

**PUENTES
METALICOS
SEMIPERMANENTES**



PERMANENTES
BIBLIOTECA ESMIC
623.67 / E728
ej.1
99463
1986

Digitalizado por: IB

**Escuela de
Ingenieros Militares**

623.67

E.728

91

PUENTES METALICOS SEMIPERMANENTES



**Escuela de
Ingenieros Militares**✓

Bogotá 1986✓

006 253

006 253

© COPYRIGHT
Escuela de Ingenieros Militares

Carátula:
Ct (rva) Pietro Alajmo C.
Corporación Publicitaria
de Colombia S.A.

Composición e Impresión:
Editorial Presencia Ltda.
Calle 23 No. 24-20

Octubre de 1986

PUENTES METALICOS SEMIPERMANENTES

CONTENIDO

Introducción	11
PRIMERA PARTE – PUENTE BAILEY	
Generalidades	15
Capítulo I. Puente Bailey estándar o M-1	17
1.1 Nomenclatura de componentes	17
1.2 Tipos de puentes Bailey	37
1.3 Organización de cuadrillas de trabajo	40
1.4 Replanteo en el sitio	43
1.5 Montaje de la nariz de lanzamiento	44
Capítulo II. Montaje de los diferentes puentes con material Bailey	49
2.1 Montaje de un puente Bailey simple simple	49
2.2 Montaje de un puente Bailey doble simple	54
2.3 Montaje de un puente Bailey triple simple	57
2.4 Montaje de un puente Bailey doble doble	59
2.5 Montaje de un puente Bailey triple doble	60
2.6 Montaje de un puente Bailey doble triple y triple triple con arriostramiento superior	63
Capítulo III. Puente estándar ensanchado o M-2	67
3.1 Descripción general	67
3.2 Descripción del material	67
3.3 Puentes Bailey de vigas cuádruple	71
Capítulo IV. Modificación a puentes Bailey para obtener mayor capacidad	75
4.1 Acoplamiento de otro piso a un puente existente y conversión de un puente doble simple a uno doble doble	75

4.2	Conversión de un puente triple simple a triple doble	78
4.3	Montaje de puentes con cordón de refuerzo	78
Capítulo V. Puente Bailey extra-ancho o M-3		83
5.1	Descripción general	83
5.2	Componentes adicionales	83
5.3	Montaje y lanzamiento	87
Capítulo VI. Rampas y vías peatonales		89
6.1	Rampas de acceso al puente Bailey	89
6.2	Vías para peatones	90
Capítulo VII. Puente Bailey con tablero de acero o MK-II		95
7.1	Características generales	95
7.2	Elementos adicionales	96
7.3	Montaje del tablero de acero	101
Capítulo VIII. Puentes de varias luces con material Bailey		103
8.1	Generalidades	103
8.2	Descripción de componentes especiales	104
8.3	Método de montaje	109
Capítulo IX. Torres, pilares y cumbreas		115
9.1	Generalidades	115
9.2	Elementos adicionales	117
9.3	Montaje de pilares	121
9.4	Torres de 4 paneles	127
Capítulo X. Cálculos con material Bailey		129
10.1	Cómo seleccionar un puente Bailey	129
10.2	Cálculos típicos para lanzamiento	135
10.3	Cálculo de flecha y deflexión	139
10.4	Resistencia del material Bailey	142
Capítulo XI. Tablas para cálculo con material Bailey		147

SEGUNDA PARTE – CALLENDER-HAMILTON

Particularidades		183
Capítulo I. El sistema de puentes Callender-Hamilton		185
1.1	Descripción general	185
1.2	Sección variable	186
1.3	Conexiones atornilladas (pernadas)	187

1.4	Componentes estándar de la cercha—puentes de paso inferior	189
1.5	Cojinetes terminales y auxiliares (apoyos finales y auxiliares)	197
1.6	Juegos de herramientas	202
Capítulo II. Ensamble de las partes metálicas. Trabajo de montaje		205
2.1	Introducción	205
2.2	Planos de ensamble (dibujo esquemático)	205
2.3	Identificación de las partes	208
2.4	Ensamble y ajuste de tornillos	208
Capítulo III. Métodos de instalación		211
3.1	Introducción	211
3.2	Construcción en el sitio	211
3.3	Construcción en cantiliver	212
3.4	Montaje por lanzamiento	222
3.5	Almacenamiento y manejo de los componentes del puente Hamilton	225
	Sumario de datos técnicos	239
Capítulo IV. Figuras-Tablas para diseño con material Callender-Hamilton		241
	Glosario	259
	Bibliografía	261

INTRODUCCION

Dentro de los símbolos que identifican las labores de los ingenieros, los puentes son la característica más representativa y la que en forma más integral conjuga las diferentes disciplinas de la profesión. Ingenieros civiles y militares requieren del conocimiento profundo de la teoría y de la experiencia que proporciona la práctica en esta área de indiscutible prioridad.

El Batallón Escuela de Ingenieros, continuando con su objetivo de aportar a la ingeniería textos de estudio y de consulta que procuren llenar los vacíos que por su ausencia se presentan en la actualidad, ha querido en esta ocasión fundir en un solo tomo aquellos puentes prefabricados de más común utilización por los estamentos militares y civiles cuales son el puente Bailey y el puente Callender Hamilton.

Titulamos el libro Puentes Metálicos Semipermanentes en atención a que es esta última característica la que más los distingue de los otros tipos de medios de paso y debido a la versatilidad que asimismo les asigna a los prototipos seleccionados, no obstante que ofrecen la alternativa de convertirse eventualmente en puentes permanentes mediante algunas modificaciones también incluidas en el texto.

Se ha echado mano de instrucciones, manuales y catálogos extranjeros así como de conferencias escritas de universidades y escuelas militares, y se han compendiado traducciones, adaptaciones y transcripciones para producir este libro cuya primera edición nos sentimos orgullosos de presentar.

Con nuestro sentido agradecimiento a las personas y entidades que con su aporte hicieron posible esta publicación y con el deseo de que su contenido sea valioso para profesores, alumnos, proyectistas y ejecutan-

tes en su continuo desempeño de la profesión en la paz o en la guerra, publicamos la obra como un homenaje a todos los hombres que han pasado por las filas de nuestra gloriosa Arma de Ingenieros.

*Teniente Coronel RICARDO CIFUENTES ORDOÑEZ
Comandante Escuela de Ingenieros Militares*

PRIMERA PARTE

PUENTE BAILEY

GENERALIDADES

El señor Donald C. Bailey, inventor del puente que lleva su nombre, proyectó su equipo original para formar un puente simple de tablero inferior. Es decir, la superficie de rodadura o calzada está soportada por dos vigas principales.

El sistema Bailey comprende varios tipos de calzada; mientras que la plataforma de madera se usa para puentes provisionales, un sistema prefabricado de plataforma de acero permite que el equipo Bailey sea usado para la construcción de puentes permanentes. Estos puentes con plataforma de acero están proyectados para llenar una superficie de rodadura de asfalto.

El equipo Bailey también puede ser usado en sentido vertical para formar pilares y torres.

Por ser tan diversificados los componentes del material Bailey se pueden construir todos los tipos de puentes: puentes convencionales, puentes de varias vías, puentes suspendidos y puentes en arco.

El principio de construcción de puentes prefabricados, permite un rápido montaje de estructuras que pueden ser provisionales o permanentes, estribos auxiliares para ayuda en la construcción de otros puentes incluso con material Bailey. El montaje de puentes con material Bailey se realiza con la ayuda de una nariz de lanzamiento construida con los mismos paneles Bailey, que se conecta a la estructura principal y permite que la viga corra sobre rodillos o sea lanzada desde el apoyo próximo sirviendo esta nariz de cantiliver o nivelador. Se han empleado narices hasta de 80 m (260 pies).

Este puente demostró su utilidad durante la Segunda Guerra Mundial y el conflicto coreano, luego de algunas modificaciones hechas por el Ejército Norteamericano.

Nota: Entiéndase el término viga también por hilera de paneles.

CAPITULO I

PUENTE BAILEY ESTANDAR O M - 1

1.1 NOMENCLATURA DE COMPONENTES

El panel Bailey (figura No. 1)

Es una armazón soldada que comprende dos cordones unidos por montantes verticales y diagonales. Estos elementos se fabrican con acero especial de alta resistencia. En un extremo del panel, ambos cordones terminan en un muñón perforado y en el otro extremo en dos orejas perforadas.

Los paneles se ensamblan unos con otros por los extremos mediante el acoplamiento de los muñones insertando los pasadores de panel a través de los agujeros correspondientes.

A los dos cordones de los paneles se les denomina Cordón Superior y Cordón Inferior, siendo este último fácilmente identificable por las cuatro placas de apoyo de los travesaños, adyacentes a los montantes. Cada

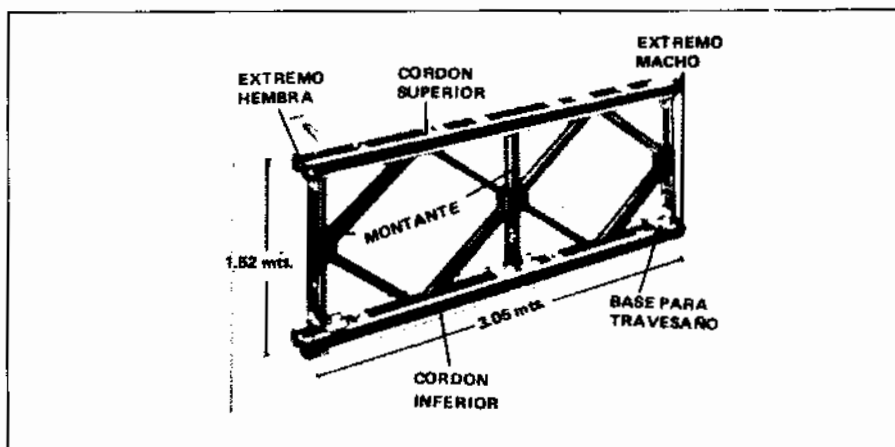


Figura No. 1.

una de estas placas tiene una espiga cónica vertical que se conecta al agujero del travesaño; los agujeros rectangulares en los montantes de los paneles, encima de las placas, reciben el apéndice de la abrazadera del travesaño; el talón del mismo se acomoda dentro de la ranura de la placa de apoyo. También en el cordón inferior, cerca de cada extremo hay un agujero ovalado horizontal que recibe las varillas tensoras.

Tanto el cordón superior como el inferior tiene cada uno un par de salientes taladradas para alojamiento de pernos de cordón; los paneles se ensamblan unos encima de otros por medio de estos pernos de cordón. Los cordones de refuerzo también se fijan en estos puntos. También en ambos cordones hay un par de agujeros en los que se coloca el marco de refuerzo.

Cada uno de los dos montantes extremos tiene también un par de agujeros para el bastidor de arriostramiento; además el agujero más cercano al cordón superior se emplea también para fijar el puntal y la placa de unión. El agujero ovalado en la parte superior del montante central facilita el izado del panel por grúa.

El pasador de panel (figura No. 2)

Está hecho de una aleación de acero tratado en caliente; se puede utilizar un martillo de 14 lb (7 Kg) para insertar estos pasadores en su lugar. El extremo del pasador está ligeramente conificado para facilitar esta operación y cerca de su extremo lleva un agujero para colocar el seguro del pasador de panel.

Seguro de pasador de panel (figura No. 2)

En la cabeza del pasador de panel hay una ranura paralela al agujero para el seguro del pasador, para que al insertar el pasador se tome la precaución de que esta ranura se mantenga paralela al cordón del panel.

El travesaño (figura No. 2)

Es una viga de acero especial de alta resistencia, que forma la viga transversal del puente, extendiéndose entre las vigas maestras para soporte del tablero. En el ala inferior, cerca de cada extremo, tiene una serie de tres agujeros que se acoplan sobre las espigas de las placas de asiento en los paneles que forman las vigas maestras. Sobre el ala superior, espaciadas proporcionalmente desde el centro, hay una serie de orejas que sirven para fijar los apoyos del tablero o largueros.

Marco de refuerzo (figura No. 3)

Es una armazón de perfiles y barras de acero dulce, con una espiga cónica en cada una de sus cuatro esquinas. Se emplea para arriostrar los paneles entre sí, como sigue:

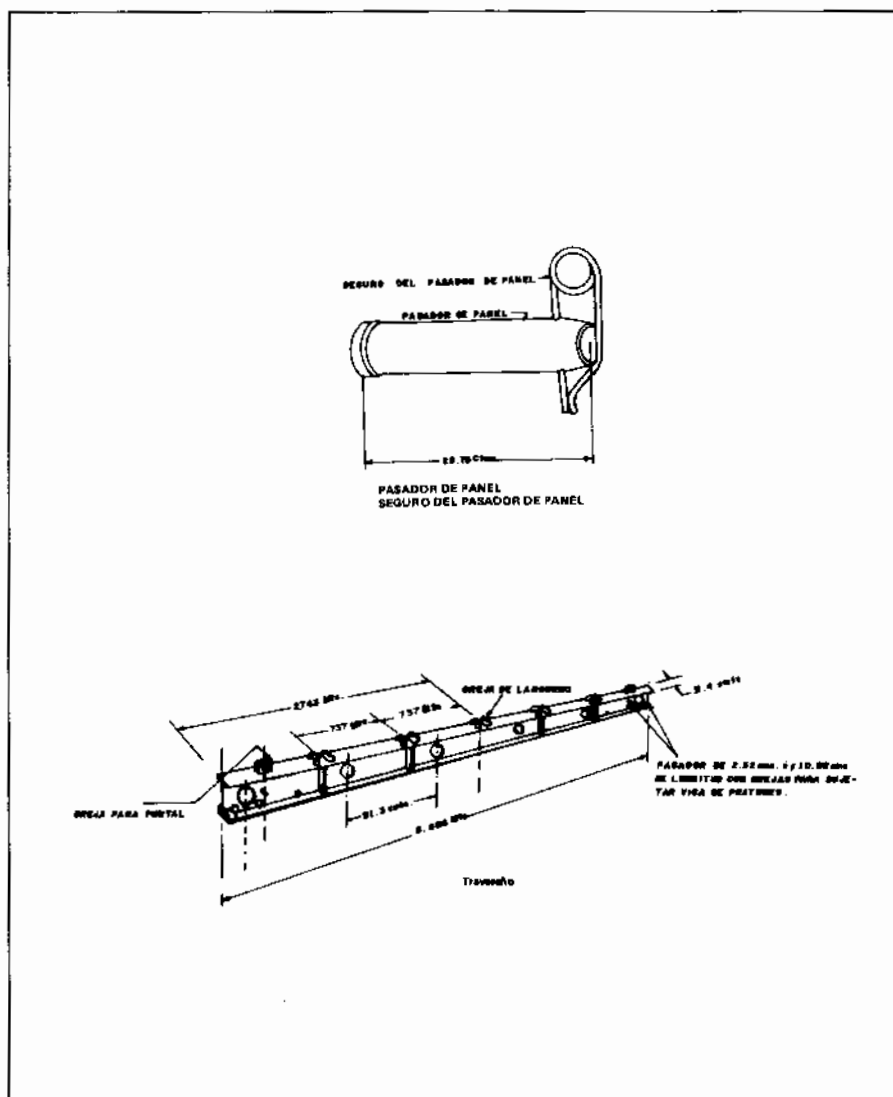


Figura No. 2.

- a. En los puentes dobles simple y triple simple, horizontalmente sobre los cordones superiores de los paneles de cada tramo.
- b. En los puentes de doble y triple, alzado horizontalmente en los cordones superiores del nivel más alto y verticalmente en los montantes exteriores a un extremo de todos los paneles del segundo y tercer niveles en cada tramo. El marco de refuerzo se ensambla con cuatro pernos de arriostramiento.

El puntal (figura No. 3)

Es un perfil de acero especial de alta resistencia con una espiga cónica en cada extremo. Se conecta entre la parte superior del travesaño y el agujero de la parte superior interna del montante de panel y representa el principal elemento de estabilización del puente. Se asegura con dos pernos de arriostamiento.

El perno de cabeza o de arriostamiento (figura No. 3)

Se suministra con tuerca y arandela. Otra arandela de forma especial acoplada debajo de la cabeza impide que el perno gire mientras se está ajustando la tuerca. Se emplea para los siguientes propósitos:

- Para asegurar los puntales al panel y al travesaño.
- Para asegurar el marco de refuerzo al panel.
- Para asegurar la placa de unión al panel.

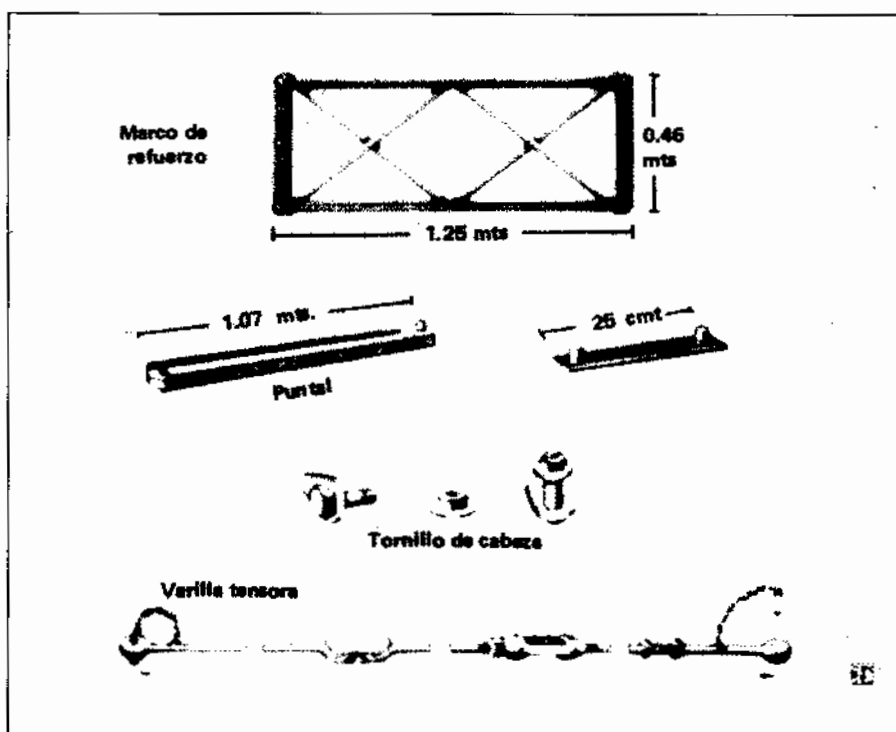


Figura No. 3.

La placa de unión (figura No. 3)

Es una placa de dos espigas huecas separadas $8\frac{1}{2}$ pulgadas (0.22 m) entre centros. Se emplea para conectar la segunda y tercera vigas en los puentes de viga triple, empleando pernos de arriostamiento.

La varilla tensora (figura No. 3)

Es una varilla de acero dulce con ojal en cada extremo que se inserta dentro del agujero ovalado en el cordón inferior del panel. Dos pasadores encadenados, uno a cada extremo, la fijan al panel.

Una articulación permite que la varilla tensora se pueda doblar para el transporte y en el más corto de los brazos hay un torniquete. Este puede hacerse girar con el mango de una llave de boca de $1\frac{1}{4}$ la cual es también usada para la contratuerca. El puntal tiene un bloque calibrador y cuando se ajusta, los extremos de ambas varillas roscadas hacen tope dentro de este bloque; esto quiere decir que la varilla tensora está correctamente templada. Un par de varillas tensoras así templadas automáticamente escuadran cada tramo del puente.

Abrazadera de travesaño (figura No. 4)

Comprende una parte soldada con un apéndice en un extremo, un tornillo con manubrio en el centro y una pieza móvil en el talón. Cuando se opera, el apéndice se inserta dentro del agujero rectangular del montante vertical del panel. La pieza móvil tiene una cabeza, la cual se coloca bajo la ranura de la placa de asiento del travesaño y ajustando hacia abajo el perno asegura el travesaño en posición respecto al cordón inferior y montante del panel. No está proyectado como elemento resistente, pero en una emergencia puede absorber un esfuerzo hacia arriba, procedente del travesaño de 2 toneladas (4.408 lb).

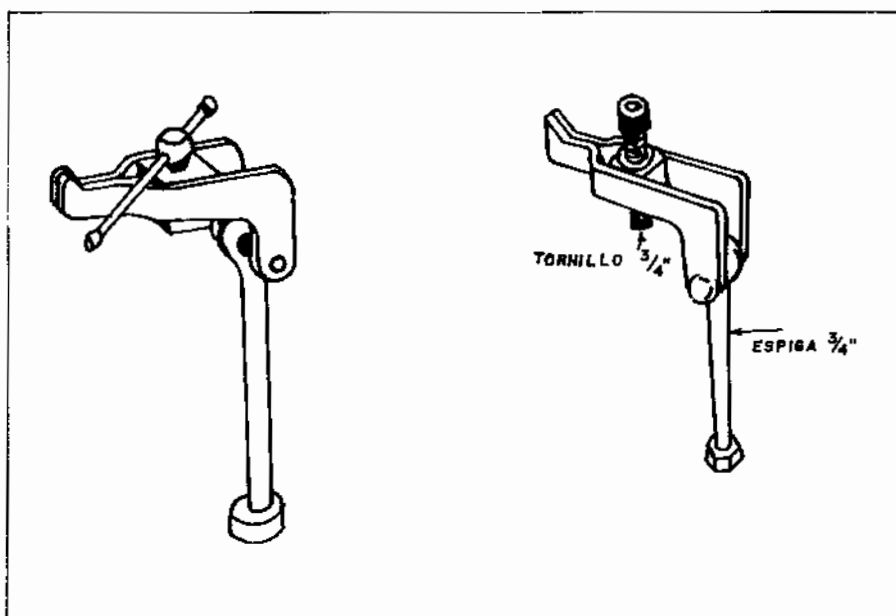


Figura No. 4.

Abrazadera de travesaño Mk III (figura No. 4)

Puede ser usada en lugar de las abrazaderas de travesaño Mk I y Mk II.

Se diferencia de estos dos tipos solamente en lo que se refiere al tornillo.

En ésta el tornillo es con cabeza hexagonal. En consecuencia, solamente puede ser atornillada o destornillada con una llave hexagonal.

Los largueros lisos (figura No. 5)

Constituyen los soportes longitudinales del tablero del puente, consisten en tres perfiles soldados entre sí para formar un marco, en el cual los elementos transversales tienen como función dar rigidez a las vigas principales. Unas mordazas que llevan en ambos extremos, se acoplan con las grapas de la parte superior de los travesaños para impedir el juego lateral o longitudinal del emparrillado. El larguero puede colocarse en el puente en cualquier sentido.

El larguero de botones (figura No. 5)

Es de construcción similar al larguero plano, pero tiene adicionalmente una serie de botones a lo largo del ala superior de uno de los perfiles exteriores.

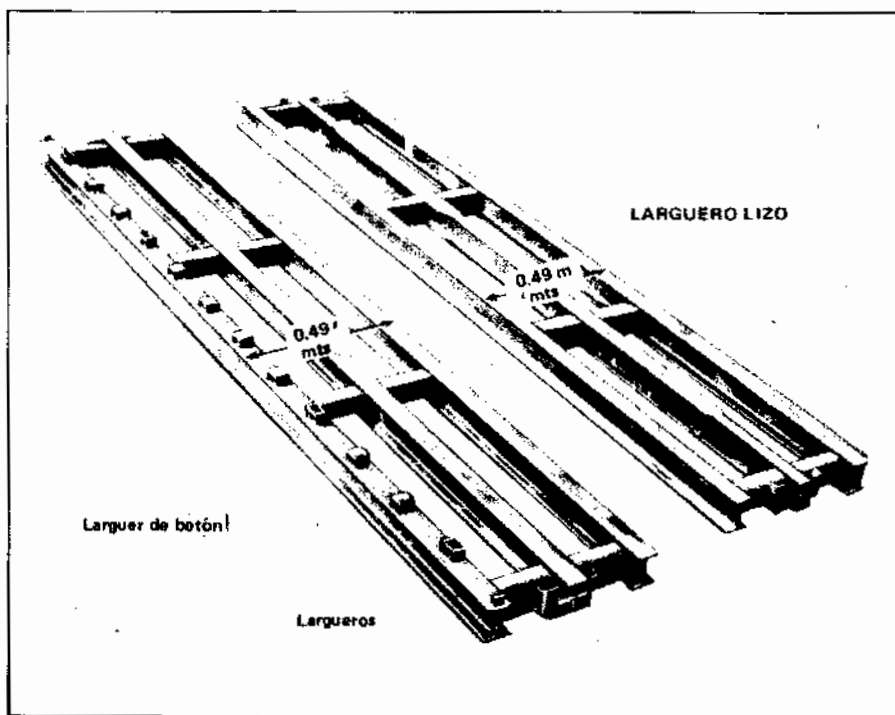


Figura No. 5.

Estos botones sirven para fijar y retener la posición de los tablonés del tablero; cuatro de los botones son huecos para permitir la inserción y ajuste de la cabeza T del perno de trinca. Los largueros de botones se colocan en el puente con los botones en las posiciones extremas exteriores bajo las trincas guardabandas.

El perno de cordón o pasador de tornillo (figura No. 6)

Es de acero dulce y su cuerpo principal ha sido diseñado para que encaje en los cordones del panel. Para facilitar este encaje, el cuerpo tiene una pequeña conicidad que empieza en su mitad inferior y termina en una cabeza roscada que va provista de tuerca y anillo. Conecta los paneles y los cordones de refuerzo a través de los cordones de los paneles.

El perno de trinca (figura No. 6)

Construido de acero dulce, viene completo con tuerca y arandela y no necesita sacarse durante el montaje, puesto que su cabeza T pasa hacia abajo a través de un agujero rectangular en la trinca guardalado y se asegura en el botón especial del larguero con un giro de 90°.

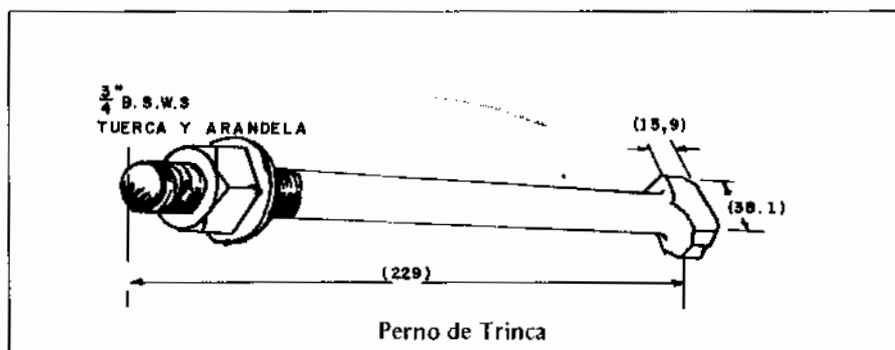
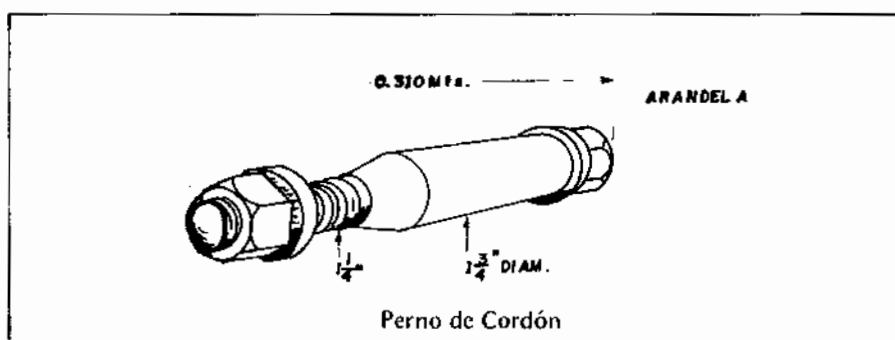


Figura No. 6.

La trinca guardabanda (figura No. 7)

Es un tramo de madera con los lados inclinados.

Los cuatro huecos verticales rectangulares para los pernos de trinca tienen platinas de refuerzo en sus bocas, sobre las que se ajusta la tuerca del perno de trinca. Tiene el doble objeto de formar la hilera del tablero y actuar como una abrazadera longitudinal que asegura los tablones en su posición.

Piso de tablones (figura No. 7)

Estos forman la superficie rodante; tienen 5 cm de espesor por 20 cm de ancho, son de madera y en los extremos se estrechan para acoplarse entre los botones del larguero.

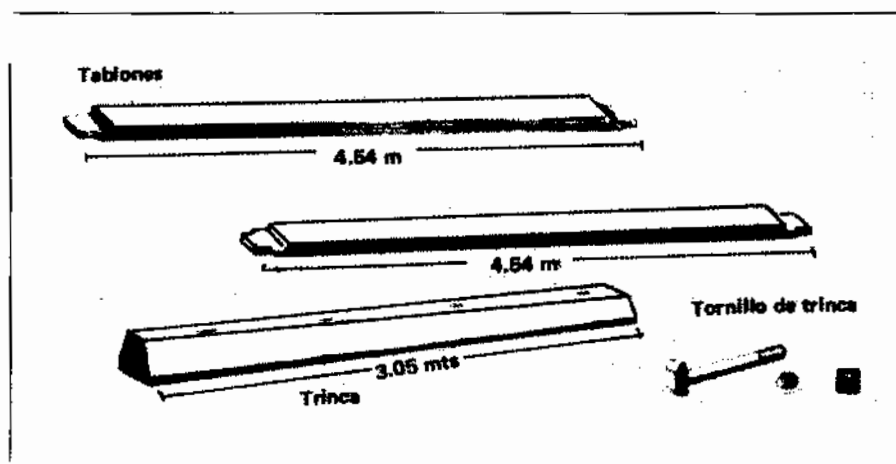


Figura No. 7.

El apoyo de cojinete (figura No. 8)

Es una placa plana sobre la cual va una barra soportada por cuatro láminas que la dividen en tres secciones.

Recibe la carga de los postes finales del puente y la transmite a las placas base o a las bases de hormigón. Cuatro agujeros ovalados en la placa permiten su fijación al hormigón mediante pernos empotrados de éste.

En los puentes de vigas simples, el poste final se apoya en la sección central de la barra del apoyo de cojinete. En los puentes de viga doble, cada poste final se apoya en la sección central de su propio apoyo de cojinete.

En los puentes de viga triple, la viga interior se apoya como se menciona anteriormente, pero las dos vigas exteriores comparten un apoyo de cojinete común, ocupan cada uno de los postes finales de una de las secciones exteriores de la barra. Para los puentes simple simple, se nece-

sitan dos apoyos de cojinete para cada extremo del puente; para las demás construcciones, se necesitan cuatro apoyos de cojinete para cada extremo del puente. El área de la base del apoyo de cojinete es 17 pies cuadrados (0.175 m^2). También sirve para apoyar el rodillo basculante como accesorio en el lanzamiento del puente.

La placa base (figura No. 8)

Está diseñada para distribuir la carga uniformemente de los apoyos de cojinete sobre un área de terreno. Cualquiera que sea la construcción del puente, se necesitan solamente cuatro placas base, una en cada extremo de cada viga maestra. Está construida de una plancha gruesa de acero soldada, la parte central la cual forma una especie de bandeja en bajo relieve, es en la que descansan los apoyos de cojinete. Alrededor de los bordes, se han marcado los números 1, 2 y 3 repujados sobre flechas. Estas indican dónde deben colocarse los apoyos de cojinete para la viga interior en los puentes de viga simple, doble y triple, respectivamente. El apoyo de cojinete puede desplazarse un total de 9 pulgadas (0.23 cm) sobre la placa base a lo largo de la línea del puente. El área bajo la placa de asiento es 13 pies cuadrados (1.2 m^2).

Los postes finales, hembra y macho (figura No. 8)

Son estructuras verticales que se unen por medio de pasadores de panel a cada extremo del puente y trasladan las cargas de las vigas maestras laterales a los estribos del puente. Un agujero de pasador ovalado adicional en la cabeza del poste sirve para acoplar a un panel de segundo piso un cordón de refuerzo superior. En su base, el poste final termina en un bloque de apoyo semicilíndrico que se asienta en el apoyo de cojinete.

También en la base se dispone de un soporte con un asiento para travesaño final de puente. El travesaño se mantiene en posición por medio de un aldabón articulado tipo compuerta que lleva un pasador encadenado.

Mientras que el travesaño es colocado en su posición, esta compuerta se gira hacia arriba y el pasador se inserta en el agujero superior para mantenerla abierta. Luego se hace girar hacia abajo y el pasador se inserta en el agujero inferior, sujetando el travesaño en su lugar. Al operar el gato bajo este travesaño, debe tenerse cuidado de que los puntales no estén colocados. La compuerta de cada poste final está diseñada para soportar una carga hacia arriba de 13 ton x 2.204 libras (28.652 lb) bajo estas circunstancias.

El soporte que tiene el asiento de travesaño está también diseñado para recibir el talón del gato por su parte inferior; ésta es la posición normal de los gatos cuando bajan el puente sobre sus apoyos. El soporte en el poste final macho puede soportar 15 ton x 2.204 libras (33.060 lb);

el soporte del poste final hembra puede soportar 12 ton x 2.204 libras (26.448 lb).

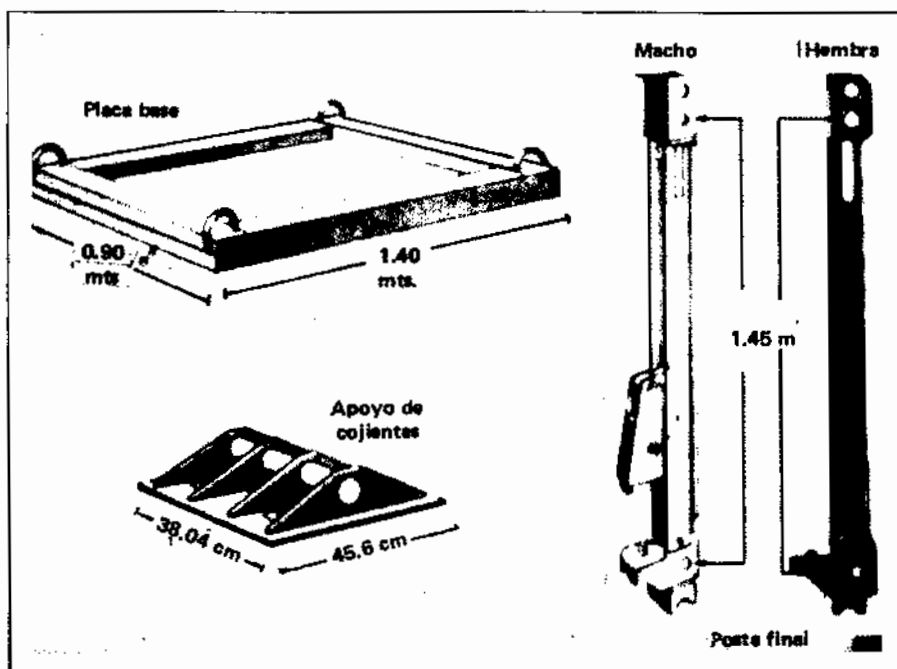


Figura No. 8.

La rampa lisa (figura No. 9)

Comprende tres perfiles de alta resistencia; construida en forma de marco, similar al larguero liso, pero de sección más pesada.

Los extremos de los perfiles son achaflanados y están provistos de apoyos semicirculares en la parte inferior. Los miembros transversales en cada extremo están conformados para encajar sobre las grapas del travesaño.

La rampa de botones (figura No. 9)

Es similar a la rampa lisa, pero tiene adicionalmente un juego de botones, exactamente igual que en el larguero de botones, para ubicar los tablonés y recibir las cabezas T de los pernos de trinca que presionan hacia abajo las trinclas guardalados.

Cada tramo de rampa comprende tres rampas lisas y dos de botones. Cada uno de estos tramos, apoyado sólo en sus dos extremos, soportará cargas axiales hasta de 15 ton x 2.204 libras (33.060 lb). Para cargas axiales que sobrepasen este peso, cada tramo de rampa debe ser soportado adicionalmente por relleno sólido en el centro.

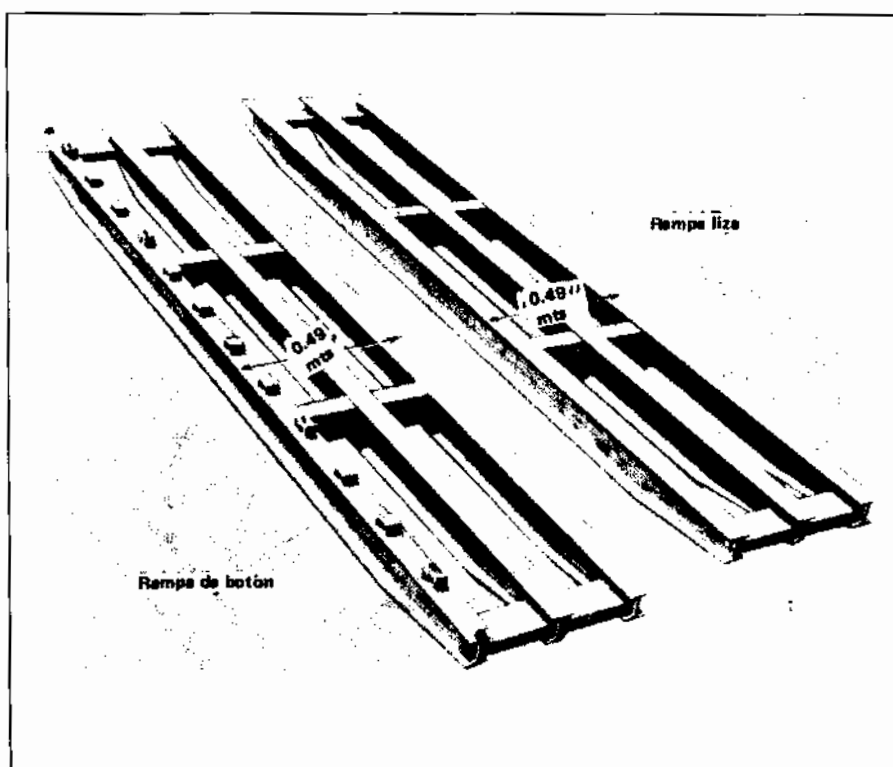


Figura No. 9.

El pedestal de rampa (figura No. 10)

Es una pieza de acero soldada que consiste en un plato de base sobre el cual van dos contrafuertes verticales separados convenientemente para que el travesaño se sitúe entre ellos garantizando su rigidez en las rampas de acceso al puente.

Base de apoyo para gato (figura No. 10)

Es una bandeja de acero con una grada. La parte más alta se asienta sobre el piso de la placa base y la parte posterior (que tiene un asa) se apoya en la pestaña vertical de la placa base.

Tanto el gato mecánico de 15 toneladas o el gato hidráulico de 25 toneladas se colocan en la base de apoyo de manera que el talón del gato se acomode al poste final.

El rodillo basculante u oscilante (figura No. 11)

Se emplea para lanzar todos los puentes Bailey, excepto aquellos muy cortos y de poca luz. Esfuerzos concentrados muy grandes se producen en los cordones inferiores del puente en los puntos que pasan

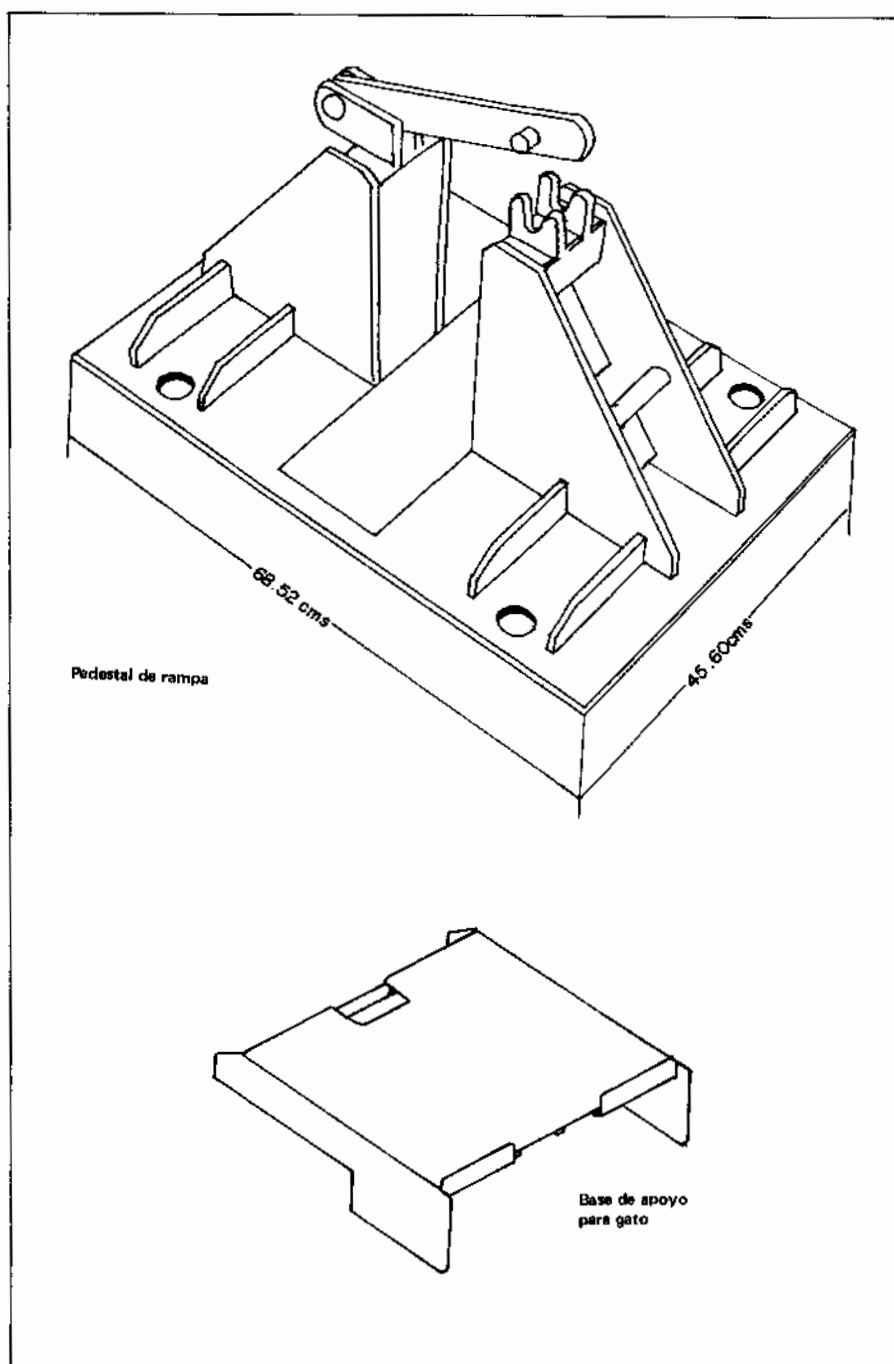


Figura No. 10.

sobre el rodillo. El rodillo oscilante ha sido diseñado para evitar esta dificultad, ya que distribuye esta carga sobre una longitud de 3 pies 6 pulgadas (1.07 m).

Se han montado tres rodillos en un brazo balanceado en la parte inferior central en el cual se han colocado soportes semicilíndricos. Estos descansan sobre el apoyo de cojinete sobre el cual el rodillo oscilante puede balancearse libremente. Cuatro rodillos laterales se disponen en la parte superior del marco del rodillo para servir de guía a las vigas del puente.

El número máximo de rodillos oscilantes que se necesitan para lanzar todos los puentes de luces normales son cuatro; dos a cada lado del puente bajo la primera y segunda vigas.

La carga máxima que puede soportar un rodillo basculante es 21 ton x 2.204 libras (46.284 lb), pero en los puentes simples la carga debe ser limitada a la máxima permitida en el cordón del panel, 15 ton x 2.204 libras (33.060 lb).

La solera o soporte para rodillo basculante (figura No. 11)

Es una armazón prefabricada de madera con dos pestañas en la superficie superior, en la cual pueden acomodarse dos apoyos de cojinete. Los rodillos oscilantes colocados sobre los apoyos así acomodados, están automáticamente a una distancia de 0.46 m (18 pul) entre centros

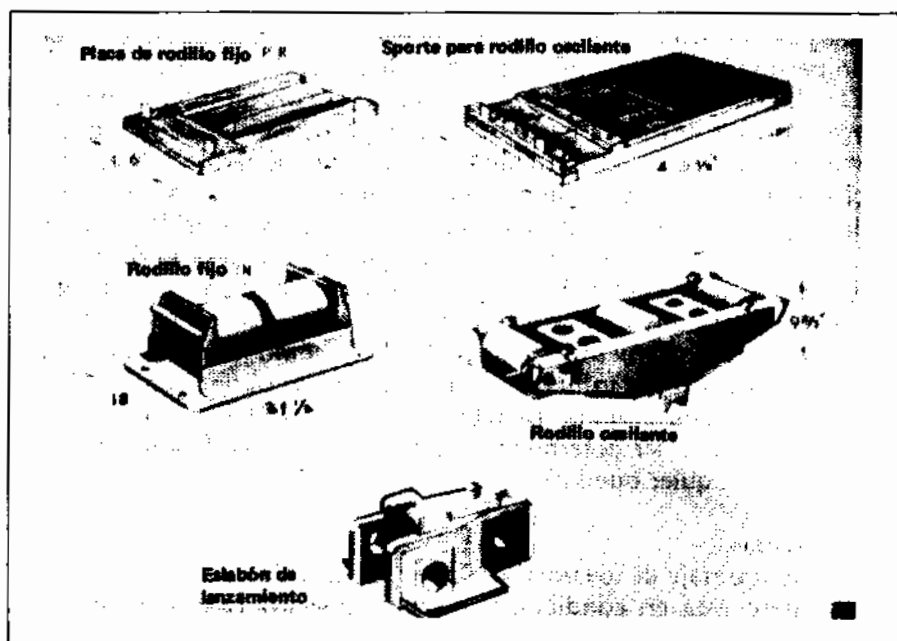


Figura No. 11.

para conducir la primera y la segunda vigas del puente. Esta solera puede soportar una carga máxima de 42 ton x 2.204 lb (92.568 lb) y tiene una área en la base de 8 pies cuadrados (0.75 m²).

El rodillo fijo (figura No. 11)

Es una armazón soldada que alberga dos rodillos montados en un eje común. En los puentes de vigas simples o dobles, las vigas pueden correr sobre uno cualquiera de los rodillos, pero en los puentes de vigas triples, la segunda y la tercera vigas correrán cada una sobre un rodillo.

Cada rodillo puede soportar una carga de seis toneladas, que también es el límite para cargas concentradas en el cordón del panel.

Los rodillos fijos generalmente son llamados rodillos de construcción, y son espaciados a intervalos en el lugar de construcción y el puente es armado sobre ellos de manera que en cualquier momento puede ser deslizado hacia adelante y lanzado a través de la luz que se va a cruzar.

La solera o placa de rodillo fijo (figura No. 11)

Es una bandeja de madera sobre la que descansa el rodillo plano y sirve para distribuir la carga en el piso. El área de su base es 4.3 pies cuadrados (0.4 m²).

El eslabón de lanzamiento (figura No. 11)

Es, en realidad, un pequeño tramo de cordón de panel y soportará las mismas cargas. Un extremo es macho y el otro extremo hembra y ambos están perforados para recibir el pasador de panel.

El eslabón de lanzamiento se inserta en el cordón inferior entre los paneles adyacentes de la nariz de lanzamiento; este lanzamiento de los primeros paneles en el extremo delantero de la nariz contrarresta la flecha natural del puente durante el lanzamiento y asegura que la punta de la nariz se pose sin dificultad sobre los rodillos en la orilla opuesta.

La distancia entre centros de los agujeros del pasador es 6½ pulgadas (0.16 m) y esto levanta el extremo posterior del panel 13½ pulgadas (0.34 m). Hasta dos pares de eslabones de nariz pueden ser empleados en la nariz de lanzamiento y la tabla 8 indica cómo las varias disposiciones de estos eslabones influyen en la altura que se obtiene en el extremo de la nariz de lanzamiento. La tabla 9 indica la flecha en el extremo; de esta forma puede ser determinada la posición de los eslabones de lanzamiento de cualquier puente.

Herramientas

Para el montaje de los puentes Bailey, a pesar de que todo el material por su peso está en condiciones de ser transportado por cuadrillas de hombres, se hace necesario el empleo de herramientas para facilitar el trabajo; algunas de ellas son:

a. **Llaves (figura No. 12)**

Para el montaje del puente Bailey se emplean las siguientes llaves: llave de manivela de 3/4 de pulgada, hexagonal; es muy útil para ajustar los pernos de trinca y los pernos de arriostamiento.

La llave de boca fija de mango cónico sirve para alinear agujeros y ajustar pernos de cabeza y de trinca. La llave de estrella es una llave de tipo volvedor corredizo que se usa para ajustar tuercas de perno de cordón.

b. **Extractor de pasadores (figura No. 12)**

Se usa como ayuda para desarmar el puente. Para utilizarlo, se saca a golpe ligeramente el pasador hasta que la cabeza sobresalga en el panel y el extractor pueda agarrarlo y sacarlo de su alojamiento haciendo palanca. Es muy útil para desmontar puentes de triple armadura, porque la proximidad de la segunda armadura hace imposible el uso del martillo para sacar a golpes el pasador.

c. **Martillo para pasador de panel (figura No. 12)**

Está hecho de mango de madera y collarín cubierto su interior de caucho que es con lo que el pasador de panel recibe el impacto para no sufrir deformaciones.

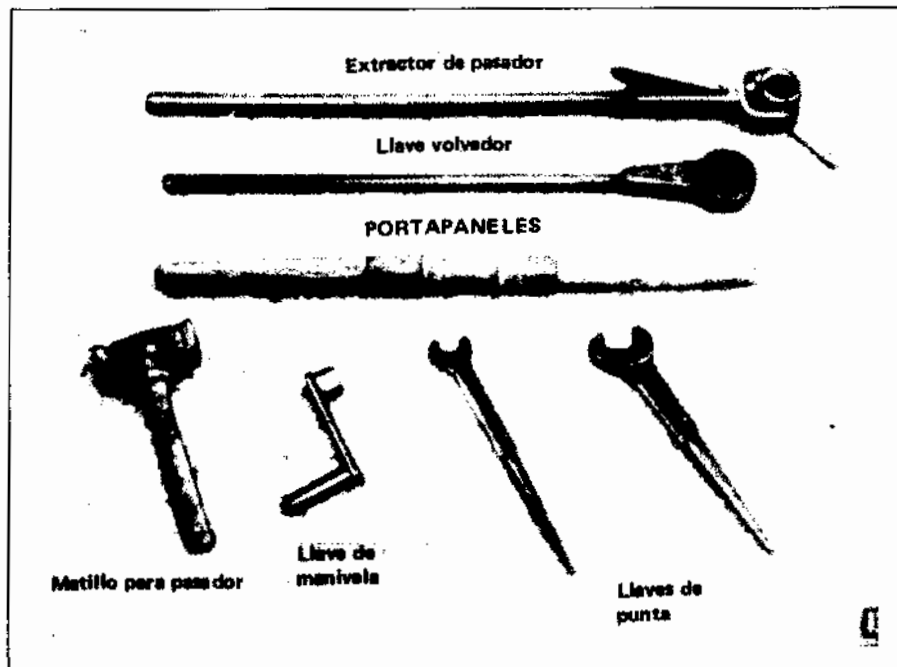


Figura No. 12.

d. **Portapaneles (figura No. 12)**

Es un elemento de madera con una argolla metálica en el centro; sirve para transportar el panel empleando tres unidades y 6 hombres.

e. **Gato para el montaje de paneles en puentes de varios pisos (figura No. 13)**

Consiste en dos vigas de forma doble T que se acomodan sobre el cordón superior de dos paneles que se quiere unir. Se ajustan mediante pernos soldados a la viga que atraviesan el panel y se aseguran con tuercas, además tienen una placa al extremo que las mantiene en su posición correcta. Entre las dos vigas se coloca la palanca en cuyo extremo existe un gato hidráulico que produce empuje hacia los dos lados simultáneamente al mover la palanca de arriba hacia abajo.

Cuando se está poniendo una segunda o tercera armadura del puente ya lanzado, el trabajo debe comenzarse en el centro y continuar hacia los extremos. Los puntos de unión de la parte superior del segundo piso de paneles no coinciden debido al pandeo natural del puente. Se usa entonces el gato para separar los paneles y poder introducir el pasador.

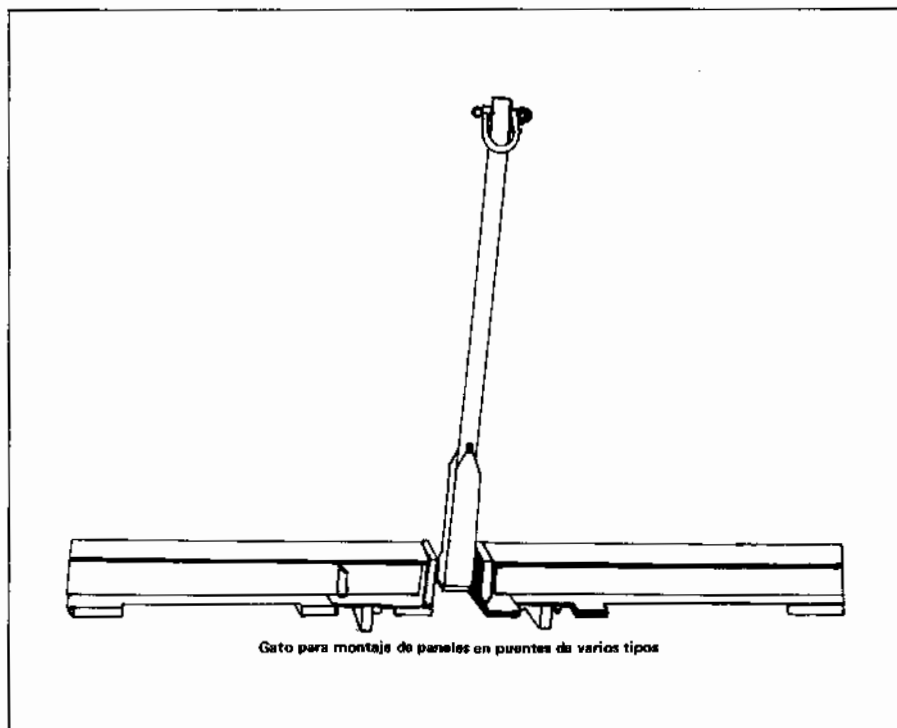


Figura No. 13.

f. Levantador de paneles (figura No. 14)

Se usa para colocar una segunda o tercera fila de paneles hacia afuera de un puente construido, para reforzarlo. Consiste en una barra de madera de 2.32 m de largo con un peso de 21.8 kilos. Cerca del centro se encuentra una placa de apoyo unida a la barra con un eje, y al extremo un brazo corto con pasador para asegurar el panel al momento de levantarlo.

Este brazo puede colocarse sobre la barra en dos posiciones usadas según se está colocando la segunda o tercera filas de paneles. La placa de apoyo se coloca siempre sobre la primera fila interior de paneles.

Para colocar un panel se requieren dos levantadores de panel manejados por dos hombres cada uno.

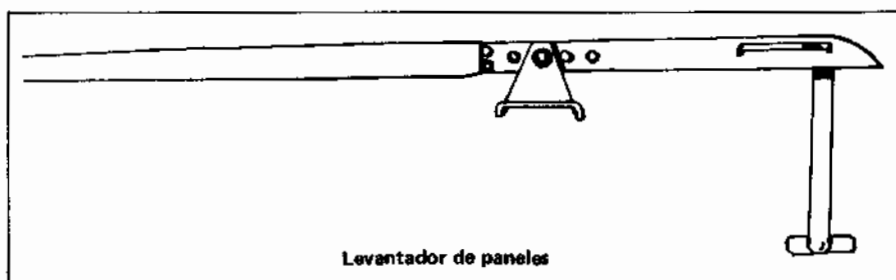


Figura No. 14.

g. Portatravesaños (figura No. 15)

Es una tijera con uñas dispuestas de tal manera que aprietan el travesaño y sirven de asa de transporte; con 4 unidades y 8 hombres se moviliza el travesaño.

