acero.
M	= momento de diseño.
N	= carga axial de diseño
V	= fuerza cortante de diseño.
a	= altura del bloque de esfuerzo rectangular equivalente (diseño por resistencia)
b	= ancho de lago sujeto a compresión del miembro
bw	= ancho del alma de una viga T
c	= distancia de la fibra extrema sujeta a compresión del eje nuestro (diseño por resistencia).
d	= peralte efectivo, de la fibra extrema sujeta a comprensión al centroide del refuerzo para tensión
e	= excentricidad de una carga no axial del centroide de la sección hasta el punto de aplicación de la carga.
fc	= esfuerzo unitario a compresión del concreto.
f'c	= resistencia específica a la compresión del concreto.
fs	= esfuerzo en el esfuerzo.
fy	= esfuerzo de fluencia específica del acero
h	= espesor total del miembro; altura no arriostrada de un muro
jd	= longitud del brazo de momento interno
Kd	= distancia de la fibra extrema a comprensión al eje neutro (esfuerzo de trabajo).
n	= relación modular de elasticidad: Es/Ec
p	= porcentaje de refuerzo según el diseño por esfuerzos de trabajo, que se expresa como: As/Ag.
s	= separación entre los estribos.
t	= espesor de una losa maciza.
p	= porcentaje de refuerzo según el diseño por resistencia última, que se expresa como una relación: As/Ag
Ø	= factor de reducción de resistencia (diseño por resistencia)

## SIMBOLOGÍA

Símbolo	Significado
$>$	Mayor que
$<$	Mero que
$\geq$	Mayor o igual que
$\leq$	Menor o igual que
6'	6 pies
6"	6 pulgadas
$\Sigma$	Sumatoria de
$\Delta L$	Variación en L.
$\Delta$	Flecha.



Claro de 30 y 40 m

### DATOS GENERALES

Normas de diseño AASTO 1983

Carga móvil HS20-44 Dos Vías

Acero estructural ASTM-A36.

Esfuerzos permisible – propiedades

- Límite de fluencia  $F_y$  = 36 KSI
- Esfuerzo permisible por flexión  $0.55 F_y$  = 19.8 KSI
- Esfuerzo permisible por corte  $0.33 F_y$  = 11.88 KSI

Concreto clase "A"  $F'_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$

Propiedades y esfuerzos permisibles

- Resistencia a la compresión  $F'_c$  =  $210 \text{ Kg/cm}^2$
- Esfuerzo permisible por compresión  $0.45 F'_c$  =  $94.5 \text{ Kg/cm}^2$

Pernos normas ASTM, A 325 tipo III

Soldadura Según normas de Alos, electrodo E70XX

## CALCULO DE LAS CARGAS

- Espesor de Losa del tablero.

$$t = \frac{(S+10)}{30} \text{ en pie} \therefore t = \frac{(S+304.8)}{30} \text{ en cm.}$$

$$t = \frac{(210+304.8)}{30} \quad t = \underline{17.16} \text{ cm.} \quad \checkmark$$

usar  $t = 19 \text{ cm.}$

Carga muerta

Carga permanente inicial.

$$\text{Losa: } (2.4 \text{ t/m}^3 * 0.19 * 9.4) / 4 = 1.072$$

$$\text{Viga: } \underline{0.350 \text{ t/m}}$$

$$\text{CP1: } 1.422 \text{ t/m}$$

Carga permanente posterior

$$\text{Guarnición } (2.4 \text{ t/m}^3 * 0.20 * 0.30) / 4 = 0.036 \text{ t/m}$$

$$\text{Baranda: } = 0.15 \text{ t/m}$$

$$\text{Acera: } (2.4 \text{ t/m}^3 * 0.2 * 1.0) / 4 = 0.120 \text{ t/m}$$

$$\text{Asfalto: } (2.0 \text{ t/m}^3 * 0.05 * 7.4) / 4 = \underline{0.185 \text{ t/m}}$$

$$\text{CP2} = 0.491 \text{ t/m}$$

- Carga viva (HS20-44 para dos vías)

Coefficiente de Distribución

$$\text{CD} = \frac{S}{1.676} = \text{CD} \frac{2.10}{1.676} = \text{CD} = 1.253$$

Factor de Impacto

$$I = \frac{15.24}{(L + 38)} \therefore I = \frac{15.24}{(30+38)} \quad I = 0.224 \quad \text{Usar } I = 1.224$$

## DESARROLLO DE DIAGRAMA DEL MOMENTO POR CARGA MUERTA CP1=1.422T/M

Tramo AC

$$30M_A + 2(30 + 40)M_B + 40M_C = -\frac{1.422 * 30^3}{4} - \frac{1.422 * 30^3}{4}$$

$$140M_B + 40M_C = -32350.5 \quad \checkmark$$

Tramo BD

$$40M_B + 2(40 + 30)M_C + 30M_D = -\frac{1.422 * 40^3}{4} - \frac{1.422 * 30^3}{4}$$

$$40M_B + 140M_C = -32350.5 \quad \checkmark$$

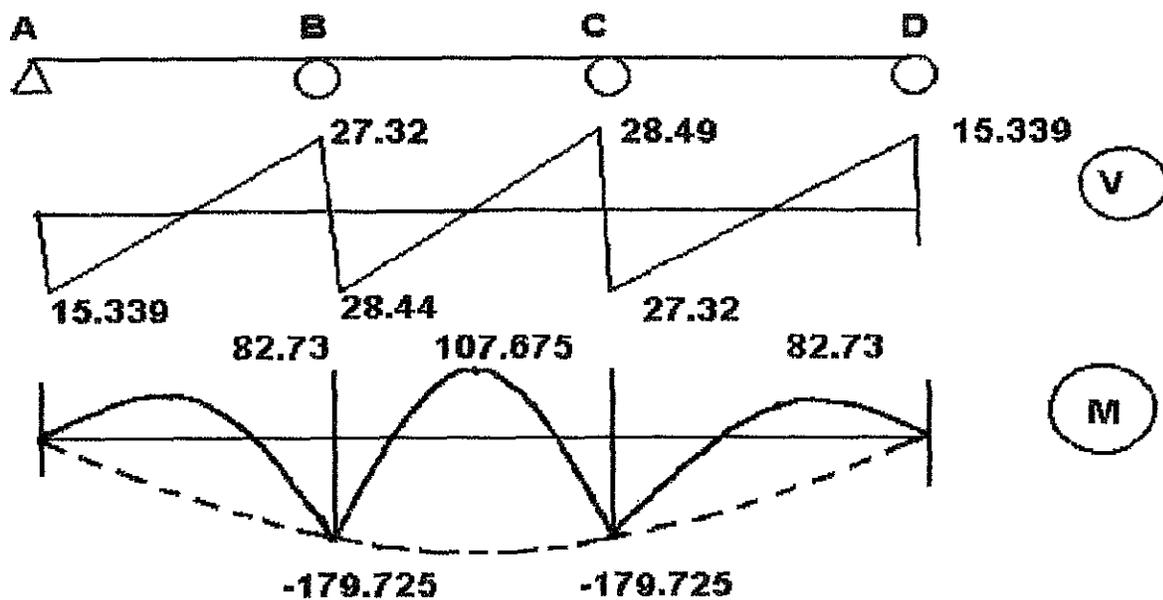
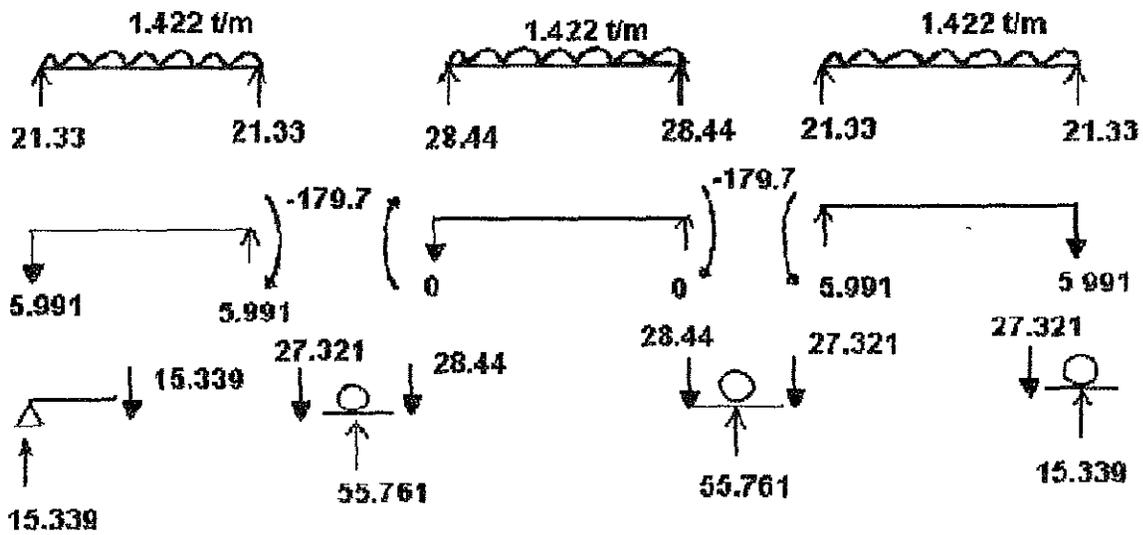
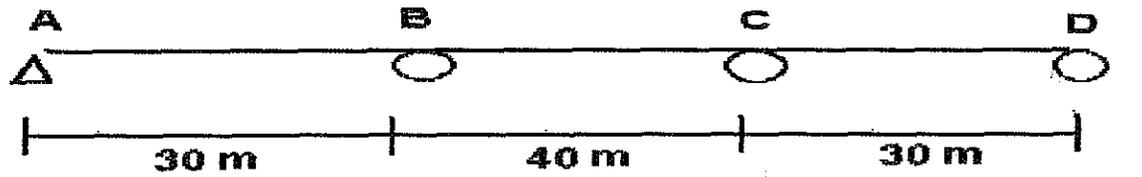
Resolviendo simultáneamente

$$140 M_B + 40 M_C = -32350.5$$

$$40 M_B + 140 M_C = -32350.5$$

$$M_B = -179.725 \text{ tm}$$

$$M_C = -179.725 \text{ tm}$$



$$A_v = \frac{1}{2} * 10.787 * 15.339 = 80.73 \times = \frac{15.339}{1.442} = 10.787 \text{ m}$$

$$M_o = \frac{1}{8} * w l^2 \therefore \frac{1}{8} * 1.422 * 40^2 = \underline{284.4}$$

$$M = 284.4 - 179.725 = 104.675 \text{ tm}$$

### DESARROLLO DEL DIAGRAMA DEL MOMENTO POR CARGA MUERTA CP2=0.491

Tramo AC

$$30M_A + 2(30 + 40)M_B + 40M_C = -\frac{0.491 * 30^3}{4} - \frac{0.491 * 40^3}{4}$$

$$140M_B + 40M_C = -11170.25$$

$$40M_B + 2(40 + 30)M_C + 30M_D = -\frac{0.491 * 40^3}{4} - \frac{0.491 * 30^3}{4}$$

$$40M_B + 140M_C = -11170.25$$

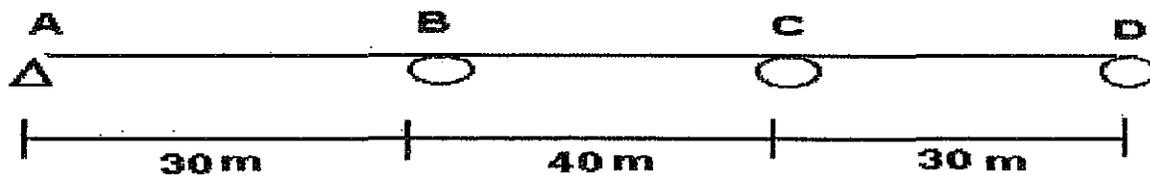
Resolviendo simultáneamente

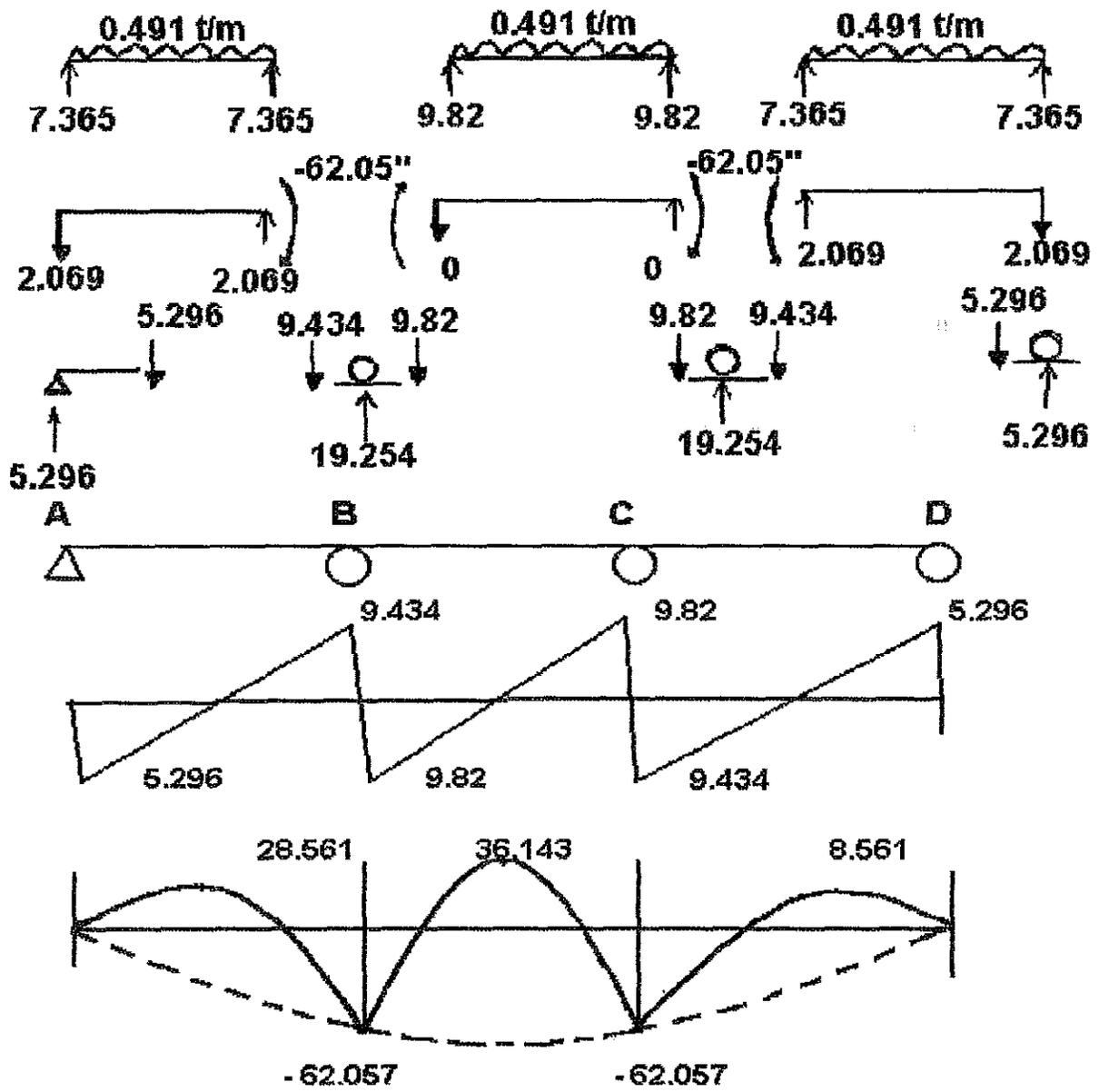
$$140M_B + 40M_C = -11170.25$$

$$\underline{40M_B + 140M_C = -11170.25}$$

$$M_B = -62.057 \text{ tm}$$

$$M_C = -62.057 \text{ tm}$$



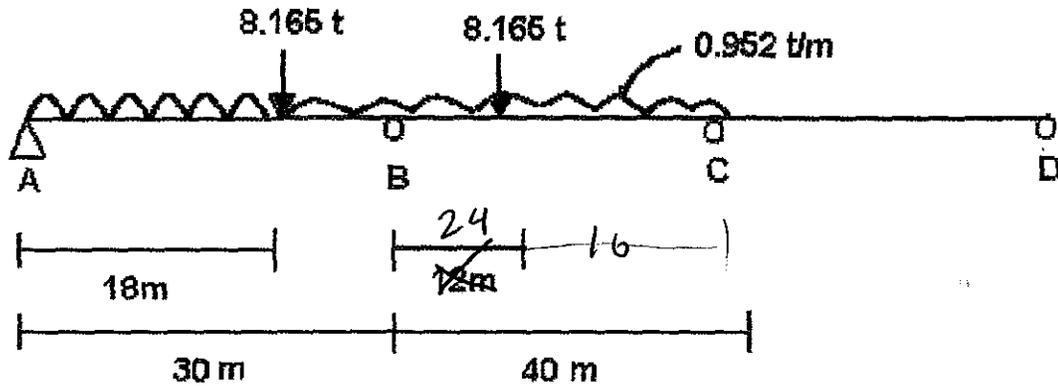


$$A_v = \frac{1}{2} * 10.787 * 0.491 = 28.561 \times \frac{0.491}{0.491} = 10.768 \text{ m}$$