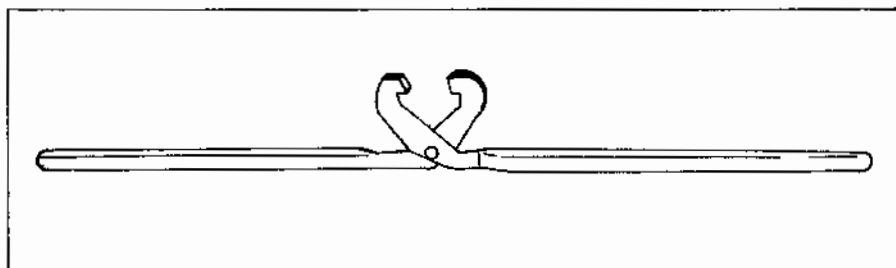


Figura No. 15.

El soporte para el arriostramiento superior (figura No. 16)

Es un pedestal de acero que tiene en su base dos soportes para los pernos de cordón, por medio de los cuales se asegura a través de la parte superior de los paneles en dos vigas a una distancia de 18 pulgadas (0.46 m) entre centros. La placa superior tiene dos espigas para el asiento

del travesano y cuatro seguros, por medio de los cuales se fija en su posición al travesano. En los puentes Bailey estándar, el soporte para el marco de refuerzo se ensambla con los seguros de las varillas tensoras orientadas hacia el eje del puente; en los puentes ensanchados estándar y extra-ancho el soporte tiene sus seguros orientados hacia los lados exteriores del puente.

El collarín del perno de cordón (figura No. 16)

Es un pedazo de tubo que actúa como un espaciador en la cola del pasador de perno de cordón. Se emplea cuando se ensamblan cordones de refuerzo a los paneles por medio de pernos, para colocarse en el trozo de perno sobresaliente que se proyecta dentro del panel, apretando la tuerca del perno sobre el collarín.

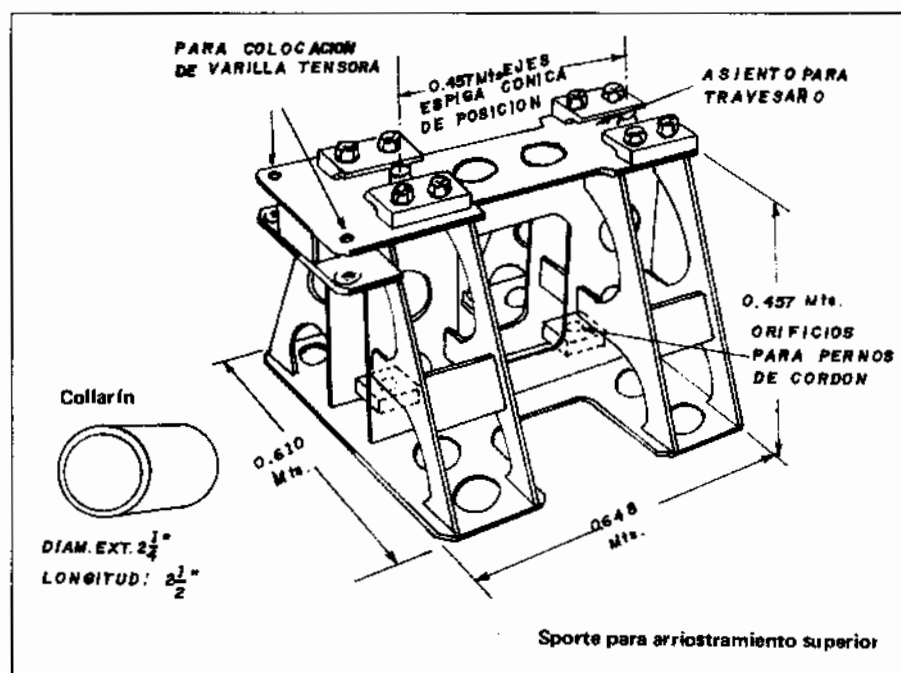


Figura No. 16.

El cordón de refuerzo (figura No. 17)

Básicamente es similar al cordón inferior del panel Bailey, con extremos machos y hembras para acoplamiento con pasador de panel. Los salientes del perno de cordón van en la cara opuesta a los agujeros del marco de refuerzo; en esta forma cuando se acopla al panel, las cabezas de los pernos de cordón quedan alojadas entre los perfiles en U que forman el refuerzo, presentando un cordón inferior ininterrumpido para

el lanzamiento y permitiendo que los cordones de refuerzo se acoplen al cordón superior sin ninguna interferencia.

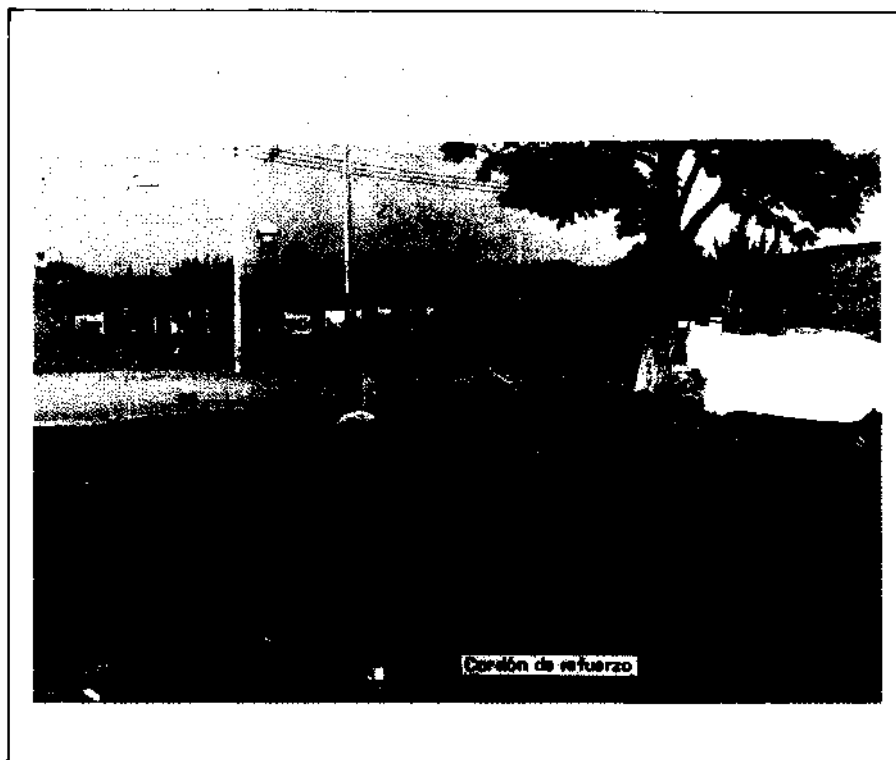


Figura No. 17.

Gato mecánico (figura No. 18)

Es un gato mecánico normal operado por palanca. La carga máxima de seguridad en la cabeza es 15 toneladas, y en el pie la carga máxima es 7½ toneladas.

El gato hidráulico (figura No. 19)

El cuerpo principal de este gato hidráulico está hecho de una aleación ligera. Las cargas máximas de trabajo son las siguientes: en la cabeza, 25 toneladas; en el pie, 10 toneladas. La palanca de operación tiene una llave hexagonal en un extremo que se usa para abrir y cerrar la válvula del "by-pass".

También existen gatos hidráulicos con capacidad en la cabeza de 60 toneladas y con longitud de levante máximo de 30 centímetros.

Solamente se han ilustrado los principales componentes Bailey y equipo de montaje. No es posible mostrar en detalle toda la gama de



Figura No. 18.

componentes Bailey, ni tampoco es posible mostrar el gran número de elementos nuevos que se han agregado al equipo Bailey original. A través de este libro se hace referencia a otros componentes, en los capítulos que tratan de su empleo.

Además de las piezas originalmente diseñadas para uso militar, otra serie de ellas han sido diseñadas y fabricadas exclusivamente para uso en estructuras permanentes. A estos componentes se hace referencia en el texto del libro y se puede obtener información adicional detallada de los fabricantes.

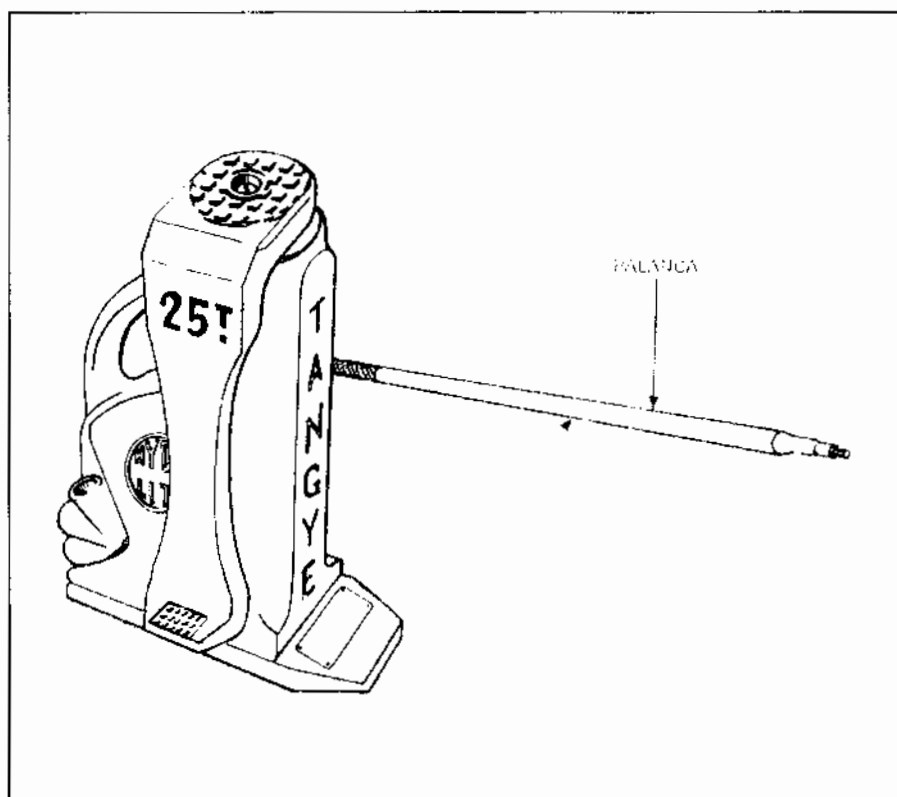


Figura No. 19.

1.2 TIPOS DE PUENTES BAILEY

Con el material Bailey se pueden construir diversos tipos de puentes por la variedad de sus componentes; el más simple es aquel de una sola viga de paneles que a lo largo de cada lado de la estructura forman la viga maestra. A este tipo de construcción se le llama simple simple.

Una fila adicional de paneles a cada lado convierte este puente en doble simple. Si en este puente doble simple se empernan dos filas adicionales de paneles sobre los paneles existentes, el puente de doble piso se llama doble doble. En esa forma es posible definir cualquier tipo de puente de viga por medio de dos palabras; la primera palabra indica el número de paneles situados uno al lado del otro que forman las vigas del puente y la segunda palabra indica el número de paneles que van uno encima de otro. Un puente triple doble, en consecuencia, tiene sus vigas maestras compuestas de paneles dispuestos en tres vigas colocadas una al lado de la otra y de dos pisos de alto. Normalmente se emplean siete tipos de construcción para armar la gama completa de puentes de

tablero inferior y ellos son los siguientes, junto con las abreviaturas por las que se les reconoce:

Simple simple	(SS)	figura 20
Doble simple	(DS)	figura 21
Triple simple	(TS)	figura 22

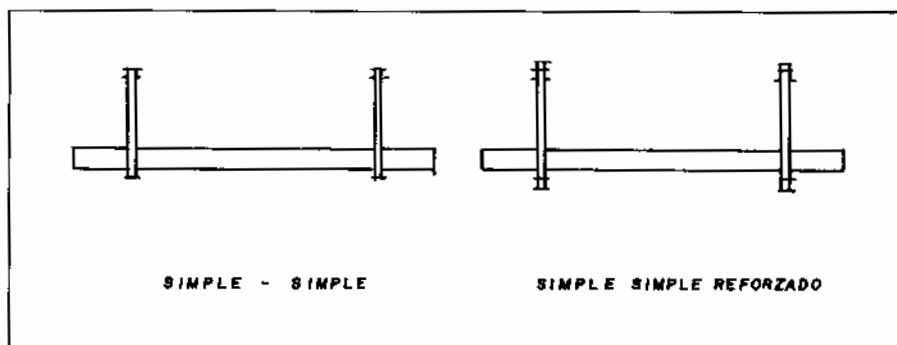


Figura No. 20.

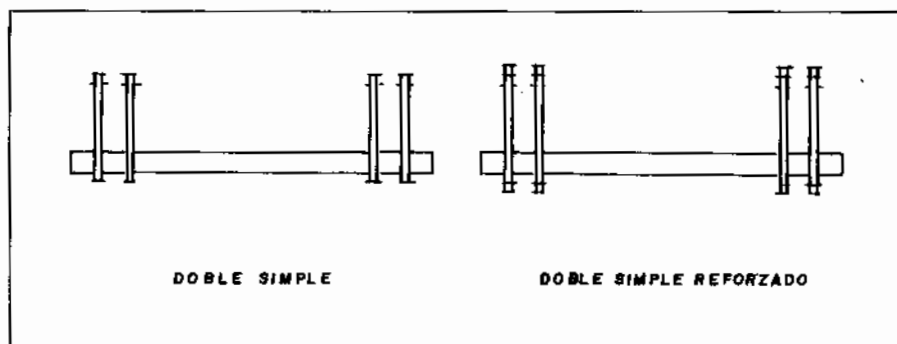


Figura No. 21.

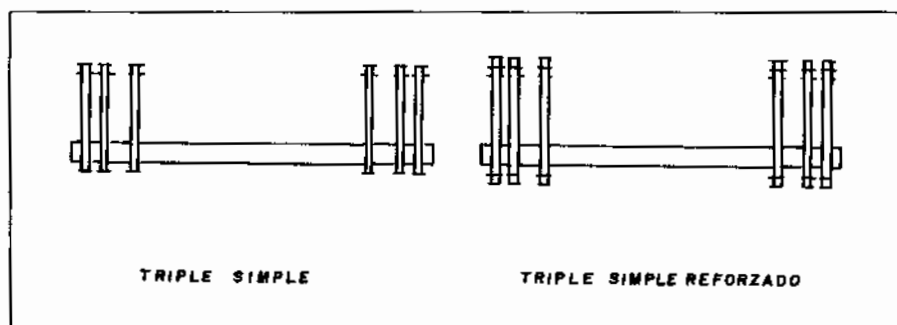


Figura No. 22.

Doble doble	(DD)	figura 23
Triple doble.....	(TD)	figura 24
Doble triple	(DT)	figura 25
Triple triple	(TT)	figura 25

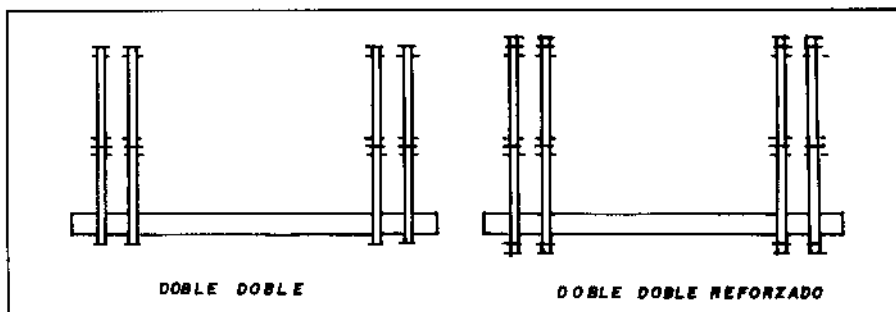


Figura No. 23.

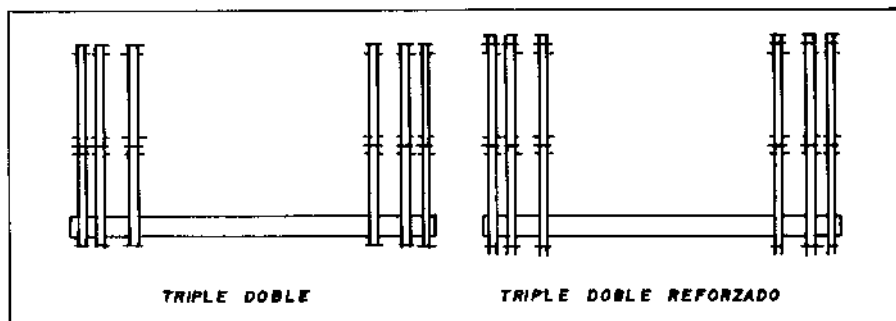


Figura No. 24.

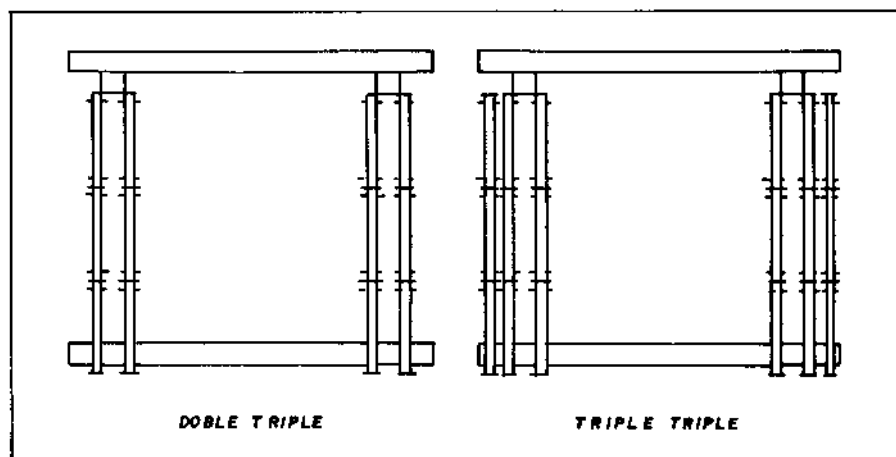


Figura No. 25.

Las diversas construcciones que se indican anteriormente pueden ser reforzadas acoplando cordones de refuerzo en las partes superior e inferior de cada viga y se identifican por la adición de la letra R. Ejemplo: Doble simple reforzado, DSR.

La construcción simple doble (una viga de dos pisos de altura) no se emplea ya que este tipo de construcción no es estable cuando se usa en puentes de tablero inferior.

Todos los componentes han sido diseñados para que su peso y tamaño permitan su transporte en camiones normales de 3 toneladas y sean armados empleando solamente el esfuerzo humano. En grandes luces, es posible que se requiera la ayuda de equipo mecánico durante el lanzamiento.

1.3 ORGANIZACION DE CUADRILLAS DE TRABAJO

El personal necesario para el montaje de un puente Bailey tiene una organización tipo y la cantidad depende del tipo de puente que se haya seleccionado según la capacidad requerida y la luz existente.

La organización militar tiene las siguientes cuadrillas:

a. Cuadrilla de replanteo

Compuesta por un oficial, un suboficial, un soldado, un conductor.

Las funciones básicas de esta cuadrilla son:

- Hacer reconocimiento del vado que se pretende cruzar y determinar la luz existente, el estado de sus orillas y la diferencia de nivel de las mismas.
- Teniendo en cuenta la luz del río y la capacidad requerida, establecer qué tipo de puente Bailey se necesita.
- El día y en el momento de ejecutar el montaje del puente, localizar el eje del mismo y la ubicación de cada uno de los rodillos oscilantes y fijos.
- Dirigir el desarrollo del montaje evitando desviaciones en su dirección de lanzamiento y accidentes por falta de coordinación de las cuadrillas.

b. Cuadrilla de descargue

Está organizada por un suboficial y grupos de soldados de 8 cada uno dependiendo el número de grupos del tamaño del puente escogido, aparte de que esta cuadrilla en principio puede ser incrementada por las cuadrillas de construcción.

Como función primordial esta cuadrilla tiene el descargue de los camiones y la organización del material de tal manera que se facilite el montaje rápido; en la figura No. 26, se aprecia una organización de material tipo.

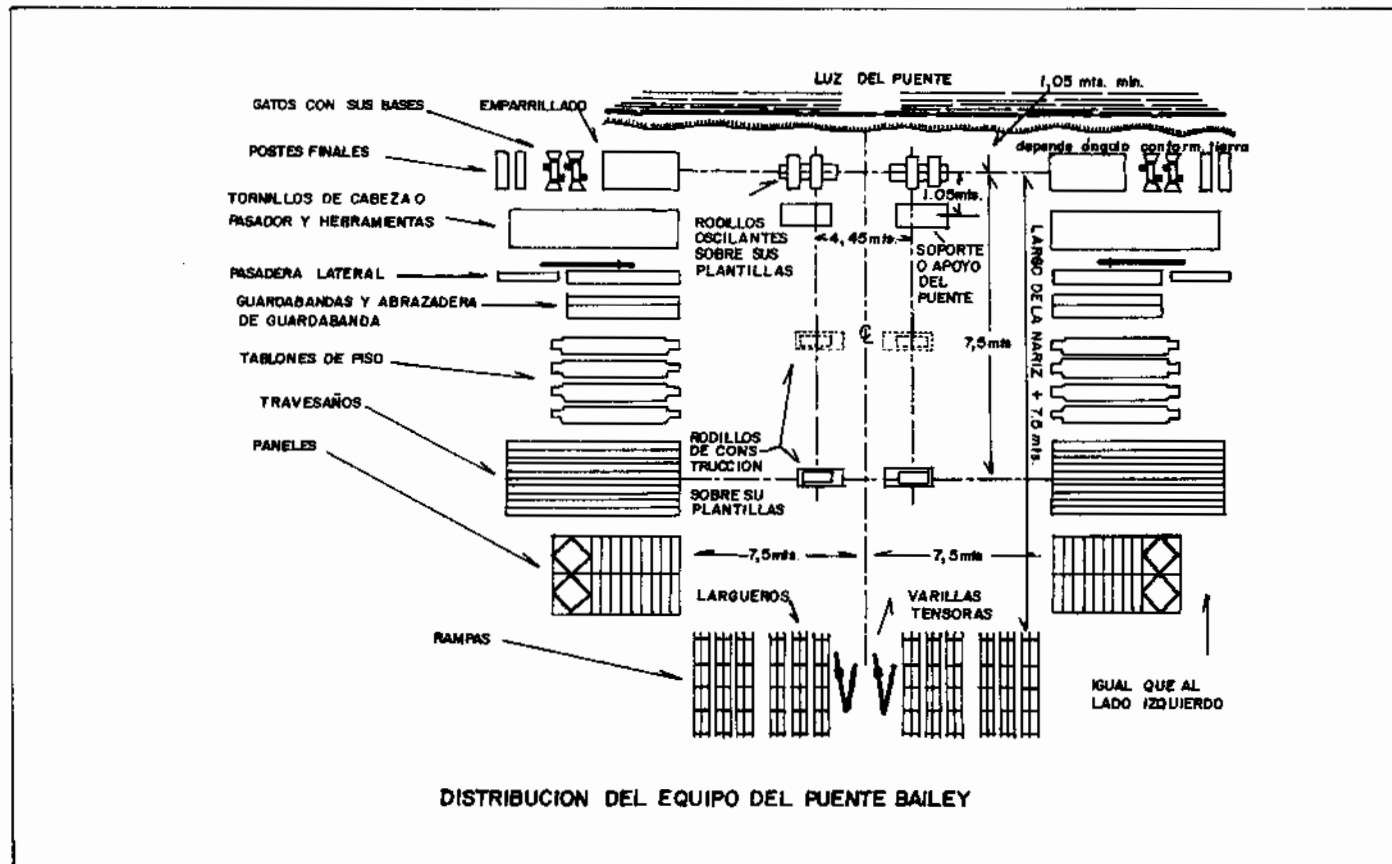


Figura No. 26.

c. Cuadrilla de paneles

Está organizada por un suboficial, a cargo de la cuadrilla, doce soldados cargadores, dos a cargo de los pasadores.

Las funciones de esta cuadrilla son:

- Cargan paneles y ponen los pernos para unir los paneles en la nariz y en el puente.
- Tan pronto terminan de poner los paneles se dividen en dos grupos. Uno cruza y desmonta la nariz, el otro carga e instala la rampa en la orilla opuesta.
- Organiza el material de la nariz.
- Instala los postes finales de la orilla opuesta.
- Baja el puente usando los gatos en la orilla opuesta.
- Completa la instalación de la rampa en la orilla opuesta.
- Colabora en la instalación del piso y las guardabandas.

d. Cuadrilla de travesaños

Está organizada por un suboficial, comandante de la cuadrilla, 8 soldados para cargar y uno para las abrazaderas de travesaños.

Esta cuadrilla tiene como funciones:

- Carga, pone en su sitio y asegura el travesaño usando abrazaderas de travesaño.
- Retira los rodillos simples en la orilla amiga o cercana.
- Instala los postes finales en la orilla cercana.
- Ayuda a la cuadrilla de pisos a bajar el puente en la orilla cercana.

e. Cuadrilla de arriostramiento

Está organizada por un suboficial, comandante de cuadrilla, dos soldados a cargo de los puntales, dos a cargo de las varillas tensoras, dos a cargo de los marcos de refuerzo, cuatro a cargo de los pasadores de panel, dos a cargo de las placas de unión, seis a cargo del arriostramiento superior.

Las funciones principales de esta cuadrilla son: transporta, instala y ajusta los siguientes elementos: puntales, varillas tensoras, marcos de refuerzo, pernos de refuerzo, placas de unión.

f. Cuadrilla de piso

Está organizada por un suboficial, comandante de la cuadrilla, 8 soldados a cargo de los largueros, cuatro para transportar e instalar los tablonos y guardabandas.

Las funciones básicas de esta cuadrilla son:

- Ayuda a la cuadrilla de paneles a montar la nariz de lanzamiento.

- Instala las vigas, tablonos de piso y los guardarruedas.
- Ayuda a la cuadrilla de travesaños a bajar el puente en la orilla cercana.
- Ayuda a la cuadrilla de travesaños a construir la rampa en la orilla cercana.

1.4 REPLANTEO EN EL SITIO

El éxito en el montaje de un puente Bailey por tiempo y exactitud en su ubicación depende del reconocimiento y del replanteo bien elaborado. El ingeniero que ejecuta el montaje debe establecer como primer aspecto la luz del puente, el flujo de transporte y el tonelaje máximo de los vehículos que van a transitar por el puente para determinar tipo de puente que se va a construir y cantidad de material para que se empiece a transportar todos los elementos al sitio escogido.

El primer paso del replanteo es colocar una estaca en cada orilla de la luz del vado que se va a cruzar, para representar la línea central del puente y decidir en qué lado va a llevar a cabo la construcción. El lado escogido debe tener una área apropiada para descargue de material y construcción del puente; a manera de ejemplo, para un puente simple simple es necesaria una área de 15 m de ancho y que se extienda en longitud como mínimo la luz del vado. Cuando no es posible tener longitud apropiada porque el terreno no lo permite, hay necesidad de sustituir la distancia faltante por un contrapeso que puede ser una máquina que sea igual o que sobrepase el peso del material hasta tanto llegue la nariz de lanzamiento del puente a la orilla opuesta.

La cantidad de tramos que debe llevar la nariz al igual que las cantidades de cada uno de los elementos necesarios para el montaje se especifica en las tablas de cálculos.

En el sitio preparado, se prolonga la línea central del puente hacia atrás hundiendo estacas a intervalos de aproximadamente 30 pies (10 m). Se marcan dos líneas paralelas a la línea central, una a cada lado, a una distancia del eje de 6 pies 5 pulgadas (1.97 m) para el puente M-1 y para el M-2 extra-ancho 8 pies 1.5 pulgadas (2.40 m). Estas líneas marcan la posición de las vigas del puente y sobre estas líneas se colocan todos los rodillos y placas base.

Se usan 4 rodillos oscilantes como rodillos de lanzamiento, excepto en los puentes SS y DS menores de 34 m. Use un rodillo oscilante debajo de cada armadura de la nariz como rodillos recibidores para todos los puentes, excepto para los puentes SS y DS menores de 28 m; para éstos use un rodillo sencillo debajo de cada armadura. Las placas base que junto con los cojinetes reciben el puente deben colocarse por lo menos a 76 cm y preferiblemente a 1.37 m de los rodillos lanzadores y recibidores. Los restantes rodillos fijos con sus bases deben colocarse detrás de las placas base a intervalos de aproximadamente 25 pies (7.5 m). Hay

que asegurarse de que cada par de rodillos esté correctamente alineado sobre una línea lateral y en ángulo recto central. También se comprobará que los rodillos estén sobre una base firme, sin peligro de que se ladeen. Vale la pena emplear algún tiempo en comprobar todo esto cuidadosamente, ya que de otra manera se pueden producir considerables demoras posteriormente si, durante el lanzamiento, se descubre que el puente no está correctamente alineado o que un rodillo se ha ladeado, lo que exigirá nuevo replanteo.

Como una comprobación adicional de la posición de los rodillos, se coloca un travesaño entre cada par. El agujero interior en el ala inferior de cada extremo (que se coloca sobre el asiento del panel) debe quedar en el centro del rodillo.

Conociendo el nivel del suelo, calcule la altura del emparrillado o profundidad de la excavación necesaria para los rodillos; los de lanzamiento, recibidores y de construcción deben estar al mismo nivel excepto los rodillos sencillos temporales que van a 3.85 m hacia atrás de los rodillos de lanzamiento; estos rodillos deben estar 2 pulgadas (5 cm) bajo el nivel de los otros.

En la figura No. 27 se aprecia la planta y el perfil de la colocación de los rodillos como van puestos para el montaje del puente.

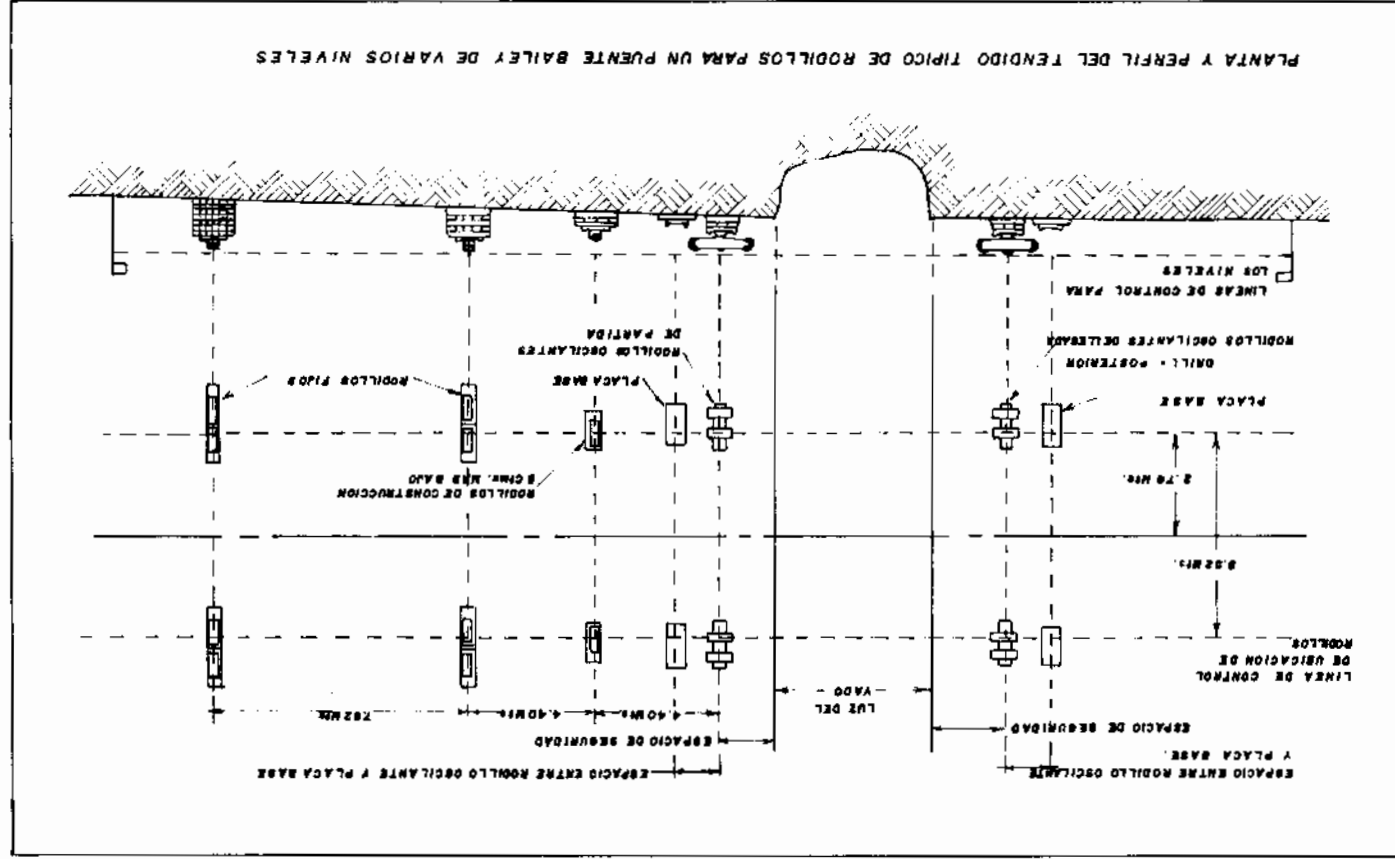
Si es necesario lanzar un puente desde un plano inclinado no puede pasar la pendiente del 5%; todos los rodillos deben estar en la misma pendiente uniforme y deben proveerse anclajes por medio de cables que sirvan de freno en la cola del puente, acoplados preferiblemente a un tractor o camión.

Es conveniente hacer un croquis del replanteo del puente donde incluya perfil para tenerlo de referencia en el montaje y se pueda referenciar la variación que pueda sufrir; en el piso deben usarse emparrillados de acuerdo con la firmeza del mismo.

La longitud del puente para efectos de ubicar los postes finales debe ser múltiplo de 10 pies (3.0 x 3 m), ya que cada panel mide 10 pies; ubicándose en la orilla de lanzamiento hacia la luz del vado los rodillos oscilantes van delante de los postes finales 1.07 m (3.5 pies); si nos ubicamos en la orilla de llegada sucede el mismo fenómeno, los rodillos están más cerca de la luz del vado 1.07 m, quiere decir que la distancia entre rodillos oscilantes será 2.14 m (7 pies) menos que la luz establecida para el puente.

1.5 MONTAJE DE LA NARIZ DE LANZAMIENTO

La nariz se construye de acuerdo con el tipo de puente calculado y la luz existente; a manera de ejemplo para un puente de 90 pies y capacidad requerida de 40 toneladas se requiere un puente doble simple y 6



tramos en la nariz, el eslabón debe ir entre el segundo y tercer tramos. Ver tabla de construcción de nariz de lanzamiento.

El procedimiento de armar la nariz es el siguiente:

Colocar un panel Bailey sobre cada uno de los dos rodillos de lanzamiento, con las orejas hembras hacia la luz y conectar un travesaño a través de estos dos paneles de manera que se acople en los asientos del panel más cercano a la luz. Asegurar el travesaño con abrazadera de travesaño. Colocar los puntales, sujetándolos con pernos de arriostamiento, con el extremo inferior en la parte superior del travesaño y el extremo superior en el montante del panel justo debajo del cordón superior. Ajustar los pernos con llave de retorno. Con esto se completa el tramo y la nariz de lanzamiento.

Ver figura No. 28, primer tramo de nariz.

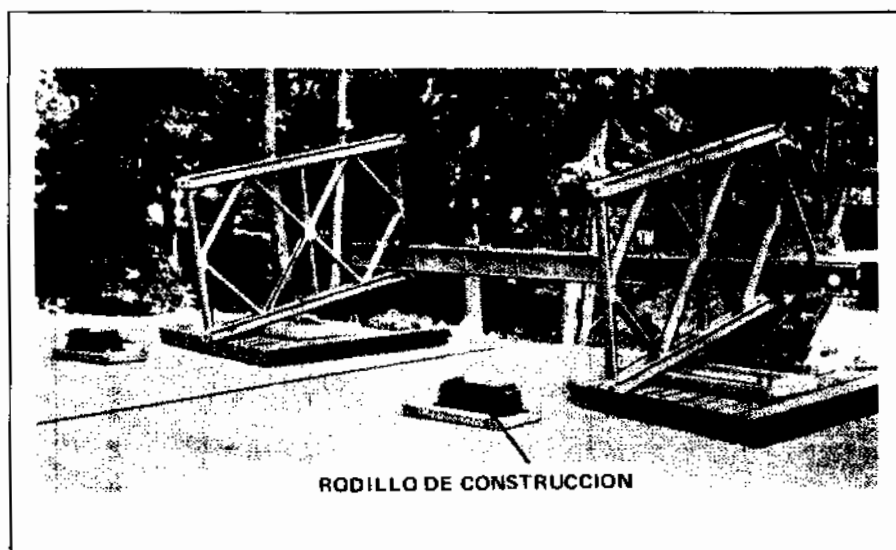


Figura No. 28.

Se comienza el tramo 2 de la nariz de lanzamiento uniendo dos paneles adicionales con pasador de panel; como estos nuevos paneles están colocados horizontalmente derechos sobre el terreno y los primeros paneles están inclinados sobre los rodillos, los pasadores inferiores pueden dejarse de colocar por el momento. Conforme se armen más tramos, las vigas eventualmente formarán balancines alrededor de los dos primeros tramos. Estos pasadores inferiores pueden entonces ser insertados con el mínimo de esfuerzo.

Los pasadores de panel se introducen desde el exterior. Se coloca un travesaño en los asientos correspondientes de la parte delantera de los paneles y queda aquel sujeto en su posición. Obsérvese en los datos para

lanzamiento de la tabla 5 que la flecha que se debe esperar en el extremo de la nariz cuando ella alcance la orilla opuesta es 20 pulgadas (0.51 cm).

Los eslabones de la nariz de lanzamiento deben, por lo tanto, insertarse entre los tramos 2 y 3 para compensar esta tendencia, en el caso de este puente.

Ver en figura No. 29, nariz armada.

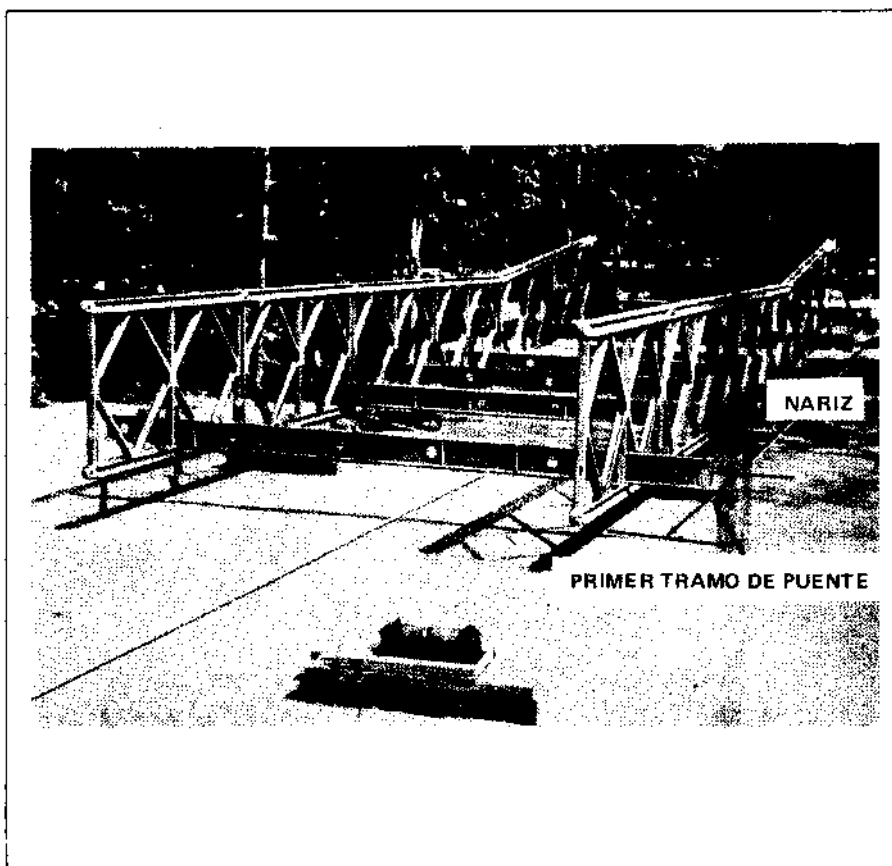


Figura No. 29.

Acoplar dos paneles más para formar el tercer tramo de la nariz y colocar el travesaño y el puntal como en el tramo uno; coloque las 2 varillas tensoras en el segundo tramo; deben tensarse ligeramente hasta que se monte el siguiente tramo.

Continúe aumentando paneles con un travesaño cada 10 pies, un par de varillas tensoras en cada tramo y 2 puntales en cada travesaño hasta terminar los 6 tramos de la nariz. La nariz consta de 6 tramos, es simple simple y cada tramo lleva el siguiente material:

Paneles	2
Travesaños	1
Abrazaderas de travesaño	2
Puntales	2
Pernos de arriostamiento o de cabeza	2
Varillas tensoras	2
Pasadores de panel	4

Si el puente requiere una nariz mayor de 6 tramos los siguientes serán doble simple.

Cuando un tramo de nariz tenga que ser de construcción doble doble, debe armarse primero como doble simple, pero omitiendo el marco de refuerzo horizontal en los cordones superiores.

CAPITULO II

MONTAJE DE LOS DIFERENTES PUENTES CON MATERIAL BAILEY

2.1 MONTAJE DE UN PUENTE BAILEY SIMPLE SIMPLE

a. Procedimiento general

Terminados los tramos de nariz requeridos se monta el primer tramo del puente de la siguiente manera:

Colocar dos paneles en la parte posterior de la nariz de lanzamiento.
Colocar tres travesaños:

Uno detrás del montante delantero (hembra).

Uno delante del montante central.

Uno delante del montante posterior (macho), asegurando los tres con abrazadera de travesaño.

Colocar puntales a los travesaños delanteros y posterior.

Ajustar los pernos de arriostamiento o de cabeza a los puntales.

Colocar las varillas tensoras con la parte más larga de éstos hacia la luz del vado; no es conveniente colocar piso de rodadura a este tramo.

El tramo dos se monta como sigue:

Colocar dos paneles adicionales. Colocar dos travesaños, uno delante del montante central, otro delante del montante (macho), asegurándolos ambos con abrazadera de travesaño. Colocar puntales al travesaño posterior y ajustar los pernos.

Colocar varillas tensoras y ajustar. Nunca deben templarse las varillas tensoras antes que los puntales hayan sido colocados y ajustados.

Tramo 3 y todos los tramos siguientes:

Repítase la construcción exactamente como se describe para el tramo 2, hasta que el puente tenga la longitud requerida.

Para la instalación del piso se deben primero colocar los largueros teniendo en cuenta que los de botón van a los exteriores y los lisos van

al centro; la viga central de éstos debe empatar con las grapas del travesaño, figura No. 30. Cada tramo de piso lleva trece (13) tabloncillos de madera y debe asegurarse de que éstos encajen en los botones de los largueros que impiden que se muevan lateral y longitudinalmente.

Tan pronto como cada tramo de tablas esté completa, se coloca una trinca de guardalado o guardabanda, a lo largo de cada borde, encima de los botones del emparrillado. Las cuatro ranuras en la trinca guardabandas encajarán sobre los cuatro botones del larguero.

A continuación se inserta la cabeza T de un perno de trinca, hacia abajo a través de cada ranura de la trinca de guardabanda y dentro del botón. Las tuercas se ajustan mejor con la llave de manivela. Tener presente que no es necesario sacar las tuercas de las trincas guardabandas en ningún momento durante el montaje.

Asegurarse que los cuatro pernos que sujetan cada trinca guardalados estén correctamente colocados en su lugar antes de ajustar las tuercas.

En la figura No. 31 se ve un ejemplo de la forma correcta e incorrecta como debe quedar nivelado un puente para su lanzamiento.

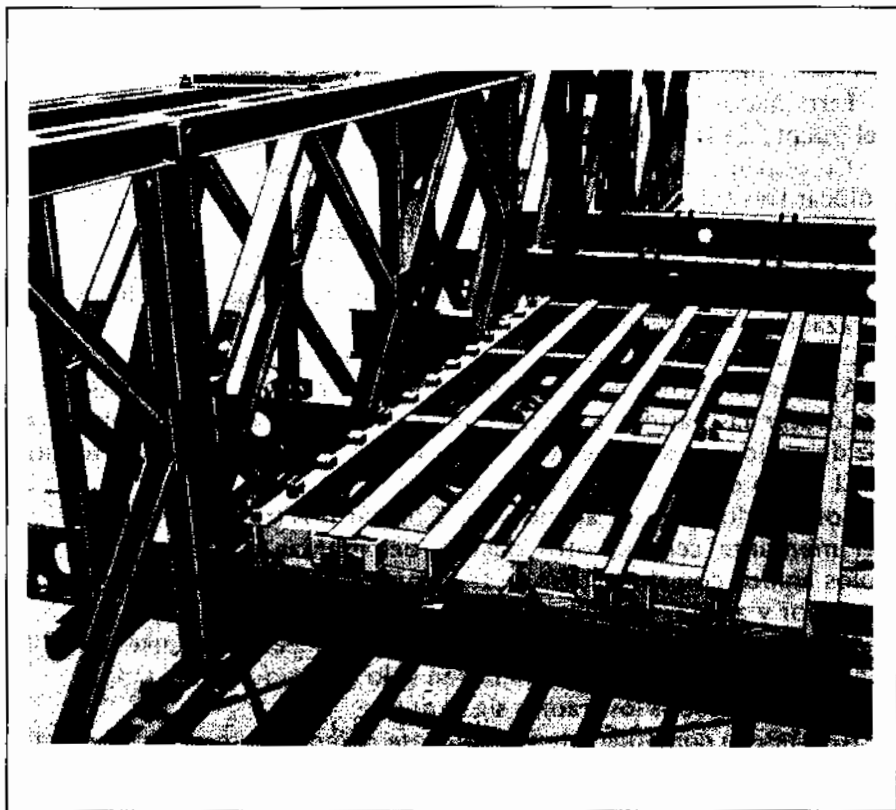


Figura No. 30.

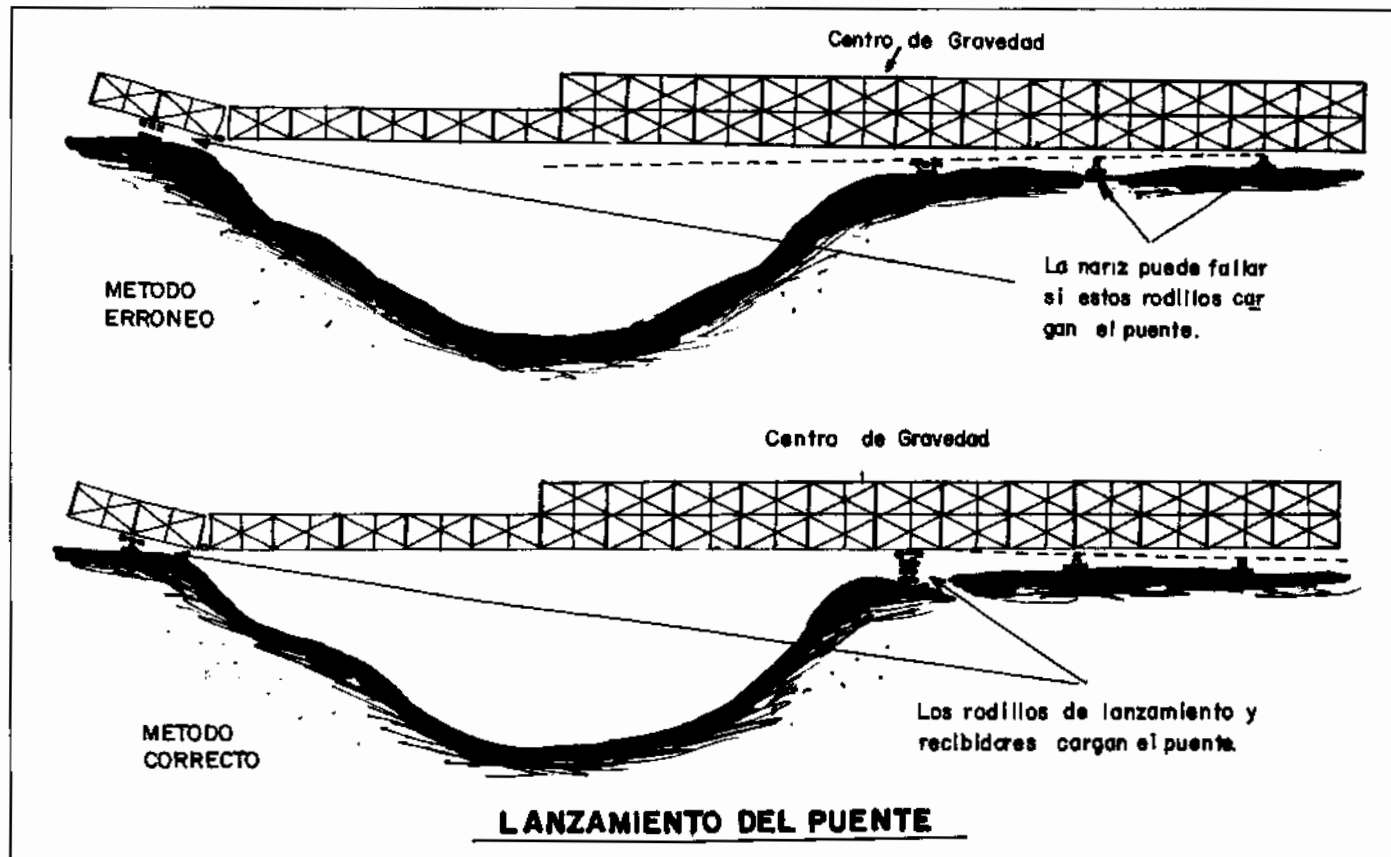


Figura No. 31.

b. Lanzamiento

Estando el puente en condición de ser lanzado a la otra orilla, se puede empujar por el personal que participó en el montaje para ser distribuido a lo largo del puente y empleando fuerza uniforme.

Cuando no se cuenta con espacio suficiente en la orilla de lanzamiento, figura No. 32, se puede empujar hacia la orilla opuesta sin haber terminado todo el montaje, pero se debe tener precaución de que las 2 terceras partes del peso estén en piso firme.

Tan pronto como el extremo de cola ha pasado los rodillos de construcción, se acoplan los postes finales hembras a los extremos de cada viga (si éstos han sido colocados en cualquier etapa anterior, los bloques de apoyo que se proyectan hacia abajo tropezarán con los rodillos de construcción).

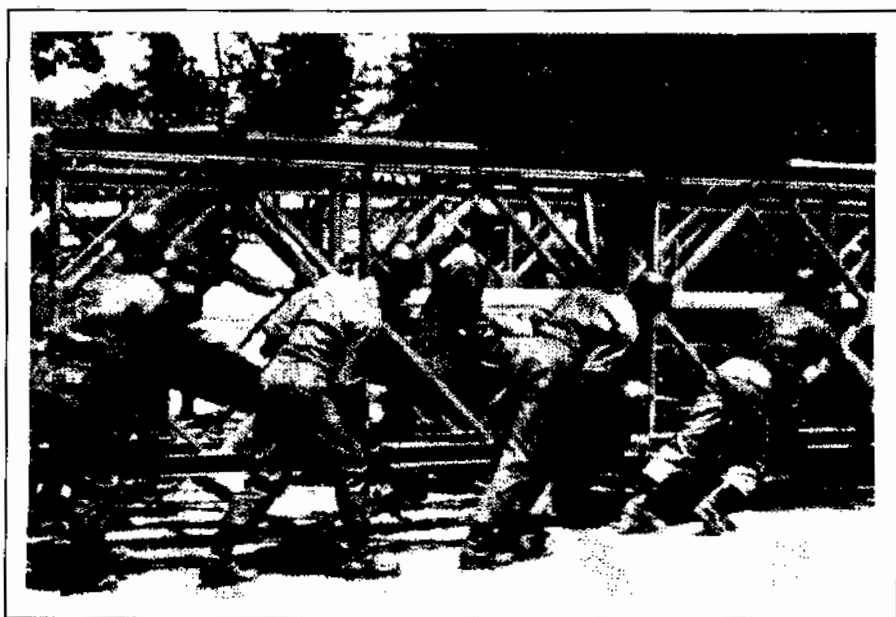


Figura No. 32.

Se continúa el lanzamiento hasta cuando los postes finales hembras queden enfrentados con los apoyos de cojinete sobre los cuales deben descansar, figura No. 33. Como prevención se debe frenar el puente colocando una barra inclinada entre el panel y los rodillos de lanzamiento para evitar cambios de posición por deslizamiento.

Nota: Se puede lanzar el puente también empujándolo cuidadosamente con un tractor o camión; al utilizar este método debe instalarse un sistema de cables y poleas para ir sosteniendo el puente conforme avanza y frenarlo en caso de necesidad.

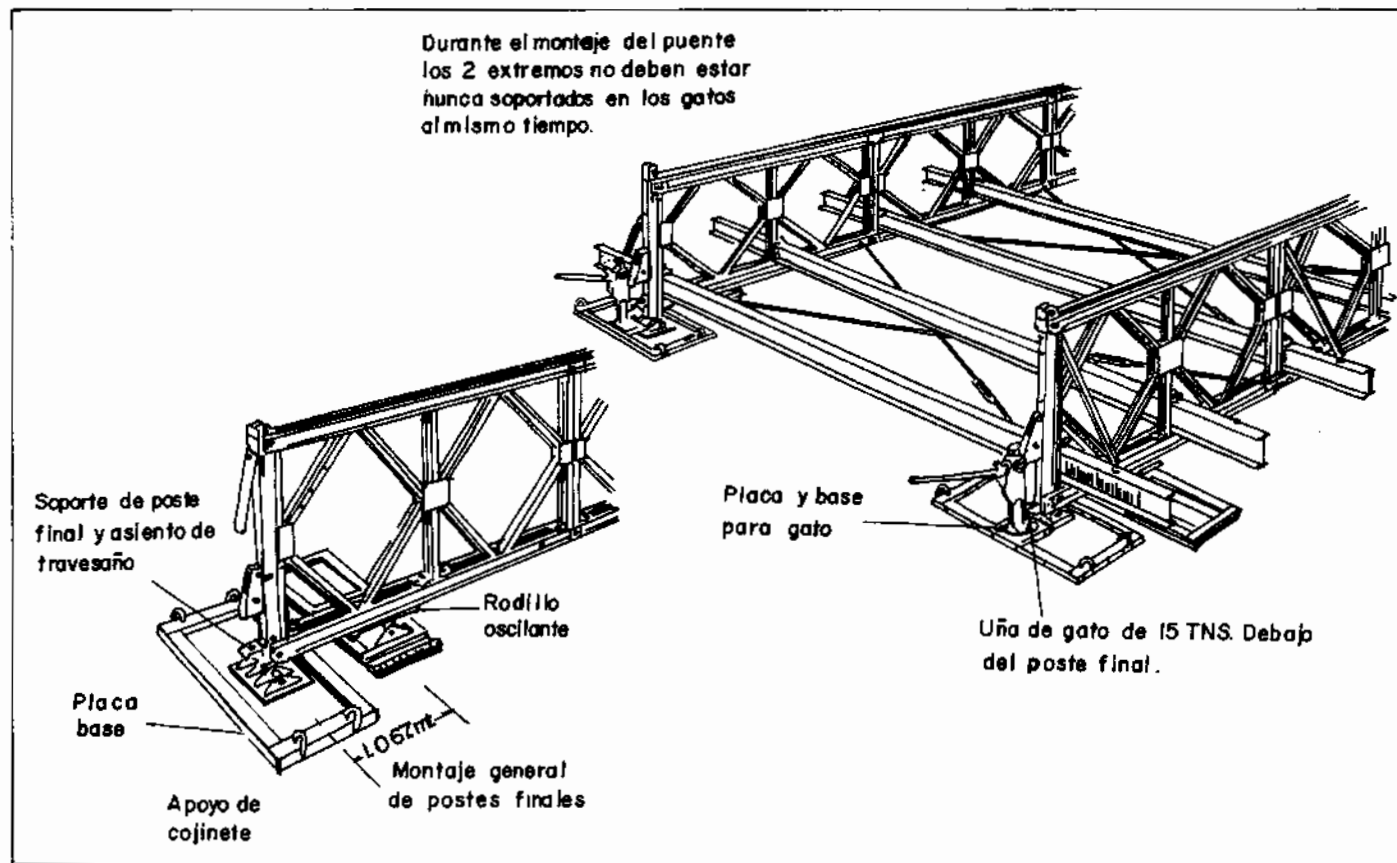


Figura No. 33.

Colocar los gatos mecánicos, sobre las placas base, enganchando las uñas debajo del soporte de travesaño que lleva el poste final. Levantar con el gato el extremo del puente hasta que los rodillos de lanzamiento puedan ser sacados.

Luego proceder a bajar con los gatos, manteniendo éstos a cada lado del puente siempre a un mismo nivel en todo momento. Sacar los frenos provisionales, de manera que nunca queden más de 2 pulgadas (5 cm) debajo de la parte inferior de los paneles, hasta que los postes finales queden debidamente asentados en los apoyos de cojinete.

Mientras se está trabajando con los gatos, hay que desarmar la nariz de lanzamiento en la orilla opuesta y aflojar las varillas tensoras en el tramo 1 del puente.

Acoplar los postes finales machos al extremo de cada viga. Abrir el seguro oscilante en los postes finales y mantenerlo en la posición abierta con el pasador sujeto con cadena. Sacar el travesaño y puntales del extremo hembra del tramo 1 del puente. Volver a colocar este travesaño a través de los postes finales, teniendo cuidado que las espigas o tetones encajen debidamente.

Este travesaño se asegura en su posición cerrando los seguros oscilantes. Volver a colocar y asegurar los puntales sobre el travesaño y postes finales. Volver a templar las varillas tensoras en el tramo 1 del puente.

Los gatos y bases para gato se trasladan luego a este extremo del puente y se repite la operación con los gatos sacando los rodillos de llegada y bajando el puente sobre sus apoyos.

El piso del primer tramo se puede ahora colocar y el puente queda en condiciones de ser usado.

Como un control final, el ingeniero a cargo del montaje deberá recorrer el puente íntegramente y asegurarse personalmente que cada perno haya sido colocado y ajustado correctamente.

Si se han de colocar rampas de acceso a uno o ambos extremos del puente, deberá tenerse en cuenta lo pertinente en cuanto a sus funciones y montaje. Igualmente, si se van a instalar vías peatonales se deberán tener en cuenta las indicaciones que más adelante se consignan.

2.2 MONTAJE DE UN PUENTE BAILEY DOBLE SIMPLE

Como aspecto novedoso en el alistamiento del terreno y trabajo preliminar con respecto al puente simple simple es necesario colocar rodillos fijos, que serán empleados por las vigas exteriores del puente doble simple; estos rodillos adicionales se colocan a 18 pulgadas (0.46 m) entre centros, al lado exterior de la fila normal de rodillos. En la orilla opuesta no es necesario emplear rodillos oscilantes adicionales; con dos es suficiente.



El montaje comienza con la nariz de lanzamiento y el puente se comienza en la misma forma que el simple simple con la excepción de que se coloca un solo travesaño frente a los montantes centrales de los paneles.

El paso siguiente es acoplar un panel para hacer el segundo tramo de tal forma que el primer y segundo tramos quedan simple simple; luego se colocan los dos paneles exteriores al primer tramo de la siguiente forma:

Estos paneles exteriores pueden ahora ser elevados hasta que los botones de sus apoyos de travesaño encajen en los agujeros del ala inferior del travesaño. Inmediatamente se fijan las abrazaderas de travesaño en los montantes centrales, para recibir el peso de los paneles. En el tramo se coloca otro travesaño detrás del montante posterior para completar dos por tramo. Se acoplan seguidamente cuatro puntales y dos varillas tensoras. Se coloca un marco de refuerzo a través de los cordones superiores de los dos paneles el cual queda asegurado en posición con cuatro pernos de arriostamiento o de cabeza. Todos los elementos de arriostamiento deben ajustarse en la misma secuencia en que han sido colocados.

El procedimiento de colocación de paneles sigue igual, siendo necesario para insertar los pasadores de panel en los paneles internos hacerlo del centro hacia afuera y en los exteriores de afuera hacia la línea central; cada tramo lleva dos travesaños, dos puntales, dos varillas tensoras y se les da torque a los tornillos de cabeza para apretar dos marcos de refuerzo.

Cuando el puente va a ser de construcción doble simple reforzada, los paneles para el tramo dos y siguientes deben ser traídos con un cordón de refuerzo ya acoplado a ellos; ampliar concepto en el capítulo de Montaje de Puente Bailey con Cordón de Refuerzo.

Cuando el puente debe soportar cargas axiales pesadas que hacen necesario el montaje con cuatro travesaños por tramo, los dos adicionales deben ser colocados cuando los cuatro paneles de cada tramo queden debidamente arriostados.

En el extremo del puente, los postes finales se colocan como para puentes simple simple, después que la cola del puente haya pasado el último juego de rodillos de construcción. El lanzamiento sigue el mismo procedimiento que para simple simple.

En la figura No. 34 se aprecia el puente doble simple con la nariz llegando a la orilla opuesta.

En la instalación del puente cuando la luz es superior de 30.48 m (100 pies) se emplean cuatro gatos mecánicos. Ver figura No. 35, forma de instalación de un gato en el poste final y el espacio para el otro gato completando 2 por cada viga o lateral de puente.

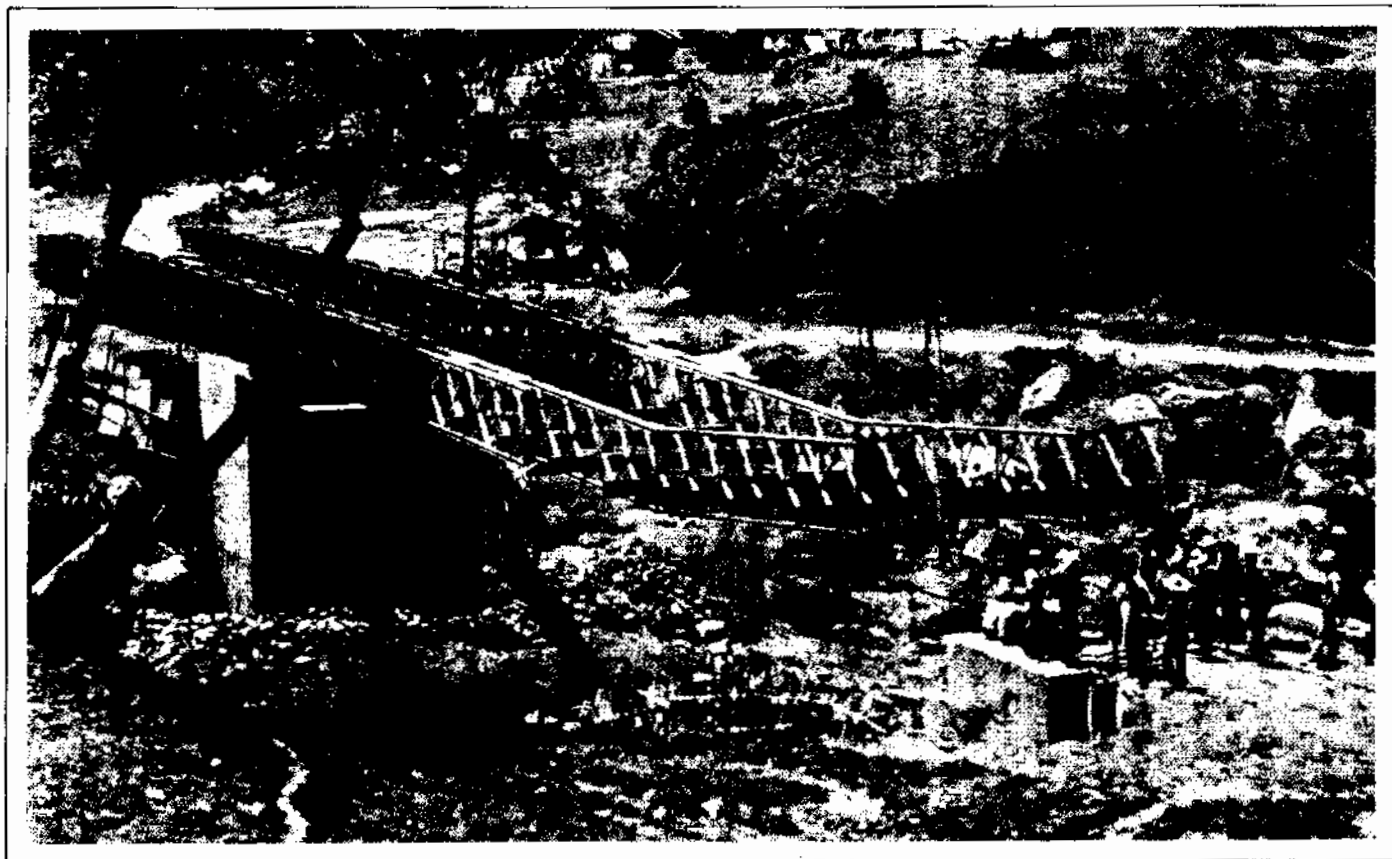


Figura No. 34.

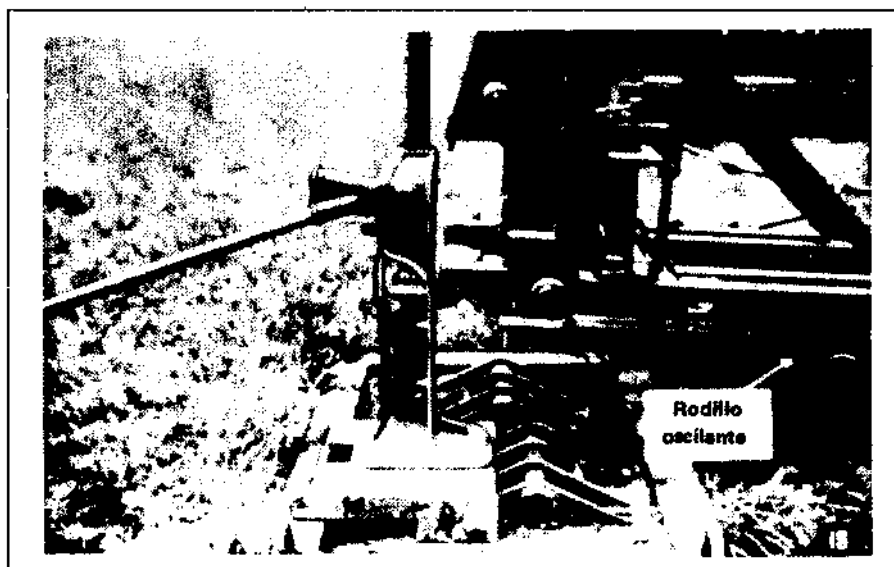


Figura No. 35.

2.3 MONTAJE DE UN PUENTE BAILEY TRIPLE SIMPLE

Este es básicamente similar al procedimiento que ya se ha descrito para simple simple y doble simple. Las variaciones que deben tenerse en cuenta son las siguientes:

Las placas bases deben colocarse a 15 pies 4.5 pulgadas (4.68 m) entre centros si es puente M-1 o estándar y a 5.26 m (17 pies 3 pulgadas) entre centros si es M-2; la colocación de los rodillos oscilantes debe ser 4 en la orilla de salida y 2 en la de llegada, los rodillos fijos van igual que el doble simple y los rodillos auxiliares deben sacarse para evitar que estorben el desplazamiento de la estructura.

La nariz de lanzamiento se monta de igual forma que el doble simple, sólo que hay necesidad de determinar cuándo es doble simple.

El montaje del puente en sí es una prolongación del procedimiento doble simple; esto es, los paneles para la tercera viga o hilera son ensamblados al tramo 1 cuando la formación simple simple ha alcanzado el tramo 3 y los tramos 1 y 2 están en formación de doble viga. El único travesaño que debe llevar hasta este momento se encuentra delante del montante central en el tramo 1.

Para ensamblar el tercer panel al primer tramo se debe colocar antes un poste final macho, que no obstaculiza el lanzamiento del puente, puesto que por la tercera hilera de paneles no hay rodillos. Para facilidad del montaje del segundo y tercer paneles utilizar el levantador de paneles, ver figura No. 36.

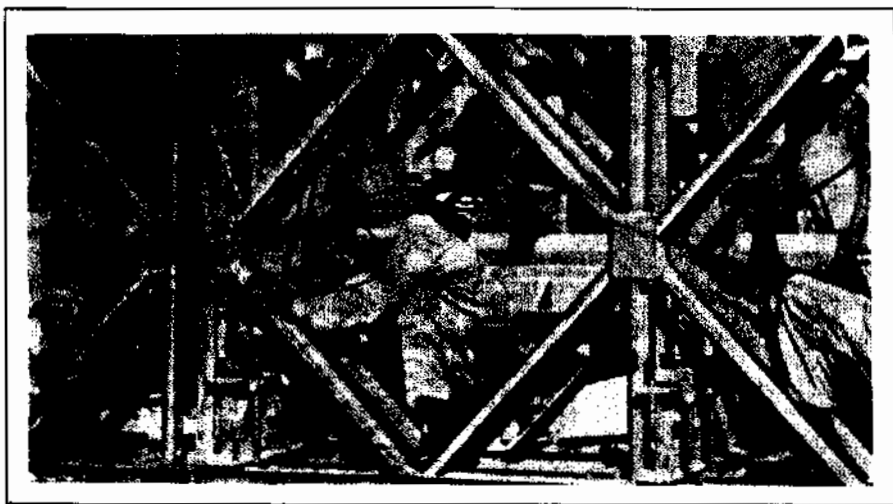


Figura No. 36.

Si el puente se diseñó triple simple reforzado se hace necesario que el segundo y tercer paneles de las hileras 2a. y 3a. de cada tramo lleven un cordón de refuerzo ya acoplado a sus cordones inferiores; se amplía la forma del montaje con cordón de refuerzo en el capítulo III.

Los paneles de la tercera y segunda hilceras se acoplan entre sí por medio de una placa de unión sujeta por dos pernos de arriostamiento o de cabeza a los agujeros superiores en los montantes del panel. Se coloca una placa de unión entre estas dos vigas cuando un puntal está conectado al panel interior. La conexión entre los paneles de la tercera hilera se logra insertando los pasadores de panel desde afuera hacia la línea central. Este procedimiento se repite hasta que se llega al último tramo del puente; en este tramo, los paneles para la tercera hilera deben tener sus postes finales hembras acoplados por medio de pasadores antes que los paneles sean ensamblados en el puente. En este caso, los pasadores de panel que sujetan los postes finales deben insertarse desde dentro hacia afuera.

Al acoplar los postes finales a la segunda viga los pasadores de panel deben ser también insertados de adentro hacia afuera tal como para la tercera viga.

A menudo puede resultar conveniente postergar la colocación del último panel con su poste hasta que el puente haya sido lanzado y la cola haya pasado los rodillos de construcción; de otra forma, podría tropezar la parte inferior del poste final con los rodillos.

Cuando el lanzamiento se haya completado y una vez desarmada la nariz, los postes finales machos se acoplan a la primera y segunda hileras, insertando los pasadores de panel de adentro hacia afuera. Debe acoplarse

una placa de unión con dos pernos de cabeza en los agujeros cerca de la parte superior de los postes finales en la segunda y tercera hileras de paneles.

Cuando se lleva a cabo un montaje con cuatro travesaños por tramo, los dos travesaños adicionales deben colocarse en cada tramo tan pronto como los paneles de todas las vigas han sido colocados en ese tramo.

2.4 MONTAJE DE UN PUENTE BAILEY DOBLE DOBLE

El trabajo consiste en armar inicialmente en la orilla de lanzamiento un puente doble simple y luego montar el segundo piso de paneles logrando un puente doble doble.

La colocación de los paneles en el segundo piso se puede hacer a fuerza humana, o empleando una grúa pequeña móvil en lo posible con aguilón que gire sobre su base 180° , debe tener capacidad mínima de $\frac{1}{2}$ tonelada en un radio de 6.5 m y elevación sobre el nivel del piso de 6.5 m; si el puente es doble doble reforzado, la capacidad de la grúa debe ser de $\frac{3}{4}$ de ton como mínimo.

El procedimiento es entonces el mismo que para todos los puentes de un solo piso hasta el punto en que todos los tramos de montaje doble simple han sido armados, excepto que no se colocan marcos de refuerzo.

A cada lado dentro del puente se colocan dos paneles (con las orejas hembras hacia la luz) y se acoplan entre ellos con 3 marcos de refuerzo, uno en la parte superior horizontalmente y uno a cada extremo verticalmente. Luego se sitúa la grúa inmediatamente detrás del puente, sobre la línea central y alternadamente se levanta el conjunto de dos paneles y se coloca sobre la parte superior de la estructura doble simple a cada lado del puente. Se sujetan en su lugar insertando 2 pernos de cordón en los agujeros para tal fin en los cordones del panel y ajustando las tuercas con la llave de $1\frac{1}{4}$ pulgada.

De allí en adelante, conforme se va ensamblando cada tramo de un piso, se arma a cada lado de las vigas un conjunto de dos paneles para ser elevados posteriormente.

Después del primer tramo, éstos deben conectarse entre sí solamente con dos marcos de refuerzo, uno horizontalmente en la parte superior y otro verticalmente en el lado macho de los paneles. Conforme cada conjunto de dos paneles es izado a su lugar por la grúa, inmediatamente se sujeta por medio de pasadores al tramo ya ensamblado (los pasadores de la viga interior se insertan hacia afuera y los de la viga exterior se insertan hacia dentro). Solamente cuando todos los pasadores hayan sido insertados en su lugar deben conectarse los paneles en los dos pisos entre sí con pernos de cordón.

En los tramos finales, a cada extremo del puente, los cordones infe-

riores de los paneles del segundo piso se conectan con pasadores de panel a los agujeros superiores en los postes finales machos y hembras.

Cuando el puente va a ser de construcción doble doble reforzada, el cordón de refuerzo se acopla al cordón del panel con dos pernos de cordón siendo más eficiente el refuerzo si el cordón va sobre la luz o la unión de dos paneles disminuyendo la flecha cuando el puente hace su mayor esfuerzo; es necesario que la cabeza del perno quede escondida dentro del cordón de refuerzo en un alojamiento apropiado para tal fin. Dos collarines de perno de cordón se deberán colocar, uno en el extremo roscado de cada pasador de tornillo, antes de que las tuercas se coloquen. Los cordones de refuerzo deben acoplarse unos a otros por medio de pasadores de panel, estos últimos asegurados con pasadores de seguridad.

En la figura No. 37 se aprecia un puente doble doble reforzado en uso permanente con estribos en concreto y sin rampa de acceso.

2.5 MONTAJE DE UN PUENTE BAILEY TRIPLE DOBLE

Habiéndose estudiado el método de montaje de los puentes anteriores y llegando a clarificar el triple simple es muy sencillo el procedimiento para el triple doble.

Es mucho más fácil el montaje si se dispone de una grúa con las siguientes capacidades mínimas: $\frac{1}{2}$ tonelada si es puente triple doble y $\frac{3}{4}$ de tonelada si es triple doble reforzado, que gire el aguilón sobre su base 180° con un radio de 6.5 m y tenga una elevación de 6.1 m desde el nivel del piso.

La mecánica de montaje, al igual que el triple simple, en el segundo nivel se hace simultáneamente en cuatro tramos y los pasos a seguir son los siguientes:

- a. Montaje de la nariz de lanzamiento de acuerdo con cálculos.
- b. Armar tramo uno doble simple.
- c. Tramo dos montar doble simple y al tramo uno, doble doble.
- d. Tramo uno hacerlo triple simple con poste final en la tercera hilera, tramo dos montar el segundo nivel y queda doble doble. Tramo tres montar doble simple.
- e. En el tramo uno añadir travesaños hasta completar los calculados, hacerlo triple doble; en el tramo dos hacerlo triple simple colocando la tercera hilera de paneles al primer piso. Tramo tres montar doble doble. Tramo cuatro montar doble simple.
- f. Tramo dos completar los travesaños y hacerlo triple doble; tramo tres hacerlo triple simple; tramo cuatro montar los paneles para hacerlo doble doble; tramo quinto montar doble simple.
- g. Tramo dos colocar piso teniendo en cuenta que en el tramo uno no

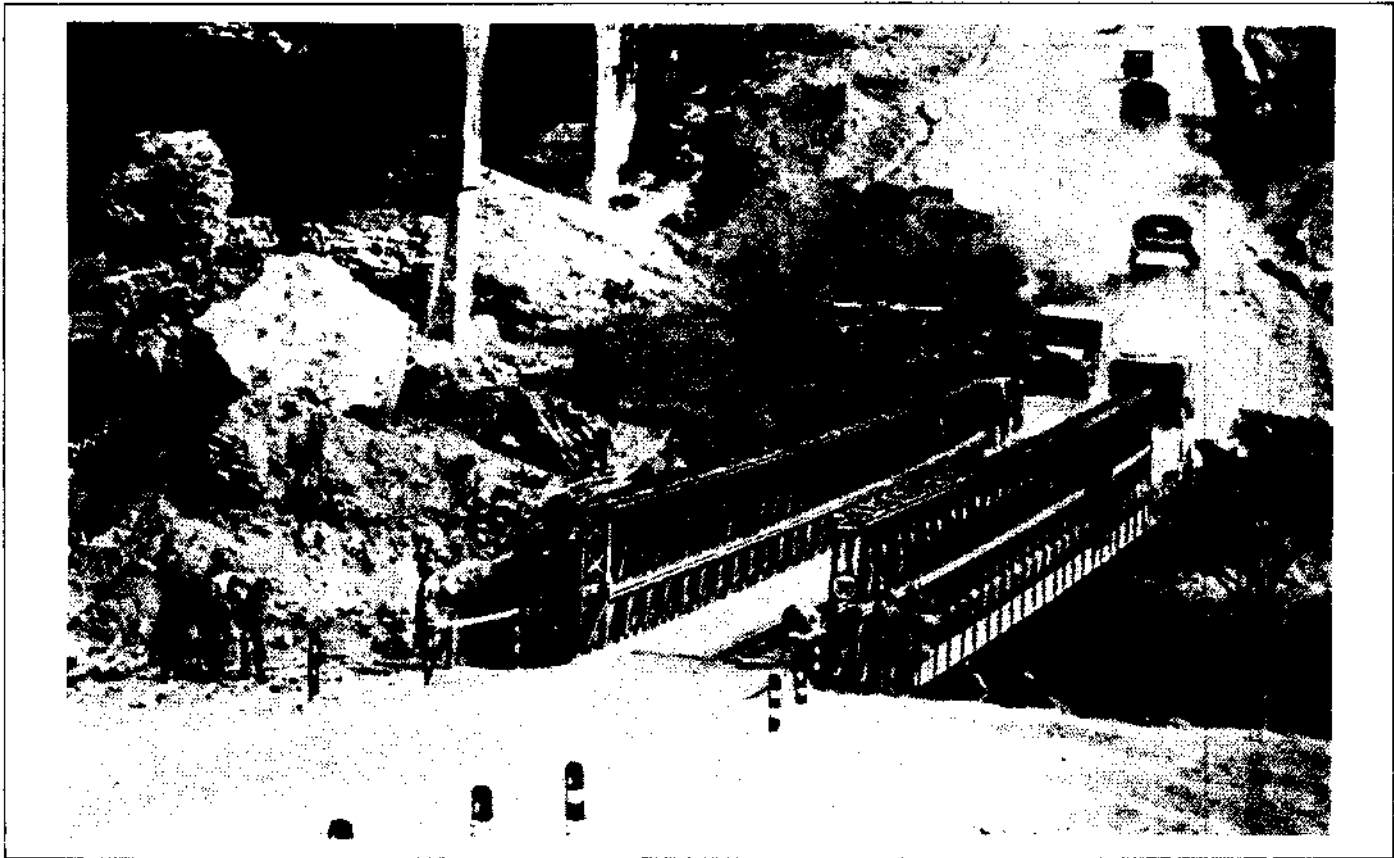


Figura No. 37.

se puede hasta tanto se instale el puente; tramo tres completar travesaños y hacerlo triple doble; tramo cuatro hacerlo triple simple; tramo cinco montar los paneles necesarios para hacerlo doble doble; tramo 6 montar los paneles para hacerlo doble simple. Ver parte del desarrollo en la figura No. 38.

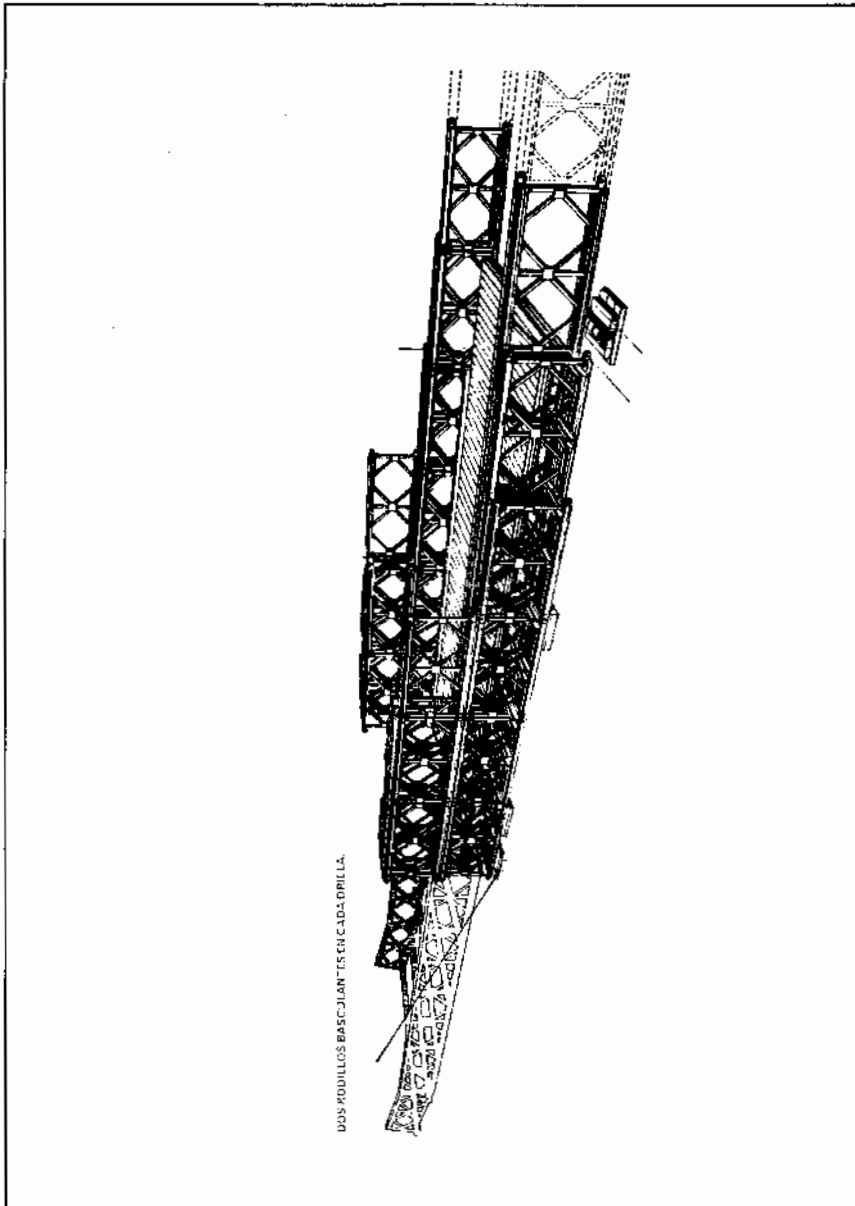


Figura No. 38.

Para el segundo piso los paneles de la primera y segunda hileras deben llevar el marco de refuerzo como para el punto doble doble y cuando se acopla el tercer panel exterior para hacerlo triple doble se le debe colocar al segundo y tercer paneles la placa de unión en la parte superior del panel

Nota: Los pernos de cordón deben colocarse de abajo hacia arriba.

2.6 MONTAJE DE UN PUENTE BAILEY DOBLE TRIPLE Y TRIPLE TRIPLE CON ARRIOSTRAMIENTO SUPERIOR

a. Método de lanzamiento

Por el peso de la estructura que se acumula en un puente doble triple y triple triple y la dificultad que representa lanzarlo por el posible daño de piezas si se empuja con un tractor o camión en razón a que el esfuerzo se concentra en un solo punto, es necesario lanzarlo en forma simultánea al montaje teniendo en cuenta que los $3/4$ del peso deben estar en piso firme o contrarrestar el peso con la fuerza de una máquina amarrada al puente por cables; pero lo más apropiado es lanzar el puente en montaje doble doble o triple doble según sea su diseño doble triple o triple triple, respectivamente, haciendo la conversión cuando el puente haya sido bajado sobre sus apoyos.

b. Método de montaje o de ensamble

Deben colocarse provisionalmente marcos de refuerzo sobre los cordones superiores de los puentes de dos pisos durante el lanzamiento; éstos son sacados tramo por tramo conforme se van acoplando los paneles del tercer piso.

Los paneles deben acoplarse al tercer piso comenzando en el centro de la luz del puente y luego hacia ambos extremos del puente simultáneamente. Debe asegurarse que el trabajo en las vigas en ambos lados del puente se lleve a cabo uniformemente, puesto que el puente de dos pisos no es normalmente lo suficientemente fuerte para soportar el peso de una grúa móvil; los paneles pueden ser manipulados por fuerza humana. Una ayuda muy útil se consigue montando una plataforma temporal colocando dos o tres travesaños en el segundo piso, con algunos tabloncillos atravesados. Los paneles pueden ser, entonces, levantados desde el piso del puente al piso superior en dos etapas. Tales plataformas provisionales deben ser armadas en tres o cuatro tramos a cada lado del centro del puente, desde donde se pueden ensamblar seis o siete tramos del tercer piso.

Las plataformas se pueden luego colocar más cerca de los extremos

del puente, dependiendo su ubicación exacta de la longitud del puente que se está montando.

Por facilidad de trabajo el tercer nivel de paneles se deben colocar del exterior hacia el interior del puente. En todos los puentes de tres pisos el último tramo en cada extremo del puente se deja en dos pisos.

c. Instalación de arriostramiento superior

Cuando se disponga de una grúa móvil, se puede emplear para colocar el arriostramiento superior en su lugar, momento éste en que las vigas maestras alcanzan su mayor resistencia. En este caso se deben preensamblar dos soportes para arriostramiento superior a un travesaño, asegurándose que las orejas de las varillas tensoras incluidas en los soportes apunten al centro del puente. La grúa puede entonces izar este conjunto encima de los cordones superiores.

El primer conjunto así colocado del puente hay que asegurarlo con pernos de cordón al soporte para arriostramiento superior a un lado, en las posiciones de los pernos de cordón más cercanas a las orejas hembras de los paneles (la otra posición del perno de cordón está obstruida por el marco de refuerzo). Con toda probabilidad, se hallará que las vigas del puente tienden a inclinarse hacia dentro por la parte superior, de manera que los pernos de cordón no pueden insertarse en el soporte al otro lado del puente.

Siendo normal que el puente en la parte superior tienda a inclinarse hacia el centro es necesario colocar un gato mecánico en posición horizontal en el segundo nivel forzando la viga exterior hacia afuera de modo que se puedan insertar los tornillos de cordón en el arriostramiento superior; en el resto del montaje no habrá mayor dificultad y de llegarla a tener repita el ejercicio.

Ver figura No. 39, colocación del arriostramiento superior en un tramo de puente doble triple.

Posteriormente se monta el siguiente travesaño; en igual forma se colocan las varillas tensoras y se procede a apretar todos los pasadores; para evitar pérdida de tiempo no apriete hasta que el travesaño del tramo siguiente haya sido fijado.

En el resto del puente se siguen colocando tramo a tramo los travesaños hasta llegar al extremo del mismo.

En la figura No. 40 se puede apreciar un puente doble triple en condiciones de empleo.

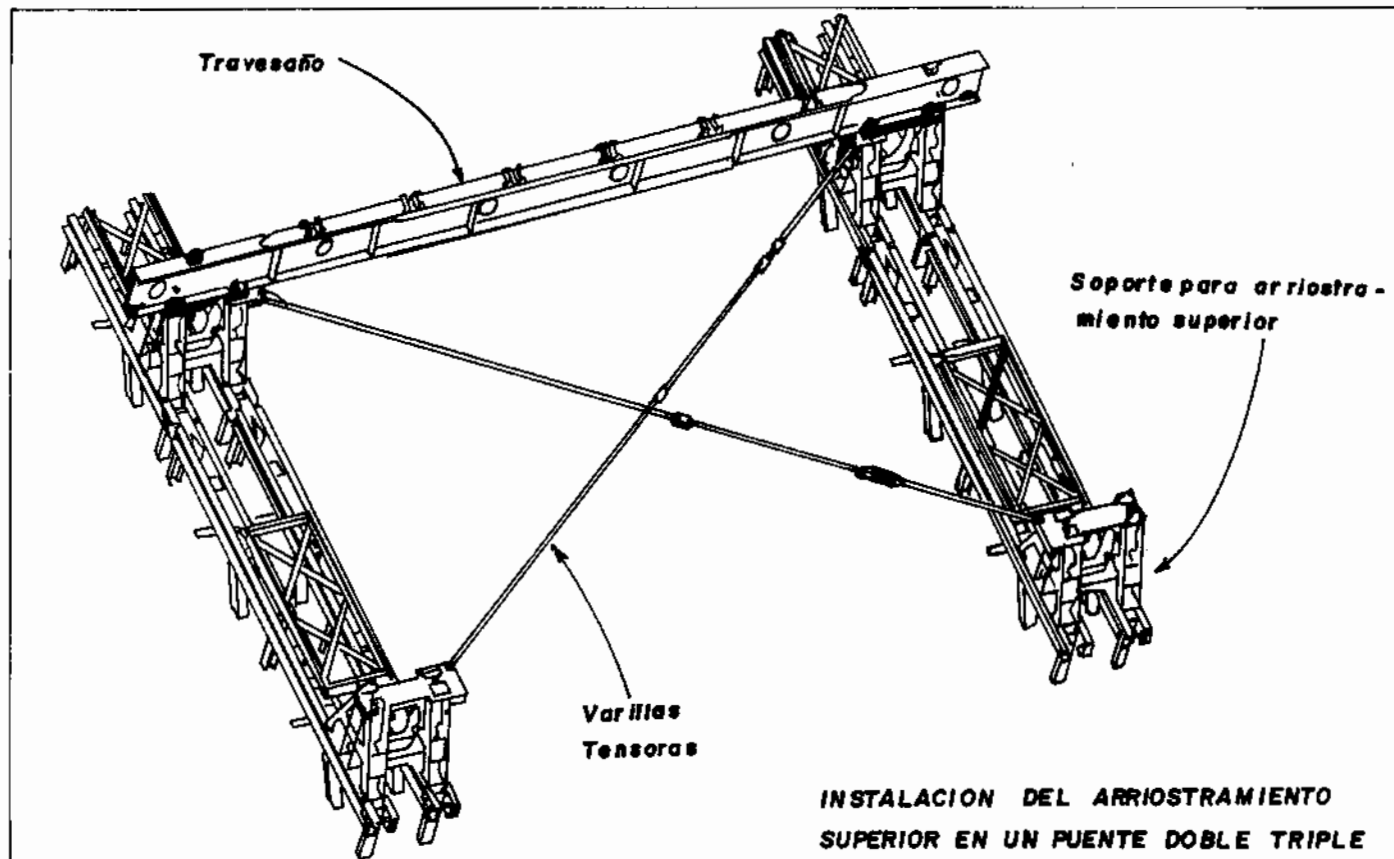


Figura No. 39.

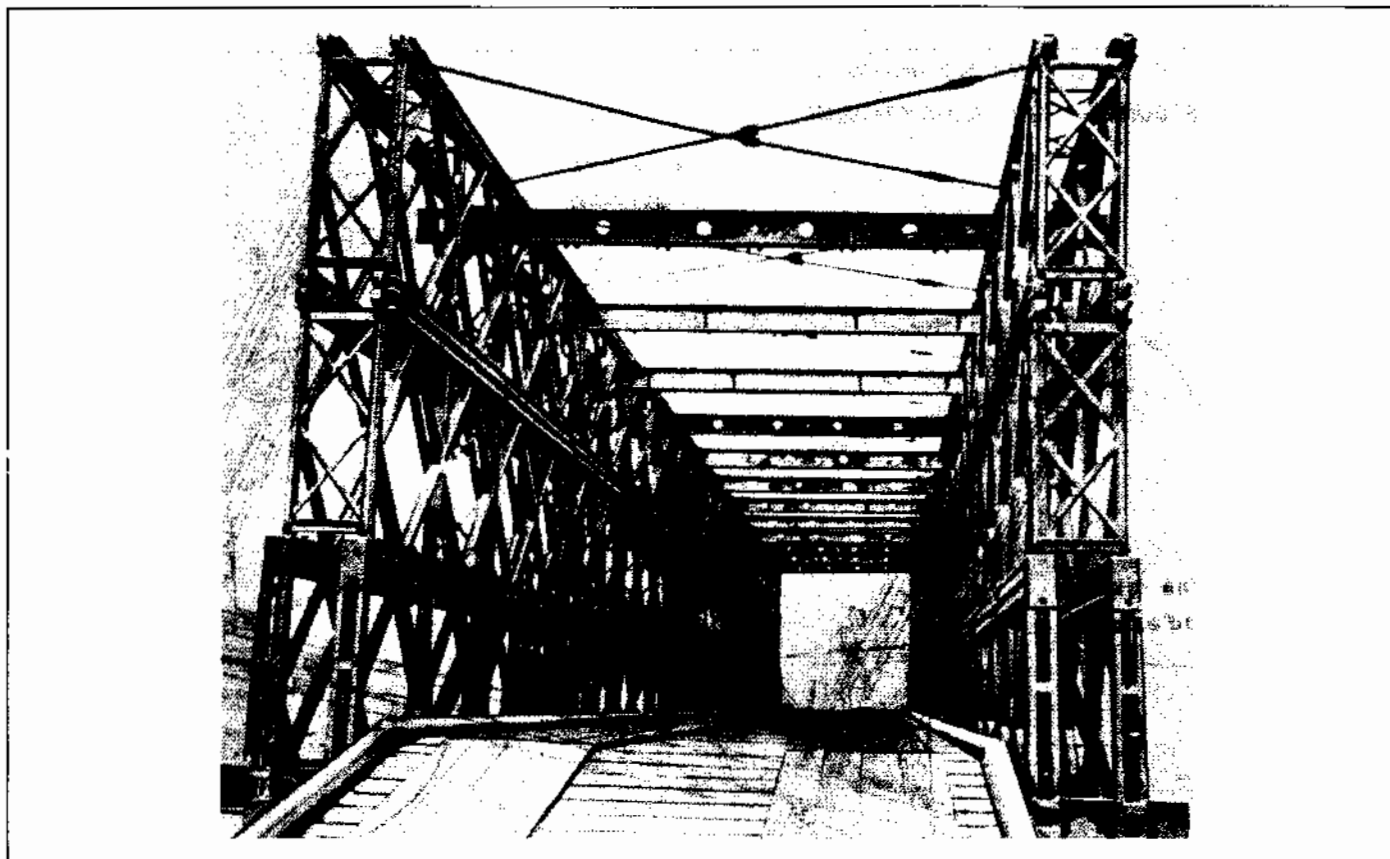


Figura No. 40.

CAPITULO III

PUENTE ESTANDAR ENSANCHADO O M-2

3.1. DESCRIPCION GENERAL

Este puente permite por su diseño mayor espacio de vía empleable por vehículos más anchos; el ancho de vía es de 4.34 m (14 pies 3 pulgadas); además se pueden montar puentes de 4 vigas o hilcras de paneles; para lograr estas modificaciones es necesario reemplazar algunos componentes Bailey estándar M-1 por otros adicionales como sigue:

3.2. DESCRIPCION DEL MATERIAL

a. Travesaño largo (figura No. 41)

Es una viga de acero laminado de 19 pies 11 pulgadas (6.1 m) de longitud, de 12 pulgadas x 5 pulgadas (0.305 m x 0.127 m); los extremos de este travesaño se han reducido a una sección de 10 pulgadas x 4½ pulgadas (0.25 m x 0.12 m) de manera que puedan acomodarse en los paneles de las hileras laterales y se aseguren en su lugar con las varillas tensoras.

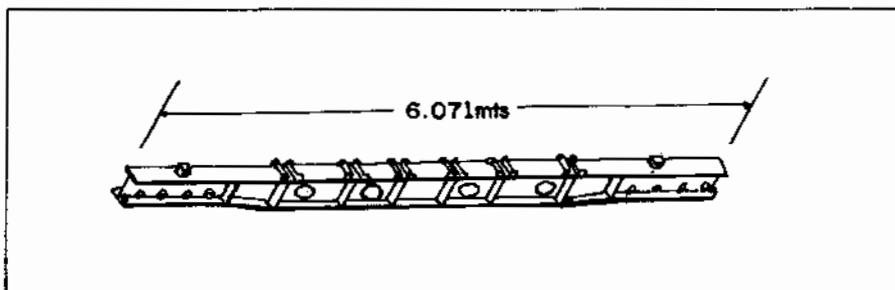


Figura No. 41.

En la parte inferior se proveen cuatro agujeros para permitir una construcción de viga cuádruple. Cerca de cada extremo, en el ala superior, hay una oreja perforada a la cual se acopla el puntal. También espaciadas a lo largo del ala superior hay grapas para acomodar cuatro largueros lisos y dos largueros de botones.

b. Varilla tensora (figura No. 42)

Con respecto a la varilla tensora del puente M-1 varía únicamente en la longitud; partiendo del centro hacia los extremos tiene 5.1 m (16 pies 9 pulgadas) de longitud.

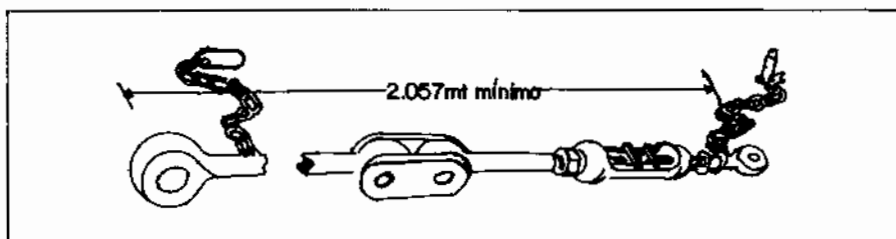


Figura No. 42.

c. Tablón largo (figura No. 43)

En su forma es similar al del puente estándar pero su longitud es de 4.17 m (13 pies 8 pulgadas).



Figura No. 43.

d. Marco de refuerzo ancho (figura No. 44)

Es empleado verticalmente y horizontalmente sobre los cordones superiores en los puentes de cuatro vigas o hileras de paneles, abarca los cuatro paneles y en parte suple la ausencia de puntales para este tipo de puente.

e. Pasador de panel sin cabeza

Es el pasador común pero sin cabeza; se emplea para unir los paneles de las hileras 2 y 3.

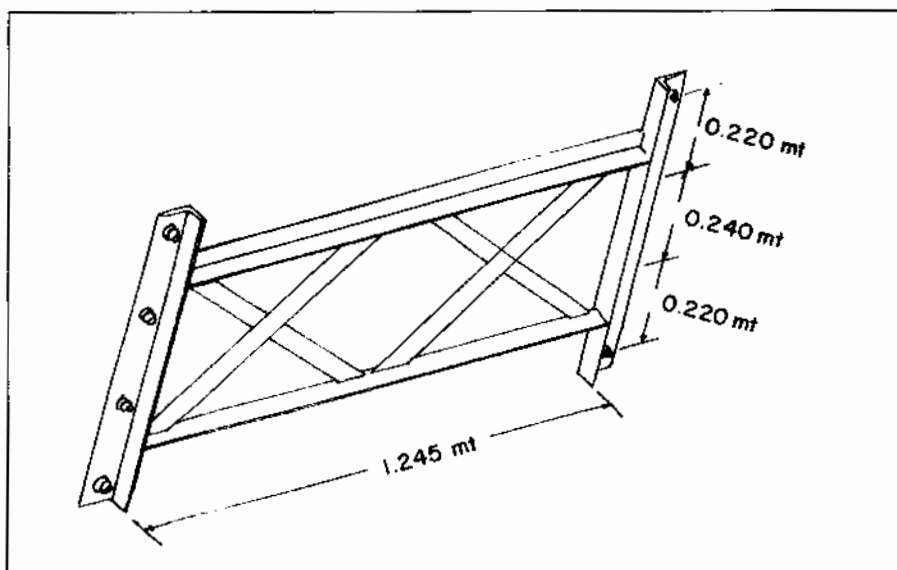


Figura No. 44.

f. Postes finales macho y hembra (figura No. 45)

Estos tienen la particularidad de no tener el seguro giratorio y en consecuencia permiten que los puntales se acoplen entre el travesaño y el poste final; son los únicos puntales que lleva este tipo de puente; por tal motivo estos postes finales se acoplan en la hilera No. 2 de paneles contando del centro al exterior.

g. Viga de balanceo (figura No. 46)

Compuesta de 2 vigas interconectadas a una distancia de 0.46 m por 2 uniones desarmables para transporte. Cada viga tiene en el centro, en la parte interior, un apoyo semicircular por medio del cual se acomoda sobre el apoyo de cojinete. En la parte superior de cada viga lleva 2 soportes redondos para colocar rodillos oscilantes, de tal forma que

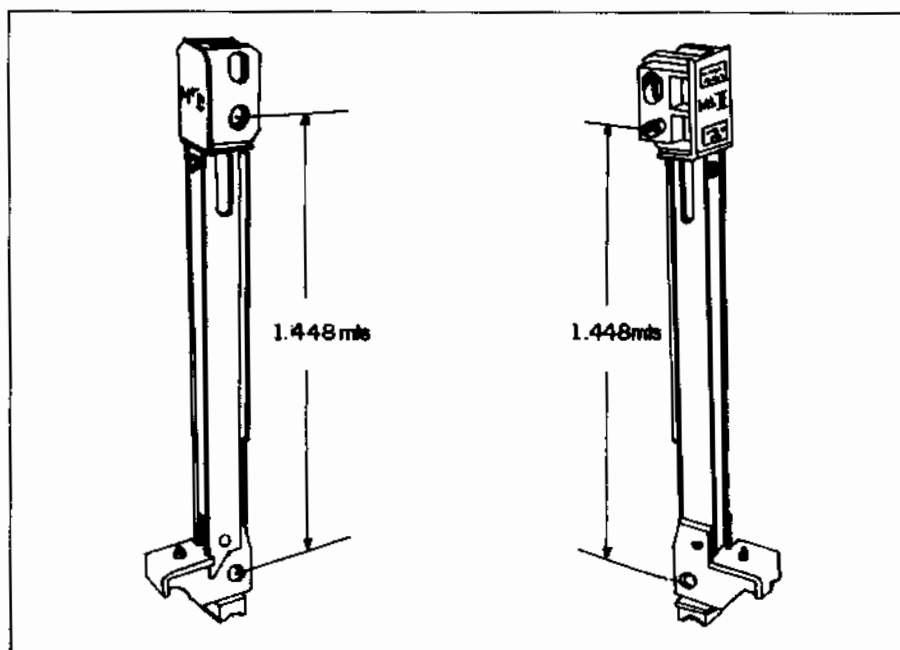


Figura No. 45.

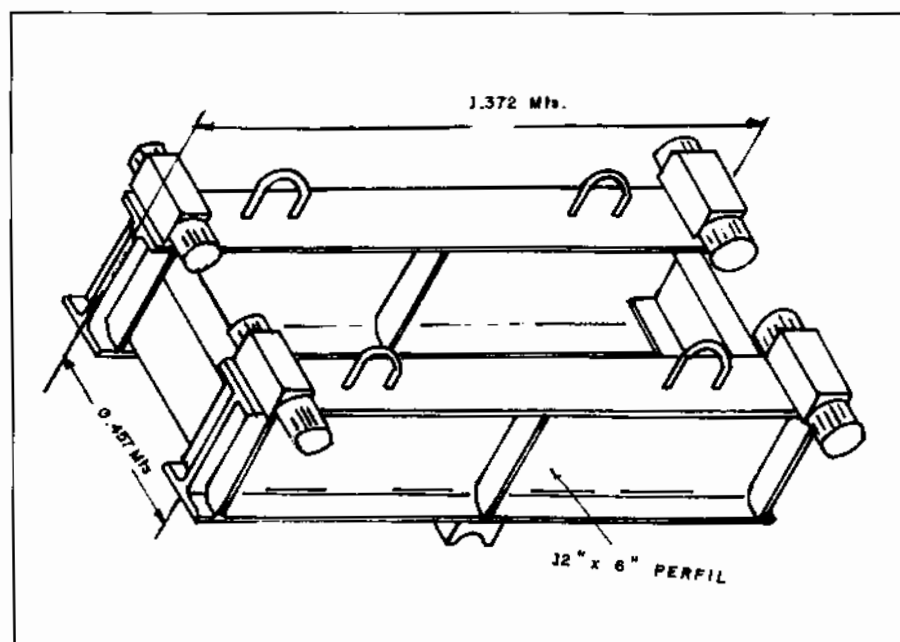


Figura No. 46.

puede soportar 4 rodillos oscilantes. La distancia para colocar las vigas de balanceo es de 1.5 m adelante de las placas base hacia la luz del vado.

3.3. PUENTE BAILEY DE VIGAS CUADRUPLE

a. Aspectos de replanteo y nariz de lanzamiento

Puesto que las vigas interiores del puente Bailey estándar ensanchado están a 4.52 m (14 pies 10 pulgadas) desde el centro, todos los rodillos de construcción, lanzamiento y de llegada deben situarse con base en dichas medidas. Las distancias de colocación de los rodillos a lo largo del puente no varían.

Las placas base deben colocarse a las siguientes distancias transversales:

Simple simple	14 pies 10 pulgadas (4.52 m)
Doble simple y doble doble	16 pies 4 pulgadas (4.96 m)
Triple simple y triple doble	17 pies 3.5 pulgadas (5.24 m)

La nariz de lanzamiento: Los detalles de las narices de lanzamiento que se necesitan para los puentes estándar ensanchados se dan en las tablas de cantidades. Es de anotar que a diferencia del Bailey estándar o M-1 cada tramo de nariz debe estar fijado con dos puntales y dos varillas tensoras largas.

b. Montaje del puente

Una cuarta viga puede ser incluida en los puentes estándar ensanchados; esta viga se sitúa entre la primera y segunda viga de los puentes normales. Numerando estas vigas de dentro hacia afuera, del 1 al 4, sus centros están como sigue:

De 1 a 2 - 8½ pulgadas (0.22 m)

De 2 a 3 - 9½ pulgadas (0.24 m)

De 3 a 4 - 8½ pulgadas (0.22 m)

El montaje de puentes de vigas simples, dobles, triples, reforzadas o no, sigue el procedimiento de todo puente Bailey normal; algunas excepciones se consignan a continuación.

La viga adicional se sitúa entre la primera y segunda hileras de paneles; en este tipo de montaje no es posible acomodar puntales exceptuando a los travesaños y los postes finales, por tal razón deben colocarse marcos de refuerzo en todos los pisos.

El procedimiento general es el siguiente:

Acoplar por medio de pasadores al último tramo de la nariz de lanzamiento, los paneles para la viga No. 1 (los pasadores de panel se insertan

desde el interior); colocar dos travesaños largos, uno detrás del montante hembra, otro detrás del montante central. Adicionar los tres paneles restantes para las vigas 2, 3 y 4 y dejar que cuelguen de sus abrazaderas de travesaño. Si la construcción va a ser de cuatro travesaños por tramo, agregar los dos travesaños adicionales. A través de los montantes del extremo macho del panel acoplar un marco de refuerzo ancho (esto requiere ocho pernos de arriostamiento). Si el puente va a ser de un solo piso, agregar otro marco de refuerzo ancho a los cordones superiores. Conectar los brazos largos de las varillas tensoras largas a las ranuras de los extremos hembras de los paneles.

Traer otros cuatro paneles para el siguiente tramo. Conectar el panel para la viga No. 2 con un pasador de panel sin cabeza insertado a través del agujero en el extremo macho del panel de la viga No. 1 del primer tramo, dentro de este panel. Conectar el panel para viga No. 3 con un pasador de panel sin cabeza, esta vez insertado a través de la viga No. 4. Conectar el panel para la viga No. 1 con pasadores de panel normales insertados desde dentro.

Conectar el panel para la viga No. 4 con pasadores de panel normales insertados desde afuera. Una vez que los seguros de pasador de panel hayan sido colocados en los pasadores de panel normales de las vigas 1 y 4, los pasadores sin cabeza de las vigas 2 y 3 son automáticamente retenidos en su lugar, debido a la proximidad de las vigas. Colocar los travesaños, marcos de refuerzo anchos y los brazos largos de las varillas tensoras. Conectar los brazos cortos de las varillas tensoras en el tramo anterior y templar.

Repetir esta operación en cada tramo. En los extremos del puente, los postes finales de las vigas 2 y 3 también se conectan con pasadores de panel sin cabeza. Asegurarse que los postes finales de la viga 2 son de los tipos especiales para tal fin. Colocar puntales al travesaño en el poste final.

Cuando el puente es de dos pisos, los paneles del piso superior se montan en la misma forma que para el piso inferior, con marcos de refuerzo anchos en los montantes del extremo macho y en los cordones superiores. Todos los paneles en las vigas 2 y 3 se conectan con pasadores de panel sin cabeza. Todos los pasadores en las vigas 1 y 2 son insertados de dentro hacia afuera; todos los pasadores de las vigas 3 y 4 son insertados de fuera hacia dentro.

En la figura No. 47 se aprecia un puente cuádruple simple en empleo.