$$M_o = \frac{1}{8} * vol^2 \therefore \frac{1}{8} * 0.491 * 40^2 = \underline{98.200}$$

$$M = 98.200 - 62.057 = 36.143 \text{ tm}$$

### CALCULO DEL MOMENTO NEGATIVO EN EL APOYO B



Tramo AC

$$30M_A + 2(30 + 40)M_B + 40M_C = -\frac{0.952 \cdot 30^3}{4} - \frac{0.952 \cdot 40^3}{4} - 8.165 \cdot 18 \cdot \frac{12(1+18)}{30} - 8.165 \cdot 18 \cdot \frac{12(1+18)}{40}$$

$$140M_B + 40M_C = -27037.102$$

Tramo BD

$$40M_B + 2(40 + 30)M_C + 30M_D = -\frac{0.952 \cdot 40^3}{4} - 8.165 \cdot 18 \cdot \frac{12(1+18)}{40}$$

$$40M_B + 140M_C = -17789.278$$

Resolviendo simultáneamente

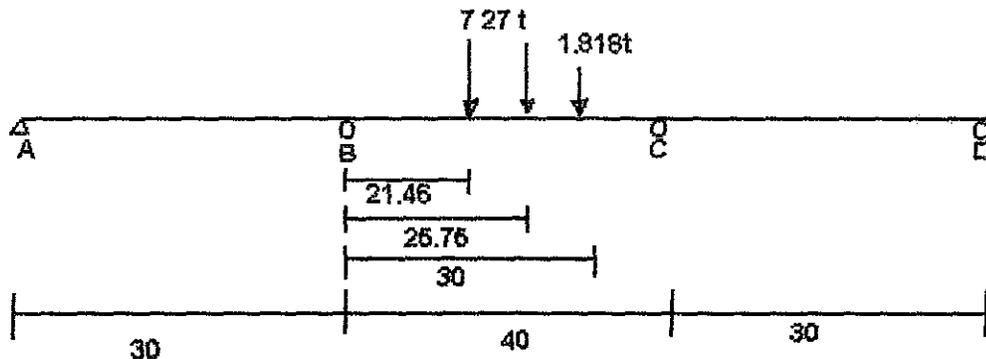
$$140M_B + 40M_C = -27037.102$$

$$40M_B + 140M_C = -17789.278$$

$$M_B = -170.757 \text{ tm}$$

$$M_C = -78.279 \text{ tm}$$

### CALCULO DEL MOMENTO NEGATIVO EN EL APOYO AB.



Tramo AC

$$30M_A + 2(30 + 40)M_B + 40M_C = -7.27 \cdot 21.46 \cdot \frac{18.54}{40} (1 + \frac{18.54}{40})$$

$$- 7.27 \cdot 25.73 \cdot \frac{14.27}{40} (1 + \frac{14.27}{40})$$

$$- 1.818 \cdot 30 \cdot 10 \cdot \frac{(1+10)}{40}$$

$$140M_B + 40M_C = -8536.508$$

Tramo BD

$$40M_B + 2M_C(40 + 30) + 30M_D = -7.27 \cdot 18.54 \cdot \frac{21.46}{40} (1 + \frac{21.46}{40})$$

$$- 7.27 \cdot 14.27 \cdot \frac{25.73}{40} (1 + \frac{25.73}{40})$$

$$- 1.818 \cdot 10 \cdot 30 \cdot \frac{(1+30)}{40}$$

$$40M_B + 140M_C = -9785.116$$

Resolviendo simultáneamente

$$140M_B + 40M_C = -8536.508$$

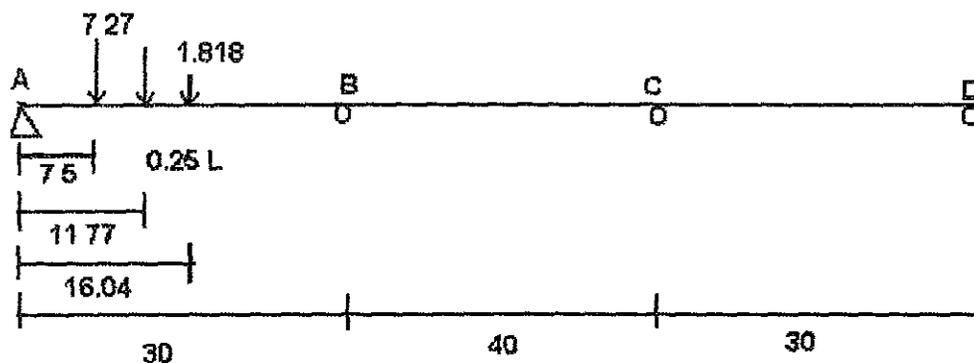
$$40M_B + 140M_C = -9785.116$$

$$M_B = -44.65 \text{ tm}$$

$$M_C = -57.136 \text{ tm}$$

### CALCULO DEL MOMENTO NEGATIVO EN EL CLARO BC

MOMENTO MÁX NEGATIVO EN EL 2DO CLARO BC CAUSADA POR LA COLOCACIÓN DEL CAMIÓN EN EL 1ER TRAMO AB.



Tramo AC

$$30M_A + 2(30 + 40)M_B + 40M_C = -7.27 * 7.5 * 22.5 \frac{(1+18.54)}{30}$$
$$- 7.27 * 11.77 * 18.23 \frac{(1+11.77)}{30}$$
$$- 1.818 * 16.04 * 13.96 \frac{(1+16.04)}{30}$$

$$140 M_B + 40 M_C = -4330.159$$

Tramo BD

$$40M_B + 2(40 + 30)M_C + 30M_D = -0.00$$

$$40 M_B + 140 M_C = 0.00$$

Resolviendo simultáneamente

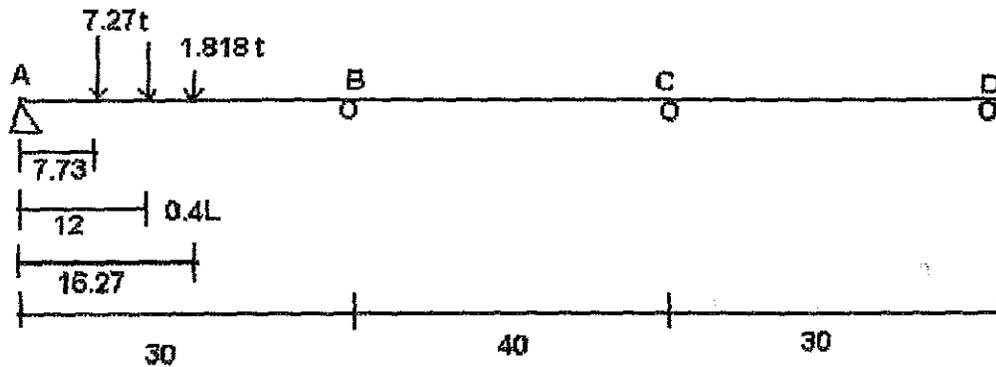
$$140 M_B + 40 M_C = -4330.159$$

$$40 M_B + 140 M_C = -0.00$$

$$M_B = -33.679 \text{ tm} \checkmark$$

$$M_C = 9.623 \text{ tm}$$

## CALCULO DEL MOMENTO POSITIVO EN EL CLARO AB



Tramo AC

$$30M_A + 2(30 + 40)M_B + 40M_C = -7.27 * 7.73 * \frac{22.27(1 + \frac{7.73}{30})}{30} \\ - 7.27 * 12 * \frac{18(1 + \frac{12}{30})}{30} \\ - 1.818 * 16.27 * \frac{13.73(1 + \frac{16.27}{40})}{40}$$

$$140M_B + 40M_C = -4398.799$$

Tramo BD

$$40M_B + 2(40 + 30)M_C + 30M_D = -0.00$$

$$40M_B + 140M_C = -0.00$$

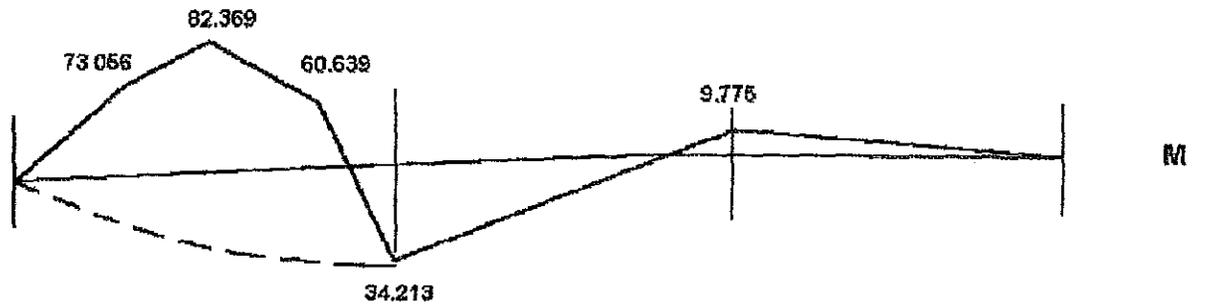
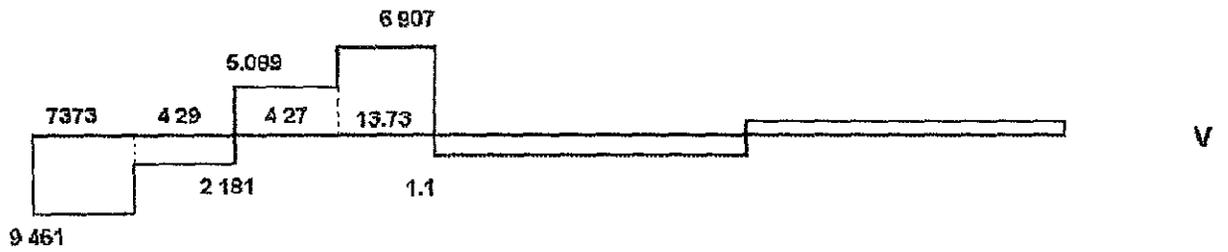
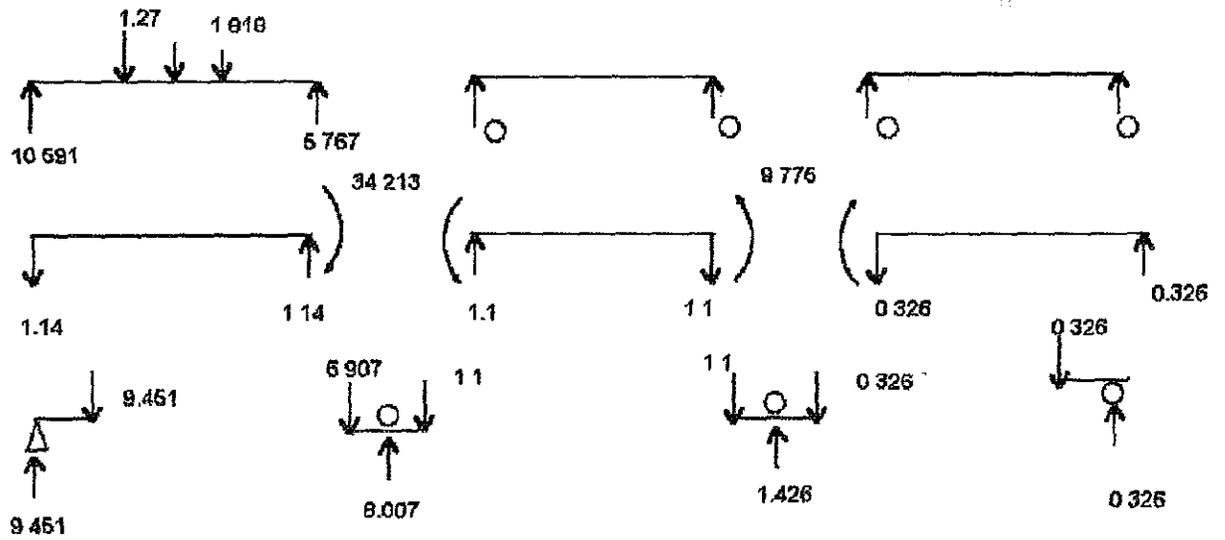
Resolviendo simultáneamente

$$140M_B + 40M_C = -4398.799$$

$$40M_B + 140M_C = -0.00$$

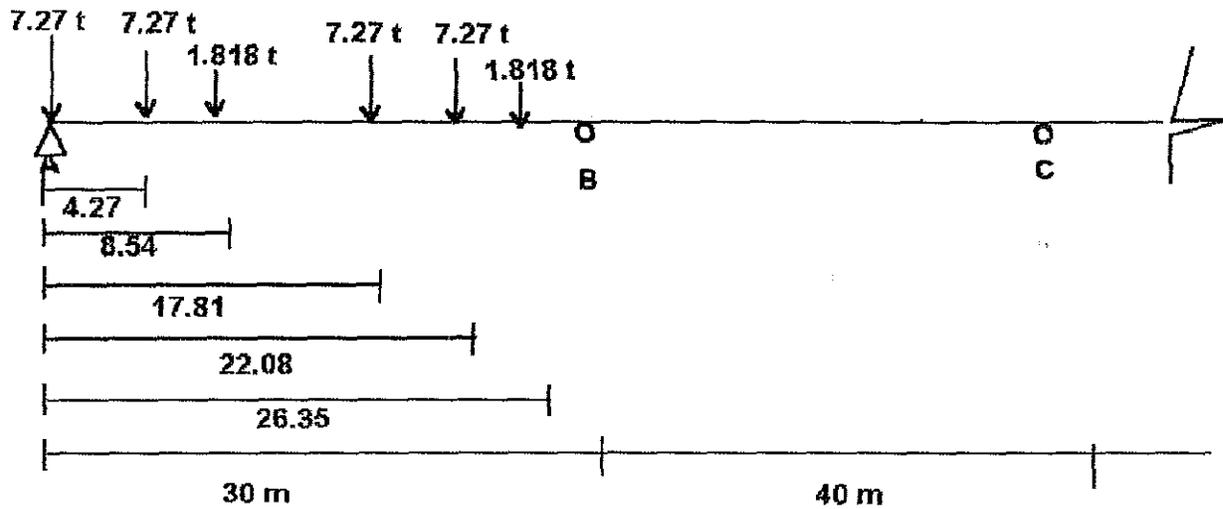
$$M_B = -34.213 \text{ tm}$$

$$M_C = 9.775 \text{ tm}$$



$M^{(+)}_{AB} = 82.369$  tm Momento máximo positivo claro AB.