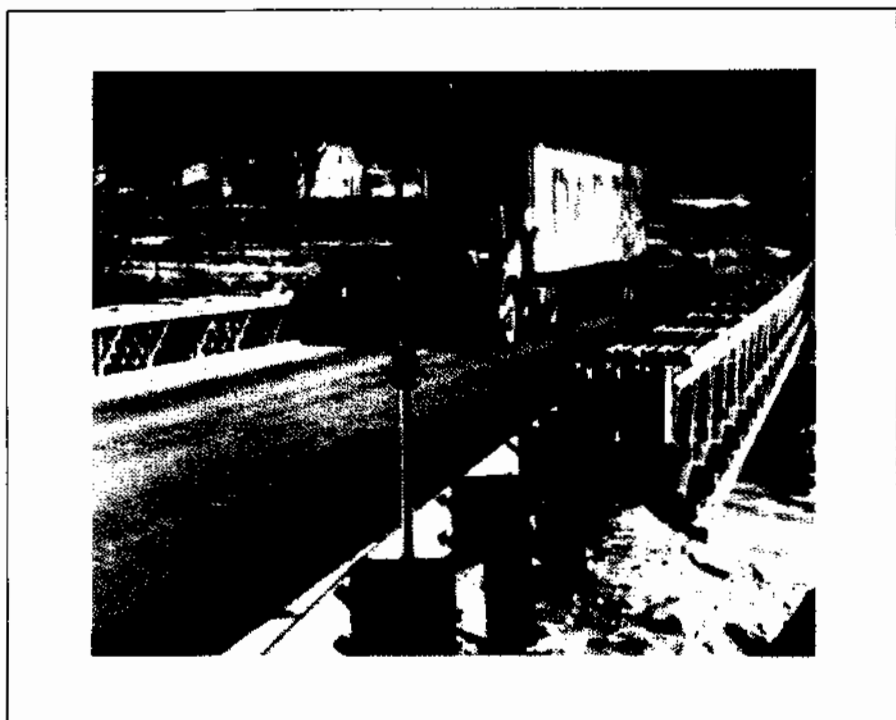


Figura No. 47.

CAPITULO IV

MODIFICACIONES A PUENTES BAILEY PARA OBTENER MAYOR CAPACIDAD

4.1. ACOPLAMIENTO DE OTRO PISO A UN PUENTE YA EXISTENTE Y CONVERSION DE UN PUENTE DOBLE SIMPLE A UNO DOBLE DOBLE

a. Generalidades del acoplamiento

Después de instalado un puente y como consecuencia del uso se presenta una flecha natural sobre la luz del vado; este fenómeno que es más notorio en los puentes de un solo nivel debe corregirse por medios mecánicos y para el propósito existe el *gato de cordón*, ver figura No. 48, que consta de tres partes:

- 1) *Contrafuerte*: Es una pieza forjada y sólida que se acopla al cordón superior del puente existente y contra el cual opera el gato. En su parte inferior, el contrafuerte tiene una oreja que se apoya contra la placa donde se emperna el marco de refuerzo. A través de esta oreja el empuje del gato es transferido al puente existente. Otra oreja en el extremo del contrafuerte se aloja entre los canales del cordón superior impidiendo cualquier movimiento lateral.
En la parte más ancha del contrafuerte hay un perno largo con una terminación en T; ésta pasa por el cordón superior del panel instalado y se ensambla en la parte inferior de este cordón; ajustando este perno se afirma el contrafuerte en su lugar.
- 2) *El gato*: Es un marco articulado romboide, con pasadores en sus cuatro esquinas. Un tornillo sinfín pasa a través de dos juntas articuladas, terminando cada extremo del tornillo en una tuerca horizontal. Con la llave Bailey estándar de boca fija se hace girar el tornillo y

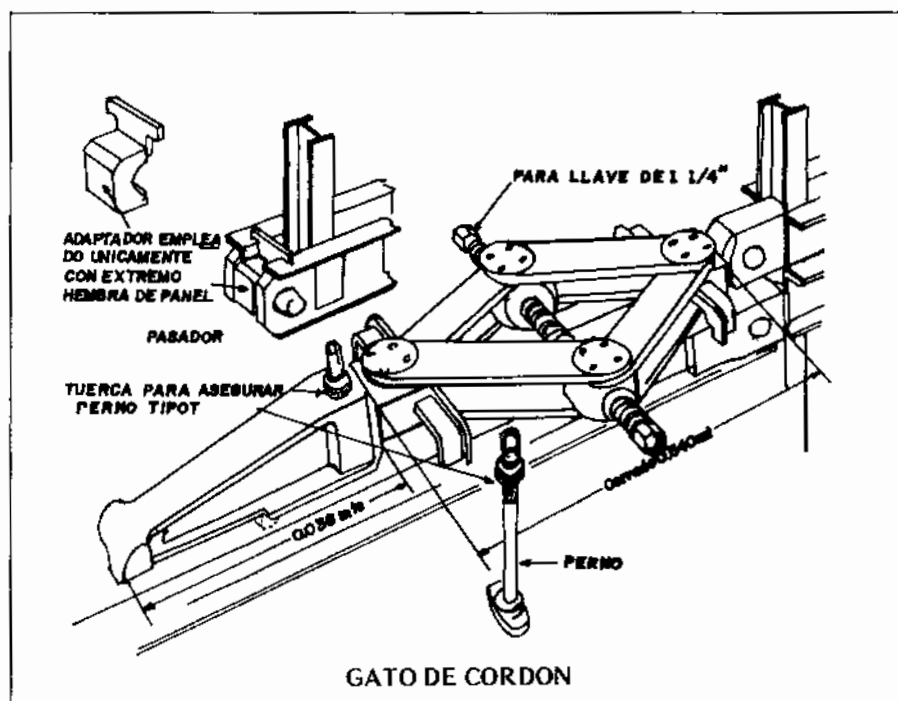


Figura No. 48.

acciona simultáneamente las dos articulaciones alargando el otro eje del gato. Sobre este eje, un extremo del gato trabaja contra el contrafuerte y el otro extremo contra el muñón macho en el cordón inferior del panel del segundo piso.

Cuando el gato tiene que trabajar contra la oreja hembra del panel del segundo piso, se inserta un pasador de panel en la oreja y se intercala el adaptador hembra entre este pasador y el extremo del gato para cordón.

- 3) *El adaptador hembra*: Es una pieza de acero con un apoyo semi-circular abierto con facilidad para acomodar el pasador de panel. Una placa en forma de T adicionada al adaptador se apoya en la oreja hembra del panel y sirve para mantenerla en su lugar.

b. Conversión de un puente simple simple a doble doble

El empleo del gato de cordón se hace por 3 hombres maniobrando por la llave de boca fija previa instalación en medio de tramos centrales del puente. Si los operarios no pueden hacer girar el gato es porque ha llegado al tope de su capacidad y se debe adicionar el gato para montaje

de paneles (ver forma de empleo en el capítulo primero). La adición de un segundo piso debe comenzar en el centro del puente trabajando hacia fuera en cantidades iguales, tramo por tramo, hasta llegar a los dos extremos simultáneamente en las hileras derecha e izquierda.

A continuación se explican los pasos que se siguen para una viga o lado del puente teniendo en cuenta que simultáneamente se deben ejecutar a ambos lados.

- 1) Traer dos paneles al centro del puente, asegurándose que los extremos machos y hembras correspondan en ubicación con los paneles al puente ya existente.
- 2) Sacar el marco de refuerzo existente en los cordones superiores del tramo central.
- 3) Izar un panel y colocarlo en la viga exterior y conectarlo con 2 pernos de cordón sin apretar estos pernos.
- 4) Izar el segundo panel y colocarlo en la viga interior y nuevamente conectarlo con pernos de cordón sin apretar.
- 5) Acoplar tres marcos de refuerzo uno en los cordones superiores y uno a cada montante exterior de los paneles.
- 6) Apretar los pernos de cordón.
- 7) Traer 4 paneles más, dos para cada lado del tramo del centro.
- 8) Quitar los dos marcos de refuerzo existentes en los tramos de paneles que se van a instalar.
- 9) Colocar los paneles en las vigas exteriores e interiores con la orientación adecuada.
- 10) Conectar los paneles entre sí en el orden descrito en los cordones superiores del panel con los pasadores de panel y los pernos de cordón.
- 11) Es posible que no se puedan conectar los pasadores de panel inferiores a los pernos de cordón en este paso.
- 12) Colocar los marcos de refuerzo en ambos tramos de paneles en los cordones superiores y en los montantes de panel más alejados del centro del puente.
- 13) Sacar los marcos de refuerzo a lado y lado del puente, para dejar al descubierto los cordones superiores de los paneles existentes en el primer piso, de manera que el gato para cordón puede ser colocado sobre cada extremo de la viga o hilera de paneles que se va ensamblando.
- 14) Coloque el gato de cordón entre el último panel del 2o. piso colocado y el siguiente del primer piso, de acuerdo con instrucciones enumeradas anteriormente.
- 15) Hacer funcionar los gatos para cordón hasta que el panel del piso superior a cada lado del centro esté en su correcta posición.
- 16) Insertar los pasadores de panel y los pernos de cordón y apretarlos.

- 17) Aflojar ligeramente los gatos de cordón hasta cuando hayan sido colocados todos los pasadores y los pernos en las vigas interior y exterior.
- 18) Sacar los gatos para cordón.
- 19) Colocar más paneles a lado y lado del puente y continuar con el procedimiento hasta llegar a los extremos del puente.

Es importante aclarar que la secuencia de instalación de un segundo nivel de paneles debe hacerse como está descrito anteriormente, porque de llegarse a adelantar el procedimiento puede aumentar la flecha o desajustar el puente en alguna parte dificultando el regreso a su posición por falta de puntos de apoyo.

4.2. CONVERSION DE UN PUENTE TRIPLE SIMPLE A UNO TRIPLE DOBLE

El procedimiento general es muy similar al puente anterior numeral 4.1 ; las diferencias básicas son las que se describen a continuación:

Si se adicionan paneles a las tres vigas al mismo tiempo, será imposible insertar los pasadores de panel en la segunda viga. En consecuencia la conversión debe ser hecha, en primer lugar, en la primera y segunda vigas solamente, como se describe para doble doble. Los pasadores de la segunda viga deben ser insertados de fuera hacia dentro.

Cuando los tres tramos del centro hayan sido convertidos en doble doble, se puede ya adicionar el panel para la tercera viga del tramo central; tendrá que ser levantado y asegurado con pernos de cordón.

Cuando cinco tramos ya hayan sido convertidos en doble doble, la tercera viga puede entonces ampliarse a tres tramos, asegurados con pasadores y pernos. Los paneles de la segunda y tercera viga se conectan por medio de una placa de unión entre los agujeros superiores de los montantes de panel.

Continuar armando en esta secuencia, siempre manteniendo la construcción de la tercera viga un tramo atrás del resto del montaje.

Es conveniente que todos los movimientos necesarios de paneles se hagan con fuerza humana para facilitar el trabajo de los gatos para cordón.

4.3. MONTAJE DE PUENTES CON CORDON DE REFUERZO

a. Generalidades de la instalación

El propósito con que se construyen puentes reforzados Bailey, es para aumentar su capacidad y garantizar funcionalidad sin necesidad de aumentar paneles y reduciendo el costo.

El cordón de refuerzo se acopla al cordón de panel superior e inferior con dos pernos de cordón insertándose los pernos a través del cordón de refuerzo dentro del panel, de tal manera que la cabeza del perno quede escondida dentro del cordón de refuerzo. Dos collarines de perno de cordón se deberán colocar, uno en el extremo roscado de cada perno de cordón o pasador de tornillo, antes de que las tuercas se coloquen. Los cordones de refuerzo deben acoplarse unos a otros por medio de pasadores de panel, estos últimos asegurados con pasadores de seguridad.

Cuando tengan que colocarse marcos de refuerzo sobre los cordones de refuerzo, los pernos de arriostamiento o de cabeza para su montaje deben ser colocados en el cordón de refuerzo antes de que éste sea empernado al panel. El perno de arriostamiento debe ser insertado de manera que la cabeza se aloje dentro del cordón de refuerzo colocando la tuerca provisionalmente para mantenerlo en esta posición. Se recomienda colocar el cordón de refuerzo en la luz de junta de paneles, para que sirva de alivio a la flecha que hace el puente cuando está en su máximo esfuerzo.

El cordón de refuerzo no se coloca en las narices de lanzamiento de los puentes y en consecuencia se presenta un desnivel de cuatro pulgadas (0.1 m) en el cordón inferior en cada extremo del puente; donde ya no se coloca refuerzo, para suplir este defecto, en estos lugares se colocan cordones de refuerzo extremos, machos y hembras que tienen forma de rampa, ver figura No 49, para permitir que los rodillos de construcción y de lanzamiento salven este desnivel sin necesidad de usar gatos. Los cordones de refuerzo extremos se conectan con un tornillo sujetado entre los nervios del panel con una arandela. Un pasador de panel insertado en este punto asegura el cordón de refuerzo extremo en su lugar.

b. Cordones en puentes de un solo nivel

El procedimiento de instalación del cordón es similar a todos los puentes; se debe acoplar un cordón de refuerzo al cordón superior de cada panel en el puente, excepto en los dos tramos finales y todos los cordones de refuerzo deben acoplarse unos a otros por medio de pasadores de panel.

Los cordones de refuerzo deben acoplarse al cordón inferior de cada panel, excepto los paneles del tramo final de cada extremo del puente y todos los cordones de refuerzo unidos unos a otros por medio de pasadores de panel.

c. Cordones en puentes de dos niveles

Cada panel del piso superior debe tener un cordón de refuerzo empernado a su cordón superior, excepto en los dos tramos finales y todos los cordones de refuerzo deben ser unidos unos a otros en sus extremos por medio de pasadores de panel.

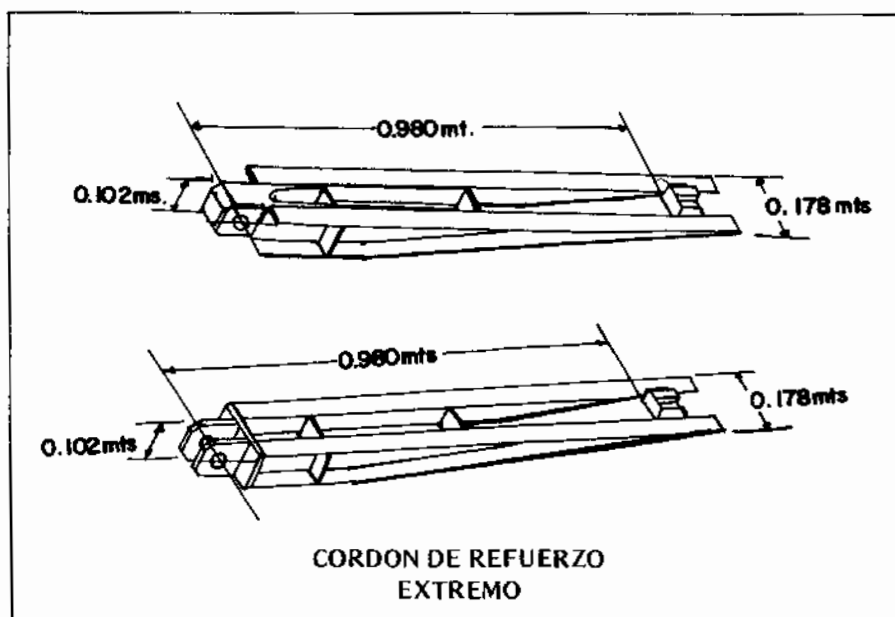


Figura No. 49.

Recuérdese colocar en su lugar los pernos de arriostramiento antes de acoplar los cordones a los paneles. Los cordones de refuerzo deben ser colocados en la parte inferior de los paneles del primer piso según se describe para los puentes de un solo piso. El método normal de montar puentes de cordón reforzado es unir un cordón de refuerzo al cordón inferior de cada panel (o cada panel del piso inferior) antes de montarlo en el puente. Si la mano de obra disponible no es suficiente para este trabajo y no es conveniente emplear una grúa, el panel debe montarse en el puente de la manera normal.

Luego, presentar el cordón de refuerzo por la parte inferior del panel, unirlo por medio del pasador al cordón de refuerzo en el tramo anterior y colocar los pernos de cordón, el collarín y la tuerca dentro del panel y la cabeza de los pernos de cordón alojada en el cordón de refuerzo.

En los puentes de un solo piso seguir colocando inmediatamente los cordones de refuerzo en la parte superior de los paneles y asegurándolos con pasadores y pernos de cordón.

En los puentes doble simple y triple simple es necesario insertar los pernos de arriostramiento dentro de los cordones para la primera y segunda vigas antes de acoplarlas a los paneles.

Para los puentes Bailey doble doble antes de montar los paneles del segundo nivel se le colocan los cordones de refuerzo a los cordones

superiores de cada uno de los paneles y los pernos de arriostamiento, completando el conjunto con bastidores de arriostamiento, listo para que la grúa lo coloque en su lugar.

En los puentes triple doble se debe preparar el mismo conjunto para el piso superior de la primera y segunda vigas y adicionalmente colocar un cordón de refuerzo al tercer panel que con grúa debe instalarse en la tercera hilera o viga.

Ver figura No. 50, paneles acoplados con cordón de refuerzo.

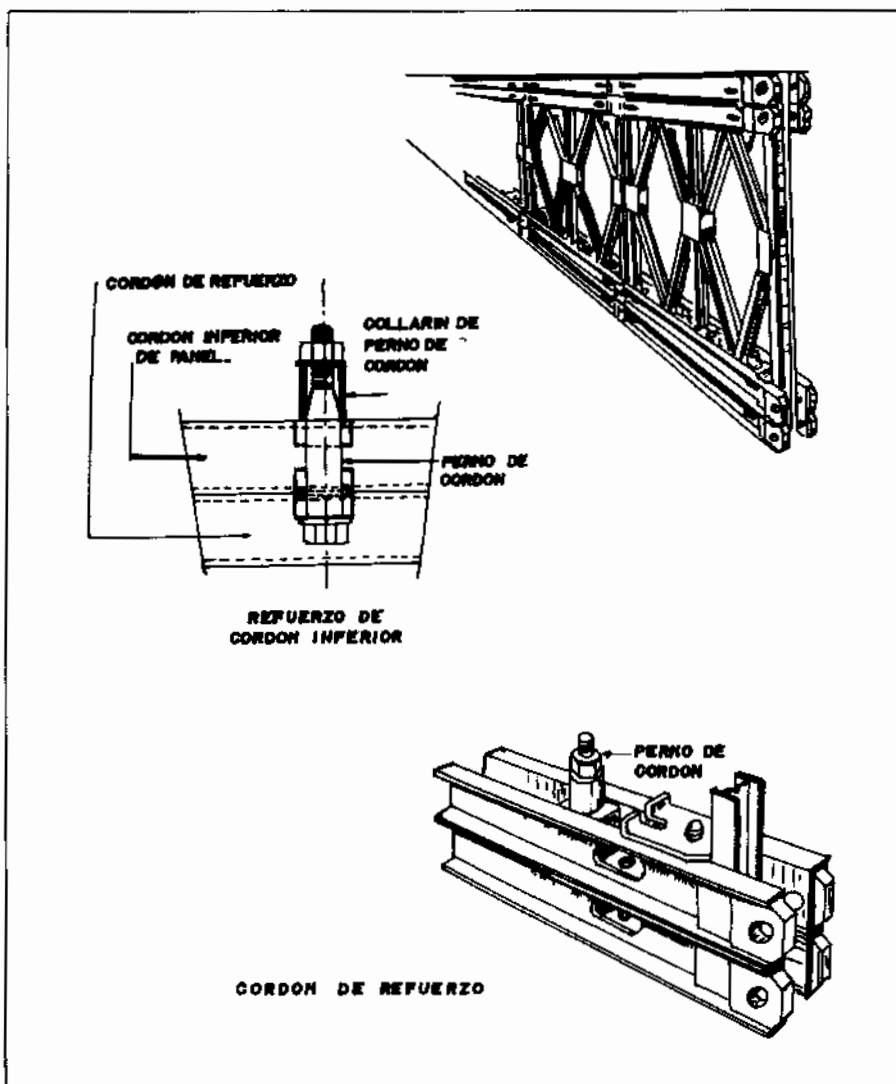


Figura No. 50.

CAPITULO V

PUENTE BAILEY EXTRA- ANCHO O M-3

5.1. DESCRIPCION GENERAL

Con material Bailey éste es el puente de tablero inferior más ancho que se puede montar, tiene 4.20 m de ancho (13 pies 9 pulgadas) y un ancho libre entre vigas laterales de 4.77 m (15 pies 8 pulgadas). El diseño general de la estructura no sufre modificaciones y para completar las especificaciones descritas anteriormente es necesario cambiar algunas piezas, entre ellas los travesaños; el piso está soportado por 5 largueros lisos y 2 de botón con tablonés más largos.

Este tipo de puente puede montarse con vigas maestras compuestas por hileras de paneles simple doble o triple; los puentes simple simple y doble simple se ensamblan igual que los puentes M-1 o M-2 pero la tercera hilera de un puente triple simple va entre la primera y la segunda hilera de paneles razón por la cual se dificulta convertir un puente doble simple en triple simple porque no es posible acomodar puntales entre el travesaño y la hilera interior; a cambio se instalan marcos de refuerzo extra-ancho sobre los extremos de los montantes de panel; igualmente por la proximidad de las hileras de paneles, éstos son conectados con pasadores de panel sin cabeza.

Cuando se colocan marcos de refuerzo extra-ancho en la parte inferior de los montantes de panel de los puentes de un solo nivel no se pueden colocar abrazaderas de travesaño normales, se deben colocar abrazaderas extra-anchas.

Los extremos finales de las vigas maestras de tres hileras deben tener los postes finales hembras y machos modificados acoplados a la hilera central.

5.2. COMPONENTES ADICIONALES

a. El travesaño extra-ancho (figura No. 51)

Es un tramo de viga de acero laminado de 6.1 m (19 pies 11 pulgadas) de longitud, ancho de 0.305 X 0.127 m (12 X 5 pulgadas), en los extre-

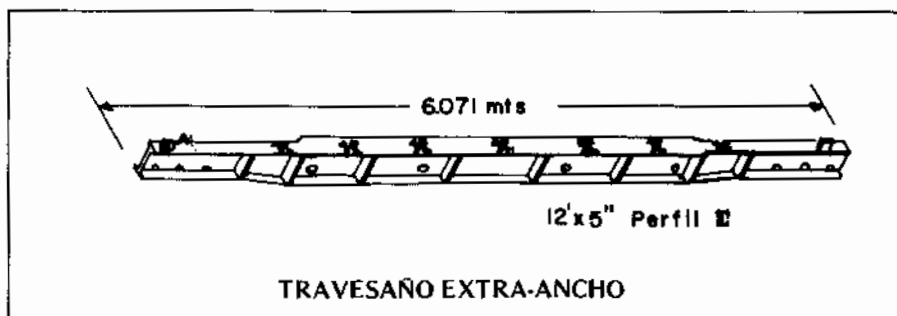


Figura No. 51.

mos se han reducido a una sección de 0.25 X 0.12 m (10 X 4.5 pulgadas). La parte inferior en cada extremo tiene tres agujeros por medio de los cuales el travesaño encaja sobre los botones del panel.

b. Varilla tensora extra-ancha (figura No. 52)

Es similar a la de los puentes M-1 y M-2 pero de mayor longitud; la distancia del centro al exterior es de 5.51 m (18 pies a 01 pulg).

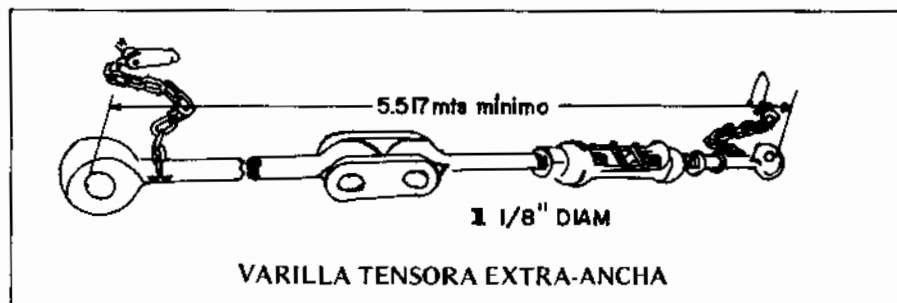


Figura No. 52.

c. Marco de refuerzo extra-ancho (figura No. 53)

Es de construcción similar al marco de refuerzo estándar, pero tiene dos espigas cónicas adicionales para adaptarse a la tercera hilera de paneles. Puesto que esta tercera hilera no está a una distancia equidistante entre las hileras interior y exterior, el marco de refuerzo extra-ancho no permite cambio de posición. Una letra "I" en alto relieve soldada al marco indica el lado que debe estar dirigido hacia la línea central del puente.

d. Abrazadera de travesaño extra-ancho (figura No. 54)

Es exactamente similar a la abrazadera estándar, excepto que la nariz del torniquete que pasa a través del montante del panel está recortada

de manera que no interfiere con los marcos de refuerzo montados verticalmente.

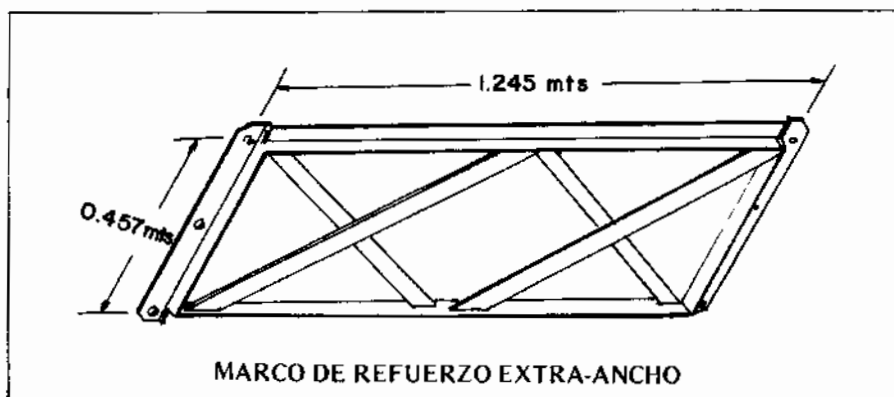


Figura No. 53.

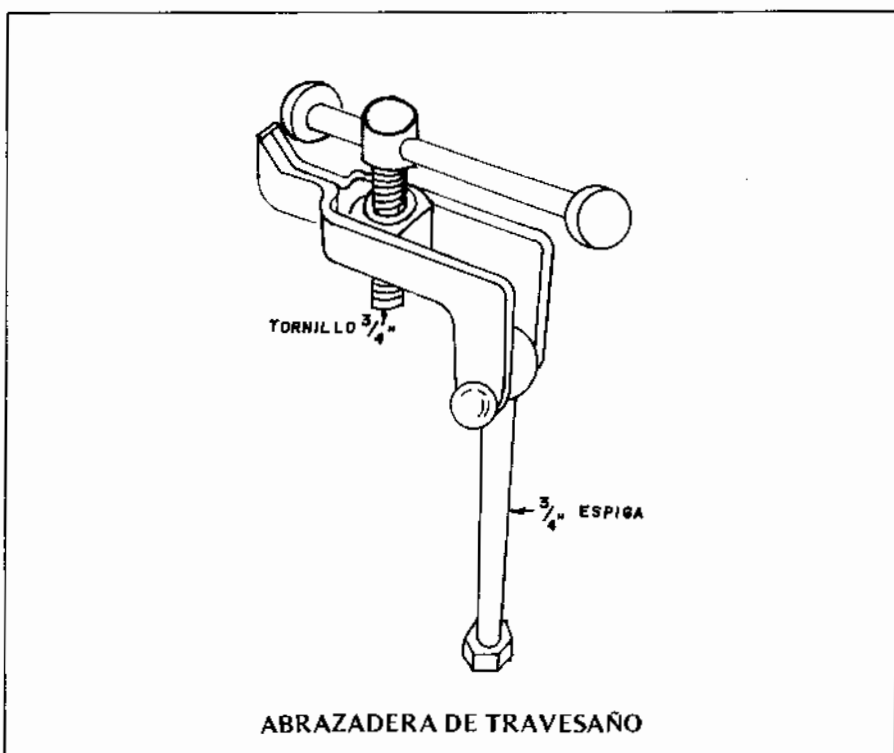


Figura No. 54.

e. Tablón extra-ancho (figura No. 55)

Es una pieza de madera de 4.54 m (14 pies 11 pulg) de largo, generalmente de 0.108 m (4 pulg) de espesor, pero reducido en sus extremos a 2 pulgadas (0.51) de espesor donde las trincas guardabandas descansan en ellas, de manera que estas últimas puedan sujetarse a los largueros con los pernos de trinca.

Los tabloncillos pueden reemplazarse por emparrillados metálicos para asfaltar cuando el puente se construye permanente en razón a que se hace más durable el piso.

f. Los postes finales extra-ancho (macho, hembra)

Son similares a los postes finales estándar, excepto que se ha suprimido el seguro giratorio normalmente suministrado para sujetar el travesaño en su lugar. Esta supresión permite colocar un puntal entre un travesaño en los postes finales y el poste final de la viga interior.

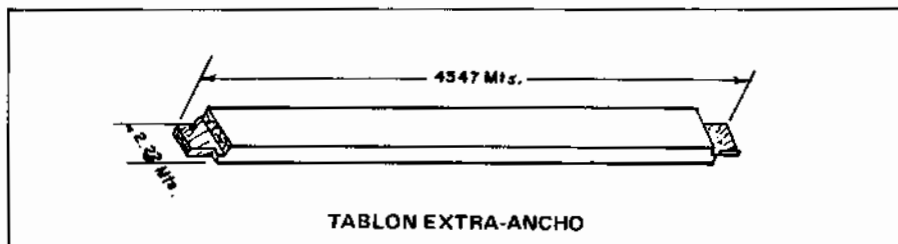


Figura No. 55.

g. El pasador de panel sin cabeza (figura No. 56)

Es un pasador de panel normal al que se ha suprimido la cabeza, permitiendo que pase a través del agujero del panel.

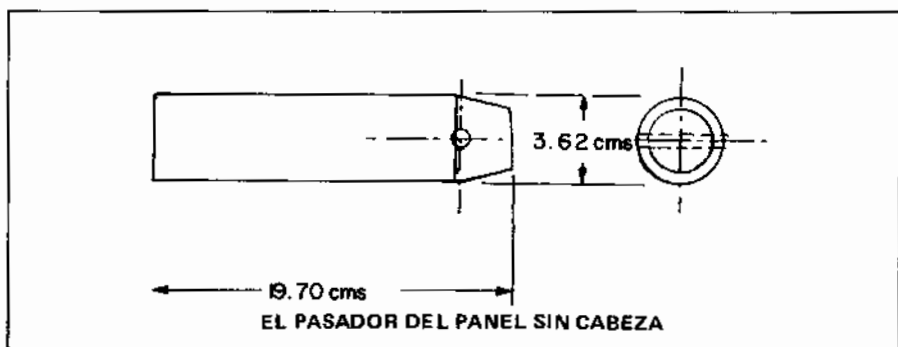


Figura No. 56.

5.3. MONTAJE Y LANZAMIENTO

El montaje y lanzamiento de los puentes Bailey extra-anchos sigue el procedimiento de los descritos para los puentes Bailey estándar o M-1 con las excepciones que se indican a continuación.

a. Replanteo

La variación de fondo está en la preparación del sitio; las vigas interiores de los puentes extra-anchos están a una distancia entre centros de 4.95 m (16 pies 3 pulgadas) y todos los rodillos de construcción, lanzamiento y llegada deben situarse lateralmente para acomodarse a esta medida. Las medidas a lo largo del puente se mantienen inalteradas.

Las placas base deben colocarse en las siguientes distancias laterales entre centros:

Puentes de viga simple	4.95 m (16 pies 3 pulg).
Puentes de doble y triple viga	5.41 m (17 pies 9 pulg).

b. Montaje del puente

En los puentes extra-anchos simple simple, doble simple y doble doble y sus correspondientes con cordón de refuerzo, el montaje es exactamente como se describe para los puentes Bailey M-1 y M-2.

Para los puentes Bailey extra-anchos triple simple se procede como sigue:

Tramo 1. Acoplar por medio de pasadores los paneles de la viga interior al extremo de la nariz de lanzamiento. Colocar el travesaño en la posición del montante central.

Colocar los paneles para la segunda y tercera viga fijándolos con abrazaderas o puntales a este travesaño. Colocar los travesaños restantes.

Colocar marcos de refuerzo a través de los montantes y de los extremos posteriores de los paneles y horizontalmente sobre los cordones superiores. Colocar las varillas tensoras.

Tramo 2. En primer lugar colocar los paneles para la segunda viga con pasadores de panel sin cabeza insertados a través del agujero del extremo macho de los paneles exteriores del tramo 1.

Acoplar los paneles para la primera y tercera vigas con pasadores de panel normales. Los pasadores para la primera viga insertados desde el interior y los pasadores para la tercera viga desde el exterior. Asegurar los pasadores de estos paneles con seguros para los mismos. Colocar los travesaños, marcos de refuerzo y varillas tensoras en este mismo orden. Repetir la secuencia anterior en cada tramo del puente. Cuando un montante final de panel tiene un travesaño en un lado y un marco de refuerzo en el otro, el travesaño debe ser colocado en primer lugar. Los pernos de arriostamiento que aseguran el extremo inferior del marco de refuerzo se pasan a través de los agujeros especialmente dispuestos en el

alma del travesaño para su correcta ubicación. Si estos pernos se colocan primero, será imposible ensamblar el travesaño sobre sus asientos.

Para los puentes extra-anchos triple doble, construir el piso inferior como para triple simple, excepto que se omiten los marcos de refuerzo horizontales de los cordones superiores.

Comenzar el montaje de los paneles del segundo piso dos tramos atrás de la construcción del primer piso.

Todos los paneles de la segunda viga tienen que ser conectados entre sí por medio de pasadores de panel sin cabeza.

En el primer tramo del segundo piso colocar marco de refuerzo horizontalmente sobre los cordones superiores y verticalmente en los montantes de panel en ambos extremos.

En todos los tramos siguientes, los marcos de refuerzo se colocan en los cordones superiores y en los montantes del extremo posterior solamente.

Para los extra-anchos triple simple reforzados y triple doble reforzados, todos los cordones de refuerzo de la segunda viga deben ser conectados por sus extremos con pasadores de panel sin cabeza. Al colocar los cordones superiores, recuérdese de insertar los pernos de arriostamiento antes de empernar los cordones al panel.

Los puentes extra-anchos doble triple y triple triple, a diferencia de sus equivalentes puentes estándar, se construyen completos con el tercer piso antes del lanzamiento, siendo necesario el empleo de una o 2 máquinas con 2 puntos de apoyo para empujar la estructura con cable acondicionado para frenarlo. El arriostamiento superior se emperna a los cordones superiores con las orejas para sujetar las varillas tensoras dirigidas hacia el exterior del puente.

Cada varilla tensora empleada para arriostamiento superior, debe tener una extensión acoplada a un extremo, que encajará en el orificio de acople de los soportes de arriostamiento superiores. La extensión es un tramo de varilla redonda que tiene un ojo forjado en un extremo, con un pasador sujeto con cadena. Este es el extremo que se acopla al soporte de arriostamiento superior.

En los tramos más largos de ambas construcciones, el peso de lanzamiento está sobre las 84 X 2.204 toneladas (185.136 lb) que sobrepasa la capacidad de los rodillos oscilantes normales. En tales casos, los puentes deben lanzarse sobre vigas de balanceo (véanse tablas de cantidades); ver características en el capítulo III.

Las vigas de balanceo deben colocarse delante de las placas base a una distancia entre centros de 1.5 m. dos juegos de cada viga de balanceo (una debajo de cada lado del puente) podrán soportar con seguridad una carga de 168 toneladas (358.400 lb).

CAPITULO VI

RAMPAS Y VIAS PEATONALES

6.1. RAMPAS DE ACCESO AL PUENTE BAILEY

Después de instalado el puente en sus postes finales y tener el piso del mismo completo se presenta la necesidad de establecer cuál va a ser la forma de acceso al puente.

Si dentro del diseño y el montaje se estableció que las placas base que soportan los postes finales quedan a un nivel más bajo de la rasante de la vía, es muy fácil con el mismo material de la vía hacer un acceso funcional. La vía del puente queda a 2 pies 4 pulgadas (0.71 m) sobre el nivel de las placas base; si no lleva excavaciones, se deberán instalar rampas inclinadas para llegar al nivel del tablero del puente. Tales rampas se componen de tablonces normales y trincas guardalados como el puente, pero la armazón de acero a pesar de ser similar a los largueros empleados en el puente, es de construcción más fuerte. Estos componentes se designan como rampas lisas y rampas de botones y corresponden en número y posición a los largueros lisos y de botones. Los tablonces y trincas guardalados se acoplan a ellos en la misma forma, empleando pernos de trinca.

Las rampas planas y de botones tienen una capacidad máxima de 15 ton X 2.204 (33.060 lb) cuando están soportadas en sus extremos; cuando se requiere mayor capacidad hay necesidad de colocar soportes en su parte central; por la longitud de la rampa la luz queda de 10 pies (3.05 m). La mayoría de vehículos no pueden traficar con facilidad sobre pendientes mayores de 10% de manera que para elevarse 2 pies 4 pulgadas para llegar al nivel del tablero, se necesita una rampa de 20 pies de largo (6.10 m). Puesto que las rampas planas y de botones tienen 10 pies de largo, se necesita un soporte intermedio. Se emplea un travesaño para este propósito, soportado por cuatro pedestales de rampa. El área de base de cada pedestal de rampa es de 3 3/8 pies cuadrados (0.31 m²) y debe asegurarse que el pavimento sea adecuado para soportar

la misma carga que la proyectada para el puente. Normalmente se puede considerar que la carga no excederá 40 ton X 2.204 (88.160 lb) y que será distribuida uniformemente entre los cuatro pedestales. Los pedestales deben ser espaciados a lo largo del travesaño a cada lado de la línea central, como sigue: uno entre la rampa de botones y la rampa plana adyacente, otro al lado exterior de la rampa de botones.

El extremo inferior de la rampa puede ser soportado adecuadamente sobre una pieza de madera de 9 pulgadas X 3 pulgadas (0.23 m X 0.076 m) que cubra todo el ancho de la rampa, siempre que la carga máxima axial no exceda de 12 1/2 toneladas. Para cargas axiales mayores, se deben proveer tres piezas similares de madera bajo el extremo de la rampa, una al lado de la otra.

El extremo superior de la rampa se apoya sobre el último travesaño del puente, a un extremo del mismo; este travesaño se situará en los postes finales y al otro extremo en los asientos del último panel. La distancia de centro a centro entre los pedestales de rampa y las placas de asiento del puente tendrán, en consecuencia, una medida diferente en los dos extremos.

Cuando las placas de asiento del puente se colocan en excavaciones de manera que el piso del puente quede al mismo nivel del terreno, el puente puede terminarse con rampas a nivel de 10 pies. Para este caso debe construirse un muro a través de cada extremo del puente para llenar la doble función de servir de retención a la excavación y de servir de apoyo al extremo anterior de la rampa.

Para este propósito, el muro debe estar situado a no más de 6 pies 6 pulgadas (1.98 m) del último travesaño del puente. La rampa de 10 pies, cuando se soporta en esta forma, puede recibir una carga máxima axial de 20 ton x 2.204 (44.080 libras). Cuando la rampa tiene que acomodar cargas axiales simples mayores de 12 1/2 toneladas.

Ver figura No. 57 donde se aprecian las distancias para armar un acceso.

Ver figura No. 58, rampa de acceso al puente listo para empleo.

6.2. VIAS PARA PEATONES

a. Generalidades

El material Bailey permite además de la construcción de los puentes con vías para vehículos el montaje de vías peatonales anexas al puente principal; estas vías son muy útiles cuando el puente tiene gran tráfico.

Las vías para peatones en los puentes Bailey se montan normalmente al exterior de las vigas principales y por tal motivo están completamente separadas de la vía principal del puente; se pueden colocar a ambos lados del puente.

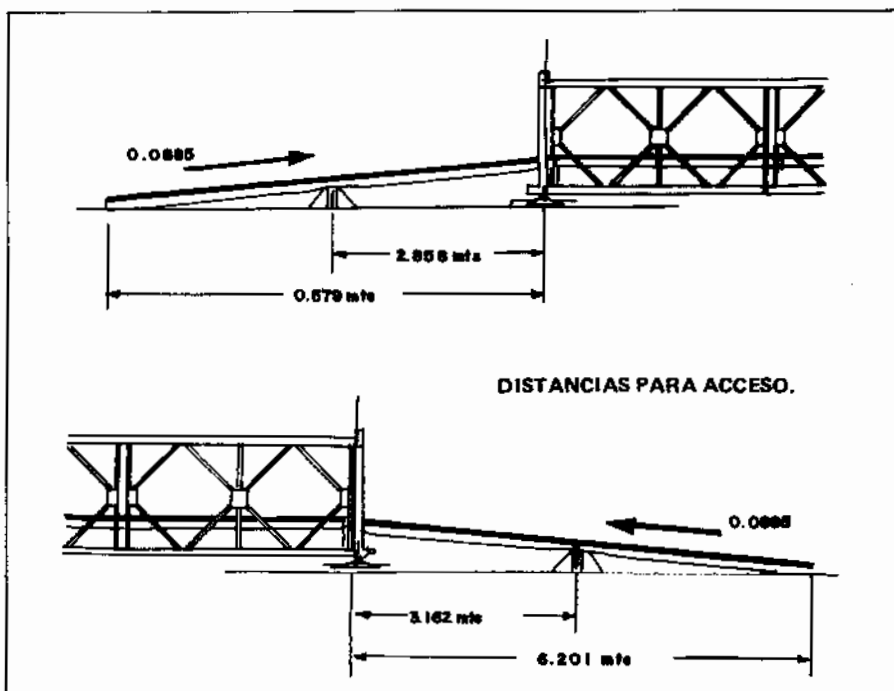


Figura No. 57.

Hay dos tipos de vías para peatones; una con tablero de acero y otra con tablero de madera. Las vías para peatones, ya sea de tablero de acero o de madera, existen en dos (2) anchos estándar, como sigue:

0.91 m (3 pies), 1.37 m (4 pies 6 pulgadas).

Se pueden construir anchos especiales para adaptarse a requerimientos especiales. Todas las vías para peatones están diseñadas para una carga de 100 libras por pie cuadrado (4.88 Kg/m^2).

b. Nomenclatura de elementos necesarios

- 1) Ménsulas de andén para peatones, figura No. 59, son vigas hechas de acero, sus laterales en forma de U; un extremo permite que sea acoplada al travesaño del puente por medio de orejas que se enganchan a otras orejas que lleva el travesaño para este fin, quedando voladizas y listas para acomodar el piso peatonal.
- 2) Pisos para peatones, en madera, figura No. 60. Estos son tableros de madera del mismo largo de un panel 3.05 m (10 pies) de tal forma que un solo tablero se necesita por tramo; el ancho puede variar de 0.91 m a 1.37 m.

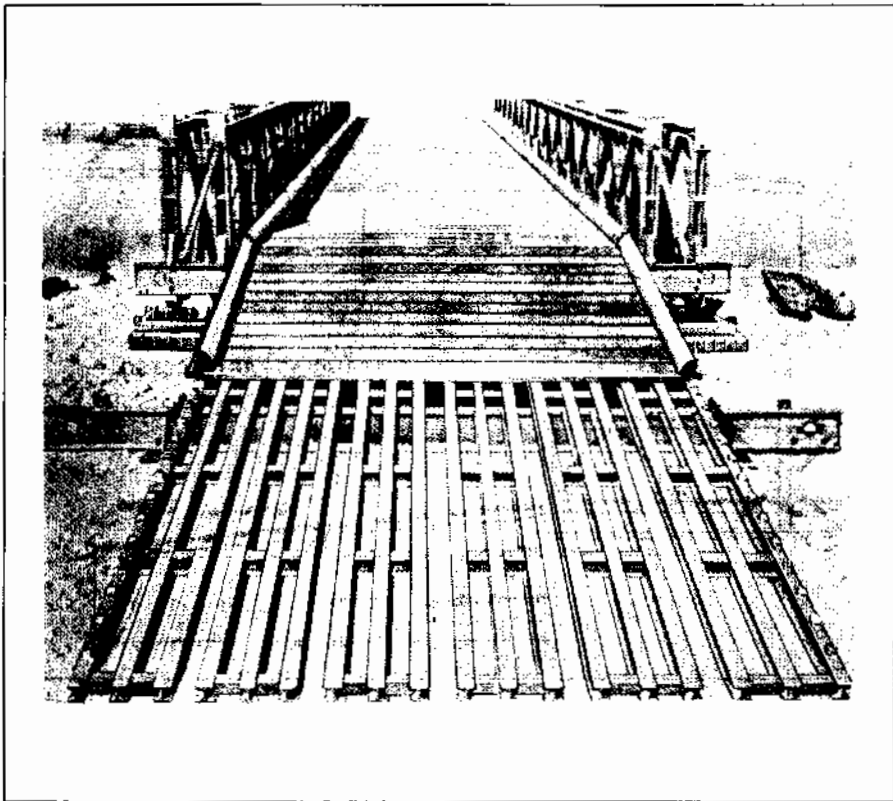


Figura No. 58.

3) Pasamanos. Son de diseño tubular en diámetro de 1.5 pulgadas y pueden ser colocados en ambos lados de cada vía de peatones y sus partes son: codo de 90°, T Larga y T corta, poste vertical, tubos superior e intermedio.

c. Método de montaje

- 1) Colocar las ménsulas de andén dos por tramo aseguradas a los travesaños.
- 2) Colocar los tubos verticales de los pasamanos en los orificios que para tal fin tienen las ménsulas.
- 3) Instalar los tableros de madera sujetándolos por platinas y tuercas a las ménsulas.
- 4) Terminar de colocar los pasamanos verificando que los acoples queden ajustados para evitar accidentes.

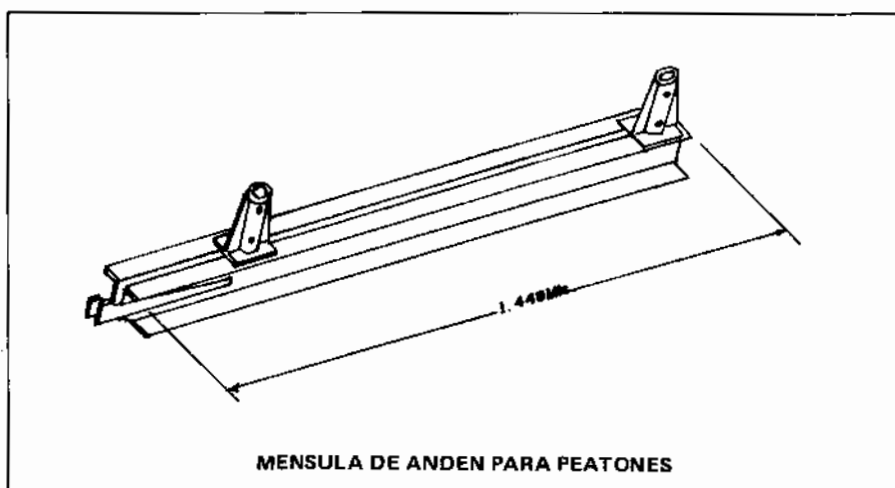


Figura No. 59.

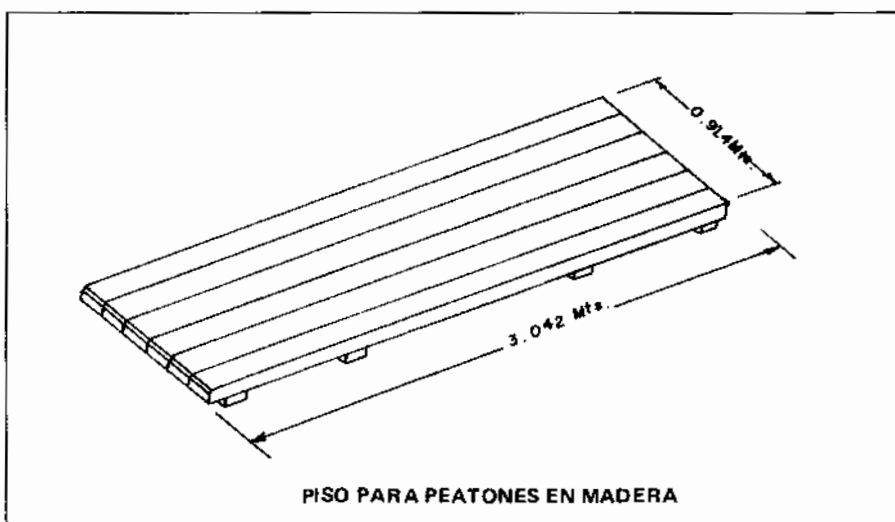


Figura No. 60.

CAPITULO VII

PUENTE BAILEY CON TABLERO DE ACERO O MK II

7.1. CARACTERISTICAS GENERALES

Los puentes Bailey con tablero de acero son una modificación hecha por Thos, Storey (Engineers) Ltda. fabricantes de equipos de puentes Bailey, con el propósito de proporcionar mayor resistencia y capacidad a los puentes, que el piso de madera no puede garantizar. Los travesaños del puente Bailey tienen ligeras modificaciones, se omiten los descansos para los largueros y se colocan topes de tipo ajustable cerca de cada extremo de las alas superiores. Estos sujetan fuertemente las unidades de tablero de acero, manteniéndose juntas.

Las diversas unidades de tablero de acero se acoplan a los travesaños por medio de una serie de monturas, equipadas con abrazaderas que aseguran que el tablero y los travesaños trabajen como una sola unidad. En virtud de estas abrazaderas los travesaños tienen la suficiente rigidez para permitirle soportar las pesadas cargas axiales. Normalmente los extremos de las unidades de tablero están provistas de dientes para proporcionar una mejor distribución de la carga sobre los travesaños.

El tablero proyectado ha sido diseñado para recibir una capa de asfalto o material similar para caminos. Para garantizar un drenaje adecuado esta capa debe tener 0.04 m (1 1/2 pulg) de espesor al centro del camino, rebajándola a 0.025 m (1 pulg) de espesor en cada lateral.

Los puentes Bailey así construidos forman una estructura permanente como cualquier otro tipo de puente de acero. El tablero de acero puede tenderse en tres formas, de acuerdo con el número de travesaños colocados en cada tramo del puente.

- 1) Cuando el puente va a soportar la carga máxima, éste debe ser construido con cuatro travesaños por tramo, esto es, uno en cada posición de asiento disponible de cada panel y uno en los postes finales de un extremo. A lo ancho de la vía las unidades de tablero terminan alternadamente sobre los dos travesaños colocados en los montantes

finales de cada tramo adyacente, quedando los extremos provistos de dientes. Si a un extremo del puente se presenta un solo travesaño debe ser sólidamente calzado en su parte media para soportar la carga pesada. Es recomendable que cuando se coloquen cuatro travesaños por tramo se instalen travesaños en los postes finales de cada extremo del puente.

- 2) Cuando las cargas axiales están limitadas a un máximo de 12 1/2 toneladas (27.550 lb), los puentes se construyen con tres travesaños uno en cada montante final del panel, uno en el montante central. Además uno en los postes finales de un extremo.
- 3) En ciertas instalaciones semipermanentes, donde solo se van a presentar cargas livianas y no se considera necesario ensamblar las unidades los puentes pueden montarse con solo dos travesaños por tramo, uno en el montante extremo y uno en el montante central de cada panel.

7.2. ELEMENTOS ADICIONALES

Esta modalidad de puente tiene elementos que difieren de los convencionales con el propósito de facilitar el ensamble del piso metálico.

a. Travesaño para piso metálico (figura No. 61)

Este reemplaza al que se emplea para piso de madera; en líneas generales son similares pero se le han omitido las grapas para largueros lisos o de botón y se han colocado abrazaderas ajustables con tornillos.

b. Monturas

En razón a que todos los travesaños existentes para piso de madera también se han acondicionado para piso metálico existen 2 juegos de monturas disponibles así:

Un juego numerado del 1 al 5 está diseñado para travesaños estándar ensanchados o M-2 y extra-anchos o M-3.

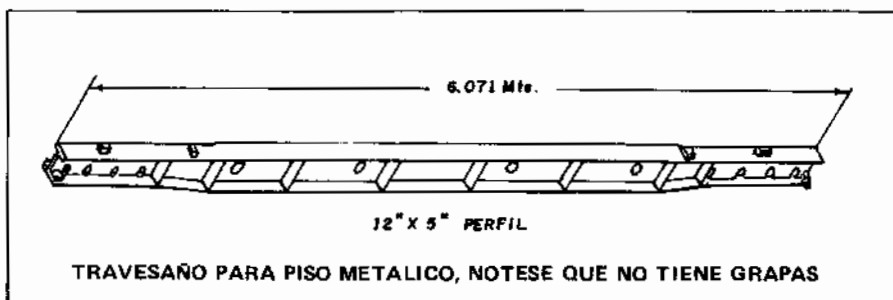


Figura No. 61.

El otro juego numerado del 6 al 10 está diseñado para fijarse en el travesaño estándar o M-1.

La cantidad de montantes requeridos por tramo se especifica a continuación.

	Estándar o M-1	Ensanchado o M-2 Extra-ancho o M-3
– Al extremo del puente cuando van dos travesaños incluyendo el del poste final	9	4
– Para un extremo de puente con un solo travesaño	10	5
– Para travesaños colocados en el montante central de cada panel	6	1
– Para cada travesaño que va en la unión de los paneles	7	2

En términos generales las monturas son soportes que colocados sobre los travesaños sirven de unión y ajuste del piso con los travesaños.

La ubicación de las monturas es la siguiente:

Monturas No. 1 y No. 6 van ubicadas sobre los 2 travesaños que se colocan a lado y lado del montante central de los paneles cuando se requiere que lleve a ambos lados; la No. 1 en los extremos y la No. 6 en el centro (ver figura No. 62).

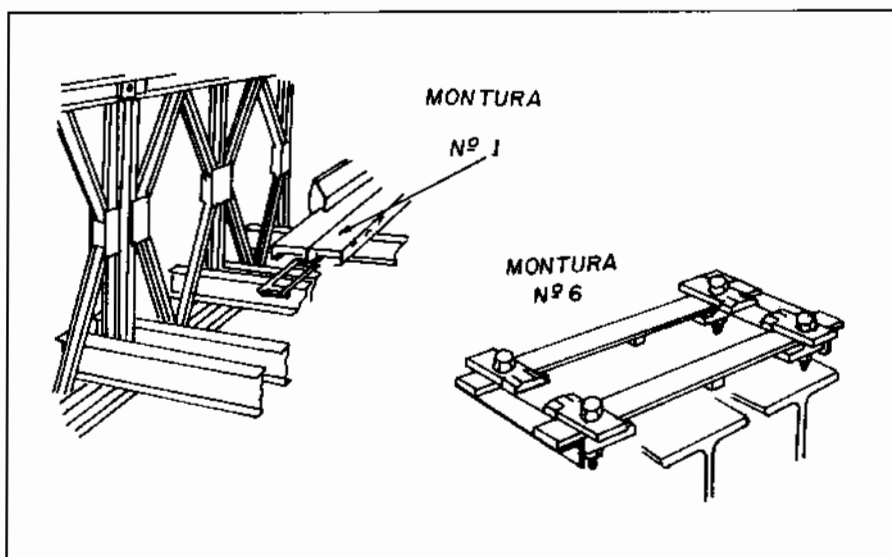


Figura No. 62.

Monturas No. 2 y No. 7 van ubicadas sobre los travesaños que se juntan en la unión de paneles cuando el diseño así lo requiere, la No. 2 colocada en los extremos del travesaño y la No. 7 al centro (ver figura No. 63).