**DESARROLLO DEL ENVOLVENTE DEL CORTANTE EN EL CLARO AB.**



Tramo AC

$$30 M_A + 2(30+40) M_B + 40 M_C = -7.27 \cdot 7.27 \cdot 25.73 \cdot (1+4.27/30) - 1.818 \cdot 8.54 \cdot 21.46 \cdot (1+8.54/30) - 7.27 \cdot 17.81 \cdot 12.19 \cdot (1+17.81/30) - 7.27 \cdot 22.08 \cdot 7.92 \cdot (1+22.08/30) - 1.818 \cdot 26.35 \cdot 3.65 \cdot (1+26.35/30)$$

$$140 M_B + 40 M_C = -6391.27$$

Tramo BD

$$40 M_B + 2(40 + 30) M_C + 30 M_D = -0.00$$

$$40 M_B + 140 M_C = -0.00$$

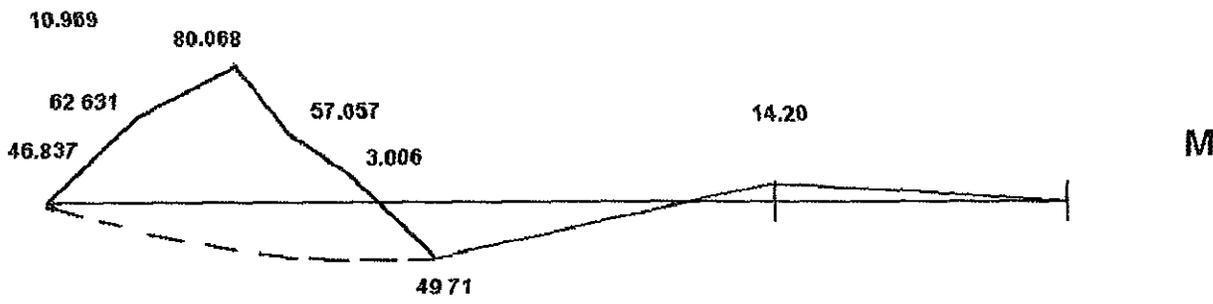
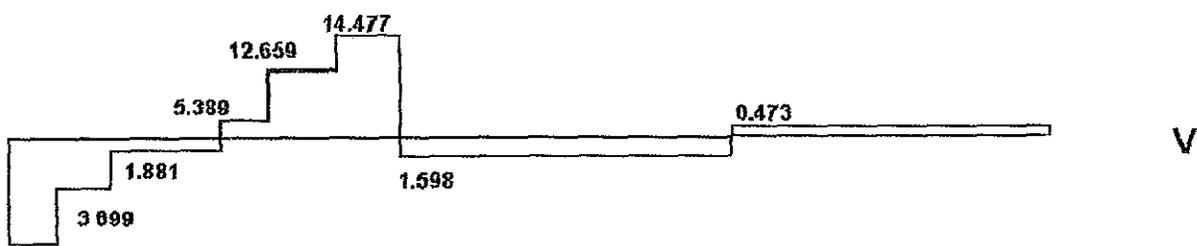
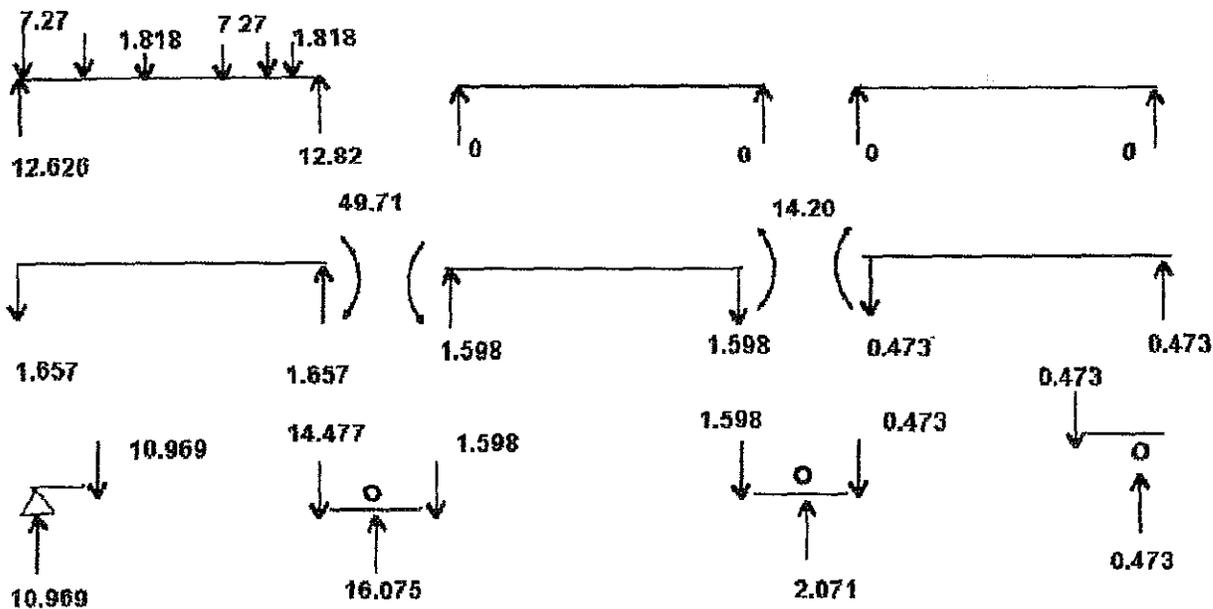
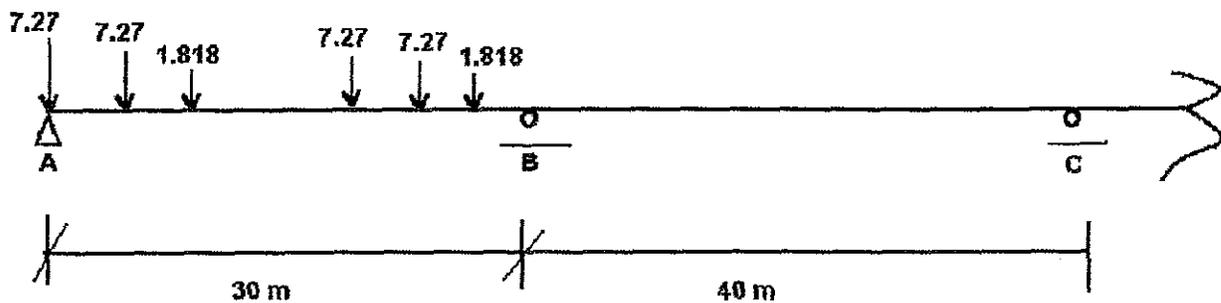
Resolviendo simultáneamente

$$140 M_B + 40 M_C = -6391.27$$

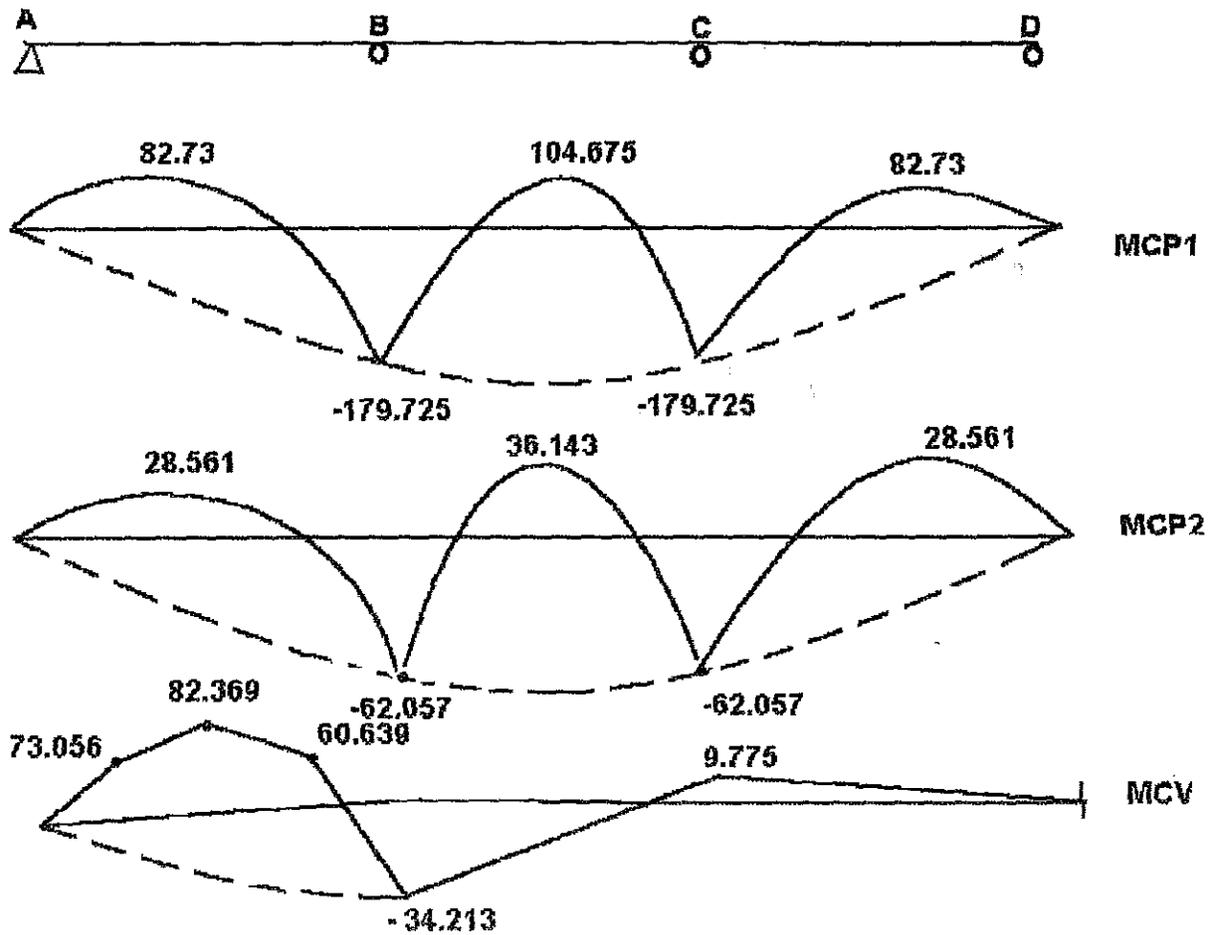
$$40 M_B + 140 M_C = -0.00$$

$$M_B = -49.71 \text{ ton-m}$$

$$M_C = 14.20 \text{ ton-m}$$



## DISEÑO DE VIGA PARA MOMENTO POSITIVO EN EL TRAMO AB



$$M^{(+)}_{AB} = 1.432 * 1.195 * 1.25 * 82.369 = 176.191 \text{ t-m}$$

\* Patin de Concreto.

Separación vigas  $S = 2.1 \text{ n} = 210 \text{ cm}$

$$12t = 12 * 19 = 228 \text{ cm}$$

$$\frac{L}{4} = \frac{3000}{4} = 750 \text{ cm}$$

Usar patin concreto  
= 260 cm

$$\frac{S}{2} + b_1 = \frac{210}{2} + 155 = 260 \text{ cm}$$

Redimensionamiento de sección de Acero tramo AB.

$$A_{sb} = \frac{12}{f_b} \left( \frac{M_{cp1}}{d_{cg}} + \frac{(M_{cp2} + M_{cv+l})}{d_{cg} + t} \right)$$

donde

$$\begin{aligned}
 f_b &= 0.55 F_r &= 19.8 \text{ Ksi} \\
 t &= 19 \text{ cm} &= 7.48 \text{ in} \\
 d_{cg} &= \text{-----} &= 50 \text{ in} \\
 M_{cp1} &= 82.73 \text{ tm} &= 598.228 \text{ Kpie} \\
 M_{cp2} &= 28.56 \text{ tm} &= 206.527 \text{ Kpie} \\
 M_{cvi} &= 176.19 \text{ tm} &= 1274.053 \text{ Kpie}
 \end{aligned}$$

$$d = \frac{L}{20} = \frac{30}{20} = 1.5 \text{ m} = 59.05 \text{ m}$$

$$A_{sb} = \frac{12}{F_b} \left[ \frac{M_{cp1}}{d_{cg}} + \frac{(M_{cp2} + M_{cvi})}{d_{cg} + t} \right]$$

$$A_{sb} = \frac{12}{19.8} \left[ \frac{598.228}{50} + \frac{(206.527 + 1274.053)}{50 + 7.48} \right]$$

$$A_{sb} = 22.862 \text{ in}^2$$

$$L = 30 \text{ m} = 98.4 \text{ pie}$$

$$R = \frac{50}{(190 - L)}$$

$$R = \frac{50}{(190 - 98.4)} = 0.546 \text{ in}^2$$

$$A_{st} = R \cdot A_{sb}$$

$$A_{st} = 0.546 * 22.862$$

$$A_{st} = 12.479 \text{ in}^2$$

Usar patin de

$$t_f = 1 \frac{1}{8} \text{ ''}$$

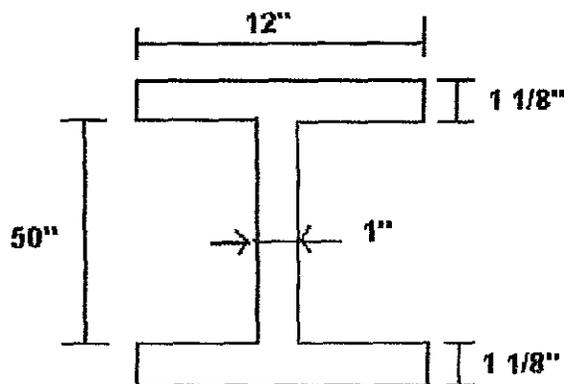
$$b_f = 12 \text{ ''}$$

$$A_{st} = 13.500 \text{ in}^2$$

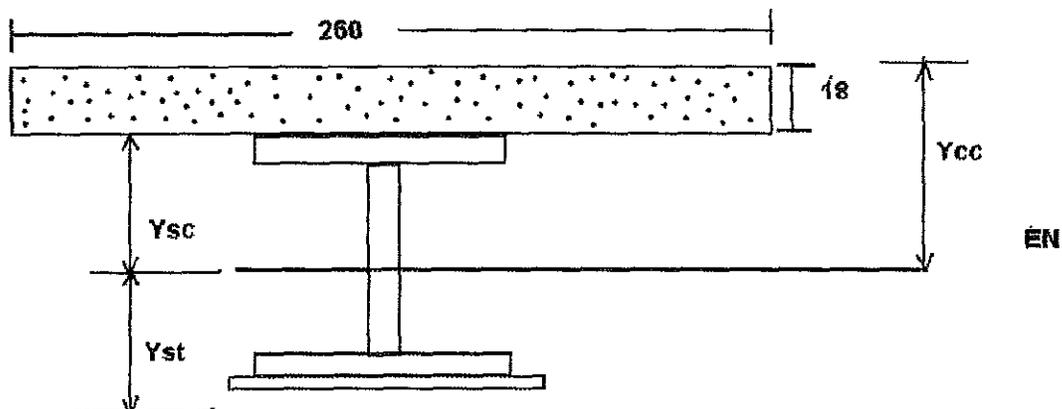
Usar patin de  $1 \frac{1}{8} \text{ ''} = t_f$  y  $12 \text{ ''} = b_f$