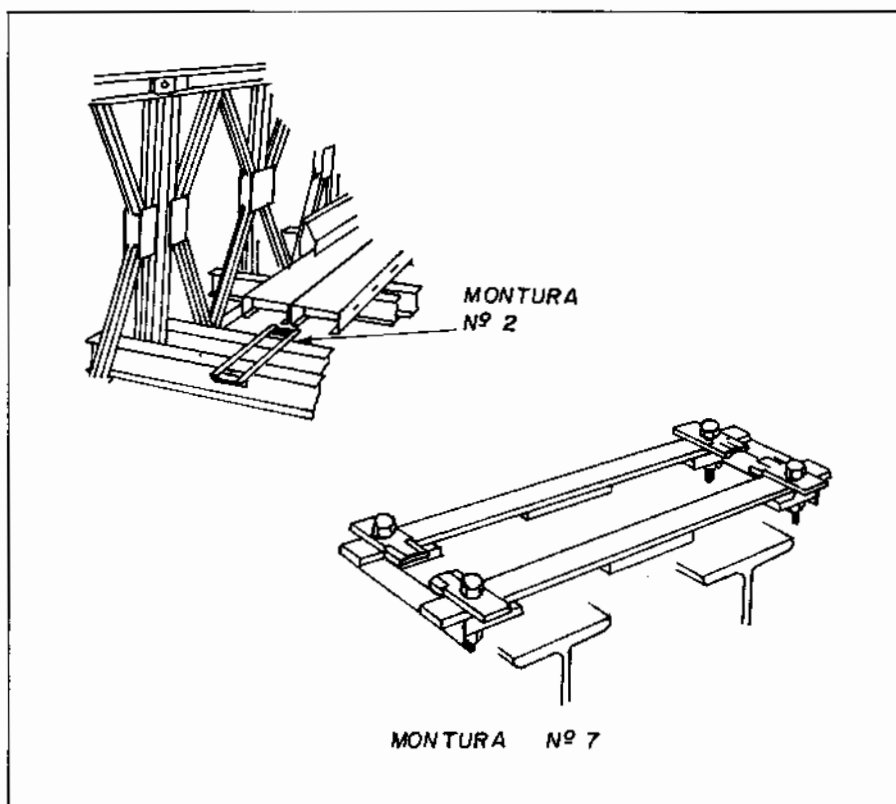


Figura No. 63.

Monturas No. 3 y No. 8 se emplean cuando se calculan 2 travesaños por tramo y por tal motivo no quedan éstos en ningún momento juntos excepto al final; la No. 3 va ensamblada en los extremos del travesaño y la No. 8 al centro (ver figura No. 64).

Monturas No. 4 y No. 9 se emplean en los extremos del puente cuando lleva 2 travesaños incluyendo el del poste final; también sirven como tope de asfalto; la No. 4 se emplea en los extremos del travesaño y la No. 9 en el centro (ver figura No. 65).

Monturas No. 5 y No. 10 se emplean en los extremos del puente; cuando va un solo panel al final, se monta la No. 5 en los extremos del panel y la No. 10 en el centro (ver figura No. 66).

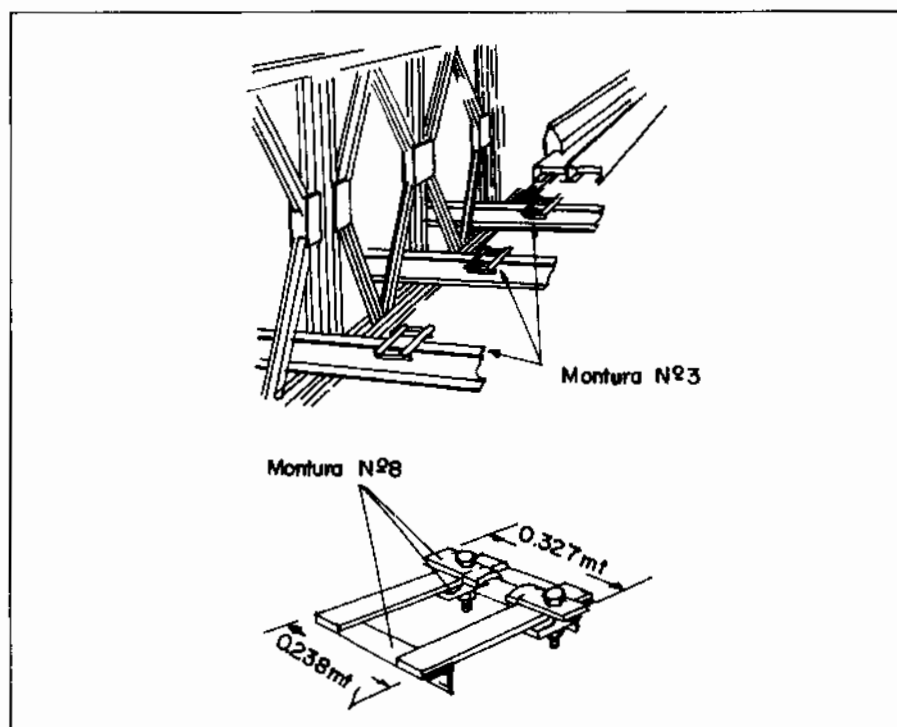


Figura No. 64.

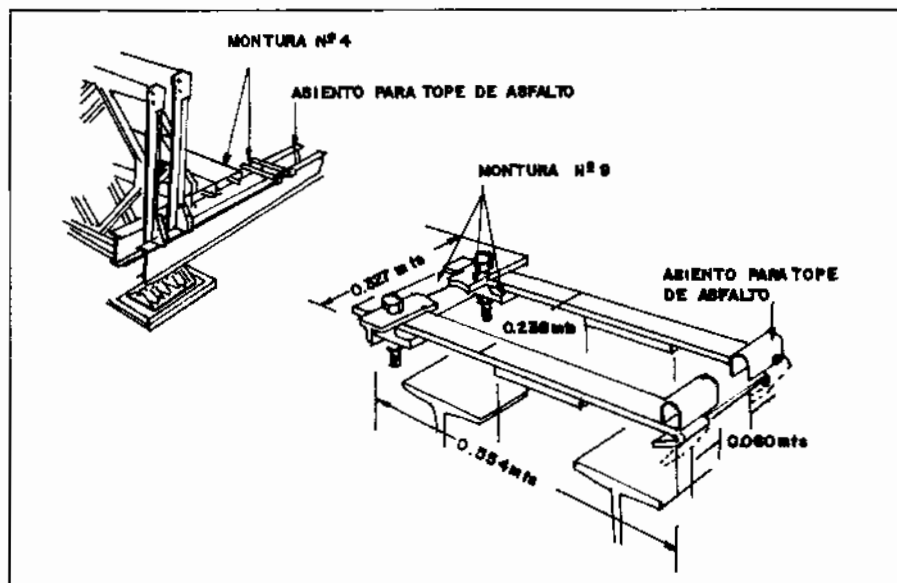


Figura No. 65.

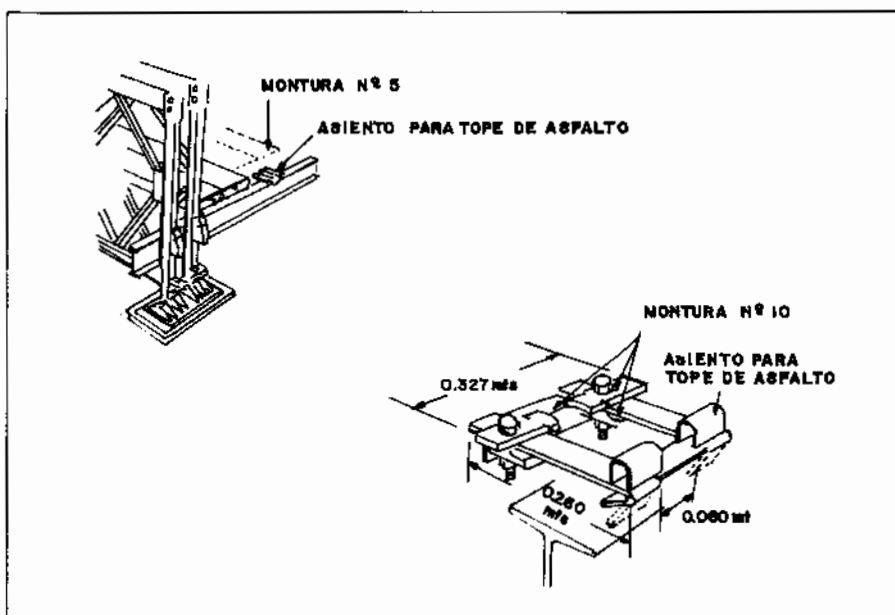


Figura No. 66.

c. Unidades de tablero

Con el propósito de facilitar el ensamble en los travesaños, que no están a distancias constantes por los diferentes cálculos, según la necesidad del puente vienen las unidades de tablero construidas a longitudes acordes, así:

- Unidad de tablero de 3.05 m (10 pies) se emplea en todo el tablero del puente, excepto cuando se presenta alguna de las siguientes unidades.
- Unidad de tablero de 3.35 m (11 pies) se emplea solamente en el primer tramo del puente alternando a lo ancho con las unidades de 3.05 m de modo que todas las uniones internas estén endentadas.
- Unidad de tablero de 2.75 m (9 pies) se emplea en el último tramo del puente para compensar las unidades 11 pies usadas en el primer tramo (ver modelo de tablero en figura No. 67).

d. Guardabanda

Es normalmente de 3.05 m (10 pies) de largo y similar al tablero de 10 pies pero tiene soldado un borde de plancha.

Hay emparrillados de piso corrugado que traen soldada la banda; se necesita una unidad por tramo, éstas poseen muescas macho y hembra para sujeción.

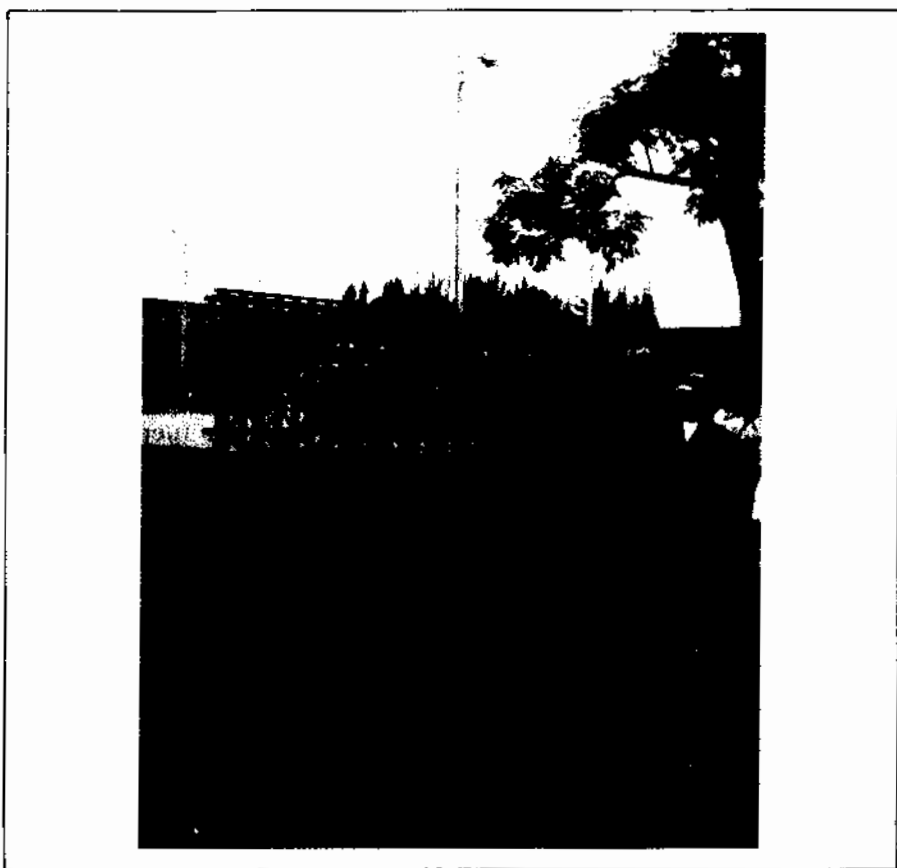


Figura No. 67.

Nota: En el caso especial en que el piso se extiende sobre el travesaño en los postes finales de ambos extremos, no se emplean unidades de 2.75 m (9 pies) siendo reemplazadas por unidades de 3.35 m (11 pies) en el último tramo. Las unidades de guardafado macho y hembra en este último tramo también tienen que ser de 3.35 m (11 pies) para este caso y se necesitan 2 unidades de guardabanda: unidad macho de 11 pies y unidad hembra de 11 pies.

7.3. MONTAJE DEL TABLERO DE ACERO

El método de montaje del tablero de acero es el mismo ya se trate de puente estándar o M-1, estándar ensanchado o M-2 o extra-ancho o M-3.

- 1) Aflojar todas las abrazaderas de montura ajustables sobre los travesaños para dar el máximo espacio para el montaje de las unidades de tablero.

- 2) Sacar las abrazaderas de las monturas y colocarlas aproximadamente en sus diferentes ubicaciones en los travesaños.
- 3) Colocar el primer tramo del tablero de acero asegurándolo, conforme cada unidad es colocada, de modo que las monturas estén correctamente ubicadas.
- 4) Empernar las abrazaderas ajustables sobre los travesaños, una cantidad igual a cada lado, para asegurar que el tablero quede centrado sobre el puente.
- 5) Abrir nuevamente todas las abrazaderas ajustables excepto aquellas sobre el travesaño más cercano al extremo del puente y las dos unidades de tablero más cerca del centro.
- 6) Asegurándose que todas las monturas estén situadas aproximadamente sobre los travesaños del siguiente tramo, comenzar a colocar las unidades de tablero, trabajando del centro hacia fuera igualmente en ambos lados. Conforme se agrega una nueva unidad se acercan las unidades del tramo anterior, para dejar suficiente espacio de trabajo para la colocación de la siguiente unidad.
- 7) Cuando se completa el tramo 2, se cierran todas las abrazaderas ajustables sobre los travesaños en los tramos 1 y 2 para centrar el tablero. En el tramo 1 estas abrazaderas pueden ser ahora finalmente ajustadas.
- 8) Soltar todas las abrazaderas en el tramo 2 y abrir las unidades como se describe en el párrafo 6.
- 9) Repetir lo anterior hasta que todo el tablero del puente esté tendido.
- 10) Las abrazaderas de las monturas se ensamblan y ajustan mejor tramo por tramo desde la parte inferior conforme cada tramo llega a los rodillos de lanzamiento. Normalmente, en esta posición se alcanza la mayor altura vertical para trabajar debajo del tablero del puente.
- 11) En cada extremo del puente, ensamblar los topes para asfalto con pernos de guardalado No. 2.
- 12) El piso se puede asfaltar para darle duración y estética; para solucionar problemas de drenaje, la capa de asfalto del centro debe ser más gruesa que la de los extremos laterales. La entrada y salida del puente posee topes de asfalto.

CAPITULO VIII

PUNTES DE VARIAS LUCES CON MATERIAL BAILEY

8.1. GENERALIDADES

Los puentes convencionales y de necesidad más común son de una sola luz o de dos estribos básicamente, pero para circunstancias especiales a costos más elevados se diseñan puentes con estribos intermedios en material Bailey o en concreto convirtiendo este tipo de puentes de dos o más luces.

Cuando las diversas luces son de igual longitud, los momentos de flexión que se presentan son menores que lo que serían si todos los tramos fueran simplemente apoyados por dos estribos. Esto algunas veces puede representar un considerable ahorro en el número de paneles y cordones de refuerzo requeridos.

Asimismo, el espaciamiento de los varios apoyos a lo largo del puente no tiene que realizarse con demasiada exactitud.

El puente en sí se construye íntegramente con los componentes normales del puente Bailey, los únicos componentes adicionales requeridos son las vigas de distribución y las placas de unión de viga de cumbrera. Estos componentes se describen posteriormente.

Sin embargo, debe tenerse especial cuidado de que todos los estribos sean construidos exactamente a la altura adecuada y que los cimientos de estos estribos sean proyectados para resistir las cargas máximas posibles, sin lugar a que se hundan.

Cuando las dos condiciones anteriores no puedan garantizarse, se debe evitar la construcción de un puente de viga continua. El hundimiento de un estribo es el peligro inherente en todas las estructuras de vigas continuas, ya que a menudo causa sobre-esfuerzo en alguna parte de la estructura.

8.2. DESCRIPCION DE COMPONENTES ESPECIALES

a. Viga de distribución (figura No. 68)

Es un componente de acero de alta resistencia, que tiene en el centro del ala inferior un apoyo cóncavo circular con el que ensambla en el apoyo de cojinete o en el cojinete superior de cumbrera. En platinas soldadas a cada extremo de la viga tienen dos huecos para espiga y dos huecos para pernos.

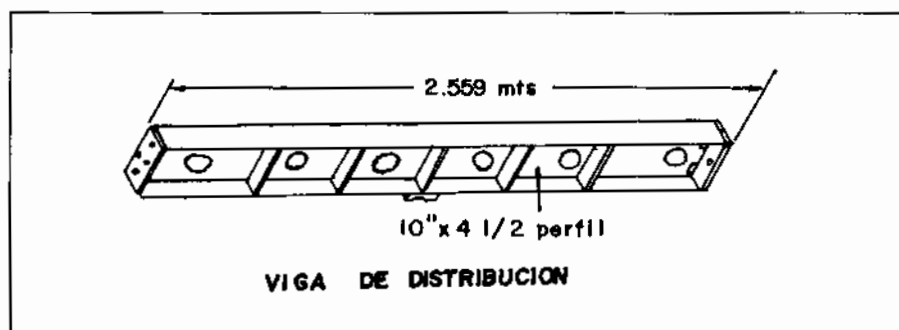


Figura No. 68.

b. Placa de unión de vigas de cumbrera (figura 69)

Existen de dos tamaños, siendo estos dos componentes básicamente similares, fabricados con un perfil como elemento de rigidez y teniendo un cierto número de huecos y pernos por medio de los cuales son colocados y empernados a través de los extremos de las vigas de distribución. Se coloca por medio de pernos de arriostamiento normales, de los cuales se necesitan dos por cada placa.

La placa más grande tiene cuatro juegos de botones a distancia de 0.22 m entre centros. Se utiliza para separar las tres vigas de distribución requeridas para soportar puentes de tres paneles estándar o M-1 y estándar ensanchados o M-2 y las cuatro vigas de distribución en puentes de cuatro paneles.

La placa más pequeña tiene tres juegos de botones a distancia de 0.22 m y 0.24 m entre centros y es usada para separar tres vigas en puentes extra-anchos o M-3.

c. Postes intermedios (figura No. 70)

Son armazones de acero de alta resistencia e igual que los finales están contruidos macho y hembra.

El macho tiene un par de muñones y el hembra un par de orejas por medio de las cuales pueden ser ensamblados a los paneles Bailey. Nor-

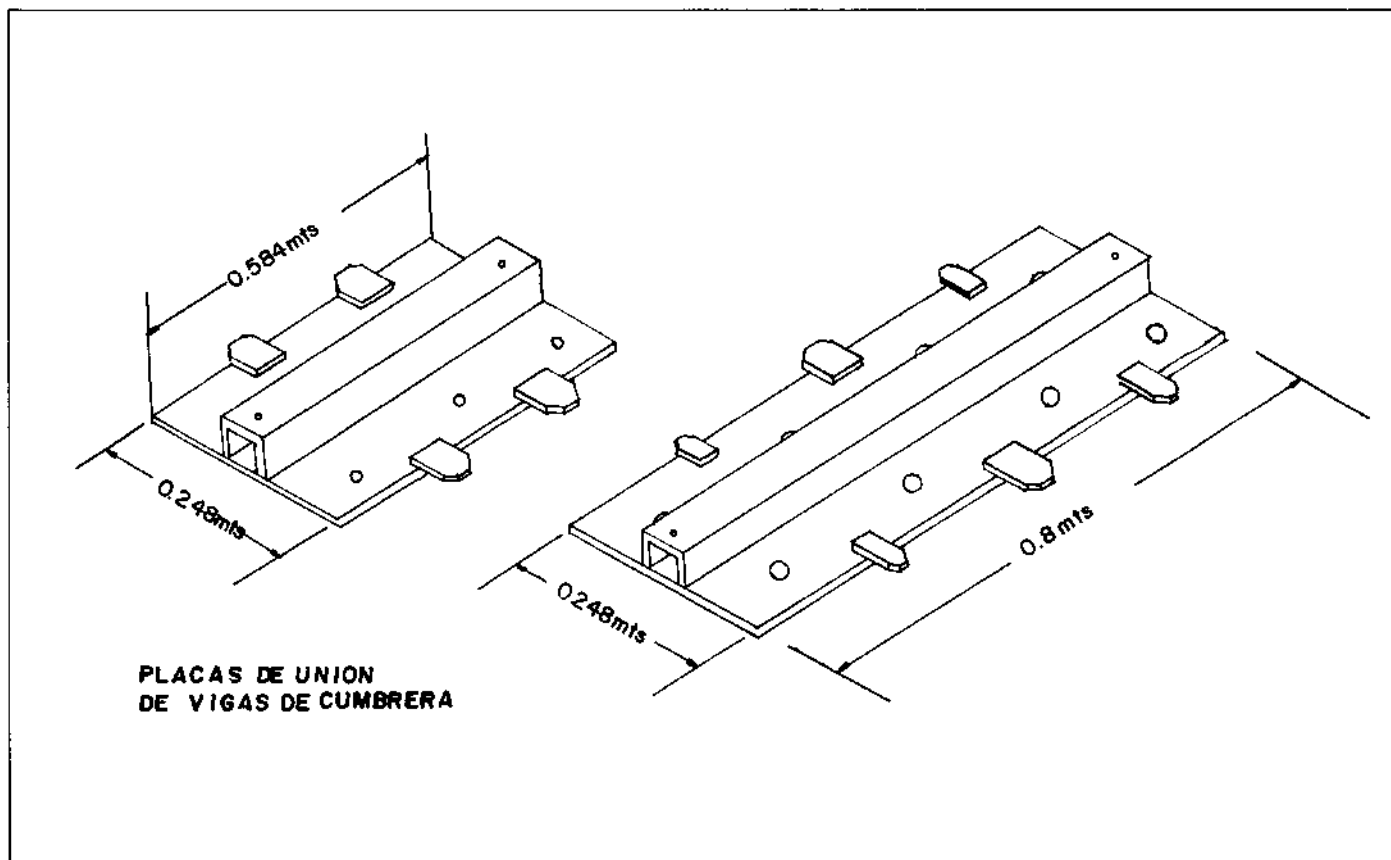


Figura No. 69.

malmente, un poste macho y hembra se pueden unir por sus orejas superiores colocando entre ellos un eslabón de nariz de lanzamiento; este método de articulación se emplea para inmovilizar la estructura durante la operación de lanzamiento.

Cada poste intermedio tiene también una base espigada para soportar el travesaño extremo del tramo.

En la parte inferior tiene a su vez un tercer hueco para pasador a la mitad de su longitud, con un anclaje en su cara inferior; el eslabón de unión es ensamblado dentro de estos anclajes.

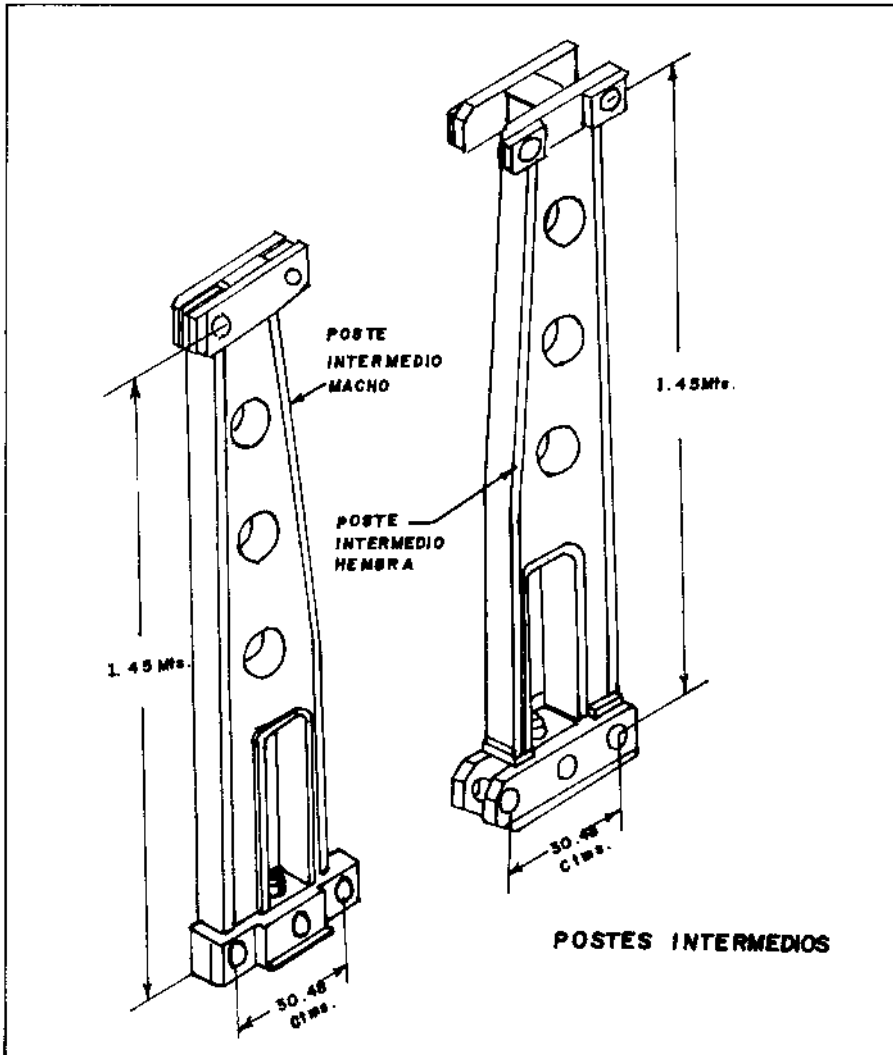


Figura No. 70.

d. Eslabones de unión (figura No. 71)

Estos son unas armazones de acero de forma triangular que tienen dos muñones en su parte superior, por medio de las cuales se unen las partes inferiores de dos postes intermedios. Están diseñados para recibir postes machos y hembras.

Su función primordial es formar las articulaciones, por medio de las cuales las cargas son transferidas de los postes intermedios y que sirven de unión a los apoyos del puente. Tienen en su parte inferior, por lo tanto, un apoyo circular ahuecado para cargas menores y macizo para cargas mayores. Este apoyo circular se sitúa en los apoyos cóncavos semicirculares del cojinete superior de cumbrera (ver capítulo de pilares y cumbreras).

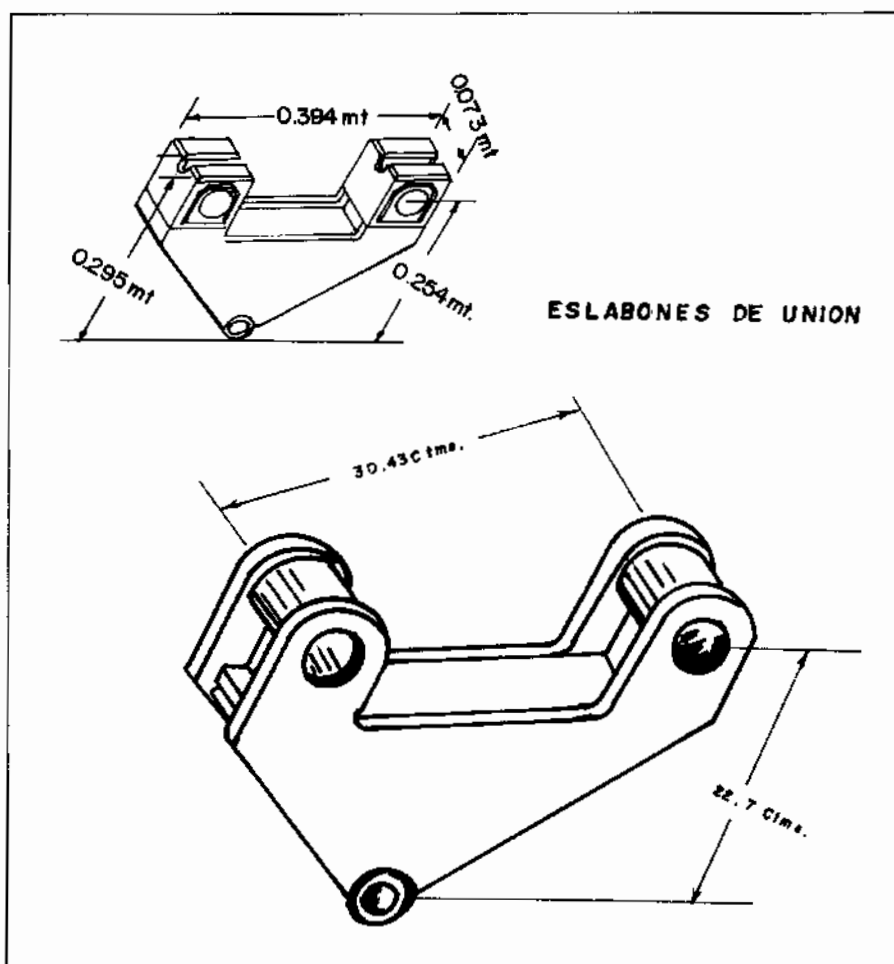


Figura No. 71.

e. Tableros de unión (figura No. 72)

Son vigas metálicas con tramos de madera acoplados y son empleados en el piso del puente exactamente donde se forma una luz producto de la unión de paneles con postes intermedios perdiendo la continuidad el tendido de piso. Existen dos tamaños, uno de 1.21 m usado en los puentes estándar o M-1 y estándar ensanchado o M-2 y el otro de 2.27 m usado en los puentes Bailey extra-anchos o M-3.

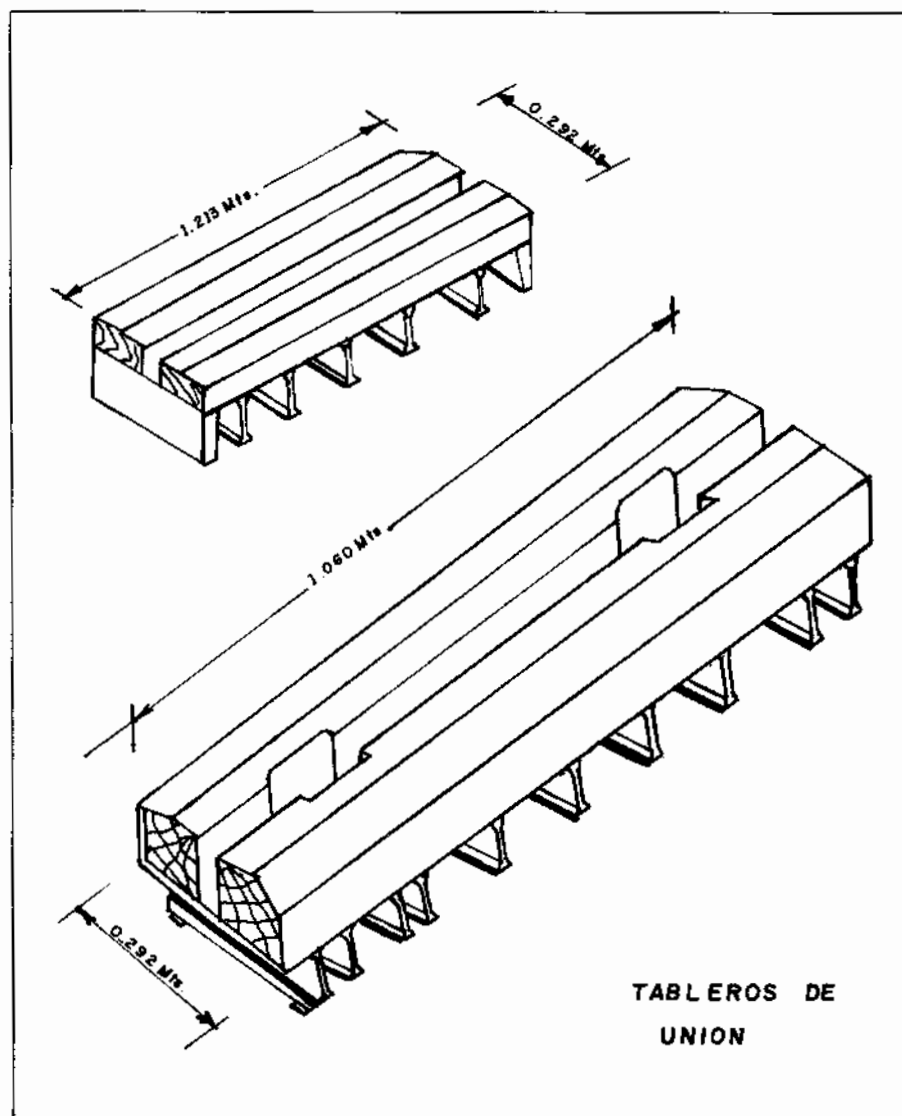


Figura No. 72.

f. Cordón de refuerzo (figura No. 73)

Su dimensión es de 0.61 m (2 pies) y se emplea en los tramos que tienen cordón de refuerzo y por la unión de tramos con postes intermedios producen una separación de 0.61 m. Se une provisionalmente con pasadores dentro de esta separación de los cordones inferiores a fin de lograr una carga continua inferior sobre los rodillos durante el lanzamiento y debe ser sacado antes que los accesorios de unión sean colocados.

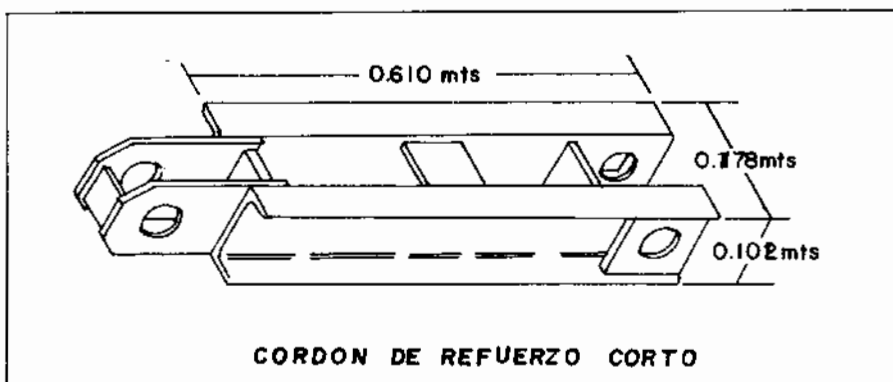


Figura No. 73.

8.3. METODO DE MONTAJE

El material Bailey facilita el montaje de puentes con varias luces inclusive con cambio de pendiente; es importante tener en cuenta para el diseño de los estribos intermedios que sean de resistencia suficiente para soportar el puente y las necesidades de tráfico; la condición ideal se materializa cuando todos los estribos están a igual distancia y exactamente al mismo nivel. Se presentan básicamente 3 casos en el lanzamiento de puentes con varios estribos.

a. Puente de vigas continuas

Este es básicamente un puente compuesto por paneles unidos con pasadores de panel y que tiene uno o varios puntos de apoyo; como características ventajosas tiene: Si las luces son iguales los momentos de flexión se minimizan presentando ahorro de paneles y cordones de refuerzo; no emplea postes intermedios.

b. Puente de tramos articulados

Se denomina así porque es el puente continuo pero en los diferentes estribos se hace articulado, aunque el piso de rodadura es continuo. La articulación se presenta en las vigas laterales del puente de tal manera

que una carga que se desplace por éste es asumida independientemente por cada luz brindando mayor resistencia a la estructura.

El montaje y lanzamiento del puente es similar a todos los procedimientos vistos anteriormente; como aspecto novedoso se acoplan los postes intermedios en el tramo que se haya establecido por corresponder a la distancia de cada uno de los estribos intermedios. El método normal de montaje se ejecuta por lanzamiento de los tramos hacia adelante sobre los rodillos, los diferentes elementos descritos anteriormente para la unión de tramos articulados permiten que estas uniones flexibles permanezcan fijas durante esta operación.

La parte inferior de los postes intermedios a diferencia de los postes finales permite que se deslicen sobre rodillos, hasta llegar al lugar de instalación (ver figura No. 74, forma como se desliza sobre rodillos un poste intermedio).

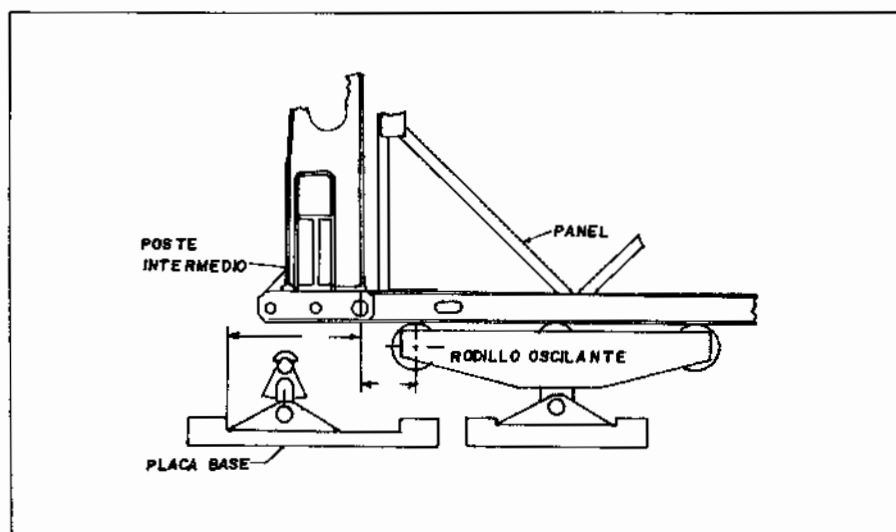


Figura No. 74.

Los diferentes elementos de las uniones de puentes son colocados en la junta de paneles, por tal motivo la posición de los estribos debe coincidir en longitud desde la orilla de lanzamiento con un múltiplo de 3.05 m que es la dimensión de un panel.

Cuando los estribos son levantados con material Bailey puede ejecutarse un ajuste entre la viga de cumbrera y el cojinete superior de cumbrera, pero debe procurarse que el centro del estribo coincida con la unión de tramo entre paneles para conseguir distribución de esfuerzos en la estructura del estribo (ver figura No. 75).

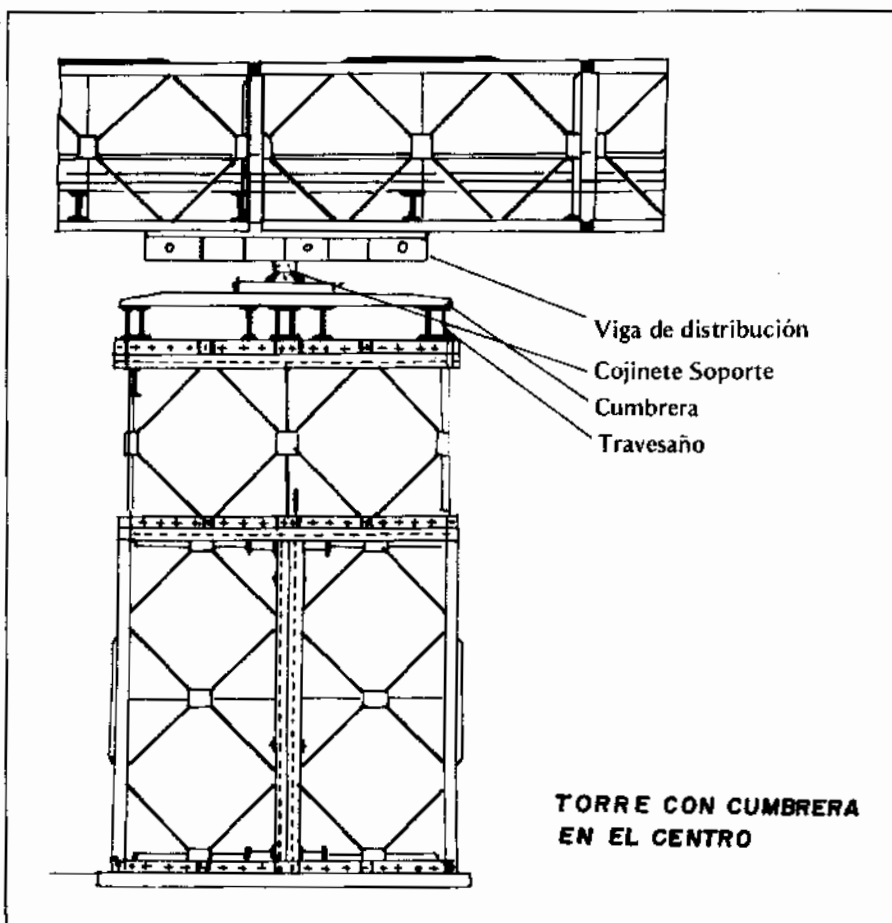


Figura No. 75.

c. Reemplazar por material Bailey parte de un puente continuo deteriorado

Este fenómeno se presenta cuando la estructura de un puente se ha dañado pero sus estribos finales e intermedios están en buen estado y pueden soportar material Bailey sin perder capacidad, o también alguna luz del puente queda en condiciones de servicio.

Es conveniente tratar de acondicionar las orillas al mismo nivel o a una pendiente manejable que no pase del 5%; para el lanzamiento se debe escoger la orilla más apropiada, inclusive puede aprovecharse la parte del puente que ha quedado en pie, como ayuda si el ancho y las condiciones favorecen; esto lo determina el ingeniero que está haciendo el replanteo.

Si las condiciones lo determinan se debe emplear un puente articulado siempre tratando de aprovechar las estructuras que están en buen estado.

En las figuras 76 y 77 se aprecia la forma como se instalan los postes intermedios en estribos de varias luces, utilizando placa base; para este proceso no se utiliza viga de cumbrera por no tener este estribo terminación con material Bailey, nótese que se inicia con la colocación de gatos e instalación de postes intermedios sobre la viga de distribución.

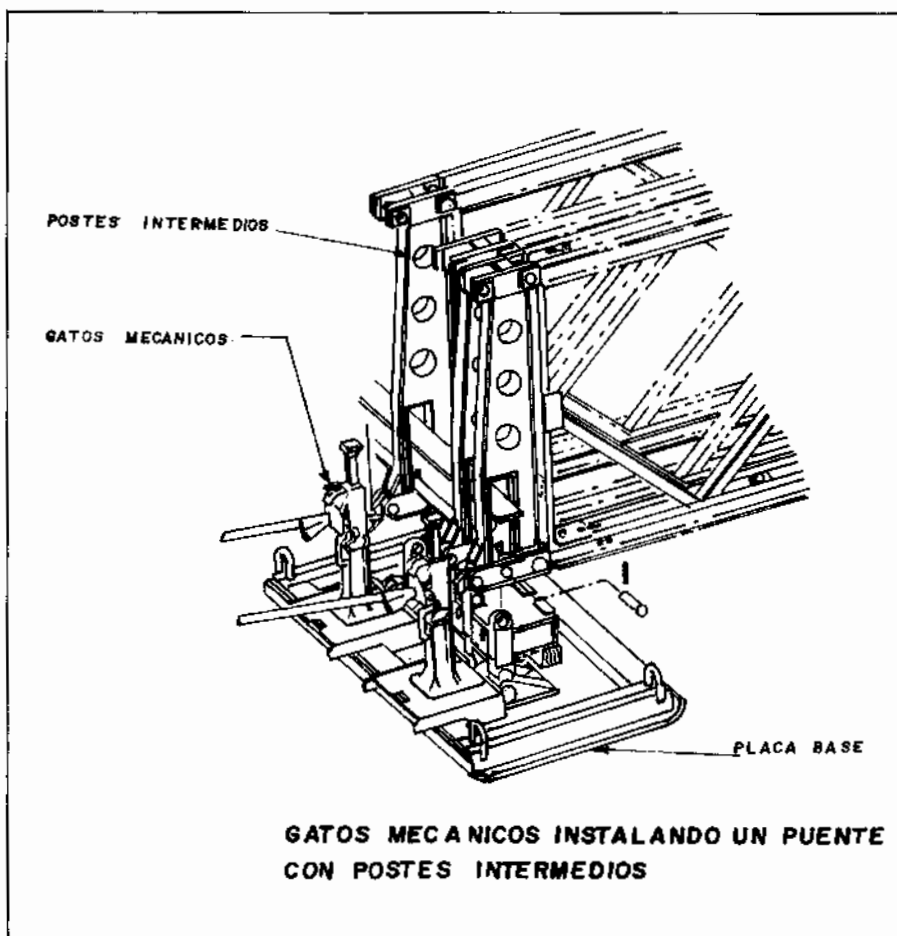


Figura No. 76.

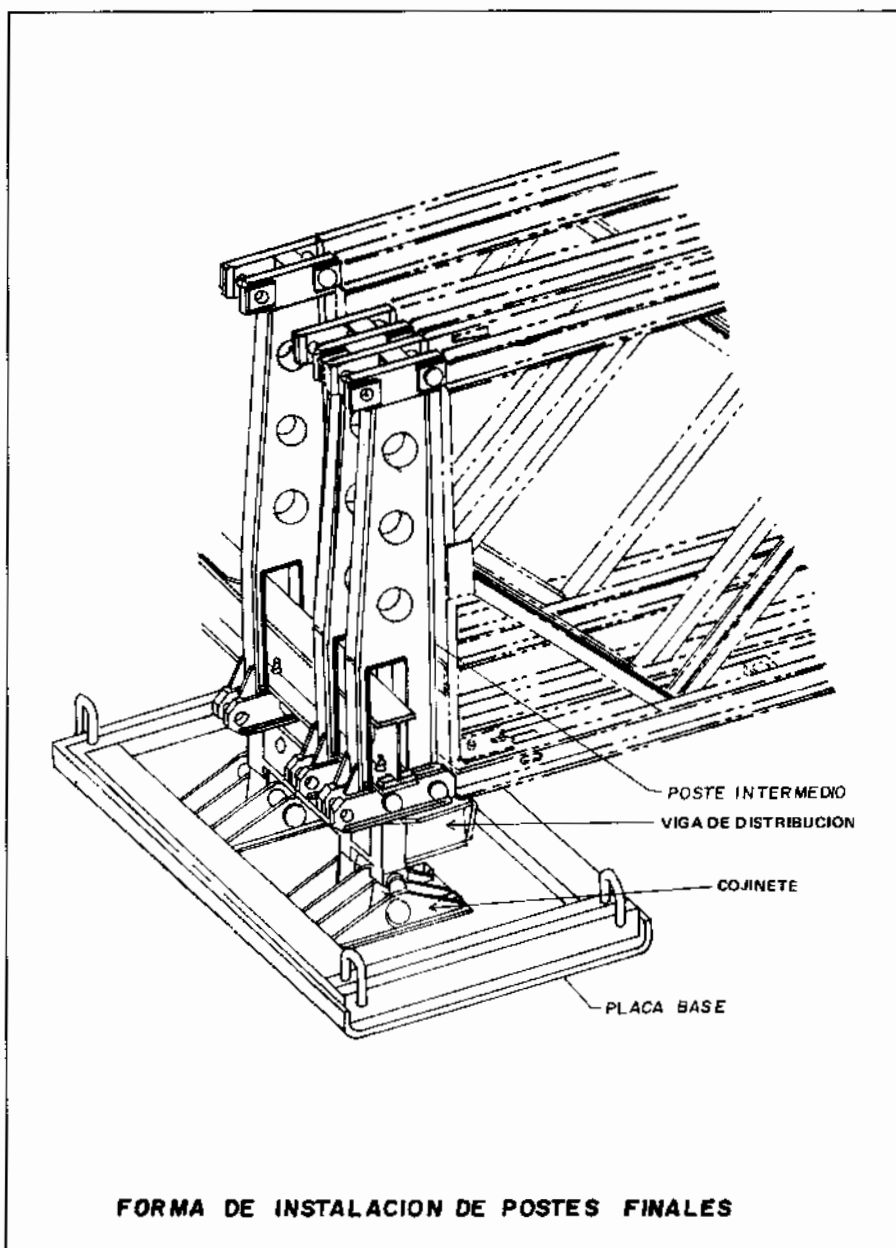


Figura No. 77.

CAPITULO IX

TORRES, PILARES Y CUMBRERAS

9.1. GENERALIDADES

Dentro de la versatilidad para el montaje que tiene el material Bailey se encuentra la construcción de torres, pilares y cumbreras útiles para la formación de estribos en puentes de varias luces o para mejorar orillas que estén irregulares, también como elementos auxiliares para la construcción de otros puentes inclusive con material Bailey.

Ver figura No. 78, un puente de varias luces soportado por estribos contruidos en concreto; pilares, cumbreras con material Bailey.

La construcción de pilares o torres con piezas Bailey es, por lo tanto, una operación básicamente similar a la construcción de puentes, con la diferencia que el proceso de la construcción es vertical y no horizontal.

Los paneles son arriostrados de la manera normal con travesaños, puntales, marcos de refuerzo y varillas tensoras. Los diferentes paneles por lo tanto ocupan las mismas posiciones como en construcción normal de puentes, sean estándar (M-1), ensanchados (M-2) o extra-anchos (M-3) de acuerdo con el tipo de travesaño que se use.

Tales pilares se construyen normalmente con un doble panel a cada lado y son denominados *doble simple vertical*, *doble doble vertical*, etc; son suficientemente fuertes para soportar las cargas de todos los puentes Bailey, sean de paneles simples, dobles o triples. Pilares de puentes triples pueden ser contruidos para soportar cargas muy pesadas.

En ciertos casos, pilares que no excedan el alto de un panel y soportando cargas ligeras pueden construirse con un panel simple a cada lado.

Pequeños aumentos de altura pueden ser logrados incluyendo *medio panel* en la parte inferior del pilar. Como su nombre lo implica este medio panel tiene 5 pies de longitud (1.52 m) en vez de 10 pies, pero tiene las mismas facilidades para acoplar travesaños, puntales, marcos de refuerzo y varillas tensoras y para unirse a otros paneles usando pernos de cordón.

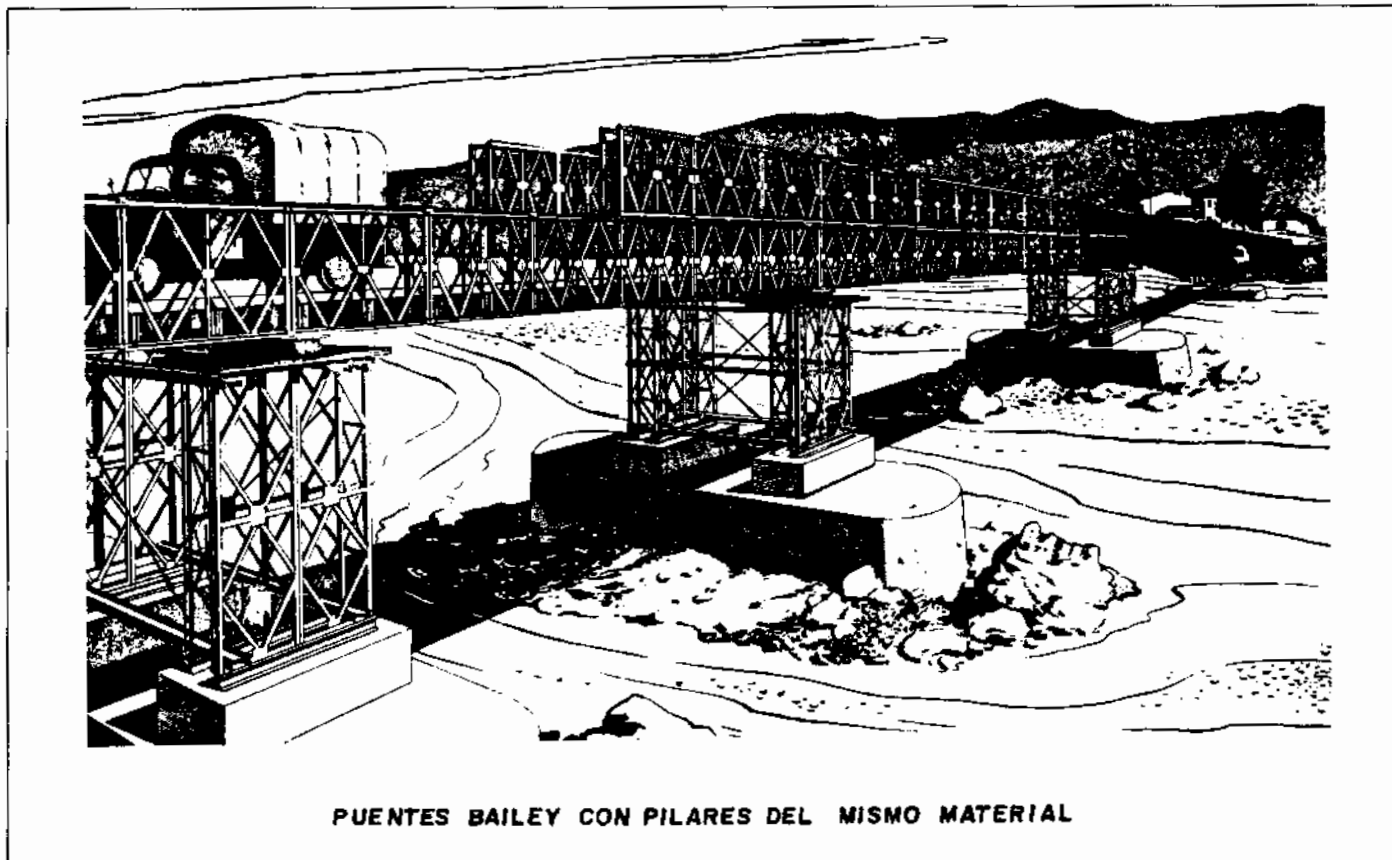


Figura No. 78.

9.2. ELEMENTOS ADICIONALES

a. Zapata de pila sencilla (figura No. 79)

Consta de dos platinas, una de base y otra en posición vertical con 2 orejas por medio de las cuales se acopla el panel Bailey con pasador de panel; la platina que sirve de base tiene huecos para colocar pernos de cimentación.

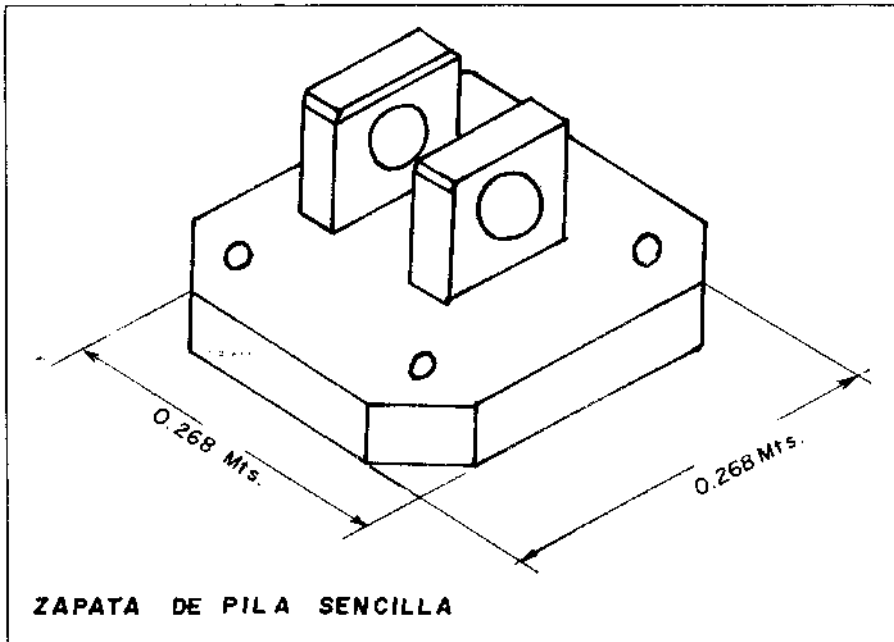


Figura No. 79.

b. Zapata de pila doble (figura No. 80)

Es básicamente similar a la zapata de pila sencilla y se usa cuando dos paneles se unen por medio de pernos, teniendo dos huecos de pasadores de panel para el acoplamiento de los cordones. Así mismo la platina de base tiene huecos para los pernos de la cimentación.

En esta misma figura se aprecia una de las formas como se acopla al panel.

c. La viga de cumbrera de 5 pies (figura No. 81)

Está hecha de acero de alta resistencia; en el ala inferior están soldados dos muñones ahuecados por medio de los cuales es empernada al panel Bailey. Platinas ahuecadas son soldadas a placas de unión de viga de cumbrera; enlazan las vigas de cumbrera continuas en una torre ancha; las placas extremas permiten que sean empernadas extremo a extremo con pernos de arriostamiento.