$$t_w = \frac{D}{165} = \frac{50}{165} = 0.303 \text{ in}$$

Para el alma de la sección  
usar un  $t_w = 1''$  de espesor



**PROPIEDADES DE LA SECCIÓN MIXTA.**



$$Y_{st} = \frac{hw}{2} + t_{fi} + t_{cpi} - d_s \quad ; \quad S_{xst} = \frac{I_t}{Y_{st}} \quad \frac{1}{12} bh^3 = I$$

$$Y_{st} = \frac{hw}{2} + t_{fs} + d_s \quad ; \quad S_{xst} = \frac{I_t}{Y_{st}}$$

$$Y_{cc} = Y_{sc} + t$$

$$n = 1$$

Sección	$A_{cm^2}$	$d \text{ cm}$	$ad \text{ cm}^3$	$I \text{ cm}^4$
$12 * 1.125$	87.097	64.929	5655.121	367181.359
$12 * 1.125$	87.097	-64.929	-5655.121	367181.359
$50 * 1$	332.58	0.00	0.00	433574.402
$13 * 0.75$	<u>62.903</u>	-65.881	<u>-4144.113</u>	<u>273018.278</u>
	559.667		-4144.113	1440955.398



$$S_{xts} = \frac{2217290.85}{57.938} = 38270.062 \text{ cm}^3$$

$$S_{xts} = \frac{2217290.85}{76.6815} = 28915.590 \text{ cm}^3$$

$$S_{xts} = \frac{2217290.85}{94.6815} = 23418.417 \text{ cm}^3$$

• **CARGA VIVA N = 10**

Sección	A cm <sup>2</sup>	d cm	Ad cm <sup>3</sup>	I cm <sup>4</sup>
Viga	559.677	-	-4144.113	1440955.398
Losa				
260 * 18	468.000	73.929	34598.772	2557852.615
30	1027.677		30454.659	3998808.013

$$d = \left( \frac{hw + tf}{2} \right) + \frac{hf}{2} = \left( \frac{25 + (1.125/2)}{2} \right) * 2.54 + \frac{18}{2} = 73.929 \text{ cm}$$

$$d_s = \frac{30454.659}{1021.677} = 29.634$$

$$\begin{aligned} -29.634 * 30454.659 &= -902507.55 \text{ cm}^4 \\ -902507.55 + 3998808.013 &= 3096300.46 \\ I_t &= 3096300.46 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$Y_{st} = (25 + 1.125 + 0.75) * 2.54 - 29.634 = 38.623 \text{ cm}$$

$$Y_{sc} = (25 + 1.125) * 2.54 + 29.634 = 95.991 \text{ cm}$$

$$Y_{scc} = 95.991 + 18 = 113.991 \text{ cm}$$

$$S_{xts} = \frac{3096300.46}{38.623} = 80167.269 \text{ cm}^3$$

$$S_{xts} = \frac{3096300.46}{95.991} = 32256.154 \text{ cm}^3$$

$$S_{xts} = \frac{3096300.46}{113.991} = 27162.675 \text{ cm}^3$$

## REVISIÓN POR MOMENTO MÁXIMO

### - Acero a tensión

$$F_{bcpl1} = (82.73 \text{ tm} * 100\,000 \text{ Kg-cm}) / 23172.751 \text{ cm}^3 = 357.014 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{bcpl2} = (28.56 \text{ tm} * 100\,000 \text{ Kg-cm}) / 38270.062 \text{ cm}^3 = 74.628 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{bcvl} = (176.19 \text{ tm} * 100\,000 \text{ Kg-cm}) / 80167.269 \text{ cm}^3 = 219.778 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{bt} = 651.420 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_b = 0.55 F_y = 19.8 Ks1 = 1395 \text{ Kg / cm}^2 \text{ OK}$$

### - Acero a compresión

$$F_{bcpl1} = (82.73 \text{ tm} * 100\,000 \text{ Kg-cm}) / 19119.200 \text{ cm}^3 = 432.706 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{bcpl2} = (28.56 \text{ tm} * 100\,000 \text{ Kg-cm}) / 28915.590 \text{ cm}^3 = 98.77 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{bcvl} = (176.19 \text{ tm} * 100\,000 \text{ Kg-cm}) / 32256.154 \text{ cm}^3 = 546.221 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{bt} = 1077.697 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_b = 0.55 F_y = 19.8 Ks1 = 1395 \text{ Kg / cm}^2 \text{ OK}$$

### - Ala de concreto

$$F_{ccp2} = (28.56 \text{ tm} * 100\,000 \text{ Kg-cm}) / (23418.417 * 30) = 4.065 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{bcvl} = (176.19 \text{ tm} * 100\,000 \text{ Kg-cm}) / (27162.675 * 10) = 64.865 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{bt} = 68.930 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_c = 0.45 F_c = 94.5 \text{ Kg / cm}^2 \text{ OK.}$$

Usar viga propuesta .. !

Corte de cubre placa

$$S_{sb}' = 17600.547 \text{ cm}^3$$

$$L_{cp} = L \sqrt{\frac{1 - S_{sb}'}{S_{sb}}}$$

$$S_{sb} = 23172.751 \text{ cm}^3$$

$$L_{cp} = 30 \sqrt{\frac{1 - 17600.547}{23172.751}}$$

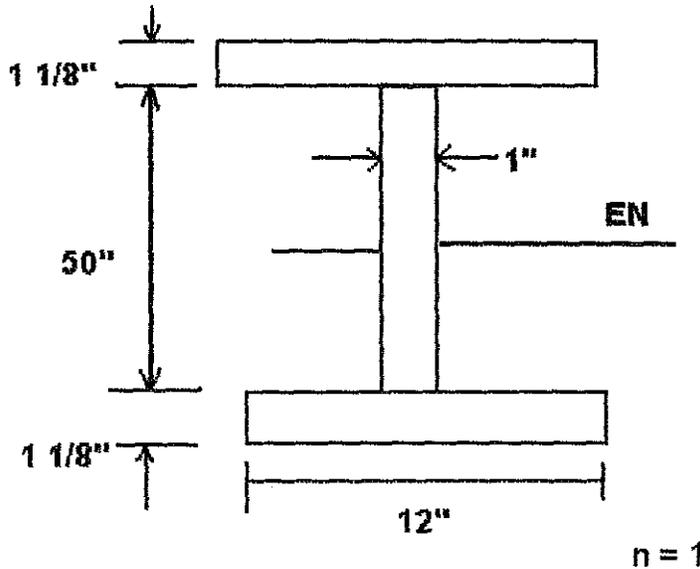
$$L_{cp} = 14.71 \text{ m}$$

Usar 15 m de cubre placa.

## REVISIÓN DE LA SECCIÓN DE ACERO SIN CUBREPLACA

Propiedades de la sección mixta

Sección de Acero



Sección	A cm <sup>2</sup>	d cm	Ad cm <sup>3</sup>	I cm <sup>4</sup>
Acero	496.774			1167937.12

$$Y_{st} = Y_{sc} = (25 + 1.125) * 2.54 = 66.358 \text{ cm} \quad Y_{scc} = 88.358$$

$$S_{xst} = S_{xsc} = \frac{1167937.12}{66.358} = 17600.547 \text{ cm}^3 \quad S_{xscc} = 13218.24 \text{ cm}^3$$

Carga superimpuesto n = 30 ✓

Sección	A cm <sup>2</sup>	d cm	Ad cm <sup>3</sup>	I cm <sup>4</sup>
Acero	496.774			1167937.12
Concreto				
260 * 18	190.667	75.929	14477.155	1099235.90
30	687.441		14477.155	2267173.02

$$d_s = \frac{14477.155}{687.441} = 21.060 \quad 21.06 * 14477.155 = -304888.88$$

$$I_t = 1962284.136 \text{ cm}^4$$

$$Y_{st} = (25 + 1.125) * 2.54 + 21.06 = 87.418 \text{ cm}$$

$$Y_{sc} = (25 + 1.125) * 2.54 + 21.06 = 45.298 \text{ cm}$$

$$Y_{scc} = 45.298 + 22 = 67.298 \text{ cm}$$

$$S_{xst} = 1962284.136 / 87.418 = 22447.141 \text{ cm}^3$$

$$S_{xsc} = 1962284.136 / 45.298 = 43319.443 \text{ cm}^3$$

$$S_{xscc} = 1962284.136 / 67.298 = 29158.135 \text{ cm}^3$$

### Carga Viva n = 10

Sección	A cm <sup>2</sup>	d cm	Ad cm <sup>3</sup>	I cm <sup>4</sup>
Acero	496 774			1167937 12
Concreto				
260 * 18	<u>572</u>	75.929	<u>43431.388</u>	<u>3297701.859</u>
30	687.441		43431.388	4465638.979

$$ds = \frac{43431.388}{1068.774} = 40.637 \text{ cm}$$

$$40.637 * 43431.388 = -1764921.314$$

$$I_t = 2700717.665 \text{ Cm}^4$$

$$Y_{st} = (25+1.125) * 2.54 + 40.637 = 106.995 \text{ cm}$$

$$Y_{sc} = (25+1.125) * 2.54 - 40.637 = 25.720 \text{ cm}$$

$$Y_{scc} = 25.720 + 22 = 47.720 \text{ cm}$$

$$S_{xst} = 2700717.665/106.995 = 25241.532 \text{ cm}^3$$

$$S_{xsc} = 2700717.665/25.720 = 105004.575 \text{ cm}^3$$

$$S_{xscc} = 2700717.665/47.720 = 56595.089 \text{ cm}^3$$

### REVISIÓN POR MOMENTO MÁXIMO

- Acero a tensión

$$F_{bcpl} = 82.73 \text{ tm} * 10\ 000 \text{ Kg/cm} / 17600.547 \text{ cm}^3 = 470.042 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_{bcpl2} = 28.56 * 10\ 000 / 22447.141 \text{ cm}^3 = 127.232 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_{bcvl} = 176.19 * 10\ 000 / 25241.532 \text{ cm}^3 = \frac{698.016 \text{ Kg/cm}^2}{1295.29 \text{ Kg/cm}^2}$$

OK.

- Acero a compresión.

$$F_{bcpl} = 82.73 \text{ tm} * 10\ 000 / 17600.547 \text{ cm}^3 = 470.042 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_{bcpl2} = 28.56 * 10\ 000 / 43319.443 \text{ cm}^3 = 65.928 \text{ Kg/cm}^2$$

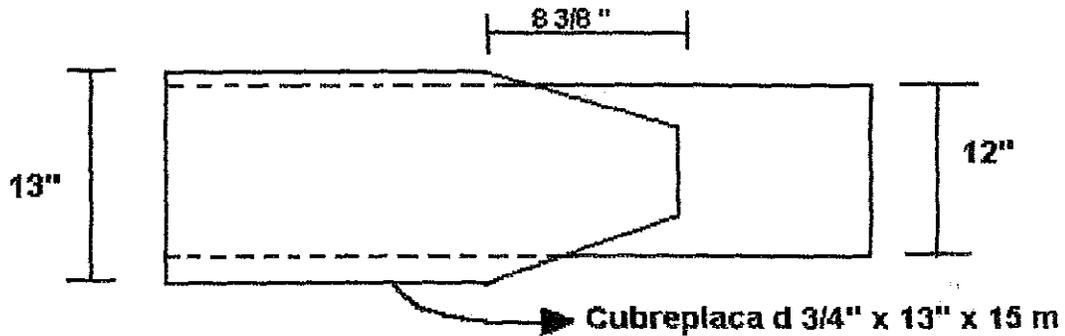
$$F_{bcvl} = 176.19 * 10\ 000 / 105004.575 \text{ cm}^3 = \frac{167.793 \text{ Kg/cm}^2}{703.763 \text{ Kg/cm}^2}$$

OK

$$F_b = 0.55 F_r = 19.8 \text{ Ksi} = 1395 \text{ Kg/Cm}^2$$

OK.

Use cubre placa propuesta



**REVISIÓN DE VIGA AL CORTANTE**

$$V_{TA} = V_{CPI} + V_{CP2} + V_{CVI} \quad F_v = 0.33 F_y = 837.54 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_{TA} = 27.32 + 9.43 + 6.91$$

$$V_{TA} = 43.66 \text{ ton}$$

$$F_v = \frac{V_{TA}}{(h * t_w)} \quad \therefore \quad F_v = \frac{43660}{(127 * 2.54)} = 135.346 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_v = 135.346 \text{ Kg/cm}^2 < F_v = 837.54 \text{ Kg/cm}^2$$

OK!

**REVISION DE PANDEO DE LA VIGA (PANDEO LATERAL TORCIONAL)**

Pandeo del Patín de Compresión.

$$b/t \leq 100 / \sqrt{F_b} \leq 24 \text{ para acero A 36}$$

$$b/t = 12 / 1.125 = 10.67$$

$$b/t = 12 / 1.125 = 10.67$$

$$103 / \sqrt{15.39} = 26.25$$

$$10.67 < 24 \text{ OK!}$$

$$F_b = 0.55 * 36 = 18.8 \text{ Ksi}$$

$$23.14 \approx 24$$

$$F_b = 1077.697 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_b = 1077.697 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_b = 15.395 \text{ Ksi}$$

Pandeo del alma

$$h/t \leq 234 / \sqrt{F_b} \leq 68 \text{ para acero A 36}$$

$$h/t \leq 50 / 1 = 50$$

$$234 / \sqrt{1.93} = 168.3$$

$$50 \leq 68 \text{ OK!}$$

$$F_v = 135.35 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_v = 1.93 \text{ Ksi}$$

## ATIEZADORES TRANSVERSALES

No se requieren atiezadores transversales cuando

a)  $h/tw < 150$        $50/1 = 50 < 150$

b)  $F_v \leq (5.625 * 10^7) / (h/tw)^2$   
 $F_v \leq (5.625 * 10^7) / (50/1)^2 = 22500$   
 $F_v = 1.93 \text{ Ksi}$   
 $F_v = 135.35 \text{ Kg/cm}^2$

$F_v = 135.35 < 22500$

No se requieren atiezadores transversales

## ATIEZADORES LONGITUDINALES

a)  $h/tm \leq 729 / \sqrt{F_v} \leq 170$        $F_v = 1.93 \text{ Ksi}$   
 $h/tm = 50 / 1 = 50$        $F_v = 135.35 \text{ Kg/cm}^2$

$729 / \sqrt{1.93} = 524.75$   
 $524.75 \geq 50 \leq 170$   
 $50 < 170$

No se requieren atiezadores longitudinales

## ATIESADORES DE APOYO

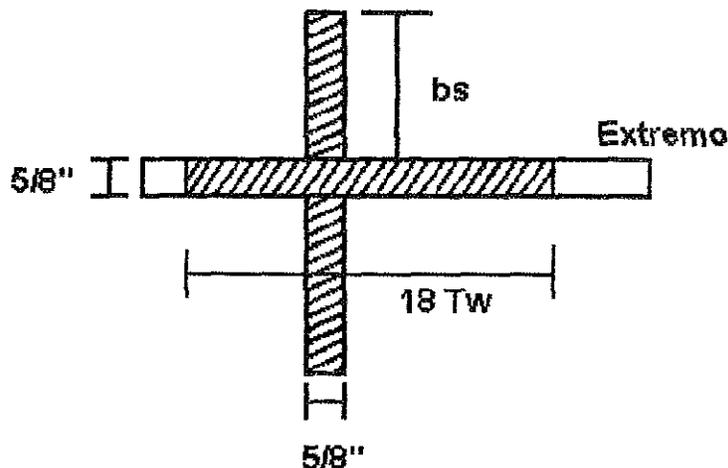
$VTA = 43.66 \text{ ton} = 96.052 \text{ Kips}$

$B_s/t_s \leq 12 \sqrt{(F_y) / 33} = 69 \sqrt{F_y}$

Si  $b_s = 6''$

$t_s = 6 / (69 / 6) = 0.52$

Usar  $tw = 5/8''$



$$18 \text{ tw} = 18 * 0.625 = 11.25 \text{ in}$$

### REVISIÓN POR APLASTAMIENTO

$$A_b = (0.625 * 11.25) + 2'' (6 * 0.625) = 14.53 \text{ in}^2$$
$$I = \frac{1}{2} b h^3 = \frac{1}{2} * 0.625 * 12.625^3 = 104.81 \text{ in}^4$$

$$r = \sqrt{I/A} = \sqrt{104.81/14.53} = 2.69 \text{ in}$$

$$f_a = VTA / A_b = 96.052 / 14.53$$

$$f_a = 6.61 \text{ Ksi}$$

$$f_a = 0.80 F_y = 28.8 \text{ Ks}$$

$$f_a = 6.61 \text{ Ks} < F_a = 28.8 \text{ Ksi} \quad \text{OK!}$$

### REVISIÓN COMO COLUMNA

$$L' = 0.75 * h$$

$$f_a = f_b = 6.61 \text{ Ksi}$$

$$L'/r = 0.75 * 50 / 2.69 = 16.94 \text{ Ksi}$$

$$F_b = 16980 - 0.53 * (Kl/r)^2$$

$$F_b = 16980 - 0.53 * (1 * 375 / 0.70)$$

$$F_b = 16951.6 \text{ Psi}$$

$$13940 < 16951.6$$

OK!

Usar Atiezador de 3/8" \* 6" \* 50"

### SOLDADURA DE ATIEZADORES

$$V = 96.052 / (6'' * 50'') = 0.6202 \text{ K/in}$$

$$V_s = 0.7071 * 0.1875 * 12.4 = 1.644 \text{ K/in}$$

$$V_s > V$$

Usar soldadura de filete de 3/16" en toda la long del atiezador Ambos lados.

### CALCULO DE CONECTORES DE CORTANTE

Diseño por fatiga.

$$S_r = V_r Q / I$$

$$V_r = \text{cortante } V_{CVI} = 6.91 \text{ ton} = 15.20 \text{ Kips}$$

$$A_{10} = 572 \text{ cm}^2$$

$$Y_{sc'} = 77.36 \text{ cm}$$

$$Q = 572 * 77.36 = 44249.92 \text{ cm}^3 = 2700.29 \text{ in}^3$$

$$I = 3096300.46 \text{ cm}^4 = 188947.85 \text{ in}^4$$

$$S_r = \frac{15.20 * 2700.29}{188947.85} = 0.2172 \text{ Kips / in}$$

Se propone el uso de canales de  
2" \* 4" \* 2" \* 3/8" \* 6"

$$Z_r = B_w$$

B = 4 (para 100000 ciclos AASHTD 10.38.5.1.1)

$$Z_r = 4 * 6$$

$$Z_r = 24 \text{ Kips}$$

$$S = \frac{24}{0.2172}$$

$$S = 110.5 \text{ in} = 281 \text{ cm}$$

Use canales c/2.5 y el primero a 2 m.

### REVISIÓN POR RESISTENCIA ÚLTIMA

$$N_1 = P / \phi S_u = \# \text{ de conectores requeridos}$$

P, puede ser P<sub>1</sub> ó P<sub>2</sub>, el que sea mayor AASHTD 10.35.5.1.2

$$A_s = 86.75 \text{ in}^2$$

$$P_1 = A_s f_y = 86.75 * 36 = 3123 \text{ Kips}$$

$$b = 102.36 \text{ in}$$

$$c = 8.66 \text{ in}$$

$$f'_c = 3000 \text{ psi}$$

$$P_2 = 0.85 * f'_c * b * c = 0.85 * 3000 * 102.36 * 8.66$$

$$P_2 = 2260415.88 \text{ lb} = 2260.42 \text{ Kips}$$

$$\text{Usar } P = P_1 = 3123 \text{ Kips}$$

$$n = 0.375 \text{ in (espeso patin del canal 10.38.5.1.2)}$$

$$t = 0.375 \text{ in (espesor alma del canal 10.38.5.1.2)}$$

$$w = 6 \text{ in (long del canal)}$$

$$S_u = 550 * (0.375 + 0.375/2) * 6 * \sqrt{3000}$$

$$S_u = 101670.99 \text{ lb/canal} = 101.67 \text{ Kips /canal}$$

$$N_1 = 3123 / (0.85 * 101.67) = 36.14 \text{ canales}$$

Usar 38 canales de 2" \* 4" \* 2" \* 3/8" \* 6".

## CALCULO DE DEFLEXIONES

### Por carga permanente inicial

$$\Delta_{\text{máx}} = \frac{0.0069 \text{ col}^4}{EI} \text{ a } 0.446 L = 13.38 \text{ m} = 1338 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} W &= 1.422 \text{ t/m} && = 14.22 \text{ Kg/cm} \\ L &= 30 \text{ m} && = 3000 \text{ cm} \\ E &= 2043692.74 \text{ Kg/cm}^2 \\ I &= 1410270.43 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = \frac{0.0069 * 14.22 * 3000^4}{2043692.74 * 1410270.43} = 2.76 \text{ cm}$$

### Por carga permanente posterior

$$\begin{aligned} W &= 0.491 \text{ t/m} && = 4.91 \text{ Kg/cm} \\ L &= 3000 \text{ cm} \\ E &= 2043692.74 \text{ Kg/cm}^2 \\ I &= 2217290.85 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = \frac{0.0069 * 4.91 * 3000^4}{2043692.74 * 2217290.85} = 0.61 \text{ cm}$$

### Por carga viva

$$M = \frac{W_{CVI} L^2}{8}$$

$$\frac{W_{CVI}}{L^2} = \frac{8 M}{L^2}$$

$$\frac{W_{CVI}}{30^2} = \frac{8 * 176.19 \text{ tm}}{30^2} = 1.566 \text{ t/m}$$

$$\begin{aligned} W &= 15.66 \text{ t/cm} \\ I &= 3096300.46 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = \frac{0.0069 * 15.66 * 3000^4}{2043692.74 * 3096300.46} = 1.38 \text{ cm}$$

## CONTRAFLECHA

$$\Delta_{\text{perm}} = \frac{1}{400}$$

$$\Delta_{\text{perm}} = \frac{3000}{400} = 7.5 \text{ cm}$$

$$\Sigma \Delta_{\text{max}} = 2.76 + 0.61 + 1.38 = 4.75 \text{ cm}$$

Usar contraflecha de 6 cm

## **CALCULO PARA LOSETA PREFABRICADO**

### **Datos Generales**

- N - Número de vía = 2
- e - Espesor mínimo de desgaste = 2 cm.
- S - Separación de alma c.a.c = 210 cm
- L - Claro del puente = 100 m con tramos de 30 y 40 m
- b - Ancho unitario de losa 1.5 m
- bl - espesor de cosa lateral (acera) = 18 cm
- La - Ancho de acera = 1m
- P<sub>1</sub>- Peso unitario del concreto = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- P<sub>2</sub>- Peso unitario carpeta asfáltica = 2000 Kg/m<sup>3</sup>

### **ACERO DE REFUERZO**

Según normas ASTM M31 Grado40

### **CONCRETO**

Clase "A" f'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad

### **DISEÑO**

Según normas americanas AASHTO carga viva HS20-44

### **CONSTRUCCIÓN**

Según normas nicaragüenses para la construcción de calles, caminos y puentes  
Nic. 80

### **MÉTODO DE DISEÑO**

Resistencia última

### **COMBINACIÓN DE CARGA**

Grupo 1· 1.3 (CP+1.67 cvi)

## CALCULO DE LOSETA PREFABRICADA DE LONGITUD 9.40M ANCHO 1.50 M

### Predimensionamiento

#### A. Espesor mínimo de losa

$$t \geq 1.2 (S+10)/30 \quad s=2.10\text{m} = 6.888 \text{ pies}$$

$$t \geq 1.2 (6+88+10)/30$$

$$t \geq 0.675 \text{ pies} = 0.206 \text{ m}$$

$$\text{use } t = 22 \text{ cm}$$

#### B. Ancho de loseta típica

$$A = 1.50 \text{ m}$$

#### C. Largo

$$b = 9.4 \text{ m}$$

## CALCULO DE CARGA SOLICITACIONES Y DISEÑO DE REFUERZO PARA CLARO CENTRAL

#### A. Carga permanente.

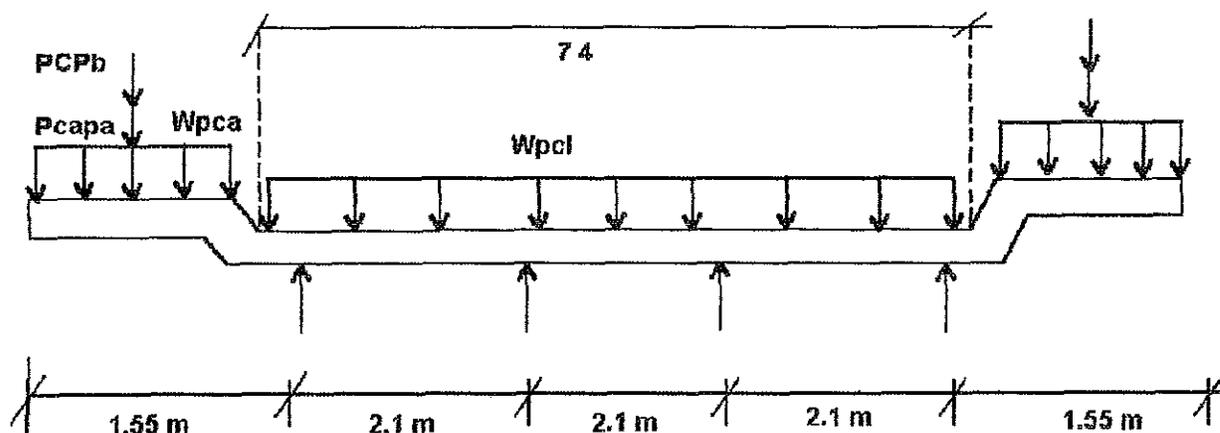
$$\text{Losa} = 0.22 * 1\text{m} * 2.4 \text{ t/m}^3 = 0.528 \text{ t/m}$$

$$\text{Acera} = 0.18 * 1\text{m} * 2.4 \text{ t/m}^3 = 0.432 \text{ t/m}$$

$$\text{Carpeta} = 0.05 * 1 \text{ m} * 2 \text{ t/m}^3 = 0.100 \text{ t/m}$$

$$\text{Guarnición} = 0.20 * 0.30 * 1\text{m} * 2.4 \text{ t/m}^3 = 0.144 * 2 = 0.288 \text{ t/m}$$

$$\text{Baranda} = 0.16 + \text{puntual en cada acera} = 0.16 \text{ t/m}$$



#### B. Carga móvil HS20-44 en dos vías de circulación.

$$M_{cv} = (S+2)/32 * P_{20} \quad S=2.1 \text{ m} = 6.88 \text{ pies}$$

$$P_{20} = 16 \text{ Kips}$$

$$M_{cv} = (6.888+2)/32 * 16$$

$$M_{cv} = 4.444 \text{ Kip Pie/pie}$$

$$M_{cv} = 2.020 \text{ tm / m}$$

$$\text{Impacto} = 30\%$$

$$MTI = 25\%$$

$$M_{cvi} = 1.625 * 2.02 \text{ tm/m}$$

$$M_{cvi} = 3.283 \text{ tm/m}$$

### C. Solicitaciones últimas

$$M_u = 1.3 (c_p + 1.67 M_{cvi})$$

$$M_u = 1.3 (0.528 + 1.67 * 3.283)$$

$$M_u = 7.814 \text{ tm}$$

### D. Cálculo de refuerzo requerido

D<sub>1</sub>. refuerzo por momento positivo

$$A_s = M / (F_s * j * d)$$

$$A_s = 7.814 \text{ tm} * 105 \text{ kg-cm} / (0.9 * 2800 \text{ kg/cm}^2 * 0.85 * 17 \text{ cm})$$

$$A_s = 21.459 \text{ cm}^2/\text{m} = 0.2145 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$S = (2.85 \text{ cm}^2 \# 6) / 0.2145 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$S = 13.286 \text{ cm}$$

Use varrilla # 6 @ 13 cm

$$A = (A_s * f_y) / (0.85 * F'_c * b)$$

$$A_s = 21.459 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a = 21.459 * 2800 / (0.85 * 210 * 100 \text{ cm})$$

$$a = 3.366 \text{ cm}$$

$$\underline{a} = 1.683 \text{ cm}$$

2

$$M_r = 0.9 * A_s f_y (d - a/2)$$

$$M_r = 0.9 * 21.459 * 2800 * (17 - 1.6839 / 10^5)$$

$$M_r = 8.283 \text{ Ton-m}$$

$$M_r = 8.283 \text{ tm} > M_u = 7.814 \text{ tm Ok.}$$

D<sub>2</sub>. Acero de distribución paralelo al tráfico.

$$\% A_{sd} = 220 / (s)^{1/2}, \text{ máximo } 67\%$$

$$S = 6.888 \text{ pies}$$

$$\% A_{sd} = 220 / (6.88)^{1/2}$$

$$\% A_{sd} = 83.83\%$$

USE 67%.

$$A_{sd} = 0.67 * A_s$$

$$A_{sd} = 0.67 * 0.2145 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$A_{sd} = 0.144 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$S = (2 \text{ cm}^2 \# 5) / 0.144 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$S = 13.889 \text{ cm}$$