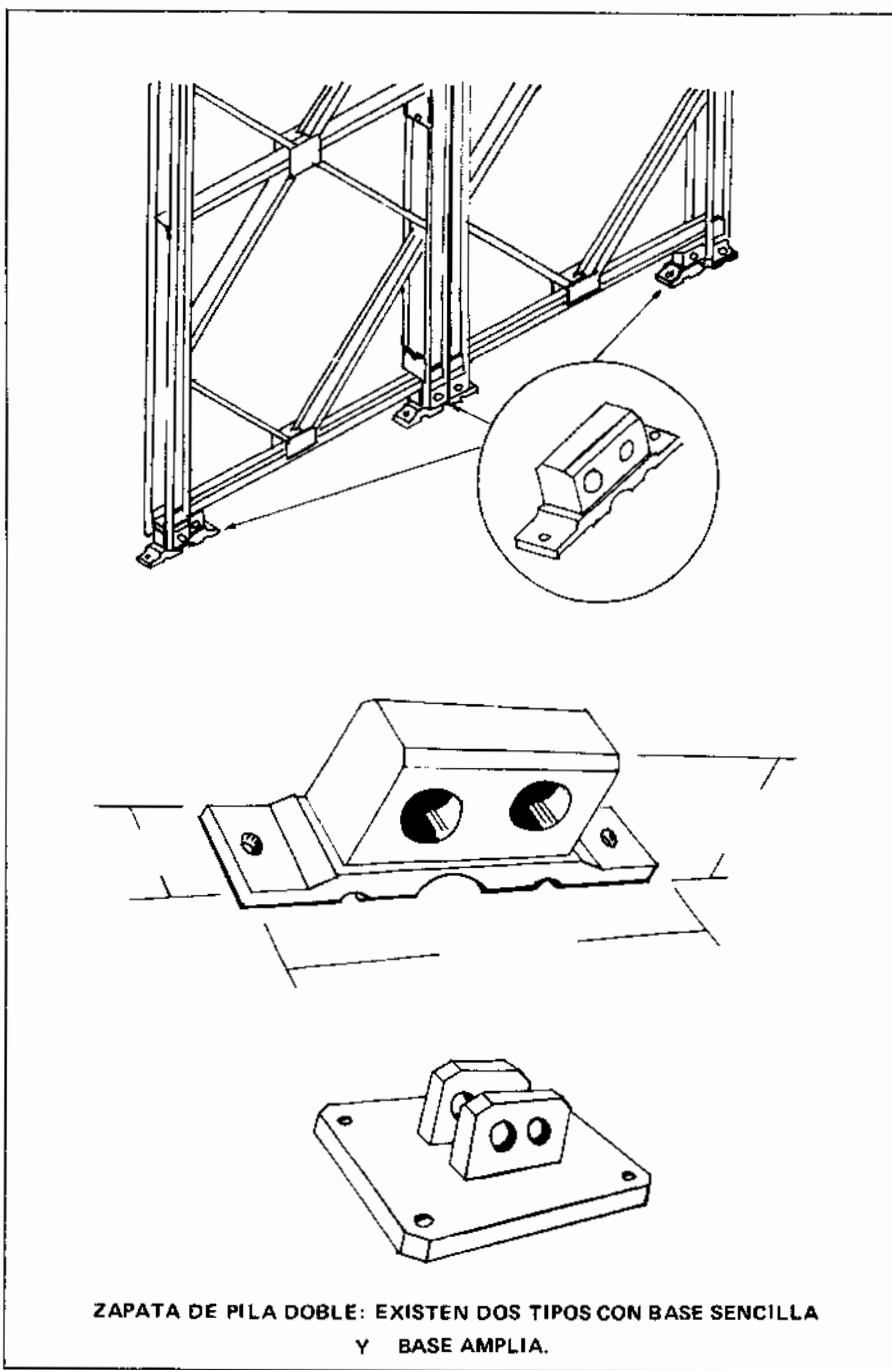


Figura No. 80.

d. La viga de cumbrera de 10 pies (figura No. 81)

Es similar a la de 5 pies, pero además de los muñones ahuecados en cada extremo de su ala inferior, tiene adicionalmente en el centro un muñón macho alargado que dispone de dos agujeros para pasador de panel. Este puede, por lo tanto, unirse con pasadores a través de los topes de dos paneles.

Tiene también las mismas placas extremas para acoplar placas de unión de vigas de cumbrera. Cuando los pilares Bailey están siendo usados como estribos intermedios bajo puentes Bailey continuos se necesita un componente adicional (cojinete superior de cumbrera).

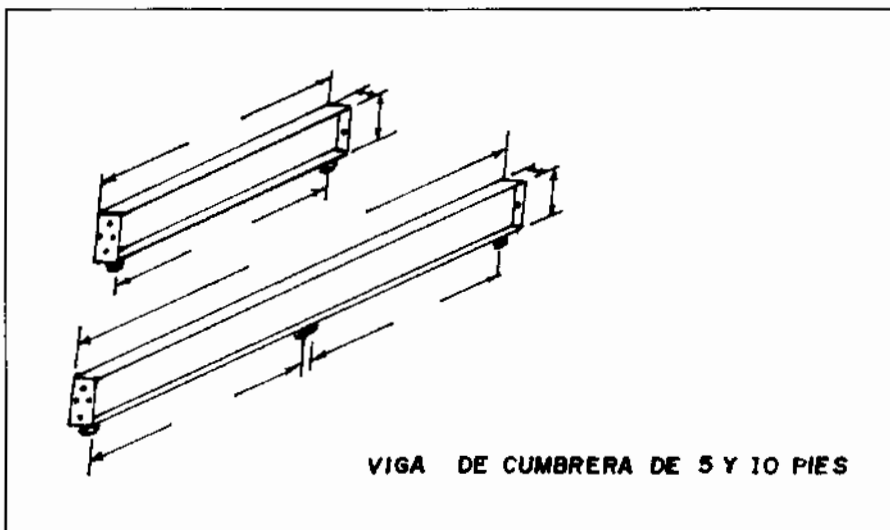


Figura No. 81.

e. Cojinete superior de cumbrera (figura No. 82)

Este miembro es engrapado a través de la parte superior de las vigas de cumbrera y va a soportar todas las vigas en un lado del puente, a través de eslabones de unión o viga de distribución. También puede ser usado para soportar rodillos oscilantes o vigas de balanceo u oscilantes durante el lanzamiento de los tramos del puente.

Se fabrica de acero dulce, posee apoyos circulares y en la otra cara una serie de cuatro apoyos cóncavos semicirculares con un espaciamiento conveniente para cualquier configuración de panel de puentes. Así, cuando el cojinete superior de cumbrera tiene que soportar vigas de distribución o rodillos oscilantes se coloca con el apoyo sólido redondo hacia arriba; si se utiliza para soportar eslabones de unión, la serie de apoyos cóncavos semicirculares debe estar colocada hacia arriba. Dispo-

ne de cuatro grapas en sus laterales; así, cualquier forma de apoyo puede ser positivamente engrapada a las alas superiores de las dos vigas de cumbrera.

El cojinete superior de cumbrera soporta sobre vigas de cumbrera una carga de 20 toneladas en el centro.

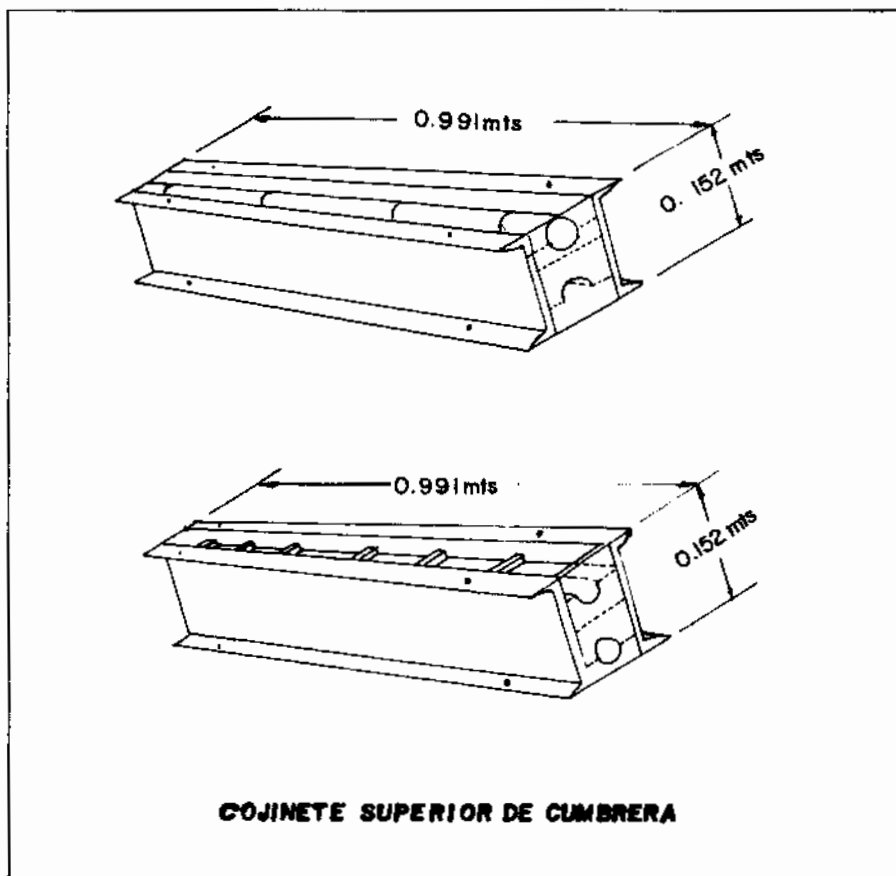


Figura No. 82.

f. Marcos de refuerzo para medio panel (figura No. 83)

Se emplean para unir medios paneles verticalmente en los cordones exteriores.

g. Marcos de refuerzo pesados (figura No. 83)

Se colocan verticalmente en los cordones exteriores de los paneles. También son colocados a través de los cordones de los pilares de ancho simple de 15 pies de altura. Se debe tener cuidado de insertar pernos de arriostamiento antes de colocar en posición el cordón de refuerzo.

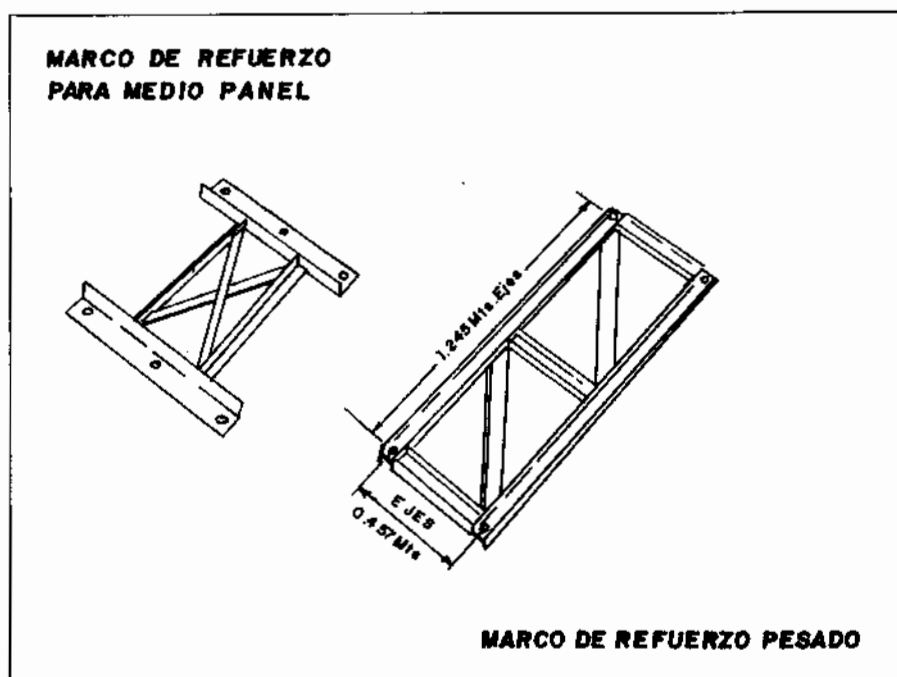


Figura No. 83.

h. Medios paneles

Son paneles de 5 pies (1.53 m); están hechos con las mismas características de resistencia y no se recomienda que se acoplen juntos sino a paneles de 10 pies de tal forma que sus juntas estén a tres bolillo (alternadas).

9.3. MONTAJE DE PILARES

Como se ha dicho anteriormente, la construcción de los pilares sigue el mismo procedimiento de los puentes pero en forma vertical puesto que llevan los mismos sistemas de ajuste y de arriostamiento.

Es necesario para la erección de pilares disponer de una grúa o torres auxiliares que faciliten su montaje.

Se pueden montar torres desde un panel de ancho hasta lo que sea necesario según la capacidad requerida. Todos los paneles que forman una torre deben disponerse con las orejas hembras hacia arriba. Los pilares que se montan de un panel de anchura tienen una limitación en altura de uno y medio paneles 15 pies (4.5 m).

Pilares que tienen dos paneles de ancho están limitados en altura hasta los 35 pies (10.7 m).

Pilares que tienen cuatro paneles de ancho están limitados en altura hasta los 65 pies (19.8 m).

Pilares que tienen seis paneles de ancho pueden ser construidos hasta alturas de 100 pies (30.5 m).

Así que un pilar de 100 pies de alto, comprendiendo 10 pisos de paneles, tendría en los tres pisos superiores el ancho de dos paneles, los tres siguientes cuatro paneles de ancho y los cuatro pisos inferiores seis paneles de ancho.

Ver figura No. 84, el montaje de un pilar de dos paneles de ancho en la ubicación de los travesaños.

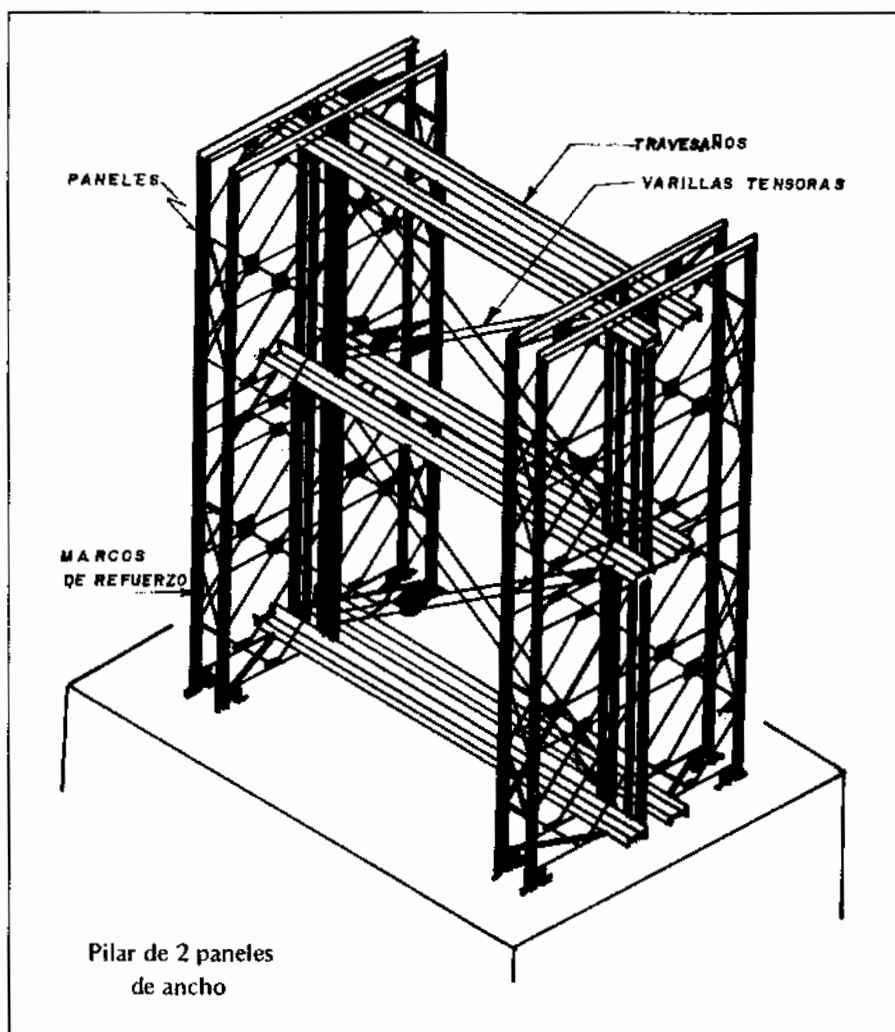


Figura No. 84.

En pilares altos la acción del viento en los costados de éstos y en los lados del puente que el pilar puede estar soportando produce excesivos momentos de vuelco en la base. Normalmente esto no sucede en pilares inferiores a 60 pies.

Cuando esto ocurre, el tamaño de la base debe ser incrementado transversalmente construyendo paneles adicionales hacia fuera de los paneles principales y acoplados a ellos por juegos de varillas tensoras y travesaños adicionales. Tales armaduras son normalmente del ancho de dos paneles. En pilares que tienen ancho de dos paneles se empernan los paneles juntos por los cordones que contienen las posiciones de travesaño y varillas tensoras. En pilares de más de dos paneles de ancho hay que ensamblar todos los paneles de modo que sus cordones para travesaño y varillas tensoras estén hacia el centro del pilar.

En la figura No. 85 se puede ver una torre de cuatro niveles y ubicación de los arriostramientos con cumbrera; está soportando la unión de un puente Bailey.

El pilar de 15 pies (4.58 m) de alto del ancho de un panel constituye un caso especial. Aquí el panel de 5 pies es ensamblado en la parte superior del panel de 10 pies, asegurándose que donde van el travesaño y varilla tensora sean unidos entre sí por medio de pasadores. A través de esta junta debe ser colocado un cordón de refuerzo para que actúe como entablillado, figura No. 86. Se asegura con tres pernos de cordón. Dos de estos pernos se insertan en los orificios normales de cordón de refuerzo, enfrentando el superior (orejas hembras hacia arriba) de manera que un perno pueda ser insertado en el orificio superior para perno de cordón del medio panel y el tercero en el orificio superior para perno de cordón de panel de 10 pies. Los collarines de los pernos de cordón se colocan bajo las tuercas. Al tercer perno de cordón se coloca arandela de perno de cordón; ésta se inserta a través del cordón de refuerzo dentro del orificio de perno de cordón del medio panel.

Nota: Cuando se describen torres de 1,1 etc. paneles de ancho se refiere a paneles ubicados en pie sobre los muñones hembras.

En pilares que son dos paneles de ancho y contienen medios paneles, el piso inferior debe ser considerado como un piso de 15 pies, en vez de uno de 10 pies más uno de cinco. Este piso de 15 pies es ensamblado siempre de la misma manera, sin tener en cuenta la altura total del pilar. En cada nivel un medio panel es colocado debajo del panel normal de 10 pies y el otro medio panel es colocado encima del panel normal. Así, cuando los cordones de *travesaños y varilla tensora* son empernados entre sí, las juntas de los pasadores de panel van salteados.

Las posiciones de los travesaños en los medios paneles son ligeramente diferentes de las de paneles de 10 pies y por lo tanto los medios paneles no deben ser saltados de una fila de paneles a la otra.

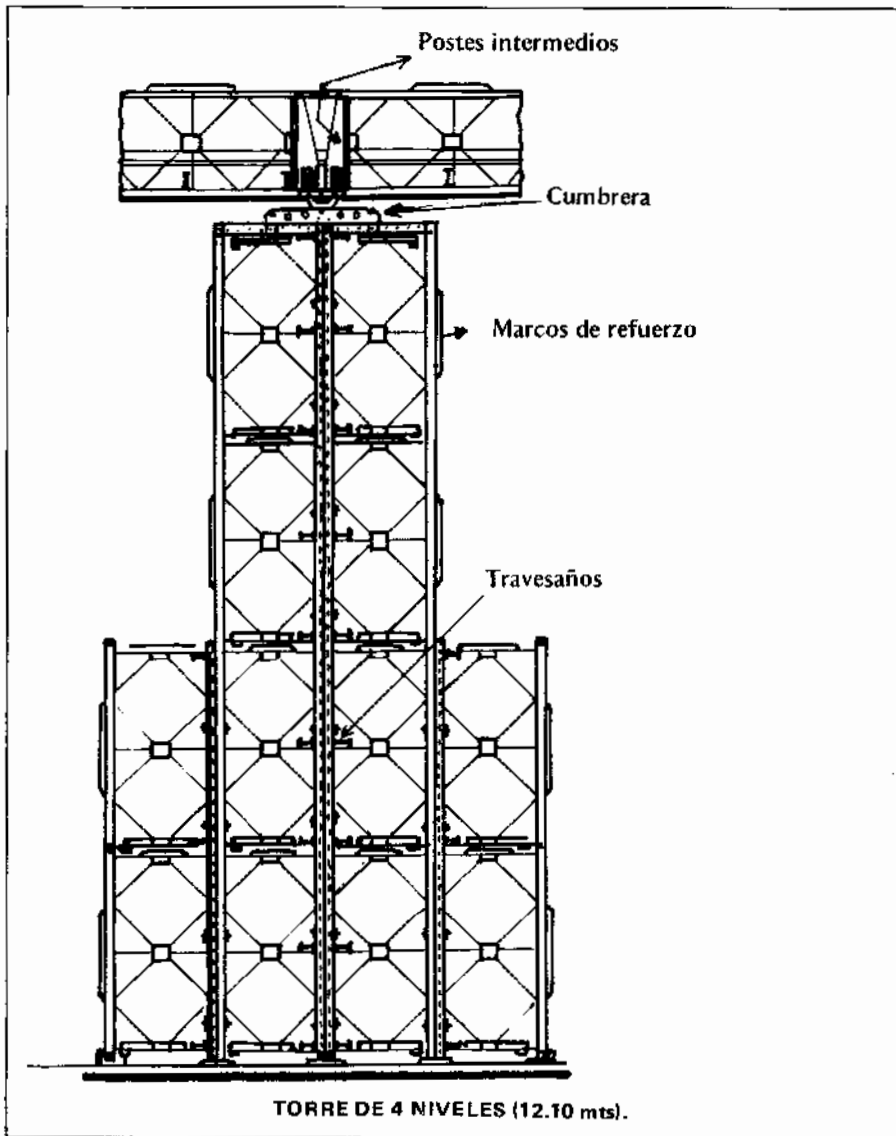


Figura No. 85.

En pilares de seis paneles de ancho, sólo las dos líneas centrales de paneles se extienden hasta la parte superior.

El empleo de travesaños y varillas tensoras está correlacionado entre sí porque forman el arriostramiento entre las vigas de paneles.

Cada panel en el pilar debe tener al menos un travesaño acoplado, fijado en la posición correspondiente al travesaño más bajo. Adicional-

mente, cada panel en el piso superior debe tener un segundo travesaño acoplado en la posición correspondiente al travesaño más alto.

Este último travesaño forma el miembro que cierra el sistema de arriostramiento, quedando así ubicados los travesaños a 3.05 m (10 pies) entre centros verticalmente y es todo lo requerido para pilares que no excedan los 30 pies (9.8 m) de alto y para los tres pisos superiores de pilares de más de 30 pies (9.8 m) de alto.

Todo lo indicado anteriormente se aplica igualmente a medios paneles. Se deben acoplar varillas tensoras entre los cordones para travesaños en todos los paneles de viga interior; no se acoplan varillas tensoras a medios paneles.

En el caso especial del pilar de 15 pies de alto y un panel de ancho se se requieren dos juegos de varillas tensoras, una de ellas se acopla a los paneles de 10 pies, el otro juego a los cordones de refuerzo. En pilares de base extendida las varillas tensoras se acoplan entre las armaduras interiores en la posición de la espina central, excepto en el piso inferior, donde una varilla tensora única se dispone en cada capa desde la parte inferior de la armadura del pilar principal a la parte superior de la arma-

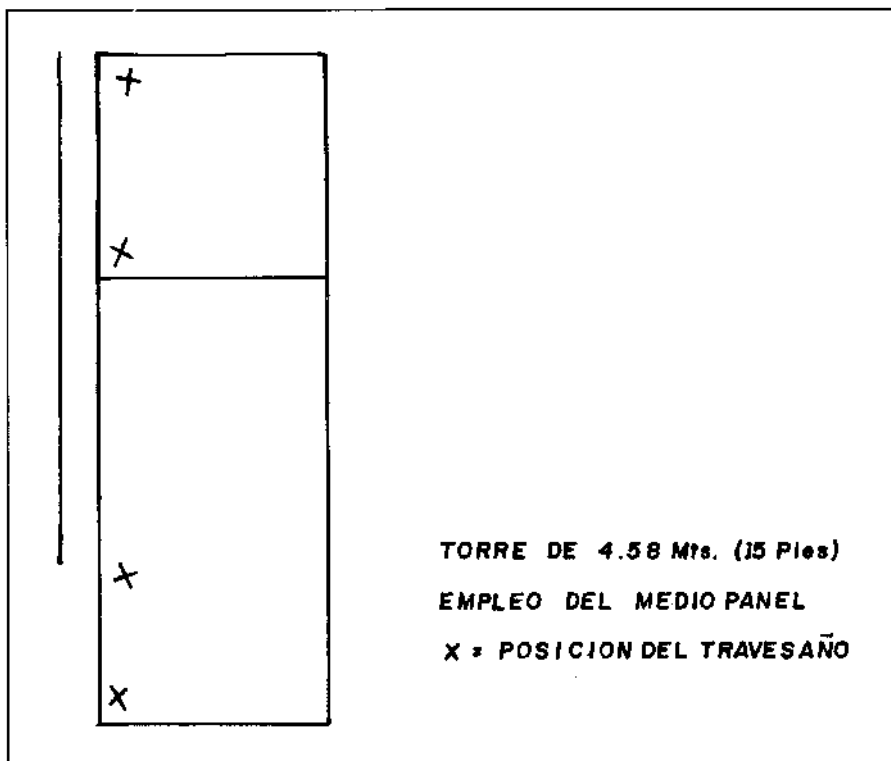


Figura No. 86.

dura externa. Los puntales deben fijarse entre paneles y travesaños cada vez que sea físicamente posible.

Los marcos de refuerzo deben ser fijados horizontalmente a través de los cordones del panel, cuando éstos no son ocupados por un puntal o travesaño. Ver en la figura No. 87 un pilar de dos varillas unido a otro de igual característica; se denomina DD2V (doble, doble 2 vertical); se notan las varillas tensoras y travesaños.

En la figura No. 88 una torre DDV.

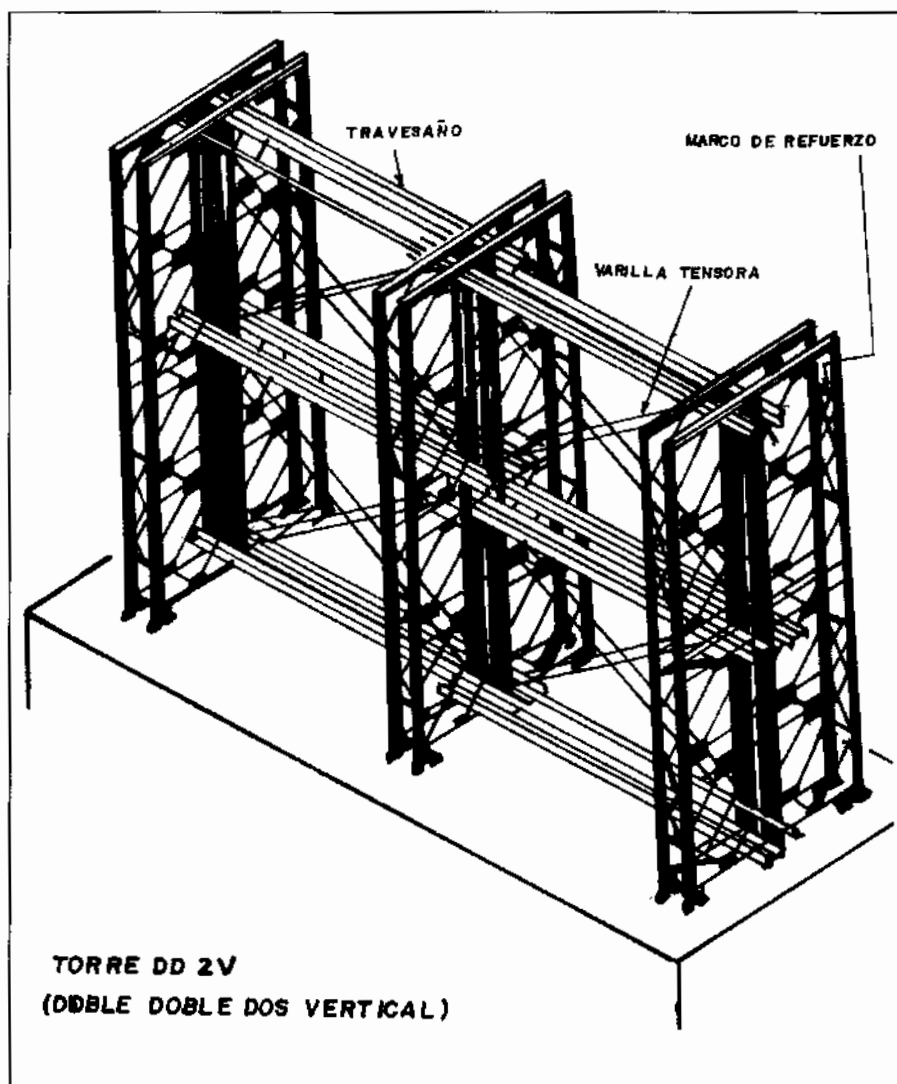


Figura No. 87.

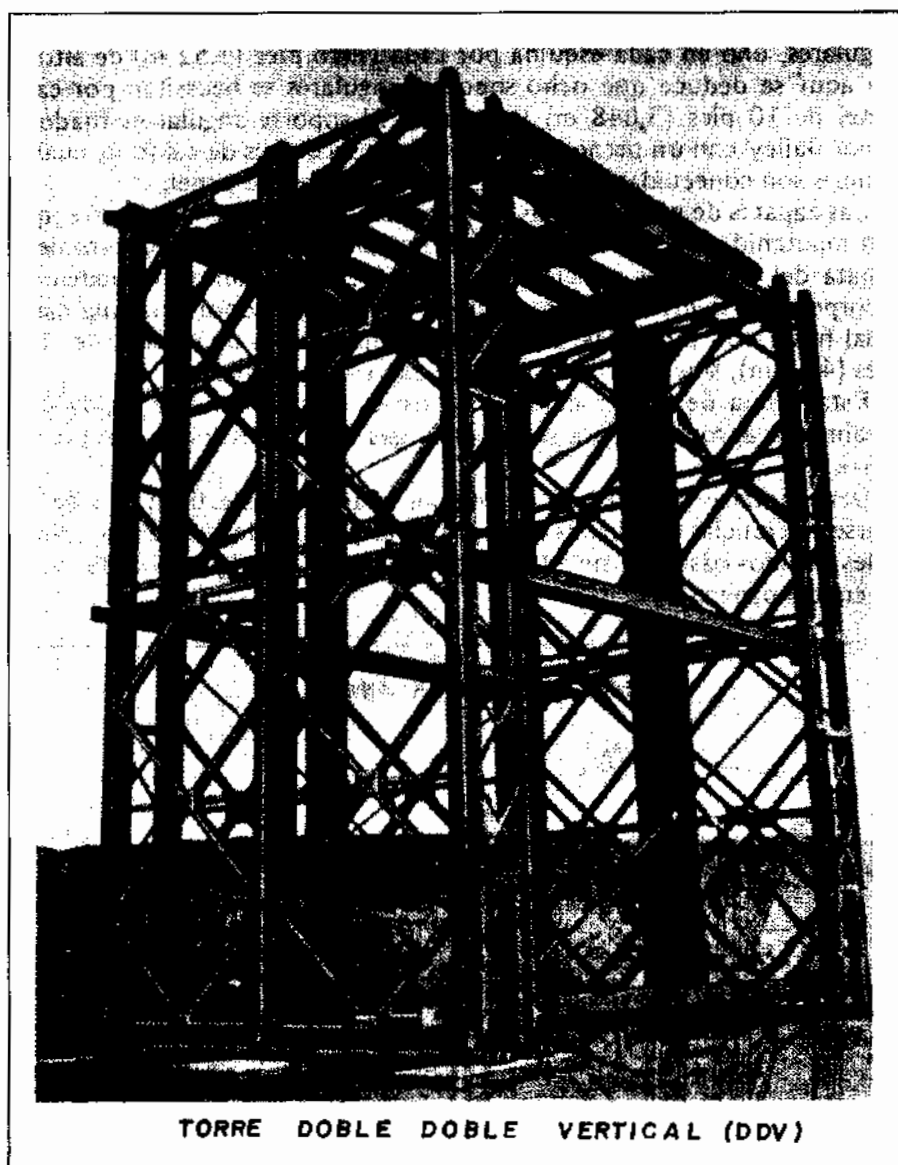


Figura No. 88.

9.4. TORRES DE CUATRO PANELES

Cuatro paneles Bailey son conectados en ángulo recto, uno con otro, estando los cuatro colocados verticalmente. Cada panel forma el lado de un cuadrado de 6 pies 5 pulgadas (1,956 m) de lado. El soporte angular, ver figura No. 89, es usado para conectar los cuatro paneles a través de

la posición del perno de cordón. Se requieren cuatro de estos soportes angulares, uno en cada esquina por cada cinco pies (1.52 m) de altura. De aquí se deduce que ocho soportes angulares se necesitan por cada panel de 10 pies (3,048 m) levantado. El soporte angular es fijado al panel Bailey con un perno de cordón. Estas secciones de cajón de cuatro paneles son conectadas unas a otras con pasadores de panel.

Las zapatas de pilas sencillas, son conectadas a la base de la torre, que son mantenidas en posición por medio de pernos de anclaje dentro de la zapata del pilar. Los paneles de 5 pies (1.52 m), también pueden ser incorporados dentro de este diseño. Tal columna soportaría una carga axial hasta 400 toneladas, con el pilar construido a una altura de 135 pies (41.2 m), sujeto a condiciones de extremo empotrado.

Esta forma de construcción de torre es particularmente rígida y es idealmente apropiada para soportar cargas de torsión impuestas por las grúas.

Debe notarse que cuando se diseñan pilares de este tipo, han de tomarse tolerancias adecuadas en el proyecto para ver los esfuerzos adicionales debidos básicamente a las cargas de viento, ver figura No. 89, torre de cuatro paneles.

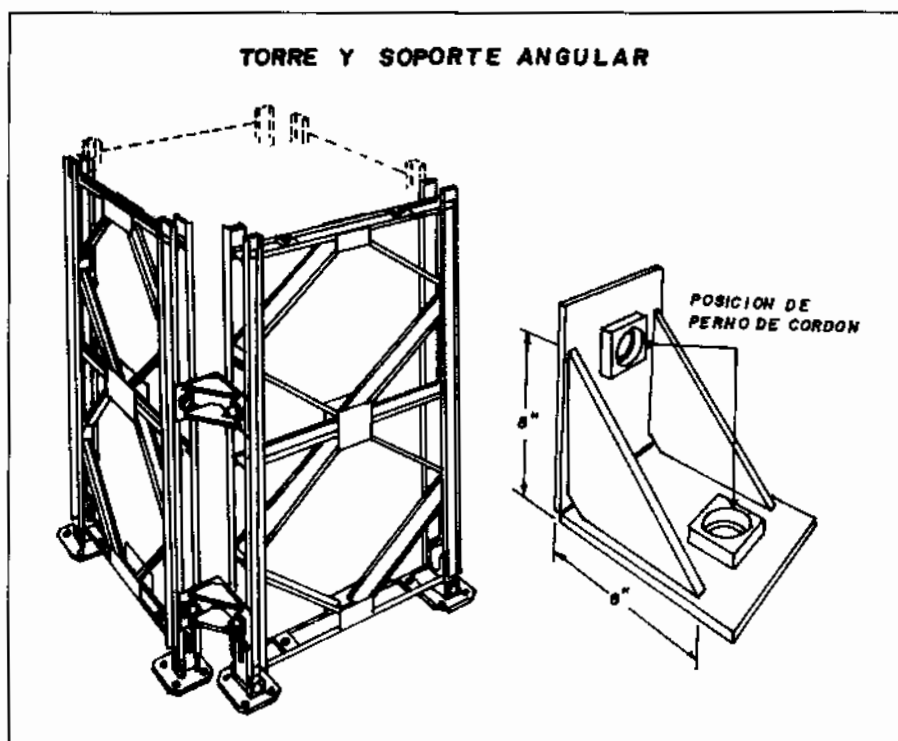


Figura No. 89.

CAPITULO X

CALCULOS CON MATERIAL BAILEY

Después de las experiencias vividas con el empleo de los puentes Bailey en la II Guerra Mundial, todas satisfactorias, el Ejército de los Estados Unidos ha hecho pruebas de resistencia de material para lograr dar empleo adecuado a estas estructuras y poderlas convertir como ha venido sucediendo en puentes transitorios o semipermanentes de gran resistencia.

Se han hecho investigaciones para determinar la fatiga en estructuras de acero soldadas y se determinó que el panel (elemento primordial en un puente Bailey) aceptó tensiones de 15 toneladas por pulgada cuadrada (23.6 Kg por mm^2), pero para garantizar larga vida útil al puente se debe emplear con una tensión de 4 toneladas por pulgada² (6.3 Kg por mm^2).

Cuando los paneles son conectados con marcos de refuerzo a lado y lado según conexiones diseñadas para tal fin y además unidos longitudinalmente por pasadores de panel, se obtiene una resistencia directamente proporcional al número de paneles.

10.1. COMO SELECCIONAR UN PUENTE BAILEY

La selección del tipo de puente Bailey más apropiado para resolver cualquier necesidad particular depende principalmente de dos factores:

a. La longitud requerida

Puede determinarse siempre exactamente y es el ancho de la luz que se va a cruzar más una distancia apropiada a cada extremo para permitir que las cargas del puente en las cimentaciones se distribuyan en el subsuelo.

b. El peso y magnitud de la carga

a ser soportada es conocida algunas veces específicamente y otras veces tiene que ser un estimativo.

El primer caso se presenta cuando se diseña un puente para satisfacer alguna carga específica; la otra es cuando se quiere satisfacer un tráfico local mixto y para este caso se debe determinar cuál es la carga máxima con un margen de seguridad del 50% y sobre esta carga se debe diseñar el puente; entonces se colocarán letreros limitando las cargas que puedan cruzar y la carga ocasional más pesada debe tomar otra ruta.

La carga real debe ser conocida en detalle así como el número y espaciamiento de ejes, la carga de cada eje y la máxima carga por rueda. Esta última será necesaria para determinar tanto el máximo de esfuerzo en la vía principal como el tipo de piso que se va a usar. También se determinará qué ancho de rodadura se requiere.

El piso de madera Bailey está proyectado para una carga máxima por rueda de 6 toneladas, el piso de acero está proyectado para una carga máxima por rueda de 11.5 toneladas.

Estas cargas están basadas en el tamaño normal de ruedas; algunos tipos de maquinarias modernas llevan ruedas gigantes neumáticas y puede suceder que tal rueda esté soportando 12 toneladas; ésta tendrá un menor efecto en el piso que una rueda normal de 6 toneladas, debido a su mayor área de contacto obtenida con llantas gigantes.

Los puentes construidos con dos travesaños por tramo aceptan una carga máxima axial de 12.5 toneladas por eje. Cuando se tengan que soportar cargas axiales mayores el puente debe tener 4 travesaños por tramo.

Cuando se ha determinado la carga viva ésta debe aplicarse al cálculo del puente de dos formas:

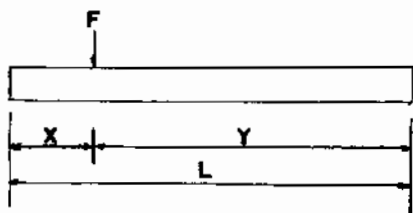
- 1) Para determinar el máximo esfuerzo cortante que ésta produce en el extremo del puente, aplicando la siguiente fórmula:

F = Carga en toneladas.

X = Carga con entrada a una distancia X .

Siempre X menor que Y .

L = Longitud total del puente.

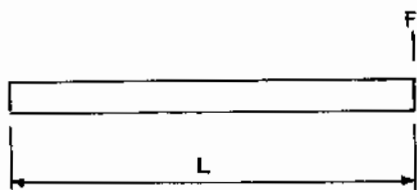


$$E \text{ Máx.} = \frac{F \cdot Y}{L}$$

- 2) Para determinar el momento máximo de flexión que la carga viva produce en el centro del punto o cerca de él, aplicando la fórmula

F = Carga en toneladas.

L = Longitud del puente.



$$MF = F \cdot L$$

Dependiendo de la luz y carga considerada, uno u otro de estos dos casos determinará la disposición de las vigas laterales, el número de piso y si se requiere o no cordón de refuerzo.

Puesto que las cargas que actúan sobre un puente normalmente están en movimiento, sus pesos estáticos actuales deben ser incrementados por un factor normalmente denominado el *factor de impacto* para cubrir los esfuerzos adicionales producidos en la estructura del puente debido a vibraciones ocasionadas por la velocidad a que la carga es aplicada, saito de ruedas, efectos de frenada, aceleración, etc. Normalmente para asumir el impacto se han determinado los siguientes porcentajes:

Para tráfico normal de ruedas de caucho = 25% de impacto.

Para tractores, excavadoras, grúas y otras máquinas que circulan sobre orugas 10% de impacto.

Los anteriores porcentajes son dados para vehículos que tienen tracción propia.

Para cargas tractadas se acoge el 10%.

Una vez que a la carga viva le hayan sido determinados los máximos esfuerzos cortantes y momentos de flexión y el apropiado porcentaje de impacto agregado, se tiene que considerar un factor adicional: el efecto sobre el puente de su propio peso *muerto*. Afortunadamente con el material Bailey, esto no es un gran problema, ya que los pesos muertos para todas las construcciones de distintos tramos pueden ser tabulados y, en efecto, se han preparado tablas que han sido incluidas en este libro, las cuales simplifican los cálculos de la carga muerta.

Una vez que se haya determinado el efecto total de la carga viva, impacto y carga muerta, puede decidirse la construcción más adecuada para las vigas maestras principales, observando los siguientes criterios en el proyecto.

El máximo esfuerzo cortante admisible por estructura en el extremo de un puente con los postes finales instalados es:

15 toneladas para armaduras de un solo piso.

25 toneladas para armaduras de doble o triple piso.

Para puentes estándar y estándar ensanchados de construcción con triple armadura, puesto que las hileras de paneles en una viga no están igualmente espaciadas, el esfuerzo cortante total permisible al extremo del puente tiene que ser reducido para absorber la mala distribución.

En la tabla de pesos de puentes Bailey se puede determinar el peso por tramo según el tipo de puente escogido.

Puesto que los puentes con piso de acero y superficie asfáltica son considerablemente más pesados que los de piso de madera, se dan tablas separadas para los dos tipos. Así, una vez se han calculado los esfuerzos cortantes y momento de flexión para carga viva e impacto, es necesario solamente mirar la tabla apropiada para determinar cuál es la construcción más adecuada de las vigas maestras principales.

Para el cálculo de cualquier puente es necesario consultar las tablas para esfuerzos cortantes y para máxima flexión, la que ofrezca las mejores especificaciones determina el tipo de puente que se debe montar.

Ejemplo ilustrativo

Se necesita construir un puente para soportar un camión de 25 toneladas de peso bruto en una luz de 15.25 m. Por distribución de peso en los estribos se determinó un puente de 18.30 m, 6 tramos. El camión es de 2 ejes con una separación de 3.05 m, el ancho del vehículo es de 2.40 m; en la parte de atrás tiene ruedas dobles lo que determina que el eje delantero lleve 8 toneladas y el trasero 17 toneladas.

- 1) El ancho de vía es de 3.32 m correspondiente a un puente estándar o M-1 que es suficiente para este vehículo.
- 2) No hay carga por rueda mayor de 6 toneladas lo que permite el empleo de un puente con piso de madera.
- 3) La máxima carga axial o por eje es de 17 toneladas lo que determina que el puente necesita 4 travesaños por tramo.
- 4) Calcular esfuerzo cortante. Inicialmente se determina el centro de gravedad de la carga.

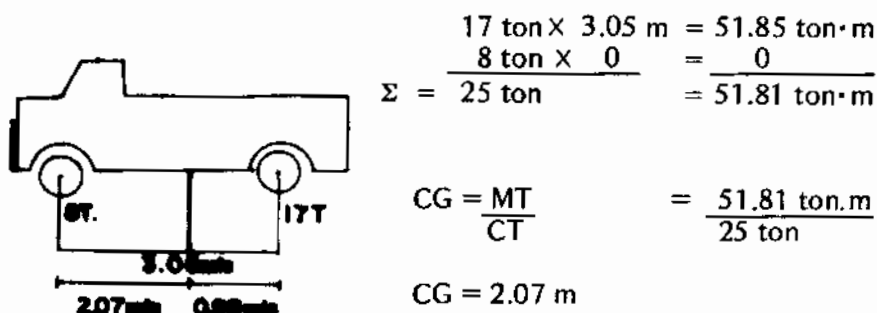
$$CG = \frac{MT}{CT}$$

CG = Centro de gravedad

MT = Momento (sumatoria)

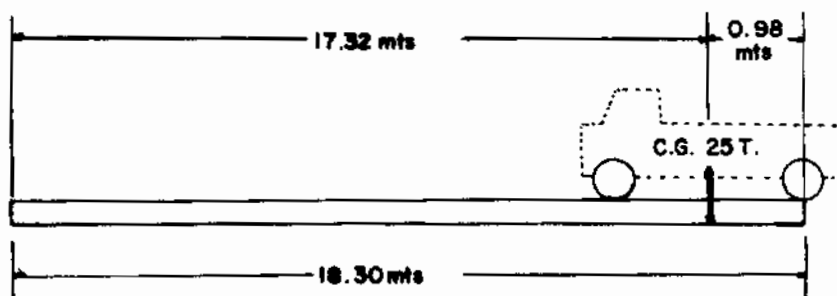
CT = Carga total

Se puede determinar el centro de gravedad partiendo desde cualquier eje; para este caso tomarlo desde el eje delantero.



Entonces el centro de gravedad en el vehículo se encuentra a 2.07 m del eje delantero y a 0.98 m del eje trasero; en pies, a 3.2 pies del eje trasero y a 6.8 pies del eje delantero.

El máximo esfuerzo cortante se produce cuando el eje trasero entra al puente.



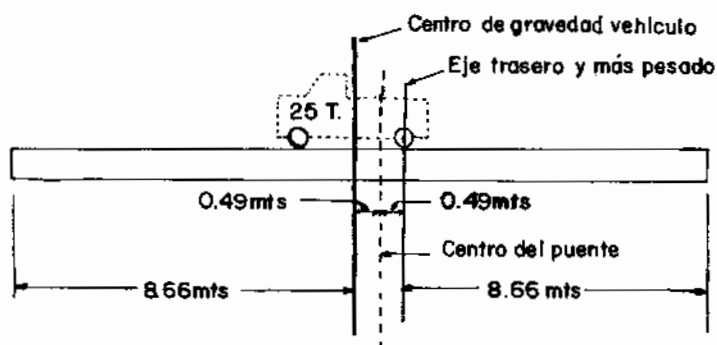
$$\text{MEC} = \frac{F \cdot Y}{L}$$

$$\text{MEC} = \frac{25 \text{ ton} \times 17.32 \text{ m}}{18.30} = 23.7 \text{ ton}$$

Más aumento por impacto 25% = 5.9 ton

Esfuerzo cortante por carga viva e impacto = 29.6 ton

El momento máximo de flexión se produce cuando la distancia media entre el centro de gravedad y el eje de mayor carga cruza por el centro del puente así:



Ahora se determina la reacción por esfuerzos cortantes a la altura del eje de mayor carga o en el centro de gravedad.

$$E \text{ max.} = \frac{F \cdot Y}{L} = \frac{25 \times 8.66}{18.30} = 11.83 \text{ ton}$$

El momento flector para el eje de mayor peso:

$$MF = 11.83 \times 8.66 = 102.44 \text{ ton. metro}$$

$$\text{en ton} \cdot \text{pie} = 336 \text{ ton} \cdot \text{pie}$$

Aumento por impacto del 25% = 128.05 ton. metros = 420 ton. pie.

Consultando la tabla de *momentos flectores admisibles para carga viva en pies ton* y la tabla de *esfuerzos cortantes en toneladas* se determina en una luz de 18.30 m (60 pies); una construcción simple simple necesita 24 ton de esfuerzo cortante y 319 toneladas-pie de momento de flexión, para un doble simple; esfuerzos cortante de 51 ton y 683 ton pie momento flexión, en una estructura simple reforzada 22 ton de esfuerzo cortante y 720 ton pie de momento flexión.

Comparando datos de las tablas y los calculados se determina que el tipo de puente más apropiado es el doble simple con cuatro travesaños, y plataforma de madera.

10.2. CALCULOS TIPICOS PARA LANZAMIENTO

El procedimiento en líneas generales para el cálculo de material en un puente Bailey es el siguiente:

- 1) Determine la luz del puente y dejando un margen de seguridad de acuerdo con el estado de las orillas fije el número de tramos que llevará.
- 2) Calculando momento flector y esfuerzo cortante determine el tipo de puente que se debe emplear; también puede hacerlo tomando como guía el ábaco de capacidad y tipo de puente para estructuras M-2, o la tabla de clasificación de puentes M-2.
- 3) Determine el tipo de nariz, número de tramos, número de eslabones, distancia de instalación de éstos en la tabla de construcción de nariz de lanzamiento.
- 4) La cantidad de partes requeridas por tramo se puede establecer en la tabla para tal fin.
- 5) Para el cálculo de vehículos de transporte, el peso se determina en la tabla de peso por sección.

A continuación se verán algunos cálculos modelo para puentes Bailey, teniendo en cuenta las diferentes modalidades de lanzamiento y la versatilidad del material.

Para los ejemplos que a continuación se explican se hace necesario el manejo apropiado de las tablas que se encuentran en el capítulo XI.

a) Calcular peso y punto de balanceo de un puente estándar con piso de madera

– Peso del puente 6 (tramos) \times 2 = 12 toneladas (tabla de peso por tramo)

– Número de tramos de nariz = $\frac{\text{Número de tramos de puente}}{2} + 1$

$$\text{Número de tramos} = \frac{6}{2} + 1 = 4$$

$$4 \times 0.84 \text{ toneladas} = 3.36 \text{ toneladas}$$

$$\text{Peso total sobre rodillos} = 15.36 \text{ toneladas}$$

Punto de balanceo medido desde el extremo de la nariz quedando con un total de 10 tramos.

Las cargas hacia abajo deben compensar las cargas hacia arriba. Tomando momentos con respecto al extremo de la nariz de lanzamiento tenemos:

$$(3.4 \text{ toneladas} \times 20 \text{ pies}) + (12 \text{ toneladas} \times 70 \text{ pies}) = (15.4 \text{ ton}) (X)$$

3.4 toneladas	=	Peso de la nariz
20 pies	=	Centro de la nariz
12 toneladas	=	Peso del puente
70 pies	=	Nariz más $\frac{1}{2}$ del puente
15.4 toneladas	=	Peso total del puente y nariz

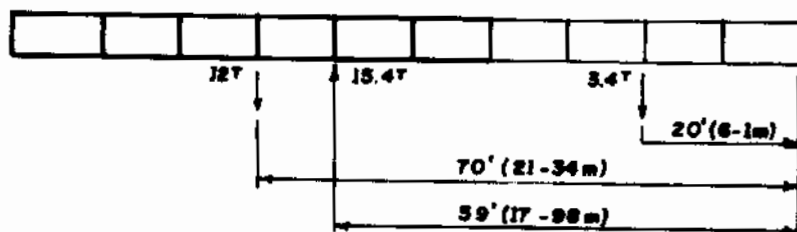
Entonces

$$X = \frac{(3.4 \text{ ton} \times 20 \text{ pies}) + (12 \text{ ton} \times 70 \text{ pies})}{15.4 \text{ toneladas}}$$

$$3.4 \times 20 = 68$$

$$\frac{12.0 \times 70}{15.4} = \frac{840}{908}$$

$$X = \frac{908}{15.4} = 59 \text{ pies}$$



La ubicación de los rodillos sería 3.5 pies delante de la placa base, en total 7 pies.

Entonces luz del puente = 60 pies - 7 = 53 pies

Comparado con 59 pies del punto de balanceo, la nariz alcanza a estar sobre rodillos antes que llegue el punto de balanceo a la orilla.

La flecha (tabla de flecha) = 8.5 pulgadas.

Número de eslabones y ubicación en tabla de nariz de lanzamiento = un par ubicados entre el primer y segundo tramos de la nariz.

b) Calcular peso, nariz de lanzamiento y punto de balanceo para un puente de 90 pies (9 tramos) de estándar ensanchado doble simple reforzado con 4 travesaños por célula y con piso de madera.

$$\begin{aligned} \text{Peso del puente} &= 7 \text{ tramos reforzados} \times 4.64 = 32.48 \\ & 2 \text{ tramos no reforzados} \times 3.78 = 7.56 \end{aligned}$$

Lo anterior para cumplir la norma de que en los extremos del puente no se lleva cordón de refuerzo.

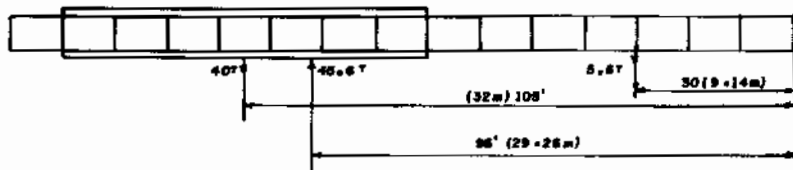
$$\text{Nariz} = \frac{9}{2} + 1 = 5 + 1 = 6 \text{ tramos S.S. } 6 \times 0.93 = 5.58 \text{ ton}$$

Carga total sobre rodillos : de lanzamiento = 45.62 ton.

Punto de balanceo desde el extremo de la nariz:

$$\begin{aligned} 5.6 \times 30 &= 168 \\ \frac{40}{\Sigma 45.6} \times 105 &= \frac{4.200}{\Sigma 4.368} \end{aligned}$$

$$\frac{4.368}{45.6} = 96 \text{ pies}$$



Centros de los rodillos de lanzamiento y aterrizaje = $90 - 7 = 83$ pies.

Por consiguiente, la nariz estará sobre los rodillos de aterrizaje antes que el punto de balanceo alcance los rodillos de lanzamiento.

Flecha = 20 pulgadas. Insertar un juego de eslabones de lanzamiento detrás del tramo 2 de la nariz.

c) Calcular peso, punto de balanceo y elementos de la nariz de un puente de 110 pies (11 tramos) extra-ancho triple simple de 4 travesaños por tramo y plataforma de acero.

Peso por tramo = $4.8 - 0.35 = 4.45$ toneladas por tramo

Peso del puente = $11 \times 4.45 = 48.95$ toneladas

S.S. $6 \times 0.93 = 5.58$ toneladas

La nariz = $\frac{11}{2} + 1 = 6 + 1 = 7$ tramos D.S. $1 \times 1.53 = \underline{1.53}$ ton

Peso total sobre rodillos de lanzamiento 56.06 ton

Punto de balanceo desde la punta de la nariz

$$\begin{array}{r} 5.6 \times 30 = 168 \\ 1.5 \times 65 = 97.5 \\ \hline 49.0 \times 125 = 6.125 \\ \hline \Sigma 56.1 \quad \Sigma 6.390.50 \end{array}$$

$$\text{Punto de balanceo} = \frac{6.390.50}{56.1} = 114 \text{ pies}$$

Centros de los rodillos de lanzamiento y llegada = $110 - 7 = 103$ pies.