Use varilla # 5 @ 13.5 cm

D<sub>3</sub>. Acero en cara superior por temperatura (longitudinal) ✓

$$P = 0.002$$

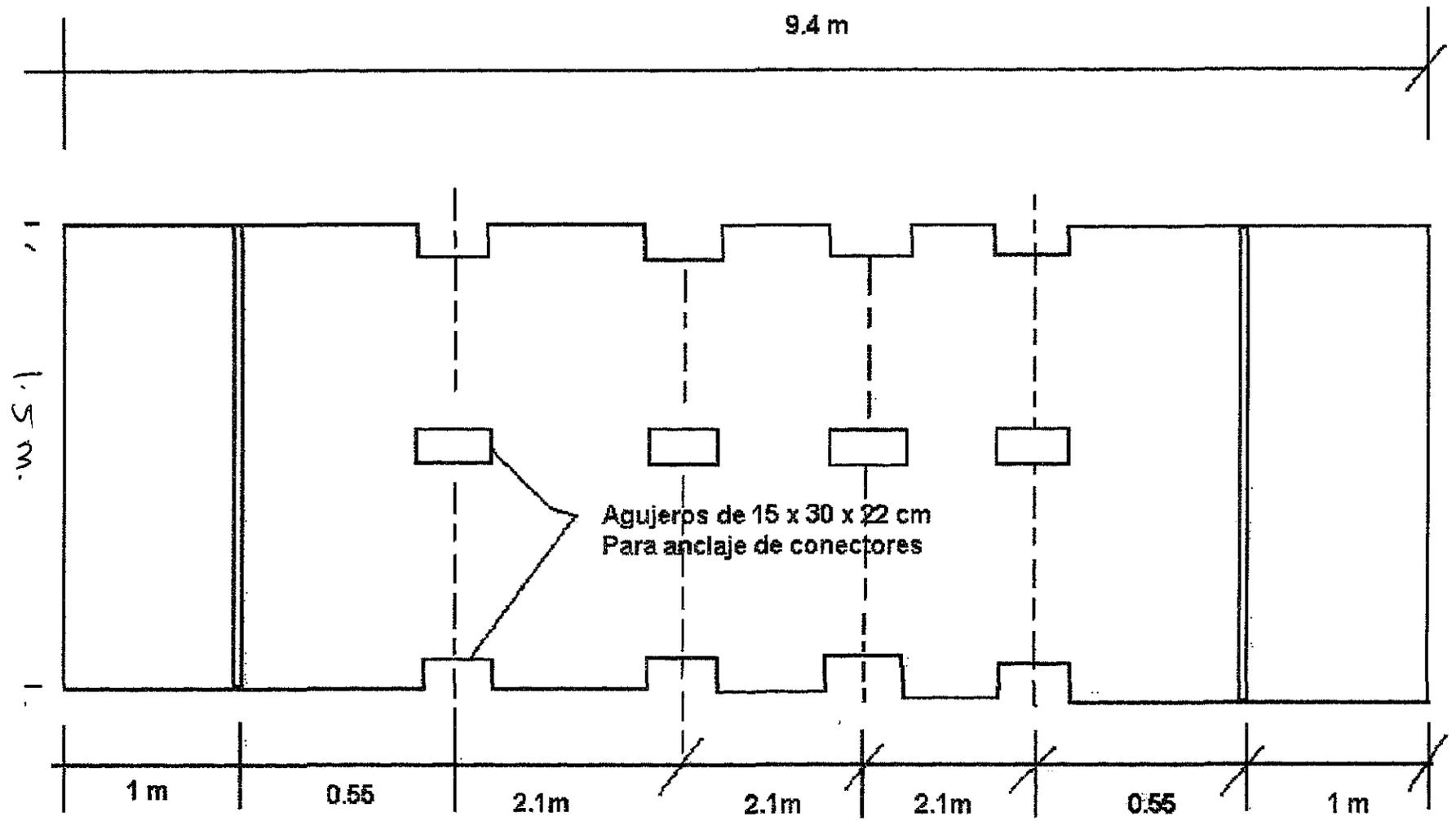
$$A_{st} = R_o * d$$

$$A_{st} = 0.002 * 22 \text{ cm} = A_{st} = 0.044 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$S = (1.27 \text{ cm}^2 \# 4) / 0.044 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$S = 28.86 \text{ cm}$$

Use varilla # 4 @ 29 cm



Agujeros de 15 x 30 x 22 cm  
Para anclaje de conectores

Planta de Loseta Prefabricada

Sin Escala

0.0

## CALCULO DE CARGAS, SOLICITACIONES Y DISEÑO DEL REFUERZO PARA VALADIZO.

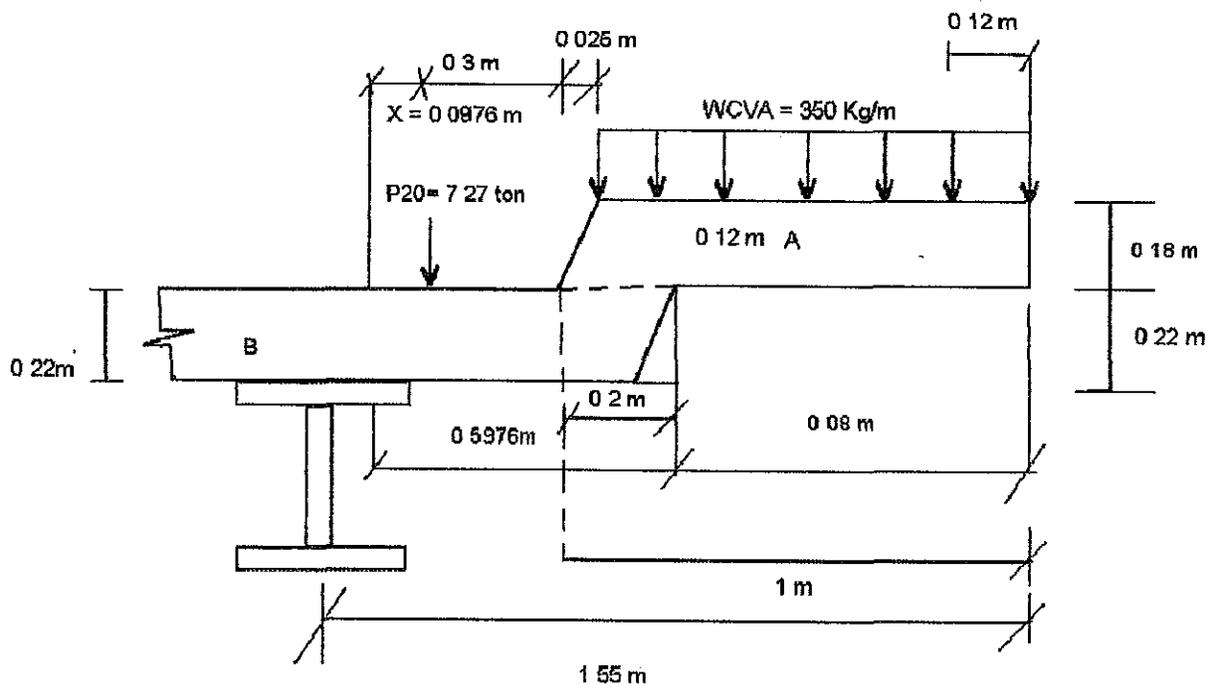
### A. Calculo de acero de refuerzo negativo en voladizo.

$$E = 0.5x + 3.75 \quad X = 0.0976 \text{ m} = 0.3201 \text{ pie}$$

$$E = 0.5 * 0.3201 + 3.75$$

$$E = 3.91 \text{ pies}$$

$$E = 1.19 \text{ m}$$



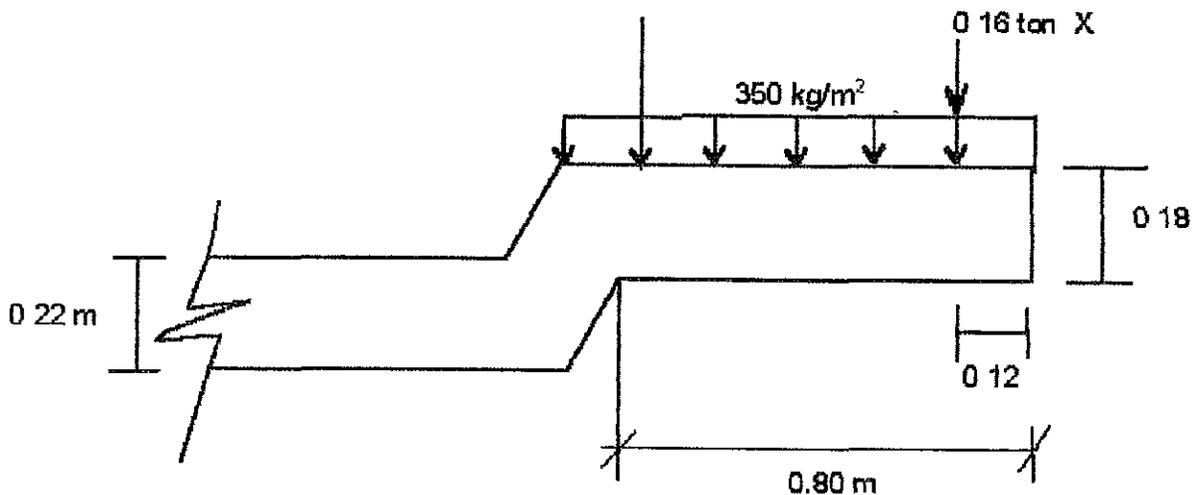
Concepto	Fv	Xa	Momento (Ma)
A. $0.18 \text{ m} * 1 \text{ m} * 1 \text{ m} * 2.4 \text{ t/m}^3$	0.432	0.9976	0.4309
B. $0.5976 \text{ m} * 1 \text{ m} * 0.22 \text{ m} * 2.4 \text{ t/m}^3$	0.316	0.0976	0.0308
Baranda 0.16 ton	0.160	1.4300	0.2288
Guarnición: 0.288 ton	<u>0.288</u>	1.4300	<u>0.4118</u>
Total carga muerta	1.196		1.1023
CVI 7.27 / 1.19	6.109	0.0976	0.5962
CVIa $0.35 \text{ t/m}^2 * 1 \text{ m}$	0.35	0.9976	<u>0.3492</u>
Total carga viva			0.9454

$$\begin{aligned}
 M_u &= 1.3 (M_{cp} + 1.67 M_{cvi}) \\
 M_u &= 1.3 * 1.196 = 1.5548 \\
 M_u &= 1.3 * 1.67 * 0.9454 = \underline{2.0525} \\
 & \quad \quad \quad 3.6073 \text{ tm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_u &= 3.6073 \text{ ton-m} \\
 A_s &= M / (0.9 * f_y * j * d) \\
 A_s &= (3.6073 * 10^5 \text{ kg cm}) / (0.9 * 2800 \text{ kg/cm}^2 * 0.85 * 13) \\
 A_s &= 12.954 \text{ cm}^2/\text{m} = 0.12954 \text{ cm}^2/\text{cm} \\
 S &= (2 \text{ cm}^2 \# 6) / 0.12954 \text{ cm}^2/\text{cm} \\
 S &= 15.44 \text{ cm} \\
 \text{Use varilla } &\# 5 @ 15 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

B. Calculo de acera de refuerzo (Acera)

Caso 1



Concepto	Fv (tom)	Xa (m)	Momento (tm)
C. 0.18 m * 1 m * 1 m * 2.4 t/m <sup>3</sup>	0.432	0.40	0.1728
Baranda : 0.16 ton	0.16	0.68	0.1088
Guarnición: 0.288 ton	<u>0.288</u>	0.68	<u>0.1958</u>
Total carga muerta	0.880		0.4774
35 t/m * 1 m	0.35	0.40	0.140
total carga viva	0.35		<u>0.140</u>
			0.9454

$$\begin{aligned} \mu_u &= 1.3 (M_{cp} + 1.67 M_{cvi}) \\ \mu_u &= 1.3 * 0.880 = 1.144 \\ \mu_u &= 1.3 * 1.67 * 0.140 = \underline{0.3039} \\ &1.4479 \text{ tm} \end{aligned}$$

$\mu_u = 1.4479 \text{ ton-m}$   
Use As min

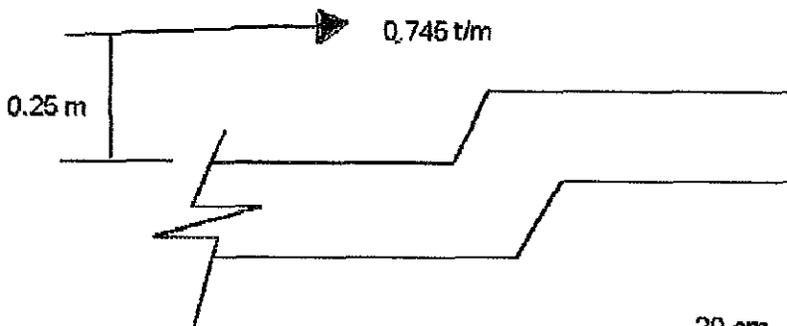
$$\begin{aligned} A_{smin} &= 0.003 * 13 \text{ cm} \\ A_{smin} &= 0.039 \text{ cm}^2/\text{cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= (1.27 \text{ cm}^2/\#4) / 0.039 \text{ cm}^2/\text{cm} \\ S &= 32.56 \text{ cm} \\ \text{Use varilla } \# 4 @ 32 \text{ cm} \end{aligned}$$

Caso 2

$$\begin{aligned} V &= 500 \text{ lb/pie} = 0.745 \text{ t/m} \\ V_u &= 1.3 * 1.67 * 0.745 = 1.617 \text{ t/m} \\ \mu_u &= 1.617 \text{ t/m} * 0.25 = 0.4043 \text{ tm} \end{aligned}$$

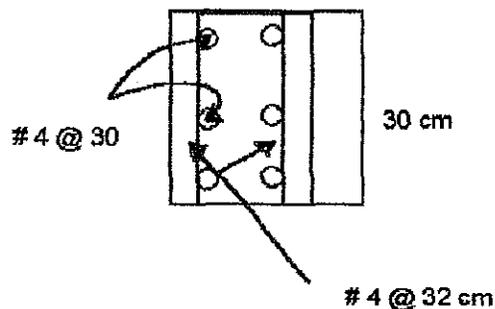
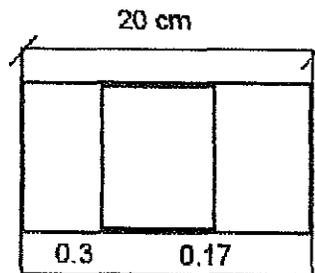
Use varilla # 4 @ 32 cm

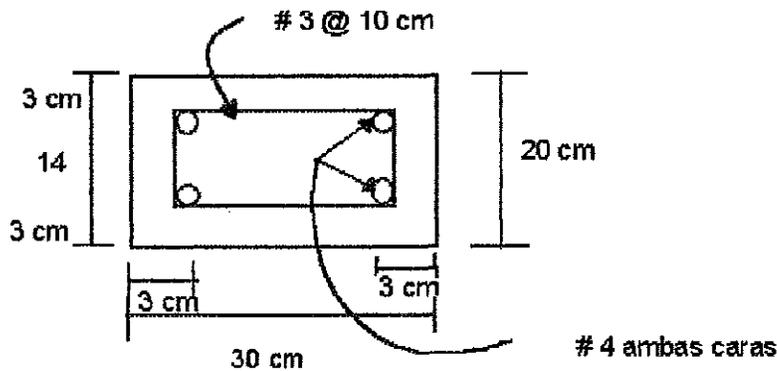


Longitudinal

$$\begin{aligned} R_o &= 0.002 \\ A_{st} &= 0.002 * 17 \\ A_{st} &= 0.034 \text{ cm}^2/\text{cm} \\ S &= 1.27 / 0.034 \text{ cm}^2/\text{cm} \\ S &= 37.35 \text{ cm} \end{aligned}$$

Use varilla # 4 @ 30 cm





Viga del parapeta.

$$A_s = 0.003 * 17 * 30$$

$$A_s = 1.53 \text{ cm}^2$$

$$\frac{1.53 \text{ cm}^2}{1.27 \text{ cm}^2} = 1.20 \text{ varillas}$$

Colocar 2 # 4 en ambas caras de la sección y estribos # 3 @ 10 cm

### CÁLCULO DE VARILLA DE IZAJE DE LOSETA

Peso loseta = 5 ton  
 Coeficiente despegue = 2  
 $P_u = 2 * 4.25 \text{ ton} = 8.5 \text{ ton}$   
 $A_s = 8500 \text{ Kg} / 1400 \text{ kg/cm}^2 = 6.07 \text{ cm}^2$

$$\frac{6.07 \text{ cm}^2}{2.87 \text{ cm}^2} = 2.11 \text{ varillas}$$

Use 4 varillas # 6

### CÁLCULO DE LA BARANDA

$W = 74.48 \text{ Kg/m}$   
 $M = L * W * l$   
 $M = 0.3 \text{ m} * (74.48 * 2) + 0.6 * (74.48 * 2)$   
 $M = 134.064 \text{ Kg-m}$   
 $M = 134.064 \text{ Kg-cm}$

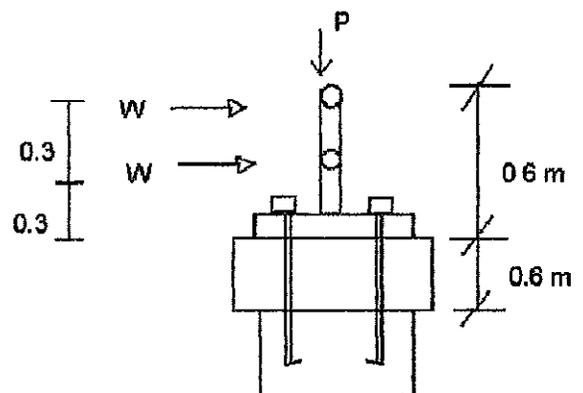
$$S_{reg} = \frac{M}{F_6} \therefore \frac{13406.4 \text{ Kg-cm}}{1540 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$S_{reg} = 8.705 \text{ cm}^3$$

$l = 2 \text{ m}$  (Distante postes)

$$F_b = 0.6 F_y = 22 \text{ Ksi}$$

$$F_b = 1540 \text{ Kg/cm}^2$$



Tubo de acero tipo estándar de 3" de diámetro  $S = 42.57 \text{ cm}^3$

Usar tubo de 3" para baranda y poste.

**Placa Base.**

$$F_b = 0.35 * F_c = 73.5 \text{ kg/cm}$$

$$P = \frac{1}{4} W * 1$$

$$P = 78.48 \text{ Kg}$$

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

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

$$A = 400 \text{ cm}^2$$

$$q = \frac{P}{A} \pm \frac{6M}{A^2}$$

$$q = \frac{78.48}{400} \pm \frac{6 * 13406.4}{400^2}$$

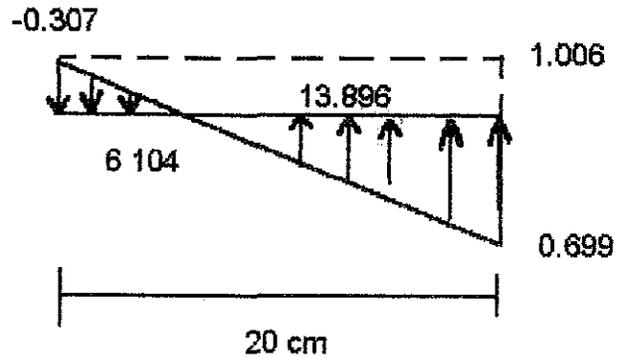
$$q = -0.307 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q = +0.699 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q = 0.699 - 0.05x$$

$$V = 0.699x - 0.05 \frac{x^2}{2}$$

$$M = 0.699 \frac{x^2}{2} - 0.05 \frac{x^3}{6}$$



$$\frac{20}{1.006} = \frac{x}{0.699}$$

$$x = 13.896 \text{ cm}$$

$$m = \frac{0.699}{13.896} = 0.05$$

$$\text{Para } x = 3.5$$

$$M = 4.179 \text{ Kg-cm}$$

El espesor correspondiente

$$t = \sqrt{\frac{6M}{F_6}}$$

$$F_6 = 0.75 F_y$$

$$F_6 = 1890 \text{ Kg/cm}^2$$

$$t = \sqrt{\frac{6 * 4.179}{1890}}$$

$$t = 0.115 \text{ cm}$$

Usar placa base de 3/16 " que satisface condición de diseño.

\* Pernos de anclaje.

$$\varnothing = \frac{1}{2} \text{ " } A 325 F_1 = 36 \text{ Ksi} = 2524 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A_p = 0.196 \text{ in}^2 = 0.199 \text{ cm}^2$$

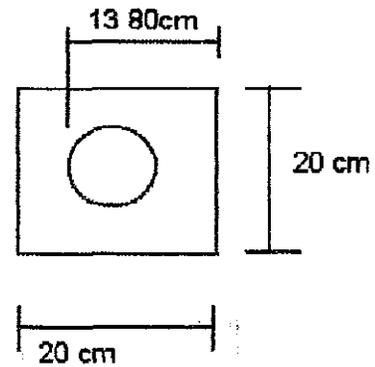
$$T = \frac{M}{d} \therefore \frac{13406.4 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{13.80 \text{ cm}}$$

$$T = 971.50 \text{ Kg} \therefore T = 0.9715 \text{ ton}$$

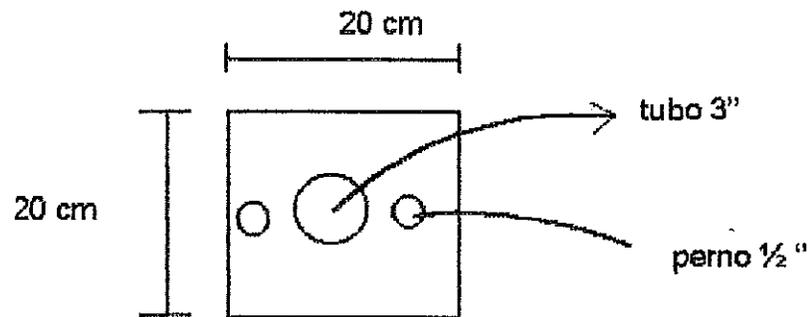
$$T_{\text{perm}} = 0.499 * 2524 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T_{\text{perm}} = 1259.5 \text{ Kg} \therefore T = 1.26 \text{ ton}$$

$$N = \frac{0.971}{1.26} = 0.77$$



Utilizar 2 pernos A 325 para fijar la placa.



## INFORME FISICO

Actividad	% Pesado	Unidad	Cantidad	Físico Ejecutado					Programado					Dif %	Avance	
				Antes	Este Período	Acumulado	Antes	Este Período	Acumulado	Antes	Este Período	Acumulado	Prog %		Real Pesado	
Preliminares	0.008	Glob	35000	-	35000	100	35000	100	-	35000	100	35000	100	-	0.008	0.008
Mov De Equipos	0.004	Glob	15700	-	15700	100	15700	100	-	15700	100	15700	100	-	0.004	0.004
Rem. Obstáculos	0.008	Glob	35000	-	35000	100	35000	100	-	35000	100	35000	100	-	0.008	0.008
Dem. Superestruct.	0.026	Glob	111625	-	111625	100	111625	100	-	111625	100	111625	100	-	0.026	0.026
Construcción																
Vigas Metálicas	0.446	m	4860	-	4860	100	4860	100	-	4860	100	4860	100	-	0.446	0.446
Losetas de Concreto	0.143	m <sup>3</sup>	3000	-	3000	100	3000	100	-	3000	100	3000	100	-	0.143	0.143
Anden en voladizo	0.023	m <sup>2</sup>	487 5	-	487 5	100	487 5	100	-	487 5	100	487.5	100	-	0.023	0.023
Barandal	0.305	m	2888.65	-	2888.65	100	2888.65	100	-	2888.65	100	2888.65	100	-	0.305	0.305
Anclar conector	0.003	c/u	80	-	80	100	80	100	-	80	100	80	100	-	0.003	0.003
Asfalto	0.027	m <sup>2</sup>	163.3	-	163.3	100	163 3	100	-	163.3	100	163.3	100	-	0.027	0.027
Botar mat sob.	0.004	m <sup>3</sup>	34.19	-	34.19	100	34.19	100	-	34.19	100	34.19	100	-	0.004	0.004
Limpieza final	0.003	Glob	15000	-	15000	100	15000	100	-	15000	100	15000	100	-	0.003	0.003

## INFORME FINANCIERO

ACTIVIDAD	PRESUPUESTO				REALIZADO			PROYECCION			PERDIDA Y/O GANANCIA
	UND	CANT	CU	TOTAL PRESUP	CANT	CU	TOTAL	CANT	CU	TOTAL	
Preliminares	Glob	1	35000	35000	1	35000	35000	1	35000	35000	-
Mov De Equipos	Glob	1	15700	15700	1	15700	15700	1	15700	15700	-
Rem. Obstáculos	Glob	1	35000	35000	1	35000	35000	1	35000	35000	-
Dem. Superestruct.	Glob	1	111625	111625	1	111625	111625	1	111625	111625	-
Construcción											
Vigas Metálicas	m	400	4860	1944000	400	4860	1944000	400	4860	1944000	-
Losetas de Concreto	m <sup>3</sup>	208	3000	624000	208	3000	624000	208	3000	624000	-
Anden en voladizo	m <sup>2</sup>	200	487.5	97500	200	487.5	97500	200	487.5	97500	-
Barandal	m	460	2888.65	1328779	460	2888.65	1328779	460	2888.65	1328779	-
Ánclar conector	c/u	152	80	12160	152	80	12160	152	80	12160	-
Asfalto	m <sup>2</sup>	740	163.3	120842	740	163.3	120842	740	163.3	120842	-
Botar mat sob.	m <sup>3</sup>	540	34.19	18462.6	540	34.19	18462.6	540	34.19	18462.6	-
Limpieza final	Glob	1	15000	15000	1	15000	15000	1	15000	15000	-

$\Sigma = 4358068.6$

Sub Total = 4358068.6

15 % IVA = 653710.29

Costo Total = 5011778.89



## CONCLUSIONES

Como se mencionó al inicio de este trabajo, la mayor parte de las carreteras y puentes existentes en Nicaragua, fueron construidos por el gobierno de los Estados Unidos a inicios del siglo XX

A partir de este criterio, las normativas constructivas para puentes y vías terrestres de Nicaragua (Nic-80), ha venido desarrollando, de acuerdo a los requisitos de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO); los criterios de diseño que mejor se adoptan a nuestra realidad económica.

En este contexto, se ha intentado desarrollar o estandarizar el diseño de la superestructura de puentes, utilizando una combinación de superestructura de Acero y concreto reforzado en colaboración.

Debido a que el concreto reforzado fácilmente puede ser analizado mediante el método de cargas de servicio y esfuerzos permisibles, o sea que se puede combinar con el diseño del acero estructural, en este trabajo se diseñó una superestructura para puente; utilizando acero estructural y concreto reforzado empleando como método de análisis de cargas de servicio

El método de cargas de servicio, el tradicional llamado método de los esfuerzos de trabajo, se basa en el análisis del comportamiento que se presenta en las condiciones reales de uso. La seguridad en este método se considera como el margen entre los esfuerzos producidos por la acción de las cargas de servicio y la resistencia última de los materiales.

El otro método de diseño empleado en este trabajo, es el conocido como el método por resistencia o método por resistencia última, un elemento de trabajo complejo, empírico que emplea el análisis de esfuerzos por deformación elástica.

La edición de 1989 del América Concrete Institute Code, la cual se empleó como referencia; recomienda que el método de los esfuerzos de trabajo no se emplea para un trabajo de diseño, aunque en algunos casos, puede utilizarse estructuras con baja resistencia del concreto (menor de 4000 lb/pulg<sup>2</sup>), así como con refuerzos de baja resistencia a la fluencia (resistencia a la fluencia menor de 60000 lb/pulg<sup>2</sup>)

En este trabajo se diseñó una superestructura combinada de acero estructural y concreto reforzado, utilizando como método de análisis conocida como Esfuerzos permisibles y Cargos de servicios

## RECOMENDACIONES

Debido a que un puente no puede considerarse como una estructura u obra aislada; ya que aunque el principal objetivo de este es salvar o evitar un obstáculo, no puede ignorarse su funcionamiento h hidráulico y estructural

Desde el punto de vista académico – Ingenieril creemos que es más factible analizar el diseño del funcionamiento hidráulico de un puente, ya que a partir de estas condiciones se fijan las dimensiones de la sección transversal, los niveles de la sección longitudinal del puente, las dimensiones de la Estructura base y el tipo de obra.

Debido a la complejidad y la versatilidad de estudios que comprenden el diseño de la infraestructura creemos que sería más fructífero en el futuro.

La American Concrete Institute Code (ACI Code) recomienda que el método de cargas de servicio no sea utilizado para trabajos de diseño y que sin embargo se puede emplear para la realización de estimaciones de diseños preliminares

## REFERENCIAS: BIBLIOGRÁFICOS

Puentes: Ing. M. Herrera H. Jerónimo.  
Universidad Católica de Colombia.

Diseño de Puentes: Ing. Orozco Trujillo Eusebio José.  
Universidad Industrial de Santander

Diseño de Estructuras de Acero con LRFD.  
Galombos Lin. Johnston.