Flecha en la punta de la nariz = 30 pulgadas.

Insertar un juego de eslabones de lanzamiento detrás del tercer tramo de la nariz.

d) Calcular peso, punto de balanceo, número de tramos de nariz, número de eslabones y su ubicación de un puente de 20 tramos (200 pies) triple triple estándar ensanchado o M-2 con arriostamiento superior, 2 travesaños por tramo y piso de madera.

Peso del puente:

18 tramos internos T.T. X 7.74	= 139.5 ton
(tabla pesos puente Bailey)	
2 tramos extremo T.D. X 5.49	<u>11.0 ton</u>
(cumpliendo la norma que los dos tramos de los extremos deben ser de dos niveles)	
S.S. = 6 tramos X 0.93	= 5.58 ton
Nariz = $\frac{20}{2} + 1 = 10 + 1 = 11$ D.S. = 3 tramos X 1.53	= 4.59 ton
D.D. = 2 tramos X 2.7	= 5.4 ton
Carga total sobre los rodillos de lanzamiento	= 166.07 ton

Como sobrepasa la capacidad de 84 toneladas que es la máxima que soportan los 4 rodillos oscilantes deben usarse vigas de balanceo.

Punto de balanceo desde el extremo de la nariz:

$$5.6 \text{ toneladas} \times 30 \text{ pies} = 168 \text{ toneladas pie}$$

$$4.6 \text{ toneladas} \times 75 \text{ pies} = 345 \text{ toneladas pie}$$

$$5.4 \text{ toneladas} \times 100 \text{ pies} = 540 \text{ toneladas pie}$$

$$\frac{150.5 \times 210}{\Sigma = 166.1 \text{ ton}}$$

$$= \frac{31,605}{\Sigma 32,658} \text{ toneladas pie } \frac{32,658}{166.1} =$$

197 pies punto de balanceo.

Las distancias tomadas al centro de cada tipo de estructura medida desde el extremo de la nariz; el peso es tomado de la tabla de pesos de puent Bailey donde especifica nariz y puente.

Distancia entre centros de los rodillos = $200 - (5 + 3.5) = 191.5$ pies.

Flecha del extremo del morro = 74 pulgadas (ver tabla de flecha).

Inserta dos pares de eslabones de lanzamiento: 1 juego detrás de la célula 4 de la nariz y 1 juego del tramo 2 de la nariz.

10.3. CALCULOS DE FLECHA Y DEFLEXION

A pesar de que las características físicas de los componentes Bailey y el método de cálculo de cantidad de material para el montaje de un puente permite un empleo adecuado con margen de seguridad apropiado minimizando riesgos porque las tablas así fueron elaboradas, hay circunstancias en que por escasez de material o el tipo de empleo que se le vaya a dar es necesario calcular la deflexión de la luz de un puente. La deflexión es afectada básicamente por dos aspectos:

- La flecha formada por todas las estructuras unidas con pasadores debido al espacio libre que queda entre el pasador y los orificios de los paneles y
- La deflexión elástica debido a la deformación de la estructura bajo la carga.

a. Cálculo de la flecha

Esta puede ser solamente calculada con alguna exactitud, donde se usan paneles nuevos, cuando se conoce la diferencia exacta de diámetro entre el pasador de panel y el orificio de alojamiento del pasador.

- Cuando el puente consta de un número impar de tramos (es decir 30, 50, 70, etc., pies de longitud) la flecha en el centro es de $d \frac{(n^2 - 1)}{8}$

pulgadas o centímetros según la unidad con que se tome "d".

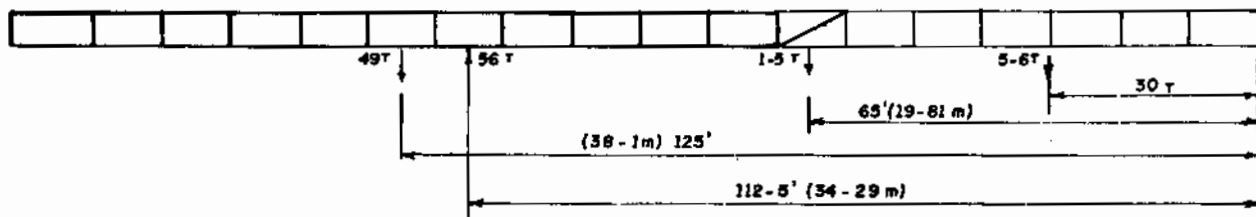


GRAFICO PROBLEMA "C"

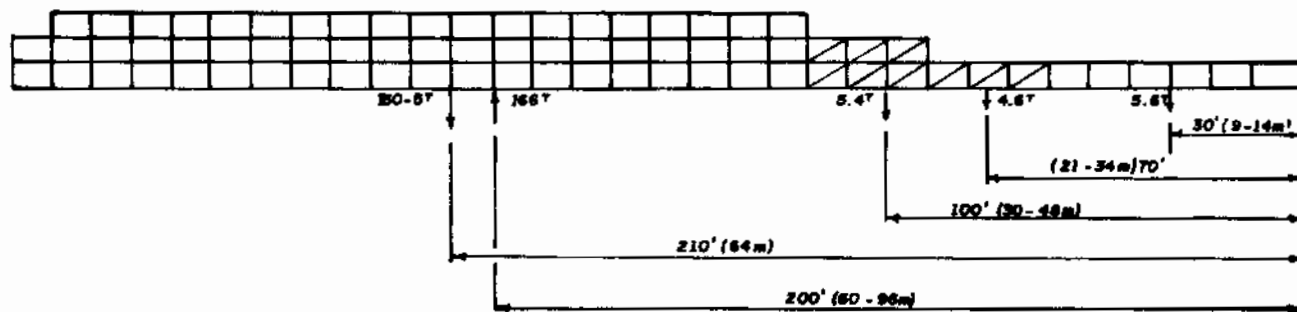


GRAFICO PROBLEMA "D"

- Cuando el puente consta de un número par de células (es decir 40, 60, 80, etc., pies de longitud) la flecha en el centro es de $\frac{dn^2}{8}$ pulgadas

o centímetros según la unidad en que se tome "d".

"n" es el número de tramos en el puente y "d" es una constante cuyo valor es el siguiente:

Para vigas de un piso $d = 0.14$ pulgadas (0.33 cm)

Para vigas de doble piso $d = 0.0676$ pulgadas (0.171 cm)

Para vigas de triple piso $d = 0.0446$ pulgadas (0.113 cm)

Las fórmulas anteriores, por lo tanto, dan la flecha en pulgadas o centímetros.

b. Cálculo de la deflexión elástica

En razón a que en los experimentos realizados sobre el panel, pieza primordial en un puente Bailey, siempre se ha comportado como una placa rígida, la fórmula normal de la deflexión elástica es aplicable.

Así, para carga uniformemente distribuida $d = \frac{WL^3}{76.8 EI}$ pulgadas

Para una carga concentrada en el centro $d = \frac{WL^3}{48 EI}$ pulgadas

Donde: W = Carga en libras L es la luz en pulgadas. $E = 30.2 \times 10^6$ (unidad medida en libras y pulgadas etc.)

(Este es el valor específico para el acero especial de alta resistencia que se usa en la fabricación de Bailey).

I = Es el momento de inercia y varía de acuerdo con la construcción de las vigas maestras que se consideren. El valor de I se obtiene en la tabla Momentos de inercia de las diferentes construcciones Bailey.

c. Ejercicio

Veamos un ejercicio sencillo en el que la carga es uniformemente distribuida en toda la estructura: Se tiene un puente de 9 tramos (90 pies) de longitud para que soporte un encofrado (estructura) para una viga de hormigón con un peso de 60 toneladas. No necesita piso el puente puesto que el encofrado se extenderá sobre los travesaños.

En razón a que el puente solo absorberá la carga muerta del encofrado y la carga estará uniformemente distribuida; la fórmula para la deflexión será:

$$d = \frac{WL^3}{76.8 EI}$$

$$W = 60 \text{ toneladas} \\ (60 \text{ toneladas} \times 2.204 \text{ libras} = 132.240 \text{ libras})$$

$$L = 90 \text{ pies} = 1.080 \text{ pulgadas}$$

$$E = 30'200.000 \text{ (constante)}$$

$$I = \text{Si el puente es doble } 116.688 \text{ pulgadas}^4$$

Entonces

$$d = \frac{(60 \text{ ton}) (1.080^3)}{(76.8) (30.200.000) (116.688)} = 0.000279 \text{ pulgadas}$$

La deflexión para este ejercicio es mínima garantizando que el encofrado para la fundición en hormigón no sufre ninguna deformación.

10.4. RESISTENCIA DEL MATERIAL BAILEY

A continuación se verán las resistencias a que pueden llegar algunas piezas del material Bailey y las condiciones de su empleo.

a. Paneles

Un panel puede soportar cualquiera de las siguientes cargas pero siempre instalado con sus arriostramientos: travesaños, puntales, marcos de refuerzo y varillas tensoras.

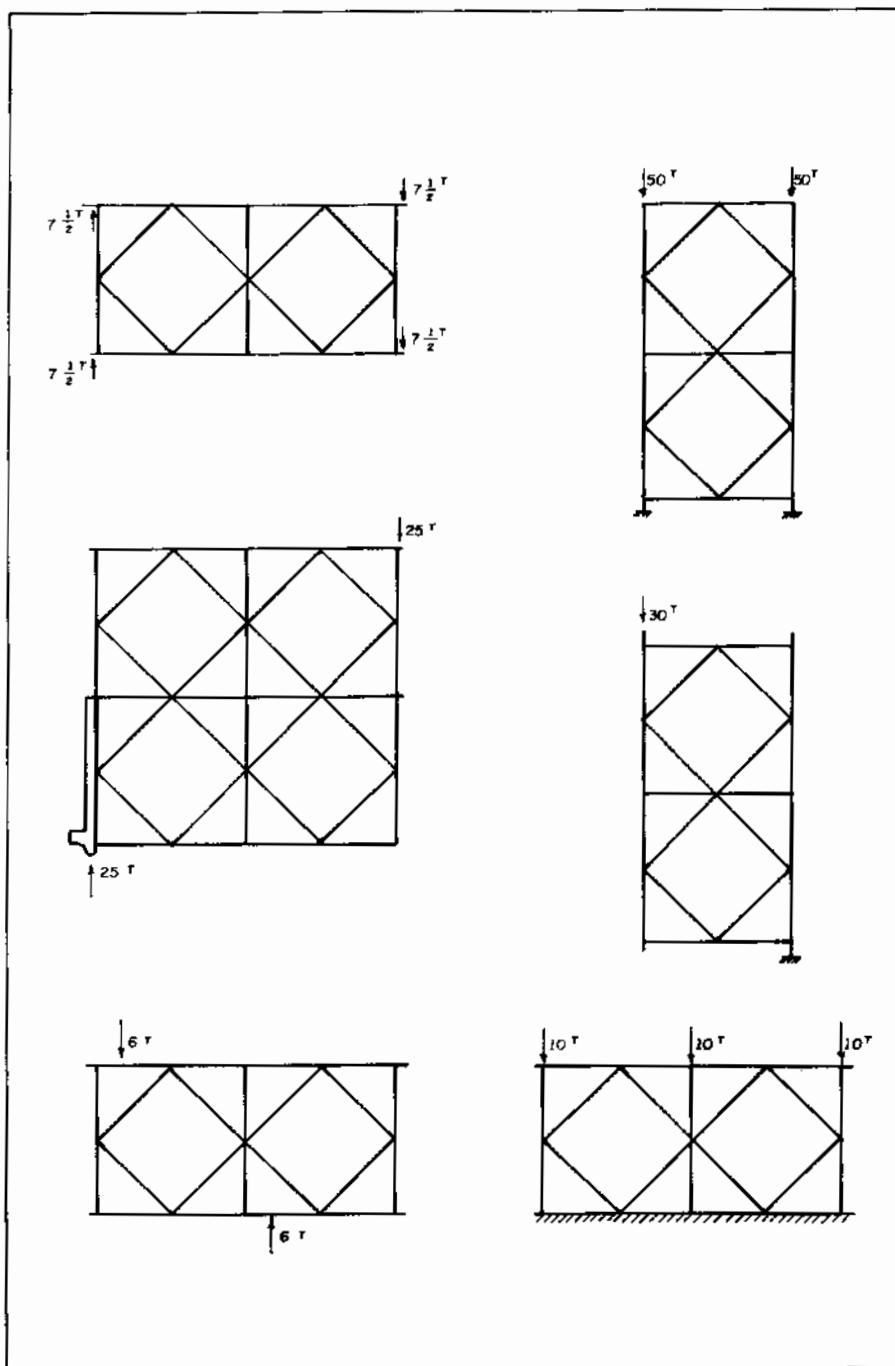
Los momentos para un panel son:

Momento de inercia = 6.800 pulgada⁴ = 282.000 cm⁴

Momento de flexión permisible a 11 ton por pulgada cuadrada = 205 toneladas.pie.

Momento de flexión permisible a 17.3 Kg por milímetro cuadrado = 63.500 Kg

En razón a que una estructura trabajando, difícilmente distribuye las cargas en todas las partes componentes se puede pensar que todos los paneles tengan igual esfuerzo; para obviar este fenómeno existe un factor de mala distribución de 0.9.'



b. Poste final macho y hembra

Máxima carga sobre el poste final cuando se asienta en un apoyo y es asegurada con pasadores a los paneles = 25 toneladas.

c. Travesaño (estándar o M-1)

Máximo momento de flexión admisible: 11 ton. pulgada cuadrada = 22.5 toneladas.pie = 6.069 Kg.m

Máximo esfuerzo cortante vertical = 18 ton

Sobre su eje menor:

Máximo momento de flexión admisible 2.6 ton. pie = 893 Kg.m

d. Travesaño (S.E. o M-2 o E.A. o M-3)

Máximo momento de flexión admisible a 11 toneladas. pulgada = 234 ton. pie = 10.500 Kg.

Máximo esfuerzo cortante vertical = 21,5 toneladas.

Sobre su eje menor:

Máximo momento de flexión admisible = 3.6 ton. pie = 1,100 Kg.m

e. Puntales

Tensión de tracción o compresión 2.25 toneladas.

f. Pasador de panel

En doble esfuerzo cortante, condición normal, cuando se conectan dos paneles juntos 55 toneladas.

g. Larguero (plano o de botones)

Máximo momento de flexión admisible por vigueta a 10 toneladas/pulgada cuadrada = 1.5 toneladas.pie.

Máximo momento de flexión admisible a 15.75 Kg/m² = 465 Kg.m

Momento de flexión por larguero ensamblado a 10 toneladas/pulgada cuadrada = 3 toneladas. pie.

Momento de flexión a 15.75 Kg/m² = 930 Kg.m

h. Varilla tensora (estándar, S.E. o EA)

Tracción = 7 toneladas

i. Perno de cordón o pasador de tornillo

Ésfuerzo cortante (en su diámetro mayor) 15 toneladas.

Tracción 8 toneladas.

j. Rampa (plana o de botones)

Máximo momento de flexión admisible a 11 toneladas/pulgada cuadrada por vigueta = 5 toneladas.pie.

Máximo momento de flexión admisible a 17.3 Kg/m² = 1.550 Kg.m

k. Viga de distribución

Máximas cargas para las diferentes condiciones de carga:

1. Cuando el centro de la viga de distribución está directamente bajo una junta de pasador de panel: 50 ton.

Nota: Si los paneles son de un solo piso, esta carga será limitada a 30 toneladas debido a la resistencia de los paneles.

2. Cuando la viga de distribución está en cualquier otra posición bajo los paneles: Dos pisos de paneles: 40 toneladas.

Un piso de paneles: 30 toneladas.

l. Rodillo oscilante

Máxima carga total = 21 toneladas.

Nota: En puentes de un solo piso, la máxima carga es 15 toneladas y está limitada por la resistencia de los paneles.

m. Rodillo fijo

Máxima carga en cada rodillo = 6 toneladas.

n. Viga de balanceo

Las vigas de balanceo llevan cuatro rodillos basculantes cada uno de los cuales soporta 21 toneladas. La carga total sobre la viga de balanceo es por lo tanto de 84 toneladas.

CAPITULO XI
TABLAS PARA CALCULO CON MATERIAL BAILEY

TABLA No. 1 – DATOS DE LANZAMIENTO

1. Para calcular la longitud de la nariz de lanzamiento que se requiere para cualquier puente, se toma la mitad del número de tramos en el puente y se agrega un tramo. Así, para un puente de 140 pies de luz, la nariz tendrá.

$$\frac{14 + 1}{2} = 8 \text{ tramos}$$

Para un puente de 170 pies de luz, la nariz tendrá

$$= \frac{17}{2} + 1 = 9 + 1 = 10 \text{ tramos.}$$

2. Construcción de la nariz de lanzamiento.

- a. *Puentes de un solo piso*

Máxima longitud de la nariz simple simple = 6 tramos

Máximo longitud de la nariz doble simple = 4 tramos

- b. *Puentes de doble y triple piso*

Máxima longitud de la nariz simple simple = 6 tramos

Máxima longitud de la nariz doble simple = 3 tramos

Cualquier tramo adicional que se requiera debe ser doble doble.

3. Los eslabones de lanzamiento no deben ser fijados más de cuatro tramos detrás en la porción simple simple de la nariz.

Las diferentes posiciones en las cuales los eslabones de la nariz de lanzamiento se pueden fijar y la cantidad que ellos levantan el extremo de la nariz se da en la Tabla (de efecto de los accesorios en la nariz de lanzamiento). La magnitud de la flecha que se debe esperar en el extremo de la nariz de lanzamiento mientras alcanza los rodillos de aterrizaje se da en la tabla de flecha de espera.

4. Cuando el puente alcanza el punto de balanceo durante el lanzamiento, el peso íntegro del puente más la nariz es llevado sobre los rodillos de lanzamiento. La fundación de los rodillos de lanzamiento debe estar prevista para soportar este peso.

Nota: Las vigas de balanceo se deben usar para los rodillos de lanzamiento cuando:

- a. Puente de un piso y morro exceda de 60 toneladas

- b. Puente de doble o triple piso exceda de 84 toneladas.

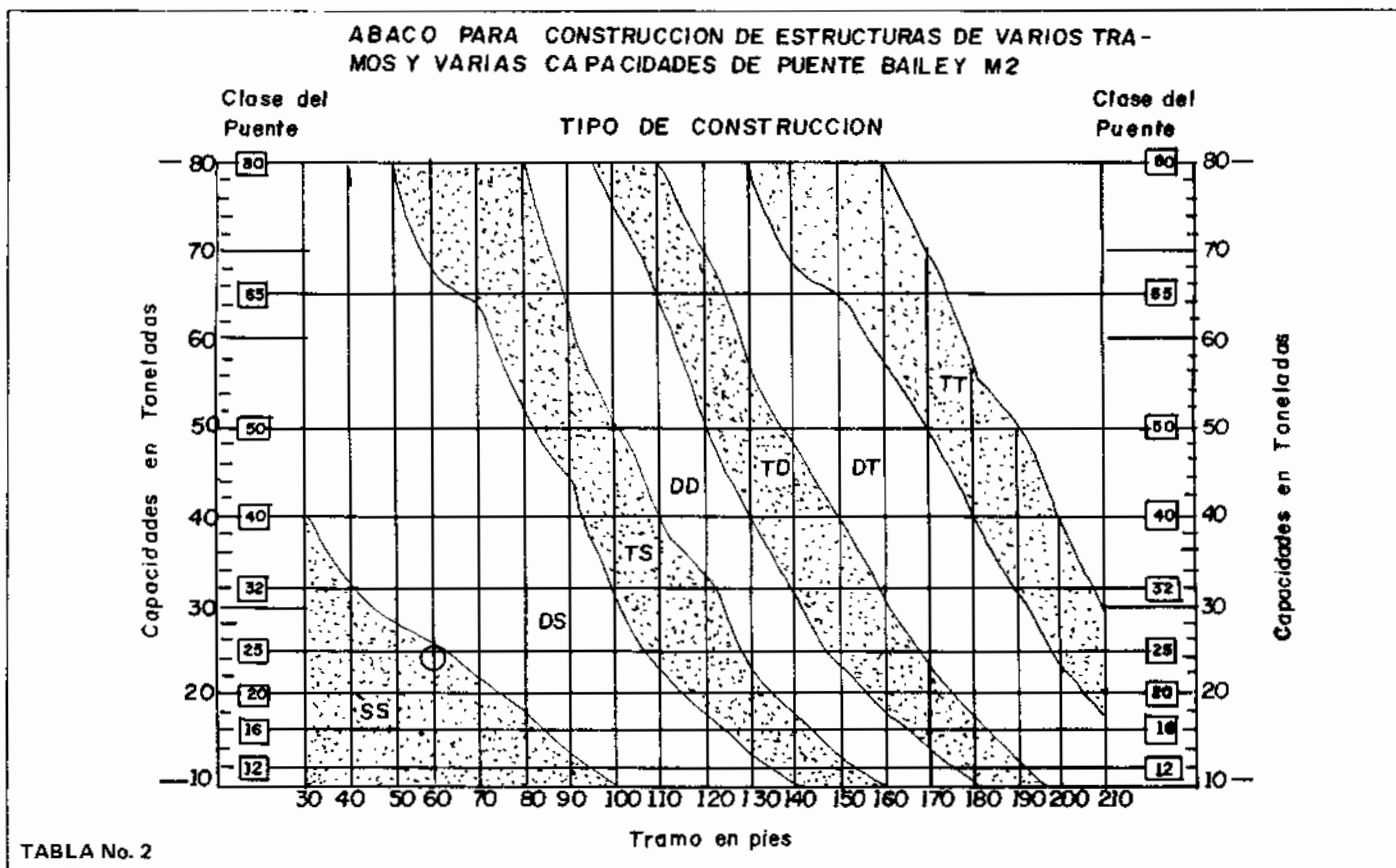


TABLA No. 2

USO DE ABACO

a. Generalidades

Para determinar el tipo de puente a usarse de acuerdo con la capacidad que debe tener, y con la luz del tramo, utilizamos el ábaco en la siguiente forma:

- 1) En el eje horizontal están las luces de tramo desde 30 pies hasta 210 pies.
- 2) En el eje vertical la clase del puente de acuerdo a su capacidad desde 10 hasta 80.
- 3) Entrando en el ábaco con estos datos se determina un punto dentro de una de las zonas donde está indicado el tipo de puente necesario.

b. Ejemplo

Se necesita construir un puente sobre una luz de 120 pies que sea capaz de resistir vehículos de clase 40 toneladas entrando en el ábaco con estos dos datos, va de un punto dentro de la zona doble doble. Luego el puente necesario será doble doble.

Tabla No. 3 Construcción de nariz de lanzamiento											Tramos de nariz Incompletos						
Puente		Núm. de secciones en la nariz			Distancia de las estribos desde el extremo de la nariz (en pies)	Distancia que se requiere detrás de los rodillos oscilantes (en pies)	Puente		Núm. de secciones en la nariz			Distancia de los estribos desde el extremo de la nariz (en pies)	Distancia que se requiere detrás de los rodillos oscilantes (en pies)	Tipo	Tramo (en pies)	Núm. de secciones material de piso y largueros	División del piso superior
Tipo	Tramo (en pies)	SS	DS	DD			Tipo	Tramo (en pies)	SS	DS	DD						
SS	30	2	—	—	36	TD	110	6	—	—	20	77	SS	100	4	2	
	40	3	—	—	43		120	7	—	—	20	84		DS	140		6
	50	3	—	—	47		130	8	2	—	30	90		TS	150		6
	60	4	10	—	55		140	8	3	—	30	96		DD	160		7
	70	5	20	—	63		150	5	4	—	40	103		DD	170		7
	80	5	20	—	67		*160	*5	*4	—	40	106		TD	180		10
	90	6	30	—	75		*170	*6	*4	10&40	40	112		TD	190		10
	100	6	30	—	76		*180	*7	*4	10&40	40	125		DT	180		Todo
	110	7	30	—	83		*190	*7	*4	20&40	40	128		DT	190		Todo
	120	8	40	—	90		DT	130	5	3	—	30		91	DT		170
DS	60	4	10	—	62	140	5	3	—	30	96	DT	180	8	3 5		
	70	4	10	—	67	150	5	4	—	30	102	DT	190	Todo			
	80	5	20	—	64	160	5	4	—	40	109	DT	200	Todo			
	90	6	20	—	71	180	*5	5	—	40	112	DT	210	Todo			
	100	6	20	—	76	*170	*5	*5	—	40	116	DT	210	Todo			
	110	7	30	—	83	*180	*5	*5	—	40	116	DT	210	Todo			
	120	8	40	—	90	*190	*6	*6	10&40	40	131	DT	210	Todo			
	130	8	10&40	—	96	*200	*7	*6	20&40	40	132	DT	210	Todo			
	140	8	10&40	—	96	*210	*7	*5	30&40	40	135	DT	210	Todo			
	150	9	20&40	—	106	TT	*180	*5	*3	—	40	94"	TT	160		3	
TS	80	5	20	—	63	*170	*5	*6	—	40	96"	TT	170	6	Núm. de secciones de puente en la construcción inicial ¹		
	90	6	20	—	70	*180	*6	*5	—	40	102"	TT	180	6			
	100	6	20	—	74	*190	*6	*6	*2	40	112"	TT	190	8			
	110	7	30	—	81	*200	*6	*6	*4	20&40	115"	TT	200	Todo			
	120	7	30	—	86	*210	*7	*5	*6	30&40	117"	TT	210	Todo			
	130	8	40	—	93	TT	*180	*5	*3	—	40	94"	TT	160		3	
	140	8	10&40	—	100	*170	*5	*6	—	40	96"	TT	170	6			
	150	9	20&40	—	101	*180	*6	*5	—	40	102"	TT	180	6			
	*160	*9	20&40	—	106	*190	*6	*6	*2	10&40	112"	TT	190	8			
	*170	*7	*3	10&40	113	*200	*6	*6	*4	20&40	115"	TT	200	Todo			
*180	*7	*3	20&40	117	*210	*7	*5	*6	30&40	117"	TT	210	Todo				
DD	100	6	20	—	74	*Tramos botados incompletos. Vea la tabla siguiente											
	110	7	20	—	81	*Calculado											
	120	7	30	—	86												
	130	8	30	—	93												
	140	7	2	40	100												
	150	8	3	40	106												
	*160	*8	*3	40	106												
	*170	*7	*3	10&40	113												
	*180	*7	*3	20&40	117												
	1 Las tres primeras secciones del puente se construyen DT con solamente 1 mortero por sección. La última sección del puente se construye DT debido a la construcción escalonada necesaria cuando se agregan secciones subsiguientes.																

NARIZ DE PUENTES TT. 1. Lance las secciones hasta que los rodillos oscilantes de la orilla de partida estén debajo de la última sección TT de la construcción inicial. 2. Agregue hasta 6 secciones TT a la cola de la construcción inicial. Esto completa todo menos un tramo de 210 pies. 3. Continúe la botadura hasta que los rodillos oscilantes de la orilla de partida estén debajo del último tramo TT que se agregó en el paso 2. 4. Agregue el resto de las secciones TT para completar el puente (tramo de 210 pies únicamente). 5. Agregue a la cola del puente, 5 secciones DS de construcción de tipo nariz. 6. Prosiga con la botadura hasta que las tres primeras secciones del puente DT estén más allá de los rodillos de la orilla de llegada. 7. Complete las 3 primeras secciones del puente convirtiéndolo en TT y agregando los travesaños. 8. Hale el puente hasta ponerlo en posición final, quite la cola DS, agregue piso donde sea necesario y baje los gatos.

Tabla No. 4.

Número de gatos que se necesitan a cada extremo del puente.

Número de rodillos oscilantes necesarios

Tipo	Tramo (en pies)	Núm. de Gatos que se necesitan en cada extremo del puente	Tipo	Tramo (en pies)	Orilla de partida	Orilla de llegada
SS	30-100	2	SS	30-100	2	*
DS	50-140	4	DS	50-80	2	*
TS	80-140	4		90-100	2	2
	150-160	6		110-140	4	2
DD	100-120	4	TS	80-160	4	2
	130-180	6	DD	100-130	4	2
TD	110-140	6		140-180	4	4
	150-190	8	TD	110-120	4	2
DT	130	6		130-190	4	4
	140-180	8	DT	130-210	4	4
	190-210	10	TT	160-210	4	4
TT	160-170	10	*Use dos rodillos sencillos.			
	180-210	12				

Tabla No. 5. Pesos de puentes Bailey. Dados en toneladas de 2,240 lb por tramo de 10 pies del puente.

		Estándar		Estándar ensanchado		Extra-ancho	
		2	4	2	4	2	4
Incluye madera y largueros	S.S.	2.00	—	2.59	—	3.04	—
	S.S.R.	2.43	—	3.02	—	3.47	—
	D.S.	2.60	3.04	3.19	3.78	3.64	4.23
	D.S.R.	3.46	3.90	4.05	4.64	4.50	5.09
	T.S.	3.17	3.60	3.75	4.35	4.20	4.80
	T.S.R.	4.47	4.90	5.05	5.65	5.50	6.10
	D.D.	3.77	4.20	4.36	4.95	4.80	5.40
	D.D.R.	4.63	5.06	5.22	5.81	5.66	6.26
	T.D.	4.91	5.34	5.49	6.09	6.04	6.63
	T.D.R.	6.21	6.64	6.80	7.39	7.34	7.93
	D.T.	5.36	5.79	6.03	6.62	6.49	7.08
	T.T.	7.07	7.50	7.74	8.33	8.28	8.88
	Piso de Madera		0.53		0.58		1.23
Largueros		0.42		0.50		0.58	
Piso de Acero y Asfalto		+0.20		-0.20		-0.35	
Total		+0.70		+0.85		+0.95	
		+0.90		+0.65		+0.60	
Nariz Lanzamiento	S.S.	0.84		0.93		0.93	
	D.S.	1.43		1.53		1.53	
	D.D.	2.60		2.70		2.70	
Componentes de Extremos	S.S.	1.28		1.42		1.42	
	D.S., D.D. y D.T.	1.70		1.84		1.84	
	T.S., T.D. y T.T.	2.02		2.05		2.05	
		Total para 2 extremos					

Tabla No. 6. Pesos de puentes Bailey. Dados en kilos por tramo de 10 pies del puente

	Estándar		Estándar ensanchado		Extra-ancho		
	2 Travesaños por tramo	4 Travesaños por tramo	2 Travesaños por tramo	4	2	4	
Incluye Madera y Largueros	S.S.	2029.44	—	2628.12	—	3084.75	—
	S.S.R.	2465.77	—	3064.45	—	3521.08	—
	D.S.	2638.27	3084.75	3236.96	3835.64	3693.58	4292.27
	D.S.R.	3510.93	3957.41	4109.62	4708.30	4566.24	5164.92
	T.S.	3126.66	3652.99	3805.20	4414.03	4261.82	4870.66
	T.S.R.	4535.80	4972.13	5124.34	5733.17	5580.96	6189.79
	D.D.	3825.49	4261.82	4424.18	5022.86	4870.66	5479.49
	D.D.R.	4698.15	5134.48	5296.84	5895.52	5743.32	6352.15
	T.D.	4988.56	5425.44	5577.84	6187.44	6136.64	6736.08
	T.D.R.	6309.36	6746.24	6908.80	7508.24	7457.44	8056.88
	D.T.	5438.90	5875.23	6118.76	6717.45	6575.39	7184.22
	T.T.	7183.12	7620.00	7863.84	8463.48	8412.48	9022.08
	Piso de madera	537.80		590.0		1248.11	
	Largueros	426.18		507.36		588.54	
	Piso de acero y asfalto	913.25		659.57		608.83	
Nariz Lanzamiento	S.S.	852.36		943.69		943.69	
	D.S.	1451.06		1552.52		1552.52	
	D.D.	2638.27		2739.74		2739.74	
Componentes de Extremos	S.S.	1298.94		1440.90		1440.90	
	D.S., D.D. y D.T.	1725.02		1867.08		1867.08	
	T.S., T.D. y T.T.	2049.73		2080.18		2080.18	

Table No.7. Medidas de embarque para puentes Bailey. Dadas en pies cúbicos por 10 pies del puente.

		Estándar		Estándar ensanchado		Extra-ancho		
		2 Traveseros por paño	4 Traveseros por paño	2 Traveseros por paño	4 Traveseros por paño	2 Traveseros por paño	4 Traveseros por paño	
Incluye Madera y Largueros	S.S.	138.6	—	165.0	—	187.7	—	
	S.S.R.	147.7	—	174.2	—	196.9	—	
	D.S.	201.4	215.9	227.9	239.4	250.6	272.1	
	D.S.R.	219.8	234.3	246.3	267.8	279.0	290.5	
	T.S.	263.1	277.8	289.6	311.3	312.1	333.9	
	T.S.R.	290.7	305.4	317.2	338.9	339.7	361.5	
	D.D.	325.5	340.0	342.0	363.5	374.7	396.2	
	D.D.R.	343.9	358.4	360.4	381.9	393.1	414.6	
	T.D.	448.6	463.4	465.1	486.9	497.6	519.4	
	T.D.R.	476.2	491.0	492.7	514.5	526.2	547.0	
	D.T.	474.0	488.5	495.1	516.6	528.1	549.6	
T.T.	667.3	682.0	688.2	710.0	721.3	743.0		
Piso de madera		24.5		37.5		53.75		
Largueros		36.5		42.5		48.5		
Piso de acero y Asfalto		7.85		1.7		13.13		
Morro de lanzamiento	S.S.	70.3		74.3		74.7		
	D.S.	132.9		136.9		137.3		
	D.D.	256.9		260.9		261.3		
Componentes de extremos	S.S.	Total para 2 extremos	48.5		52.0		52.0	
	D.S., D.D. y D.T.		57.5		61.0		61.0	
	T.S., T.D. y T.T.		63.5		67.0		67.0	

TABLA No. 8
EFECTO DE LOS ESLABONES DE LANZAMIENTO EN LA NARIZ

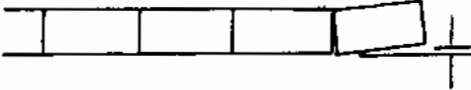



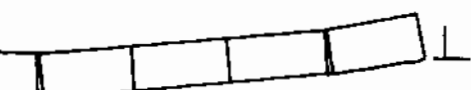

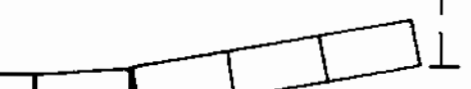
	13 1/2 Pul.	0.35 mts.
	27 Pul.	0.69 mts.
	40 Pul.	1 mt.
	54 Pul.	1.36 mts.
	66 Pul.	1.66 mts.
	78 Pul.	1.97 mts.
	90 Pul.	2.27 mts.

TABLA No. 9. Flecha que se debe esperar en la punta del morro de lanzamiento a medida que alcanza los rodillos de llegada.

Luz del Puente		Puente de un piso		Puente de doble piso		Puente de triple piso	
pies	metros	pulgadas	metros	pulgadas	metros	pulgadas	metros
30	9.14	2½	0.06	—	—	—	—
40	12.19	4	0.10	—	—	—	—
50	15.24	6	0.15	—	—	—	—
60	18.29	8½	0.21	6½	0.16	—	—
70	21.37	12	0.31	8½	0.21	—	—
80	24.38	16	0.41	11	0.28	—	—
90	27.43	20	0.51	14	0.36	—	—
100	30.48	25	0.64	17	0.43	—	—
110	33.53	30	0.76	21	0.53	16	0.41
120	36.58	36	0.92	25	0.64	20	0.51
130	39.62	43	1.10	30	0.76	24	0.61
140	42.67	52	1.30	36	0.92	28	0.71
150	45.72	61	1.55	43	1.10	33	0.84
160	48.77	74	1.88	50	1.27	39	0.99
170	51.82	—	—	57	1.45	47	1.20
180	54.86	—	—	64	1.63	56	1.42
190	57.91	—	—	72	1.83	65	1.65
200	60.96	—	—	81	2.06	74	1.88

TABLA No. 10. Tabla de momentos flectores admisibles para carga viva en pies toneladas.
BAILEY STANDARD - PLATAFORMA DE MADERA

Pies	S.S.	D.S.	S.S.R.	T.S.	D.S.R.	D.D.	T.S.R.	T.D.	D.T.	D.D.R.	T.T.	T.D.R.
10	407	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	387	786	802	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	370	759	781	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	347	725	754	1116	—	—	—	—	—	—	—	—
60	319	683	720	1067	1484	—	—	—	—	—	—	—
70	286	633	680	1008	1420	1493	2188	2299	—	—	—	—
80	249	576	634	940	1347	1414	2096	2198	—	—	—	—
90	206	511	582	863	1264	1323	1991	2083	—	—	—	—
100	158	439	524	777	1170	1223	1875	1956	2583	2881	4025	4443
110	105	359	460	681	1068	1112	1745	1815	2430	2747	3827	4268
120	47	271	390	577	956	990	1604	1660	2263	2601	3610	4076
130	—	176	313	464	833	858	1450	1492	2081	2442	3375	3868
140	—	—	—	342	701	716	1284	1311	1885	2270	3122	3642
150	—	—	—	210	560	562	1106	1116	1674	2086	2849	3400
160	—	—	—	70	408	398	915	907	1448	1888	2557	3142
170	—	—	—	—	—	224	712	686	1218	1678	2257	2867
180	—	—	—	—	—	40	496	450	954	1455	1918	2575
190	—	—	—	—	—	—	—	202	685	1220	1567	2266
200	—	—	—	—	—	—	—	—	402	972	1203	1941
210	—	—	—	—	—	—	—	—	103	700	817	1598
220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	463	1240
230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	855
240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	473
250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLA No. 11. Tabla de Esfuerzos Cortantes en Toneladas.
BAILEY ESTANDAR - PLATAFORMA DE MADERA

Piso	S.S.	D.S.	S.S.R.	T.S.	D.S.R.	D.D.	T.S.R.	T.D.	D.T.	D.D.R.	T.T.	T.D.R.
10	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	27	55	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	26	54	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	25	52	24	71	—	—	—	—	—	—	—	—
60	24	51	22	69	48	87	65	—	—	—	—	—
70	23	49	21	67	46	85	63	—	—	—	—	—
80	22	48	20	66	44	83	60	—	—	—	—	—
90	21	46	19	63	42	81	58	111	—	—	—	—
100	20	45	18	62	40	79	55	108	71	74	97	102
110	19	43	17	60	38	77	53	105	68	72	93	98
120	18	42	16	58	36	75	50	103	65	69	90	95
130	17	40	14	56	34	73	48	100	62	67	86	92
140	—	—	—	55	32	70	45	97	59	64	82	88
150	—	—	—	53	30	68	43	95	56	62	78	85
160	—	—	—	51	28	66	40	92	53	59	75	82
170	—	—	—	—	26	64	38	89	50	57	71	78
180	—	—	—	—	—	62	36	86	47	54	67	75
190	—	—	—	—	—	—	—	84	45	51	63	71
200	—	—	—	—	—	—	—	—	42	49	60	68
210	—	—	—	—	—	—	—	—	39	46	56	65
220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	52	61
230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58
240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55
250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLA No. 12. Tabla de momentos flectores admisibles para carga viva en pies toneladas.
BAILEY ESTANDAR - PLATAFORMA DE ACERO CON ASFALTO

Pies	S.S.	D.S.	S.S.R.	T.S.	D.S.R.	D.D.	T.S.R.	T.D.	D.T.	D.D.R.	T.T.	T.D.R.
10	406	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	395	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	376	774	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	350	739	761	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	316	694	723	1085	—	—	—	—	—	—	—	—
60	274	638	675	1022	1439	—	2223	—	—	—	—	—
70	225	572	619	947	1359	1432	2127	2238	—	—	—	—
80	169	496	554	860	1267	1334	2016	2118	—	—	—	—
90	106	411	482	763	1164	1223	1891	1983	—	—	—	—
100	33	314	400	652	1045	1098	1750	1831	2458	2756	3900	4318
110	—	208	309	530	917	961	1694	1664	2279	2576	3676	4117
120	—	91	210	397	776	810	1424	1480	2083	2421	3430	3896
130	—	—	101	253	622	647	1239	1281	1870	2231	3164	3677
140	—	—	—	93	459	471	1039	1056	1640	2025	3130	3397
150	—	—	—	—	279	281	825	835	1393	1805	2568	3119
160	—	—	—	—	88	78	595	587	1128	1568	2237	2822
170	—	—	—	—	—	—	351	325	857	1317	1896	2506
180	—	—	—	—	—	—	91	45	549	1050	1513	2170
190	—	—	—	—	—	—	—	—	235	770	1117	1796
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	472	703	1441
210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	267	1048
220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	635
230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	194
240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLA No. 13: Tabla de esfuerzos cortantes en toneladas.
BAILEY ESTANDAR - PLATAFORMA DE ACERO CON ASFALTO

Pies	S.S.	D.S.	S.S.R.	T.S.	D.S.R.	D.D.	T.S.R.	T.D.	D.T.	D.D.R.	T.T.	T.D.R.
10	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	25	53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	24	52	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	22	49	21	69	—	—	65	—	—	—	—	—
60	21	48	19	66	45	—	62	—	—	—	—	—
70	19	45	17	64	42	81	60	112	—	—	—	—
80	18	44	16	61	40	79	57	109	—	—	—	—
90	16	41	14	59	37	76	54	106	—	—	—	—
100	15	40	18	57	35	74	51	103	66	69	92	97
110	—	37	11	55	33	71	48	99	62	66	87	92
120	—	36	9	52	30	69	45	97	59	63	84	89
130	—	—	7	50	27	66	42	93	55	60	79	85
140	—	—	—	48	25	63	40	90	52	57	75	81
150	—	—	—	46	22	60	37	87	48	54	70	77
160	—	—	—	43	20	58	34	84	45	51	67	74
170	—	—	—	41	—	—	31	80	41	48	62	69
180	—	—	—	38	—	—	28	77	38	45	58	66
190	—	—	—	—	—	—	—	—	35	41	53	61
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	50	58
210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	54
220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50
230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46
240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLA No. 14: Tabla de momentos flectores admisibles para carga viva en pies toneladas.
BAILEY ESTANDAR ENSANCHADO · PLATAFORMA DE MADERA

Pies	S.S.	D.S.	S.S.R.	T.S.	D.S.R.	D.D.	T.S.R.	T.D.	D.T.	D.D.R.	T.T.	T.D.R.
10	406	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	397	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	380	778	794	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	358	745	768	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	330	707	735	1090	—	—	—	—	—	—	—	—
60	288	650	696	1032	1452	—	—	—	—	—	—	—
70	245	594	642	967	1375	1450	2146	2240	—	—	—	—
80	200	520	588	888	1290	1360	2040	2145	—	—	—	—
90	140	444	515	802	1192	1227	1927	2010	—	—	—	—
100	70	348	447	695	1094	1138	1794	1868	2500	2803	3967	4362
110	—	265	373	587	965	1014	1648	1714	2330	2640	3718	4168
120	—	110	280	465	833	875	1435	1538	2141	2487	3490	3959
130	—	76	200	340	707	723	1316	1357	1936	2291	3404	3732
140	—	—	—	185	567	555	1133	1086	1708	2136	2942	3488
150	—	—	—	93	394	387	880	879	1487	1908	2637	3230
160	—	—	—	—	218	180	700	688	1231	1687	2349	2938
170	—	—	—	—	52	18	482	460	845	1452	1994	2641
180	—	—	—	—	—	—	—	197	547	1148	1642	2324
190	—	—	—	—	—	—	—	—	380	944	1260	1985
200	—	—	—	—	—	—	—	—	95	670	865	1627
210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	280	430	1286
220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	122	692
230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	450
240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLA No. 15: Tabla de esfuerzos cortantes en toneladas.
BAILEY ESTANDAR ENSANCHADO - PLATAFORMA DE MADERA

Pies	S.S.	D.S.	S.S.R.	T.S.	D.S.R.	D.D.	T.S.R.	T.D.	D.T.	D.D.R.	T.T.	T.D.R.
10	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	25	54	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	24	52	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	22	50	21	69	—	—	—	—	—	—	—	—
60	21	48	20	67	45	84	63	—	—	—	—	—
70	20	46	18	65	43	82	60	—	—	—	—	—
80	18	44	17	62	40	80	57	—	—	—	—	—
90	17	42	16	60	38	77	54	107	—	—	—	—
100	16	40	14	58	36	75	51	104	70	69	97	98
110	—	39	13	56	34	73	49	101	67	68	93	94
120	—	36	11	54	32	70	46	99	64	65	89	91
130	—	35	9	51	30	68	43	95	61	62	85	87
140	—	—	—	49	27	65	40	92	58	59	81	83
150	—	—	—	47	25	63	37	90	55	57	77	80
160	—	—	—	—	23	61	34	88	52	54	74	76
170	—	—	—	—	20	59	32	84	49	51	70	72
180	—	—	—	—	—	—	—	80	46	48	66	68
190	—	—	—	—	—	—	—	—	43	45	62	65
200	—	—	—	—	—	—	—	—	40	43	58	62
210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	54	58
220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51	54
230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51
240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLA No. 16. Tabla de momentos factores admisibles para carga viva en pies toneladas.
BAILEY ESTANDAR ENSANCHADO - PLATAFORMA DE ACERO CON ASFALTO

Pies	S.S.	D.S.	S.S.R.	T.S.	D.S.R.	D.D.	T.S.R.	T.D.	D.T.	D.D.R.	T.T.	T.D.R.
10	402	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	395	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	376	772	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	349	735	760	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	315	688	722	1080	-	-	-	-	-	-	-	-
60	273	630	670	1016	1431	-	2215	-	-	-	-	-
70	224	663	612	938	1350	1424	2117	2227	-	-	-	-
80	167	485	553	849	1258	1324	2005	2105	-	-	-	-
90	102	398	480	749	1150	1210	1875	1964	-	-	-	-
100	30	297	398	636	1082	1088	1733	1808	2430	2747	3870	4310
110	-	188	307	512	898	948	1576	1638	2247	2587	3642	4100
120	-	69	180	374	757	792	1397	1448	2049	2408	3390	3880
130	-	-	87	220	593	625	1210	1250	1828	2212	3105	3635
140	-	-	-	105	421	445	1002	1030	1575	2010	2810	3395
150	-	-	-	-	238	247	790	784	1338	1782	2510	3095
160	-	-	-	-	44	39	554	537	1071	1543	2175	2830
170	-	-	-	-	-	-	298	269	775	1270	1815	2460
180	-	-	-	-	-	-	42	-	283	1020	1420	2130
190	-	-	-	-	-	-	-	-	152	733	1030	1750
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	431	600	1380

TABLA No. 17. Tabla de esfuerzos cortantes en toneladas
BAILEY ESTANDAR ENSANCHADO - PLATAFORMA DE ACERO CON ASFALTO

Pies	S.S.	D.S.	S.S.R.	T.S.	D.S.R.	D.D.	T.S.R.	T.D.	D.T.	D.D.R.	T.T.	T.D.R.
10	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	25	53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	24	52	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	22	49	21	67	—	—	—	—	—	—	—	—
60	21	48	19	65	45	—	61	—	—	—	—	—
70	19	45	17	63	42	81	58	112	—	—	—	—
80	18	44	16	59	40	78	54	109	—	—	—	—
90	16	41	14	57	37	76	51	106	—	—	—	—
100	15	40	13	55	35	73	48	103	65	69	90	95
110	—	37	11	52	32	70	45	99	61	66	85	90
120	—	36	9	50	29	68	42	97	57	63	82	87
130	—	—	7	47	27	65	39	93	54	59	77	83
140	—	—	—	45	24	62	35	90	50	56	73	79
150	—	—	—	—	21	59	32	86	47	53	68	75
160	—	—	—	—	19	57	29	83	43	50	65	71
170	—	—	—	—	—	—	27	79	40	47	60	67
180	—	—	—	—	—	—	23	—	36	44	56	63
190	—	—	—	—	—	—	—	—	34	41	50	59
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37	47	56

TABLA No. 18. Tabla de momentos flectores admisibles para carga viva en pies toneladas.
BAILEY EXTRA-ANCHO - PLATAFORMA DE MADERA

Pies	S.S.	D.S.	S.S.R.	T.S.	D.S.R.	D.D.	T.S.R.	T.D.	D.T.	D.D.R.	T.T.	T.D.R.
10	406	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	395	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	376	772	791	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	345	735	760	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	315	688	721	1079	—	—	—	—	—	—	—	—
60	273	629	673	1012	1431	—	—	—	—	—	—	—
70	224	561	617	934	1348	1420	2114	2225	—	—	—	—
80	167	481	552	843	1252	1319	2000	2101	—	—	—	—
90	102	392	478	741	1144	1204	1869	1962	—	—	—	—
100	30	291	396	626	1023	1076	1724	1805	2421	2734	3859	4292
110	—	180	304	499	889	934	1563	1633	2235	2569	3624	4086
120	—	58	205	360	743	778	1387	1444	2030	2388	3373	3860
130	—	—	96	209	584	609	1195	1238	1808	2192	3096	3613
140	—	—	—	46	412	426	955	1016	1568	1981	2798	3347
150	—	—	—	—	227	230	766	778	1311	1753	2477	3062
160	—	—	—	—	30	21	529	523	1036	1510	2134	2757
170	—	—	—	—	—	—	276	251	742	1251	1769	2432
180	—	—	—	—	—	—	—	—	431	977	1382	2087
190	—	—	—	—	—	—	—	—	102	687	973	1723
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	381	542	1339
210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88	936
220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	512
230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	69
240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABLA No. 19. Tabla de esfuerzos cortantes en toneladas
BAILEY EXTRA-ANCHO - PLATAFORMA DE MADERA

Pies	S.S.	D.S.	S.S.R.	T.S.	D.S.R.	D.D.	T.S.R.	T.D.	D.T.	D.D.R.	T.T.	T.D.R.
10	26	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
30	24	53	23	--	--	--	--	--	--	--	--	--
40	23	51	22	--	--	--	--	--	--	--	--	--
50	21	49	20	68	--	--	--	--	--	--	--	--
60	20	46	19	65	44	83	--	--	--	--	--	--
70	18	44	17	63	42	80	58	--	--	--	--	--
80	17	42	15	60	39	78	55	--	--	--	--	--
90	15	40	14	58	37	75	52	106	--	--	--	--
100	14	38	12	56	34	72	49	101	70	68	97	96
110	--	36	10	53	32	70	46	98	67	65	93	92
120	--	34	9	51	29	67	42	95	64	62	89	88
130	--	--	7	48	27	64	40	92	61	59	85	84
140	--	--	--	46	24	62	37	88	58	56	81	80
150	--	--	--	--	21	59	34	85	55	53	77	76
160	--	--	--	--	19	57	31	82	52	50	74	72
170	--	--	--	--	--	--	28	79	49	47	70	68
180	--	--	--	--	--	--	--	--	46	44	66	63
190	--	--	--	--	--	--	--	--	43	40	62	60
200	--	--	--	--	--	--	--	--	--	38	58	57
210	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	54	53
220	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	49
230	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	45
240	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
250	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

TABLA No. 20: Tabla de momentos flectores admisibles para carga viva en pies toneladas.
BAILEY EXTRA-ANCHO - PLATAFORMA DE ACERO CON ASFALTO

Pies	S.S.	D.S.	S.S.R.	T.S.	D.S.R.	D.D.	T.S.R.	T.D.	D.T.	D.D.R.	T.T.	T.D.R.
10	402	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	395	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	376	772	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	349	735	760	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	315	688	722	1080	—	—	—	—	—	—	—	—
60	245	630	659	1014	1431	—	2215	—	—	—	—	—
70	224	560	610	936	1348	1421	2115	2223	—	—	—	—
80	167	480	502	846	1253	1320	2002	2100	—	—	—	—
90	102	393	480	745	1143	1206	1872	1958	—	—	—	—
100	30	290	397	555	949	1077	1728	1800	2420	2746	3855	4302
110	—	180	306	505	890	937	1570	1628	2235	2582	3620	4092
120	—	60	150	366	745	672	1291	1323	2035	2401	3365	3864
130	—	—	65	210	580	612	1200	1228	1810	2203	3090	3617
140	—	—	—	—	410	432	990	1003	1570	1998	2795	3352
150	—	—	—	—	225	232	775	768	1310	1768	2465	3067
160	—	—	—	—	—	—	538	506	850	1380	1925	2584
170	—	—	—	—	—	—	280	228	740	1258	1755	2422
180	—	—	—	—	—	—	—	—	235	998	1365	2082
190	—	—	—	—	—	—	—	—	110	708	965	1720
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	403	525	1330

TABLA No. 21. Tabla de esfuerzos cortantes en toneladas.
BAILEY EXTRA-ANCHO - PLATAFORMA DE ACERO CON ASFALTO

Pies	S.S.	D.S.	S.S.R.	T.S.	D.S.R.	D.D.	T.S.R.	T.D.	D.T.	D.D.R.	T.T.	T.D.R.
10	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	25	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	24	51	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	22	49	21	66	-	-	-	-	-	-	-	-
60	21	47	19	63	45	-	59	-	-	-	-	-
70	19	45	18	61	42	81	56	110	-	-	-	-
80	18	43	17	58	40	78	52	106	-	-	-	-
90	16	41	14	55	37	76	49	103	-	-	-	-
100	15	39	13	53	36	73	46	99	65	69	106	92
110	-	37	11	49	32	70	42	95	61	66	101	87
120	-	34	7	47	29	68	39	91	57	63	97	83
130	-	-	6	44	27	66	36	88	54	59	92	79
140	-	-	-	-	24	62	33	84	50	56	88	75
150	-	-	-	-	21	59	29	80	47	53	83	70
160	-	-	-	-	-	-	26	77	43	50	79	66
170	-	-	-	-	-	-	23	73	40	47	75	63
180	-	-	-	-	-	-	-	-	36	44	70	58
190	-	-	-	-	-	-	-	-	33	41	66	54
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	61	50

TABLA No. 22. Momentos de inercia para las diferentes construcciones Bailey.

Construcción	I pulgadas ⁴	cm ⁴	Z pulgadas ³	cm ³
S.S.	13,600	566,070	446	7,308
D.S.	27,200	1,132,140	892	14,617
S.S.R.	31,300	1,302,800	906	14,846
T.S.	40,800	1,698,200	1,338	21,925
Q.S.	54,400	2,264,290	1,784	29,234
D.S.R.	62,600	2,605,600	1,812	29,693
D.D.	116,688	4,856,900	1,912	31,331
T.S.R.	93,900	3,908,400	2,718	44,540
T.D.	175,032	7,285,350	2,868	47,000
D.T.	330,520	13,757,200	3,612	59,190
C.S.R.	125,200	5,211,200	3,624	59,380
C.D.	233,376	9,713,800	3,824	62,664
D.D.R.	249,488	10,384,440	3,838	62,890
T.T.	495,780	20,635,850	5,418	88,780
T.D.R.	374,232	15,576,650	5,757	94,340
D.T.R.	622,920	25,927,800	6,520	106,843
C.T.	661,040	27,514,400	7,224	118,380
C.D.R.	498,976	20,768,880	7,676	125,780
T.T.R.	934,380	38,891,700	9,780	160,260
C.T.R.	1,245,840	51,855,600	13,040	213,680
Momentos de inercia para los diferentes componentes Bailey.				
Travesaño				
Estándar	122	5,078	24,5	402
Travesaño E.A.	221	9,198	36,8	603
Larguero de tres				
Viguetas	11	458	5,5	90

TABLA No. 23: Anchos de puentes de tablero inferior.