Diseño Simplificado de Concreto Reforzado  
Parker Ambrose

Faltan reglamentos

## **AGRADECIMIENTOS**

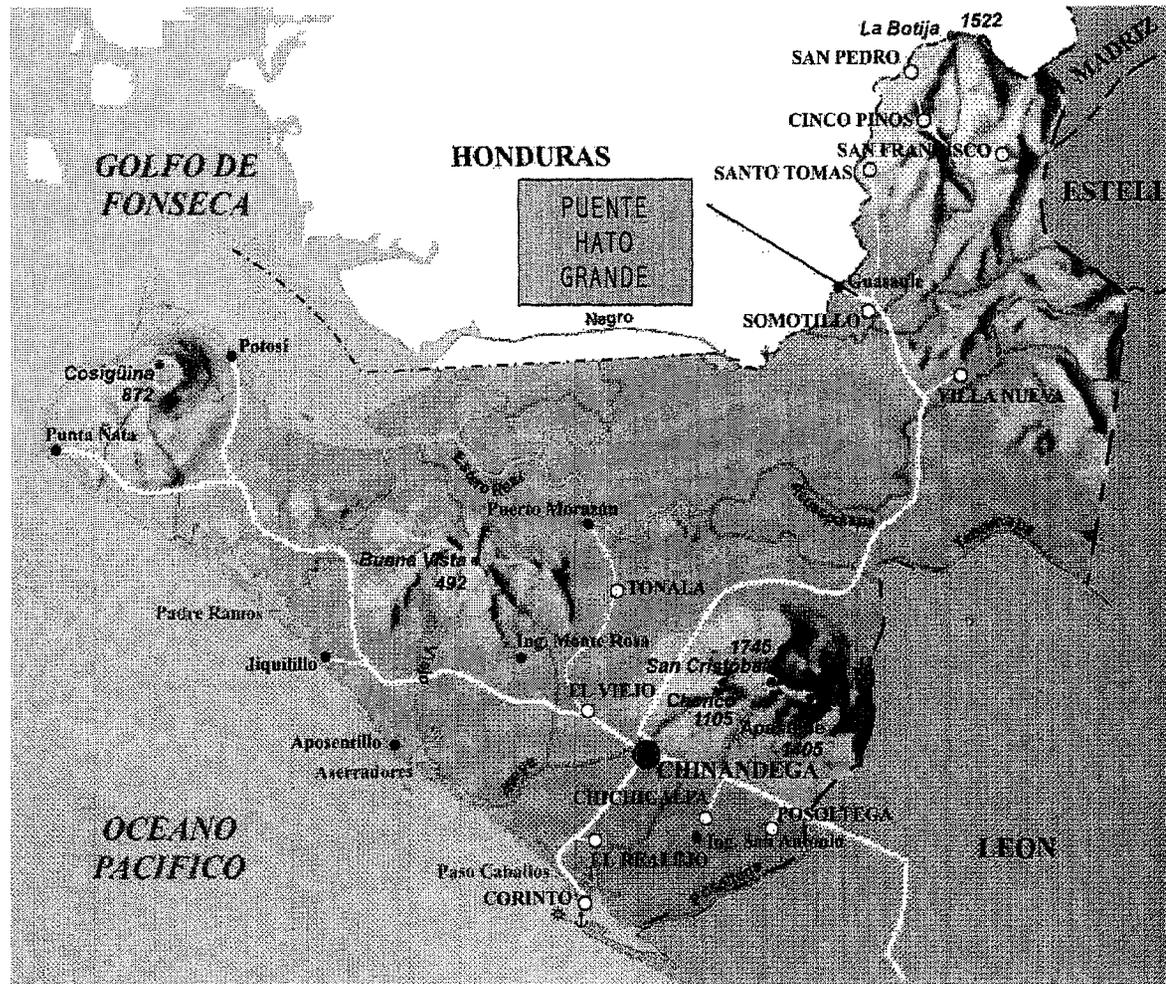
Según el último censo realizado por el Banco de América Central (BAC, 2000), el 30% de la población Nicaragüense se considera académicamente activa; de los cuales sólo el 60% llega a niveles académicos superiores, o sea profesionales y/o técnicos. Del 40% restante, aproximadamente el 20% aprueba el nivel académico medio y el resto no termina la secundaria.

Los autores de este pequeño trabajo queremos dar las gracias a Dios, todo poderoso, por habernos brindado la salud y la inteligencia, a través de estos cinco largos años de empeño y dedicación.

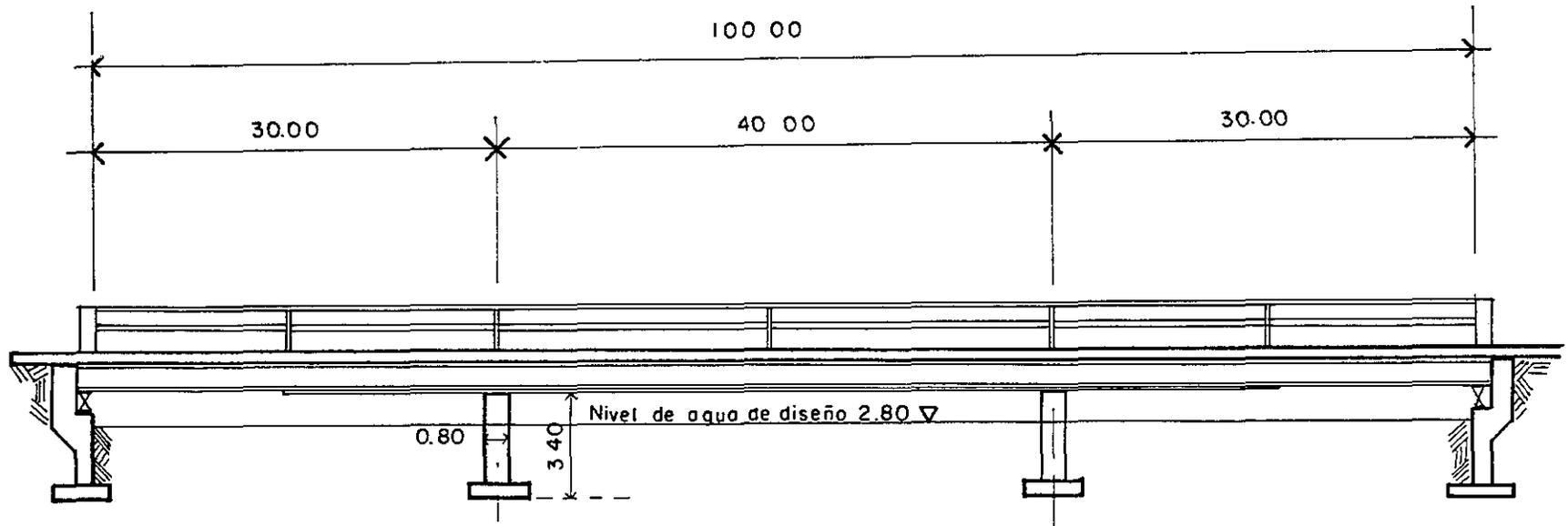
A Nuestros Padres por su infinito apoyo, quienes con su eterna paciencia y comprensión nos han guiado por el camino correcto, alentándonos a seguir adelante en las buenas y en las malas

A las autoridades de la Universidad, decanos, director de carrera y a los profesores, por habernos brindado todo el material académico y pedagógico y por habernos nutrido de conocimientos con el único y más sincero interés de vernos crecer como profesionales.

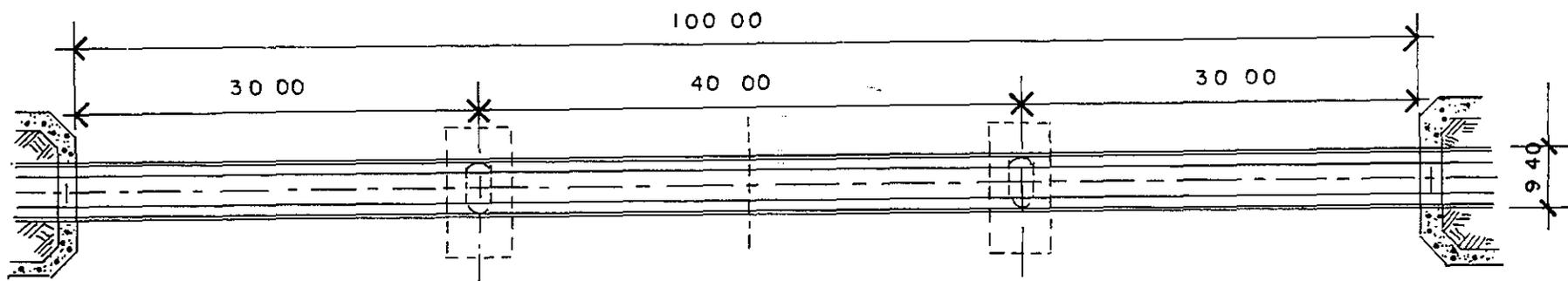
# ANEXOS







**ELEVACION** ESCALA 1 = 500



VISTA EN PLANTA ESCALA 1 = 500

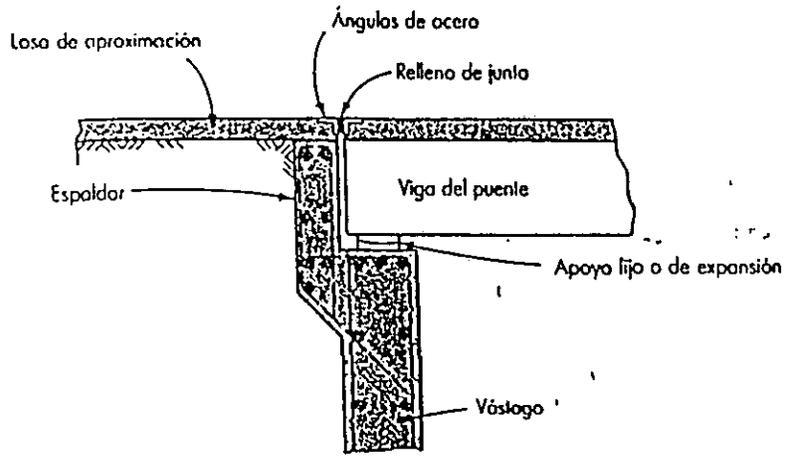
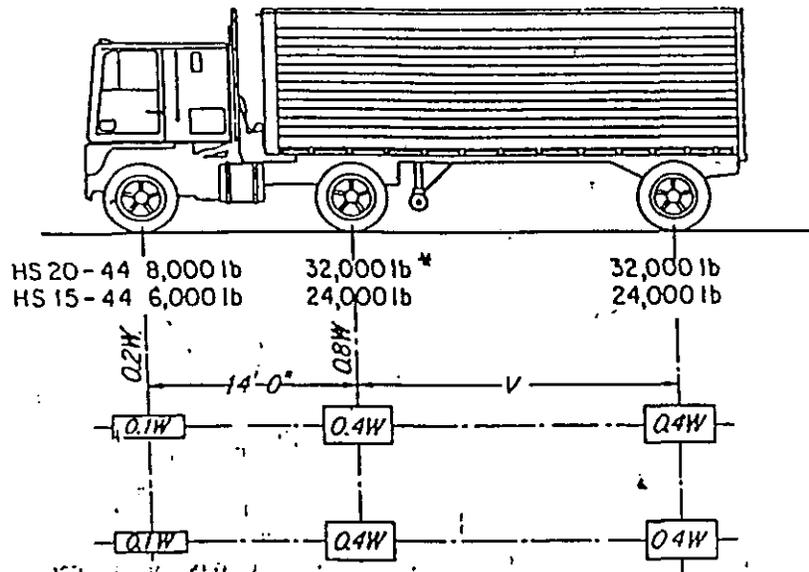
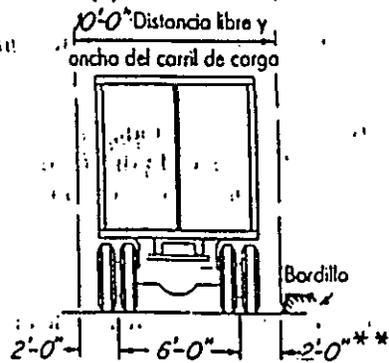


FIGURA 22.14 Detalle en el asiento del puente.

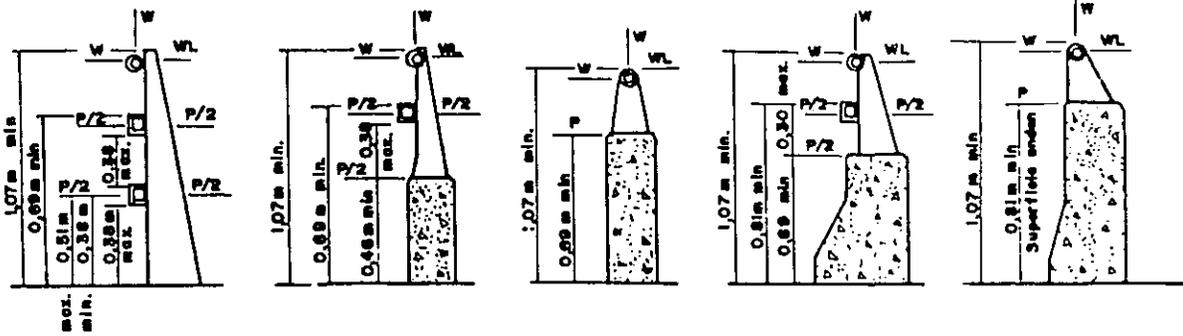


W = Peso combinado de los primeros dos ejes que es el mismo que para el camión H correspondiente

V = Espaciamiento variable, desde 14 pies hasta 30 pies inclusive. El espaciamiento que se utilice será el que produzca los esfuerzos máximos.

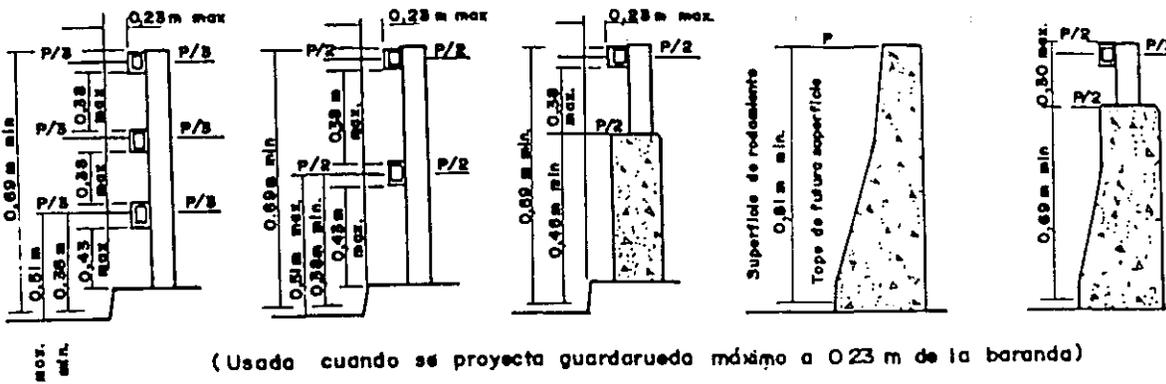


CAMIONES ESTÁNDARES HS



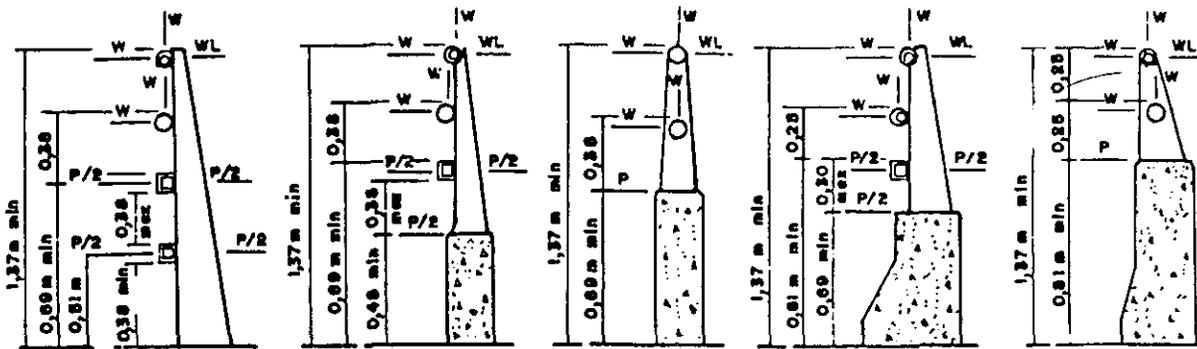
(Puede usarse cuando no hay guardarueda o este situado a 0.23 m o menos de la baranda)

BARANDA DE TRAFICO



(Usado cuando se proyecta guardarueda máximo a 0.23 m de la baranda)

COMBINACION DE BARANDA DE TRAFICO Y PEATONAL



COMBINACION DE BARANDA DE TRAFICO Y BICICLETA