Puente Tipo Tablero inferior	a		b		c		d	
	F	M	F	M	F	M	F	M
Estándar Bailey	18'0"	5.49	12'11"	3.94	12'4"	3.76	10'9"	3.28
Bailey Estándar Ensanchado	20'0"	6.10	14'10"	4.52	14'3"	4.34	12'6"	3.81
Bailey Extra Ancho	20'0"	6.10	16'3"	4.95	15'8"	4.77	13'9"	4.19

a) Ancho total sin vía para peatones.
b) Centros de las vigas interiores
c) Espacio libre entre la viga interior
d) Ancho de Rodadura.

F = Pies M = Metros

TABLA No. 24: Capacidad total de esfuerzo cortante para Construcciones normales de puentes Bailey.

Construcciones	E. C. Toneladas		
	Carga de prueba	Carga de falla	Carga de trabajo
Simple Simple Simple Simple Reforzado	56	64	30
Doble Simple Doble Simple Reforzado	93	100	60
Triple Simple Triple Simple Reforzado	115	135	80
Doble Doble Doble Doble Reforzado	125	160	100
Triple Doble Triple Doble Reforzado	150	210	135
Doble Triple	125	160	100
Triple Triple	150	210	135

La carga de trabajo debe cubrir:
a) Carga muerta de la estructura.
b) Carga viva.
c) Efecto dinámico e impacto.

Tabla No. 25

Dimensiones críticas	
Anchura del camino entre los guardarruedas de acero	12'6"
Anchura del camino entre los guardacielos de madera	14'1"
Distancia lateral entre las líneas centrales de las vigas maestras	
Vigas interiores	14'10"
Vigas del medio	17'10"
Vigas exteriores	19'3"
Distancia lateral entre las líneas centrales de las placas de base:	
Puente S	14'10"
Puente D	16'4"
Puente T	17'3-1/2"
Distancia lateral entre las orillas exteriores de las placas de base:	
Puente S	19'5"
Puente D	20'11"
Puente T	21'10-1/2"
Distancia lateral entre los salientes de medición de las bases de los rodillos oscilantes.	11'6-1/2"
Distancia lateral entre los salientes de medición de las bases de los rodillos sencillos:	
Puentes SS y DS	11'6-1/2"
Puentes TS, DD, TD, DT y TT	10'10-1/2"
Espaciamiento longitudinal entre los rodillos sencillos	25'
Altura desde la base de la placa de base hasta la parte superior de los tablonces de piso transversal.	28-5/32"
Altura desde la base de la plantilla del rodillo oscilante hasta la parte superior del mismo.	16'5/16"
Altura desde la base de la plantilla del rodillo sencillo hasta la parte superior del mismo.	8-15/16"
Altura desde la base del pedestal de rampa hasta la parte superior de los tablonces de piso transversal de la rampa.	17-1/4"
Altura desde el fondo del saliente semicircular ubicado debajo del extremo inclinado de la rampa hasta la parte superior de los tablonces de piso transversal de la rampa	5-7/8"
Altura desde la parte superior de los tablonces de piso transversal de piso hasta el arriostamiento superior:	
Normal	14'7"
Improvisado	12'3"
Altura desde la base del soporte hasta la parte inferior del panel.	5-17/32"
Altura desde la parte inferior del panel hasta la parte superior de los tablonces de piso transversal de piso.	20-11/16"
Altura desde la parte inferior del saliente semicircular del poste final hasta la parte superior de los tablonces de piso transversal.	22-13/32"
Altura desde la base del soporte del rodillo oscilante hasta la parte superior del rodillo oscilante.	13-5/16"

TABLA No. 26. Clasificación doble del puente tipo Bailey. M-2 3.78 m (calzada de 150 pulgadas)

Clase por Tipo de Construcción y Tipo de Cruce

Luz del puente expresada en pies	SS			DS			TS			DS			TD			DT			TT				
	N	P	A	N	P	A	N	P	A	N	P	A	N	P	A	N	P	A	N	P	A		
30	(30)	(42)	(47)																				
	30	37	42																				
40	(24)	(35)	(40)																				
		34	38																				
50		(33)	(36)	(75)	(83)	(88)																	
		24	31	35	70	85	84																
60	(20)	(30)	(33)	(65)	(77)	(85)																	
		29	32	65	73	79																	
70	(20)	(24)	(30)	(60)	(68)	(78)																	
		30	60	68	75																		
80	(16)	(20)		(50)	(60)	(66)	(85)	(95)	(100)*														
		55	60	64	80	90	90*																
90	(12)	(16)	(19)	(40)	(50)	(55)	(65)	(74)	(82)														
		45	50	55	65	75	82																
100	(8)	(12)	(14)	(30)	(37)	(42)	(50)	(57)	(64)	(80)	(86)	(96)											
		30	39	44	55	60	66	80	90	90													
110				(20)	(30)	(34)	(36)	(47)	(52)	(65)	(72)	(80)	(90)	(100)*	(100)*								
				32	36	40	49	54	70	76	83	90*	90*	90*									
120				(16)	(23)	(27)	(30)	(38)	(43)	(45)	(57)	(64)	(75)	(83)	(91)								
				30	35	41	46	55	61	68	80	90*	90*										
130				(12)	(18)	(21)	(20)	(31)	(35)	(35)	(47)	(53)	(55)	(65)	(74)	(70)	(80)	(90)					
				33	38	45	50	56	60	72	80	80	90*	90*									
140				(8)	(14)	(17)	(16)	(24)	(29)	(30)	(39)	(44)	(45)	(57)	(64)	(70)	(80)	(88)					
							31	35	42	48	55	62	70	70	90*	90*							
150							(12)	(18)	(22)	(24)	(32)	(38)	(35)	(47)	(64)	(60)	(77)	(85)					
							35	40	45	51	58	60	65	90*									
160							(8)	(15)	(17)	(16)	(25)	(30)	(30)	(37)	(45)	(55)	(58)	(80)	(80)	(100)	(100)*		
											33	35	41	48	55	78	89	75	90*	90*			
170							(4)	(10)	(13)	(12)	(19)	(24)	(20)	(31)	(36)	(45)	(57)	(64)	(70)	(80)	(80)		
												34	40	50	64	74	70	90*	90*				
180											(8)	(15)	(18)	(16)	(24)	(29)	(35)	(48)	(55)	(55)	(65)	(77)	
															32	45	53	60	80	80	75	87	
190															(12)	(18)	(22)	(30)	(39)	(46)	(45)	(59)	(68)
															35	43	51	55	66	77			
200																(20)	(32)	(38)	(35)	(48)	(55)		
																36	43	40	52	62			
210																	(16)	(25)	(31)	(24)	(38)	(46)	
																	35		43	51			

Notas: 1. N=Normal, P=De Precaución, A=Arriagado

2*. Limitado por la anchura de calzada

3. El número superior representa la clase de carga para vehículos de rueda.

El número inferior representa la clase de carga para vehículos de oruga.

Ejemplo: (46)
51

4. Puentes que tienen una capacidad normal mayor a la clase 70 deben ser construidos con travesaños dobles.

5. La clasificación sencilla se considera menor de la clase 30.

TABLA No. 27

MATERIAL NECESARIO, POR SECCION, PARA LOS VARIOS TIPOS DE PUENTE BAILEY

PIEZAS	SECCION FINAL 1					SECCION INTERIOR					SECCION DE RAMPA					SECCION FINAL 2					NARIZ					
	SS	DS	TS	DD	TD	SS	DS	TS	DD	TD	SS	DS	TS	DD	TD	SS	DS	TS	DD	TD	SS	DS				
Apoyo del puente	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	4	4	-	-
Perno de cabeza	4	12	16	20	28	4	12	16	20	28	-	-	-	-	-	8	16	14	32	40	4	12	-	-		
Marco de refuerzo	-	2	2	4	4	-	2	2	4	4	-	-	-	-	-	-	2	2	6	6	-	2	-	-		
Tablones	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	26	26	26	26	26	13	13	13	13	13	-	-	-	-	-	-
Pasador de tornillo	-	-	-	8	12	-	-	-	8	12	-	-	-	-	-	-	-	-	8	12	-	-	-	-		
Poste final macho	2	4	6	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Poste final hembra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	8	4	6	-	-	-	-		
Piso de la pasarela	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	-	-	-	-		
Soporte de pasarela	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	8	8	6	6	6	-	-	-	-		
Poste de pasamano	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	6	6	6	6	6	-	-	-	-		
Panel	2	4	6	8	12	2	4	6	8	12	-	-	-	-	-	2	4	6	8	12	2	4	-	-		
Pasador de panel	4	8	12	16	18	4	8	12	16	24	-	-	-	-	-	8	16	24	28	42	4	8	-	-		
Puntal	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	4	4	4	4	4	2	2	-	-		
Pedestal de rampa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Rampa botón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Guardabanda	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	-	-	-	-		
Abrazadera de guardabanda	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	16	16	16	16	16	8	8	8	8	8	-	-	-	-		
Larguero de botonas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	-	-	-	-		
Larguero sencillo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	-	-	-	-		
Vanilla tensora	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	-	-	-	-		
Placa de unión	-	2	-	4	-	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-		
Trevesaño	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	1	-	-	-		
Abrazadera de trevesaño	4	8	12	8	12	4	8	12	8	12	-	-	-	-	-	4	8	12	8	12	2	-	-	-		
Cordón de refuerzo	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Nota: - El primer tramo de nariz no lleva varillas tensoras.
 - La sección interior se multiplica por el número de secciones interiores del puente.
 - Siempre se debe alistar del 20% al 50% de piezas de reserva.
 - La sección de rampa se multiplica por 2 para los 2 extremos del puente.
 - Se debe incluir la herramienta necesaria de acuerdo con el tipo de puente.

TABLA No. 28
NUMERO DE RODILLOS SENCILLOS REQUERIDOS
POR LONGITUD

Longitud del puente en pies	Tipo de Puente						
	SS	DS	TS	DD	TD	DT	TT
30-50	2	2					
60-80	4	4	4				
90	6	4	4				
100	6	6	4	4			
110-120		6	6	6	6		
130		6	6	6	6	6	
140		6	8	8	6	6	
150			8	8	8	8	
160			8	8	8	8	3
170				8	8	8	6
180				8	10	8	8
190					10	10	8
200-210						10	8

TABLA No29

TIEMPO ESTIMADO DE CONSTRUCCION
(en horas)

Luz en pies	Tipo de Punte						
	Simple simple	Doble simple	Triple simple	Doble doble	Triple doble	Doble triple	Triple triple
	Tiempo en Horas						
	Construcción por mano de obra únicamente, sin contar adecuación de orillas						
40	1 1/2						
60	1 3/4	2					
80	2	2 1/2	3				
100	2 1/4	3	3 1/2	4 1/4			
120		3 1/2	4	5	6 3/4		
140		3 3/4	4 1/2	5 3/4	7 1/2	11 3/4	
160			5	6 1/4	8 1/2	13 1/4	19
180				7	9 1/2	14 3/4	21 1/4
200						16 1/4	24

OBSERVACION: El tiempo previsto en la tabla sufre variaciones en los siguientes casos:

- 50% durante la noche
- 20% construcción con tropa sin entrenamiento.
- 30% con mal tiempo.

TABLA No.30
CAPACIDAD OPTIMA PARA VARIOS TIPOS DE SUELO

Descripción del suelo	Capacidad del suelo en ton x pie cuadrado
Suelo rocoso	12
Suelo muy compacto de piedras y arena	10
Gravas sueltas y piedras areniscas	6
Arena compacta y arenas gravosas	6
Arena muy compacta, suelos con sedimentos inorgánicos	6
Arcilla compacta, seca y dura	5
Arena gruesa suelta hasta un tipo medio, arena medianamente fina y compacta	4
Arena arcillosa y compacta	3
Arena fina, suelta, arena medianamente compacta, suelos con sedimentos inorgánicos	2
Arcilla dura	1,5
Suelos arcillosos saturados de arena suelta y arcillas medianamente suaves.	1

TABLA No. 31

MAXIMA CARGA CONCENTRADA SOPORTADA POR PUENTES ESTANDAR O M-1
(en toneladas (2.240 lb))

Span		Tipo de Construcción									
Feet	Metres	SS	SSR	DS	DSR	TS	TSR	DD	DDR	TD	TDR
20	6.10	23.0	-	42.0	-	64.0	-	80.0	-	111.0	-
30	8.15	23.5	-	46.0	-	62.0	-	78.0	-	106.0	-
40	12.2	22.0	-	45.0	-	60.5	-	76.0	-	103.0	-
50	15.25	21.0	-	43.0	-	59.0	-	74.7	-	101.0	-
60	18.3	17.5	18.5	37.5	40.0	57.5	-	72.5	-	99.5	-
70	21.35	13.5	17.5	30.0	38.0	48.5	52.5	71.0	-	97.0	-
80	24.4	10.0	16.5	24.0	36.5	39.0	50.0	59.5	66.5	88.0	90.0
90	27.45	7.5	15.5	18.5	35.0	32.0	48.0	49.5	64.0	74.0	87.5
100	30.5	5.0	14.5	14.5	34.0	28.0	46.0	41.0	62.0	62.5	85.0
110	33.55	-	13.5	10.5	32.0	20.5	43.5	34.0	60.0	52.5	81.5
120	36.6	-	10.5	7.5	26.5	16.0	41.5	27.5	58.0	43.5	79.0
130	39.65	-	7.5	-	21.5	13.5	37.5	22.0	56.0	36.0	76.0
140	42.7	-	5.0	-	16.5	8.0	31.0	17.5	53.5	29.0	73.0
150	45.75	-	-	-	12.0	-	24.5	13.0	46.5	23.0	70.5
160	48.80	-	-	-	8.5	-	19.0	8.5	39.5	17.0	65.0
170	51.85	-	-	-	-	-	14.0	-	33.0	11.5	56.0
180	54.9	-	-	-	-	-	9.5	-	27.0	6.5	47.5
190	57.95	-	-	-	-	-	-	-	22.0	-	39.5
200	61.0	-	-	-	-	-	-	-	16.5	-	32.0

TABLA No. 32.

MAXIMA CARGA CONCENTRADA SOPORTADA POR PUENTES ESTANDAR
ENSANCHADOS O M-2
(en toneladas (2.240 lb.))

Pies	Metros	Tipo de Construcción									
		SS	SSR	DS	DSR	TS	TSR	DD	DDR	TD	TDR
20	6.10	23.0	-	46.5	-	63.0	-	79.0	-	109.0	-
30	9.15	22.0	-	45.5	-	61.0	-	77.0	-	106.0	-
40	12.2	21.0	-	43.0	-	59.0	-	75.0	-	103.0	-
50	15.25	20.0	-	42.0	-	57.0	-	73.0	-	100.5	-
60	18.3	18.0	17.0	36.5	38.5	55.0	-	71.0	-	97.5	-
70	21.35	12.0	16.0	28.5	36.5	47.5	51.0	68.5	-	94.5	-
80	24.4	8.0	15.0	22.0	35.0	37.0	48.0	67.5	64.5	86.0	88.0
90	27.45	5.0	13.5	16.5	32.0	30.0	45.5	47.5	62.0	71.5	85.0
100	30.5	-	12.5	12.0	30.5	23.5	44.0	38.5	59.5	60.0	82.0
110	33.55	-	11.0	8.0	26.5	18.0	42.0	31.5	57.0	49.5	79.0
120	36.6	-	8.0	-	21.0	12.5	39.5	24.5	55.0	40.5	76.0
130	39.65	-	-	-	15.0	9.0	34.5	19.0	52.5	32.5	72.5
140	42.7	-	-	-	10.0	5.0	27.5	14.0	50.0	25.5	69.5
150	45.75	-	-	-	5.0	-	21.0	9.0	43.0	19.0	66.6
160	48.8	-	-	-	-	-	15.5	5.0	36.0	13.0	61.0
170	51.85	-	-	-	-	-	10.0	-	29.0	6.5	51.5
180	54.9	-	-	-	-	-	5.0	-	22.5	-	42.5
190	57.95	-	-	-	-	-	-	-	17.0	-	34.5
200	61.0	-	-	-	-	-	-	-	11.5	-	26.5

SEGUNDA PARTE CALLENDER-HAMILTON

SECCION I

PARTICULARIDADES

El contenido de esta parte del Manual se relaciona con el puente CALLENDER-HAMILTON tipo carretera.

Las secciones I y II son generalidades y describen el sistema; las restantes contienen información relacionada con el tipo de puente que va a ser construido.

Los muchos métodos de instalación indican cómo el sistema Callender Hamilton puede ser adaptado a los requerimientos de cualquier sitio.

Se da especial atención al método de instalación por lanzamiento, pero se brinda información adicional que permite capacitar a los ingenieros militares y civiles en la improvisación de métodos que pueden ser más eficientes para su colocación en un sitio en particular.

CAPITULO I

EL SISTEMA DE PUENTE CALLENDER-HAMILTON

1.1. DESCRIPCION GENERAL

El puente Callender-Hamilton ha sido desarrollado para llenar los requerimientos de un puente de carretera, de tipo permanente o semipermanente, capaz de soportar las cargas más pesadas. Las luces pueden oscilar entre 20 y 120 metros.

Es un puente del tipo de viga Warren con cerchas de sección variable, construido en varios tamaños, partiendo de un juego de partes que utilizan conexiones atornilladas. Un rasgo sobresaliente del diseño es que las partes individuales de las cerchas son de estructura compuesta.

Las partes básicas empleadas para la construcción de los componentes de las cerchas son secciones de ángulo de acero laminado (el tamaño de la sección utilizada depende del tipo de puente) y cualquier diagonal dada o porción del cordón superior o inferior puede estar compuesto del número de partes básicas que sean necesarias para resistir la carga desarrollada en la pieza; de ahí que las cerchas puedan ser diseñadas de acuerdo con la luz del puente. La capacidad de trabajo de estos elementos es tan solo justa para resistir la carga requerida.

En comparación con puentes especialmente diseñados para tramos particulares, se demuestra que los puentes Callender Hamilton, construidos para resistir la misma carga sobre estos tramos, son más eficientes.

Para prevenir el desagradable pandeo (flecha) inherente a algunos puentes prefabricados, los ángulos del cordón superior de un Callender-Hamilton son levemente más largos que los del cordón inferior; de ahí que este puente terminado queda a nivel o tiene una curvatura positiva leve, bajo condiciones de carga muerta (contra flecha).

También hay que considerar que para uso permanente, el puente Hamilton requiere de un mínimo de mantenimiento, ya que todas las

partes de la estructura son galvanizadas en caliente, para una protección máxima contra la corrosión.

Además de la flexibilidad combinada con la durabilidad, tiene la ventaja de ser portátil y de fácil manejo, ya que está compuesto de partes individuales y solamente se emplean secciones de acero convencionales sin uniones o soldaduras especiales.

Dentro de cada tipo de puente Callender-Hamilton hay comparativamente pocas partes diferentes, haciendo que la manufactura de estos puentes en gran escala sea una tarea relativamente fácil.

Los puentes Hamilton están disponibles en construcción tipo traviesa, donde la calzada está montada entre las vigas principales o el tipo cubierta, donde la calzada está montada en la parte superior de las vigas.

Hay gran variedad de tamaños acordes al tramo que se va a construir y se puede utilizar con pisos de concreto, madera o acero, en una variedad infinita de anchura de vías: aproximadamente de 8.5 metros para los puentes de paso inferior y sin limitación de ancho para los de paso superior.

Los pisos de acero pueden ser de dos tipos básicos:

- a. Tipo inferior donde el acero corrugado actúa como un antideslizante permanente y está recubierto de concreto mezclado.
- b. Tipo cubierta metálica, el cual consta de una placa de acero apoyada y soldada sobre perfiles de acero.

El tamaño del tablero del piso en cada clase de puente, es apropiado sólo para este tipo. Este tamaño se obtiene en la sección de datos técnicos. Los tableros de cubierta están recubiertos de Bauxita Epóxica para hacer la superficie antideslizante.

Algunos puentes Hamilton tienen pasos peatonales en la parte exterior de las vigas principales en dos anchos estándar: 1.00 m y 1.5 m. Pero también los pueden suministrar de otros anchos a solicitud especial.

El sistema de baranda consta de un ángulo de acero fijo sobre los tableros. Para brindar seguridad, la superficie de la pasarela es usualmente de madera o de acero.

Todos los tramos del puente se suministran con los juegos de apoyos finales apropiados que incluyen un perno de fozue para permitir el movimiento durante la construcción y durante el servicio.

1.2. SECCION VARIABLE

En esta etapa es necesario explicar cómo el principio de la sección variable permite que la sección transversal de la cuerda y los elementos diagonales varíen para ajustarse a las diferentes fuerzas de tensión o

compresión que deben resistir los miembros.

La figura 1 muestra cómo se suministran 4 grados de esfuerzo en los miembros individuales de una cercha y cómo se pueden obtener 7 grados de esfuerzo en una construcción de doble cercha. Los números indican el orden en el cual los ángulos se adicionan, para dar los valores de fuerza más altos.

El ordenamiento de los huecos en las partes estándar permite que sean entrecruzadas barras idénticas de la manera indicada; esto hace que su uso sea el más económico.

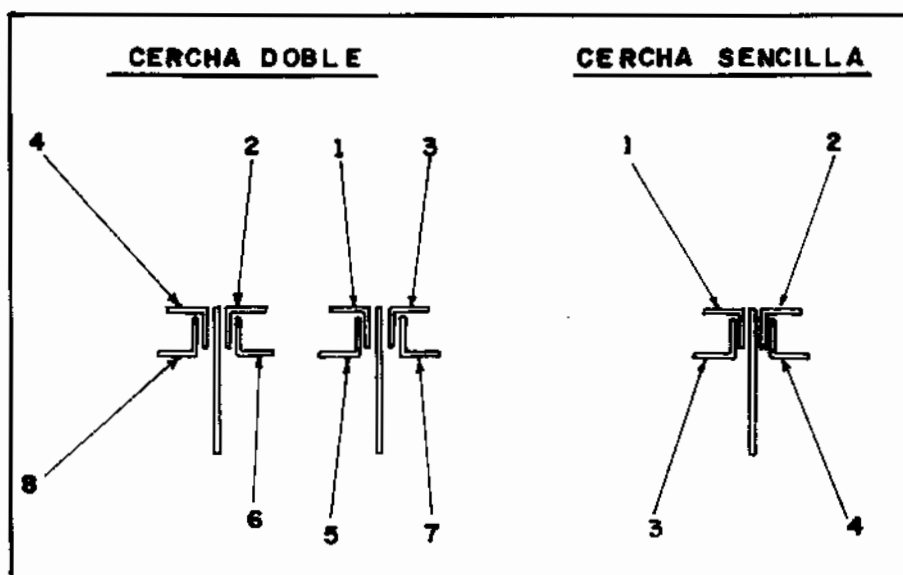


Figura 1. Sección transversal del cordón superior en la posición de la placa de empalme mostrando el principio de la sección variable.

La capacidad del cordón o de los miembros diagonales, se da en la sección de datos técnicos de este manual. Las capacidades del cordón están expresadas en términos del valor del momento flector a través del puente, mientras que las capacidades de las riostras o las diagonales están expresadas en términos del valor total del esfuerzo secante vertical en el puente.

1.3. CONEXIONES ATORNILLADAS (PERNADAS)

Un rasgo importante del puente Hamilton es que todas las conexiones se hacen con tornillos; por lo tanto, se elimina la necesidad de soldadura en el sitio y el levantamiento de la estructura se reduce a una operación simple que requiere un mínimo de destreza.

El diámetro de los tornillos depende del tipo de puente. Para obviar la necesidad de un control preciso del valor al cual los tornillos deben ser apretados, todos están diseñados para soportar una carga específica (esfuerzo secante) en lugar de actuar como conexiones remachadas. Para asegurar que los tornillos estén sujetos a la placa sobre la parte correspondiente, se suministran longitudes estándar correctas para todas las uniones; las arandelas se utilizan bajo las tuercas para proteger la raíz de la parte roscada.

Para ayudar en la selección de la longitud correcta del tornillo para una conexión particular, se estampa claramente un número de identificación en la cabeza de cada tornillo, el cual sirve para indicar el número de ángulos que puede traspasar y sujetar.

La figura 2 muestra un tornillo típico de un puente tipo M10; el tornillo tiene un diámetro de 20 mm y está fabricado de un material grado 8.8, como se indica con las letras y signos en la cabeza.

El número grande en el centro de la cabeza, en este caso cuatro (4), indica que el tornillo es apropiado para conectar cuatro (4) espesores estándar de un ángulo. La conexión sería, por ejemplo:

ángulo — platina de refuerzo — ángulo.

Nota. La platina de refuerzo principal de empalme tiene un grosor equivalente a dos ángulos estándar.

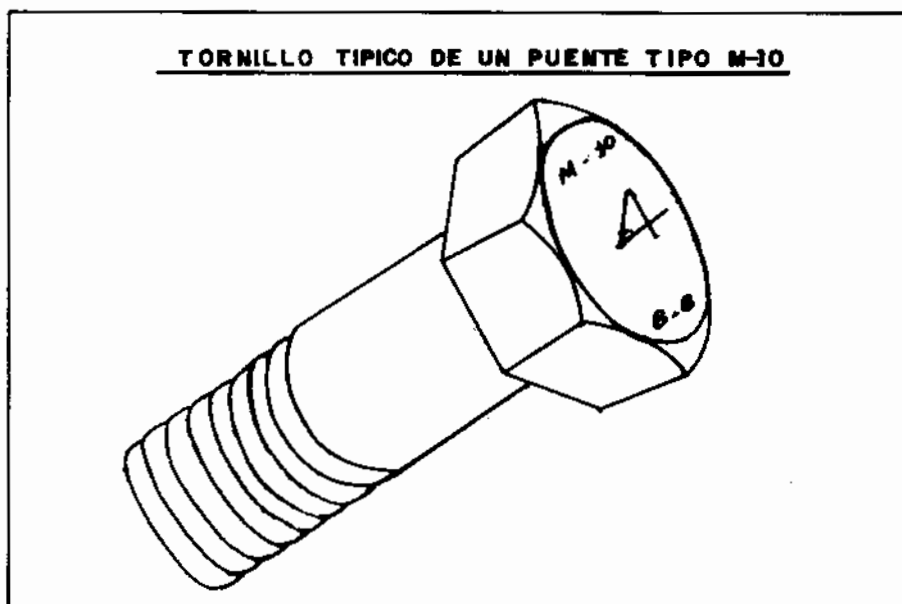


Figura 2. Tornillo típico para un puente tipo M10.

Sin embargo no siempre es posible apegarse a los múltiplos de un número entero de un espesor estándar para los miembros estructurales a través del puente. Por ejemplo, las vigas universales, las cuales son utilizadas para hacer de soporte en el sistema del piso de un puente tipo paso inferior, están diseñadas para resistir una carga determinada y por lo tanto es difícil que tengan un espesor que corresponda exactamente al grosor estándar utilizado en las piezas restantes del puente. Las conexiones que tienen estos miembros utilizan tornillos de longitud estándar que poseen una arandela extra para proteger la raíz de la rosca. La tabla de tornillos indica claramente dónde ocurre esto.

Como medida adicional de seguridad, las longitudes de los tornillos han sido cuidadosamente ajustadas para que el uso de un tornillo de longitud incorrecta se detecte inmediatamente, ya sea por escasez de rosca o por un exceso considerable.

1.4. COMPONENTES ESTANDAR DE LA CERCHA - PUENTES DE PASO INFERIOR

Los principales componentes estándar utilizados para construir las cerchas de un puente Callender-Hamilton, se describen más adelante.

Todos los componentes son fabricados de manera que puedan ser utilizados dentro de cada tipo de puente y en la construcción de cerchas dobles o sencillas.

Las posiciones en que se ajustan los diversos componentes se indican en las figuras Nos. 3 y 4.

a. **Platina principal de refuerzo.** En todos los tableros inferiores de cada cercha hay una platina de refuerzo a la cual se conectan las diferentes partes de la cercha. Las dos hileras de huecos paralelos un poco más abajo del centro de la placa son para conexión del diafragma a las cerchas.

b. **Platina de empalme superior.** Esta es similar a la platina de empalme inferior, pero no tiene los huecos de conexión para el diafragma; en lugar de esto tiene una hilera sencilla de hoyos para la conexión del tensionador lateral y los ángulos verticales.

c. **Angulo estándar.** Este ángulo es utilizado en el cordón inferior de un puente; se pueden requerir de 1 a 4 de estos ángulos para fabricar una pieza de la cercha. La secuencia en la cual los ángulos deben ser colocados en las diferentes posiciones se indica en la figura 1.

d. **Angulo del cordón superior.** Este ángulo es utilizado como cordón superior, donde se requiera una camber en el puente terminado; es lige-

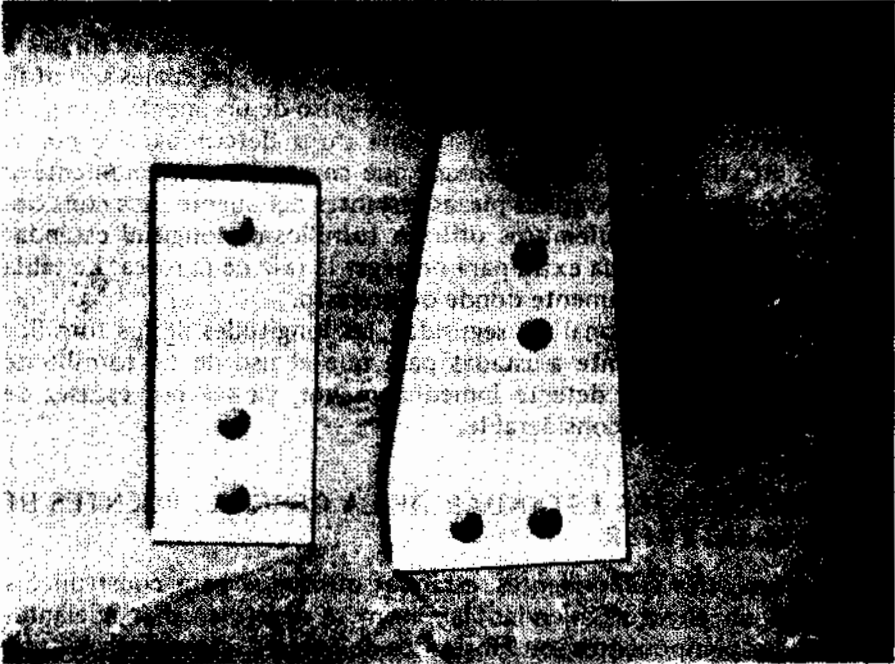


Figura No. 3. Platina de empalme superior.

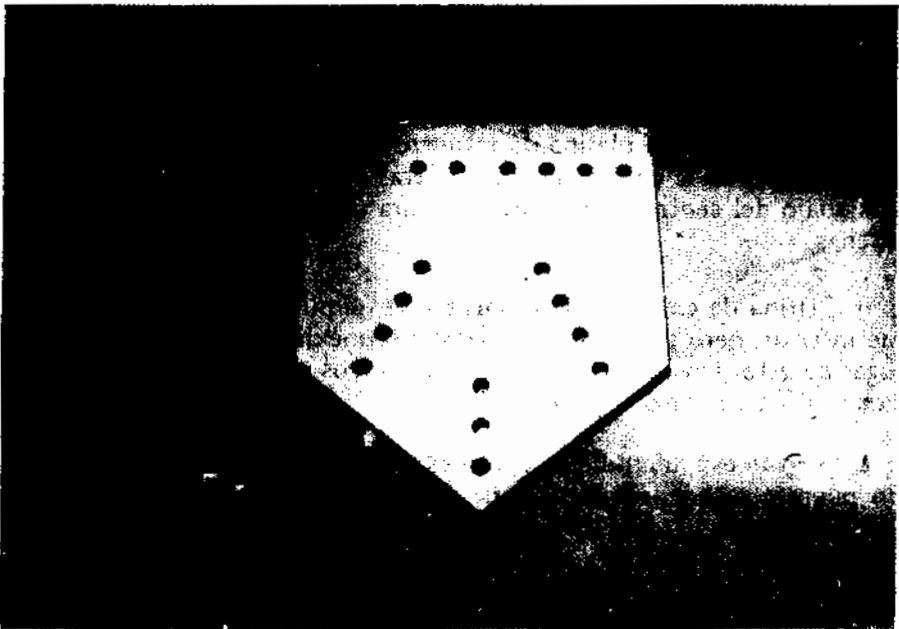


Figura No. 4. Platina de empalme inferior.

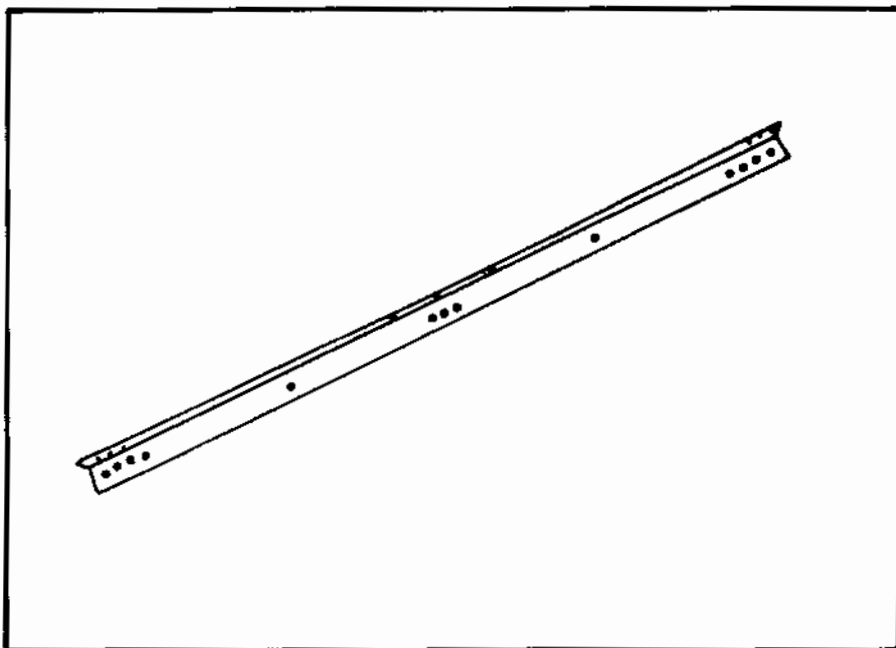


Figura No. 5. Angulo estándar.

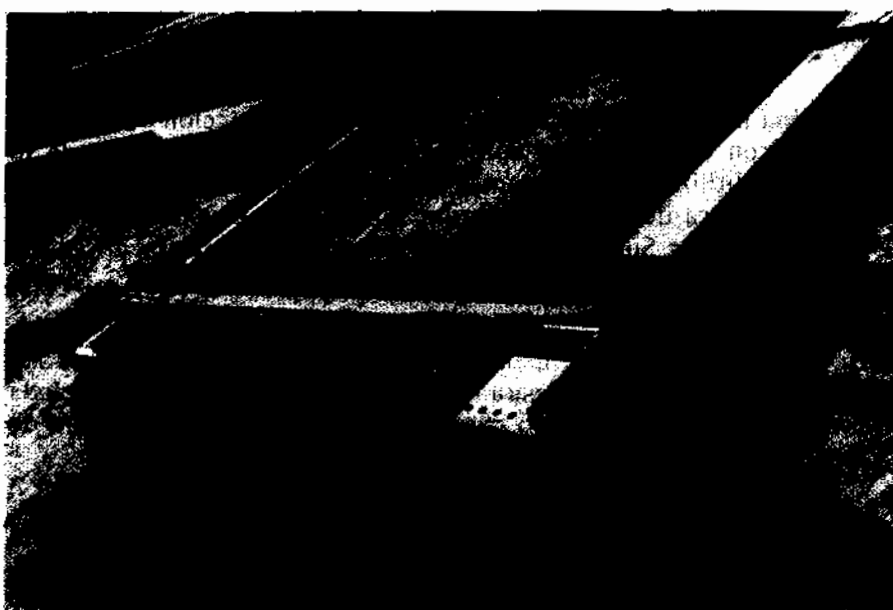


Figura No. 6. Angulo de cordón superior.

ramente más largo que el ángulo estándar y se diferencia de éste por las perforaciones.

e. **Angulo diagonal.** Este ángulo, generalmente de sección similar a los ángulos del cordón superior e inferior, es utilizado para las diagonales o riostras en la cercha.

f. **Platina paral.** Esta platina es utilizada para conectar los extremos de ángulos adyacentes o cuando el área de la sección de un cordón esté siendo reducida, disminuyendo el número de ángulos.

g. **Platina de refuerzo.** Esta es una platina rectangular utilizada en las cerchas dobles para darles consistencia, conectando los ángulos superiores y las diagonales en pares.

h. **Platina de unión.** Esta es una platina rectangular, utilizada en puentes de doble cercha para conectar las placas de empalme adyacentes.

i. **Angulo corto.** Este ángulo es utilizado en todas las conexiones donde se requiera reducir el área de la sección transversal, disminuyendo el número de ángulos a un lado de la unión.

Los ángulos cortos también se utilizan en los extremos del cordón inferior de un puente, para reforzar los apoyos.

j. **Platina lateral y tensor.** Estas partes unen una sección de ángulo y una placa con una curvatura aproximadamente igual a la mitad de su longitud. Se utilizan en los puentes de cercha sencilla y se ajustan por medio de la placa del cordón superior, a los extremos exteriores de las barras transversales. Su propósito es suministrar tensión lateral al cordón superior.

k. **Verticales y platinas.** Estas partes constan de una sección de ángulo y una placa; se utilizan para la suspensión. La platina va conectada al extremo inferior del ángulo para unirla con el punto intermedio de los ángulos que conforman el cordón inferior.

l. **Diafragma del miembro transversal.** Este componente, generalmente construido de una sección de viga universal con placas terminales soldadas a él para formar una caja, se atornilla entre las platinas de empalme en el cordón inferior de un puente de cercha doble.



Figura No. 7. Angulo diagonal.

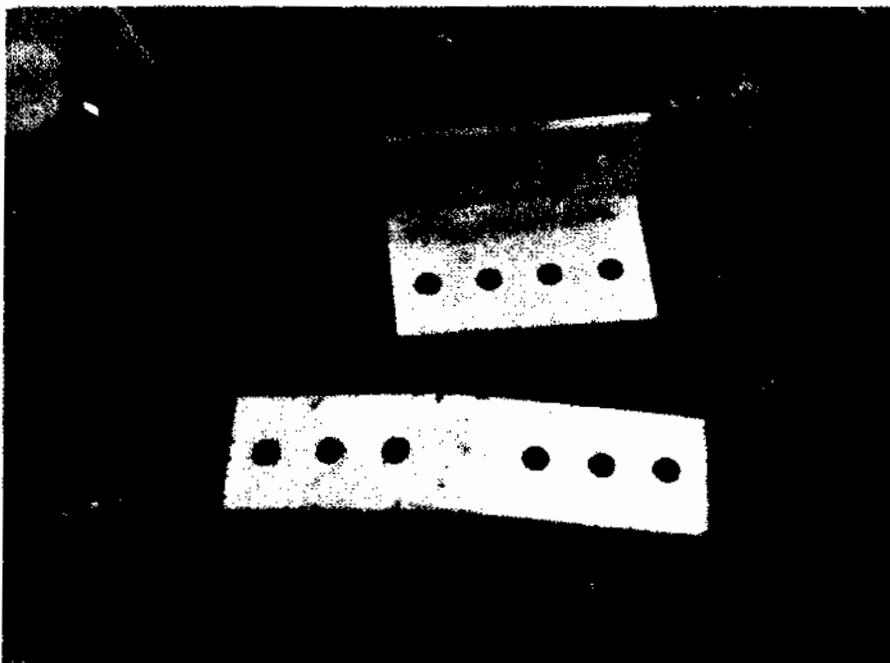


Figura No. 8. Platina de unión y ángulo unión de vigas.

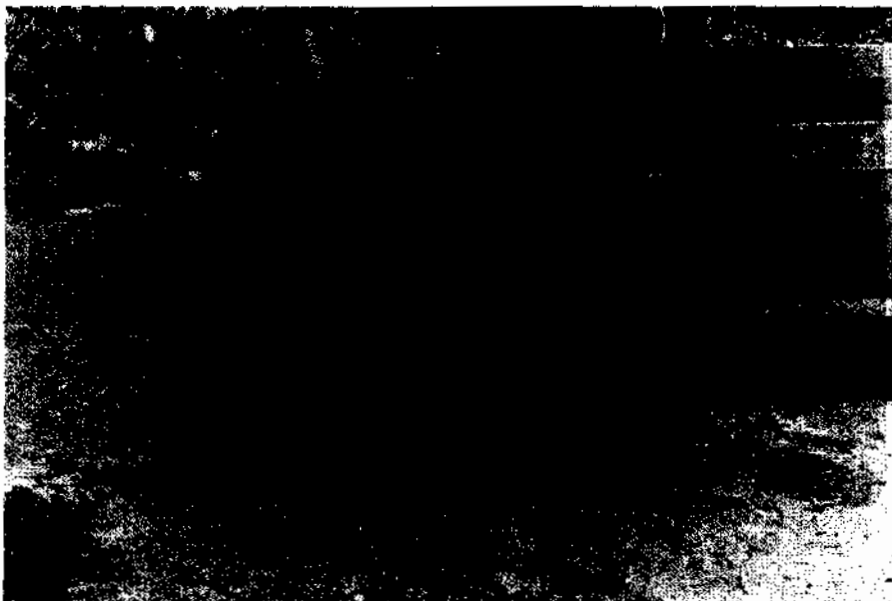


Figura No. 9. Platina lateral.



Figura No. 10. Sección de ángulo.



Figura No. 11. Verticales.

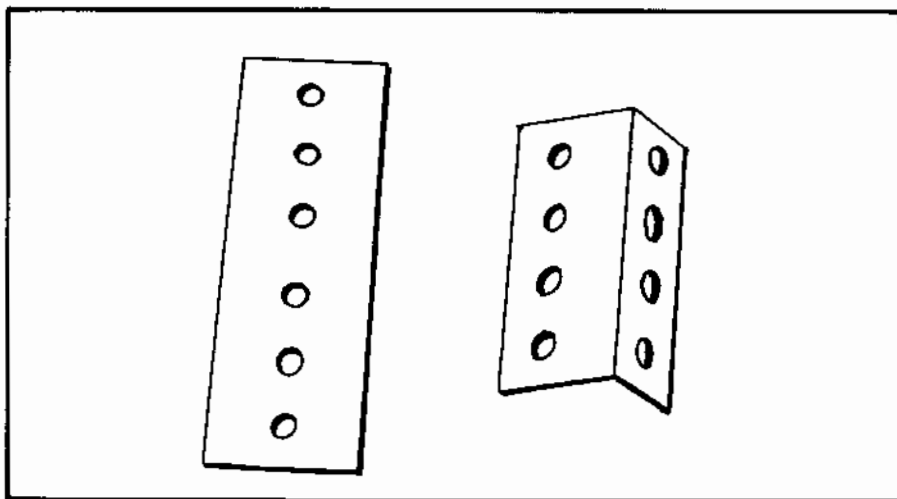


Figura No. 12. Platina de verticales.



Figura No. 13. Diagrama del miembro transversal.

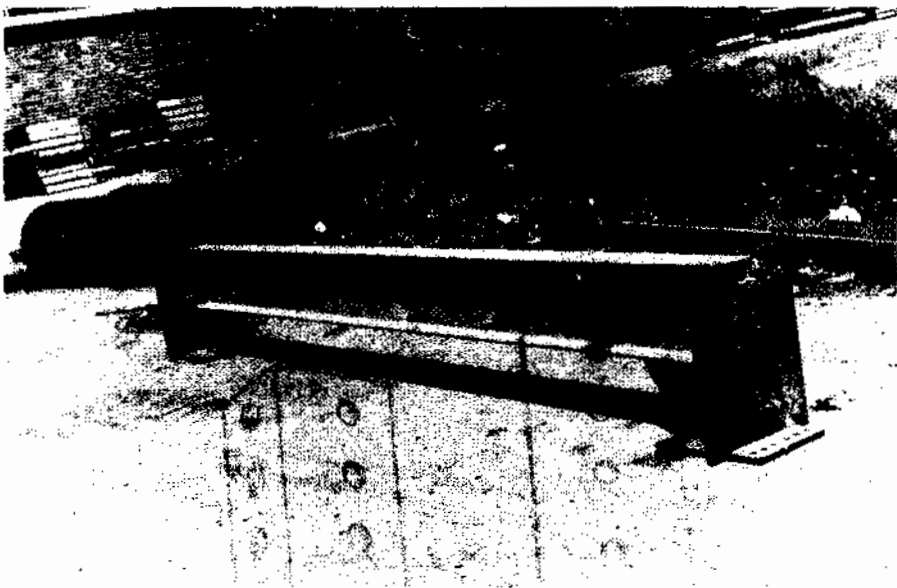


Figura No. 14. Platina de contravientos.

m. **Platina de contravientos.** Esta platina se utiliza en los puntos de tablero del cordón inferior para conectar los ángulos de las riostras a las cerchas. También sirve para conectar el lado inferior del refuerzo diagonal a las cerchas principales y por lo tanto, suministra una estructura de refuerzo en "U" para un puente de cercha doble.

n. **Platina final de empalme de los contravientos.** En los puentes de cercha doble la placa abrazadera terminal se conecta a la cercha interior y exterior, aumentando así la rigidez de la estructura.

ñ. **Placa de apoyo de las vigas transversales.** En algunos puentes la configuración de telaraña es tal, que los ángulos de refuerzo están conectados a las cerchas solamente en la posición de las platinas inferiores. En estos casos la conexión entre el flanco inferior de las vigas transversales y las cerchas, se hace mediante una placa de asentamiento, la cual es similar a la placa de apoyo intermedia sin las perforaciones del soporte.

o. **Placa superior de las vigas transversales.** Esta placa es utilizada únicamente en construcciones de cercha doble y conecta el reborde superior de la viga transversal a la caja diafragma, produciendo un punto de reacción a la placa de asentamiento, aumentando así la resistencia de la estructura en forma de "U".

p. **"Clear" de viga transversal o ángulos conectores de vigas.** Estas pequeñas secciones de ángulo son utilizadas para conectar las vigas transversales a la platina de empalme, en los diferentes puntos del tablero del cordón inferior.

q. **Viga transversal corta.** Esta viga universal de acero laminado va en cada tablero del cordón inferior para soportar la calzada, la que puede soportar directamente, o a través de las viguetas longitudinales del panel de piso.

r. **Viga transversal larga.** Utilizada principalmente para la construcción de cerchas sencillas. Esta viga universal no solamente sostiene la cubierta sino que también provee estabilidad para las cerchas y los ángulos verticales.



Figura No. 15. Viga transversal corta.

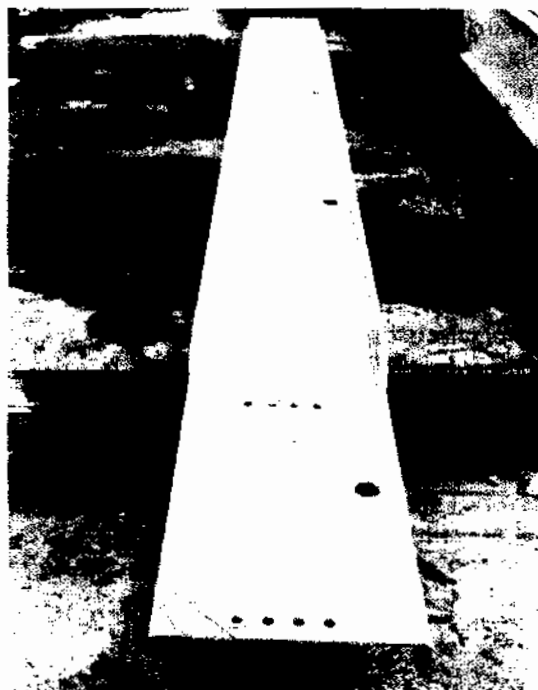


Figura No. 16. Viga transversal larga.

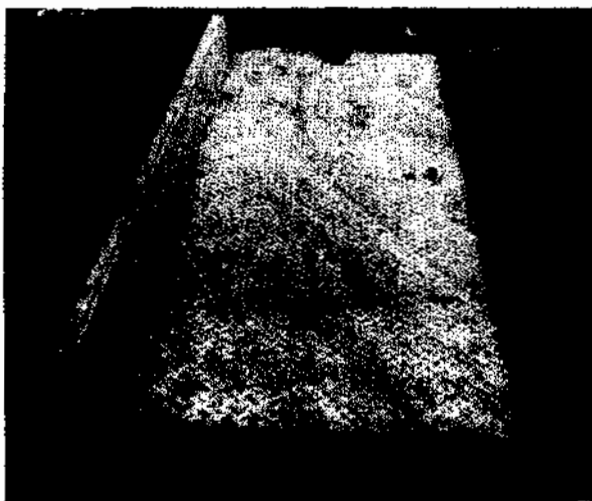


Figura No. 17. Piso con guardabanda.

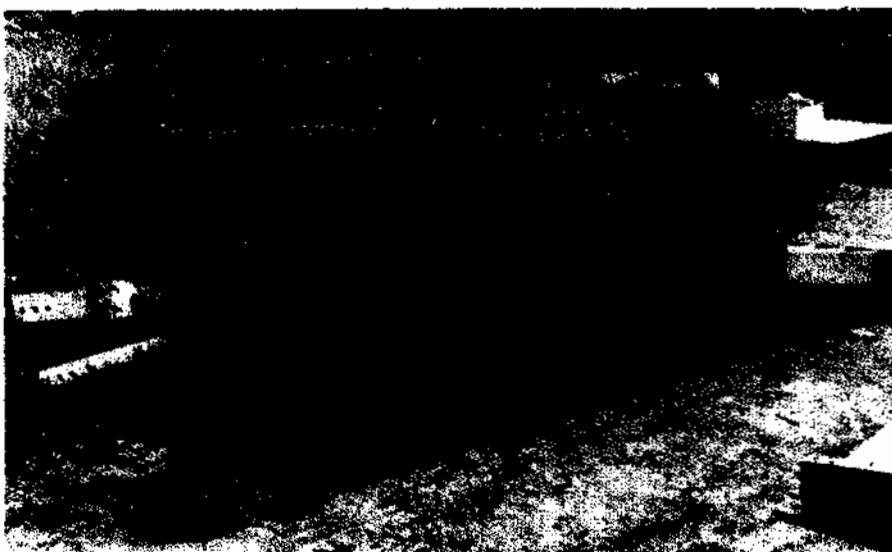


Figura No. 18. Piso liso.

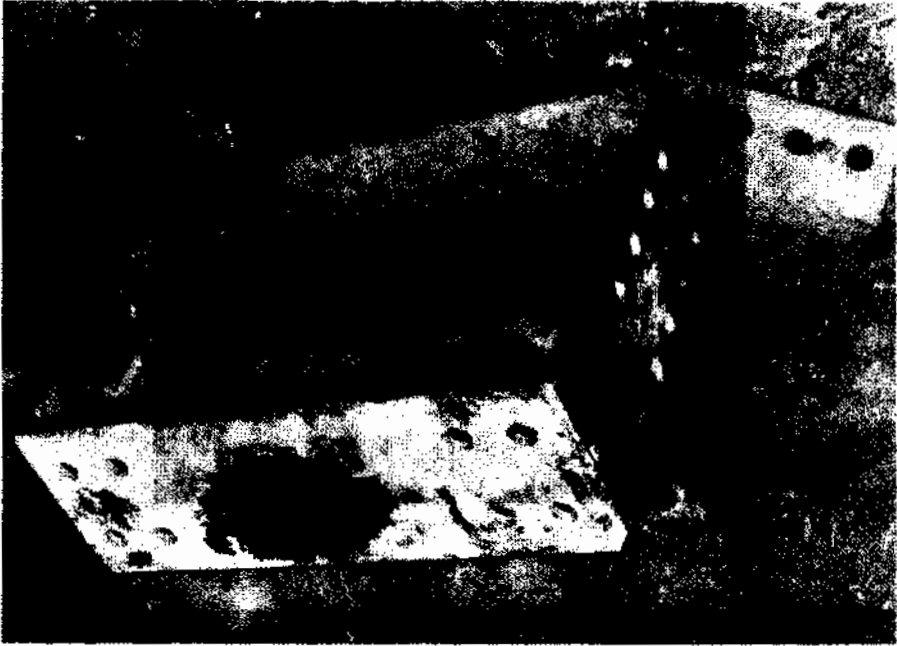


Figura No. 19. Cojinetes terminales.

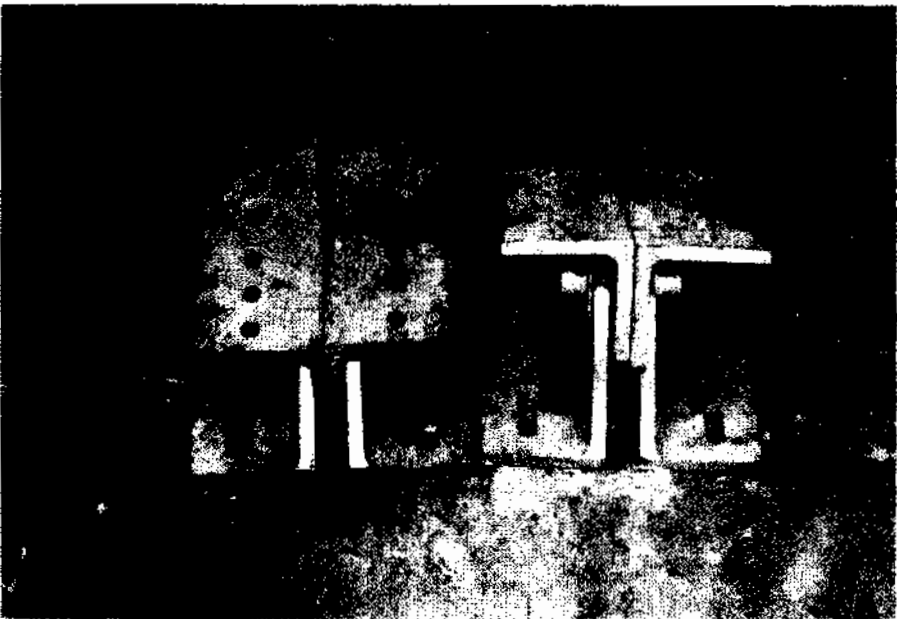


Figura No. 20. Apoyos finales.



Figura No. 21. Herramientas varias.

1.5. COJINETES TERMINALES Y AUXILIARES (APOYOS FINALES Y AUXILIARES)

Los cojinetes terminales o apoyos finales del puente estándar Callender-Hamilton han dado muchos años de excelente servicio y son articulados o deslizantes.

En los tramos más cortos se utilizan los cojinetes terminales articulados, a ambos extremos del puente. En el extremo libre, los cojinetes de acero están conectados a las placas mediante perforaciones que permitan cierto grado de movimiento longitudinal. En el extremo fijo, los cojinetes se atornillan firmemente a las placas; en los tramos más largos se utilizan cojinetes terminales articulados a ambos lados del puente; además se incorporan deslizadores de acero inoxidable a las bases de los cojinetes para asegurar una baja resistencia a la expansión y contracción de la estructura.

1.6. JUEGO DE HERRAMIENTAS

Para evitar las dificultades que se pueden presentar, debido a la no disponibilidad de expansores y otras herramientas utilizadas en el levantamiento de los puentes, el juego de herramientas para el puente Hamilton ha sido desarrollado para cumplir con todos los requerimientos. Contiene llaves de trinquetes, copas, extensiones para las copas y expansores fijos.

Los trinquetes y las copas junto con las piezas de extensión tienen un mecanismo de seguro, para prevenir una separación accidental durante su utilización. Todas las herramientas Callender-Hamilton son cromadas para minimizar el riesgo de que se pierdan, cuando se trabaja en el lodo.

Además se suministran juegos separados para los puentes tipo M10 y B15. Las herramientas están empacadas en cajas de acero, diseñadas especialmente.

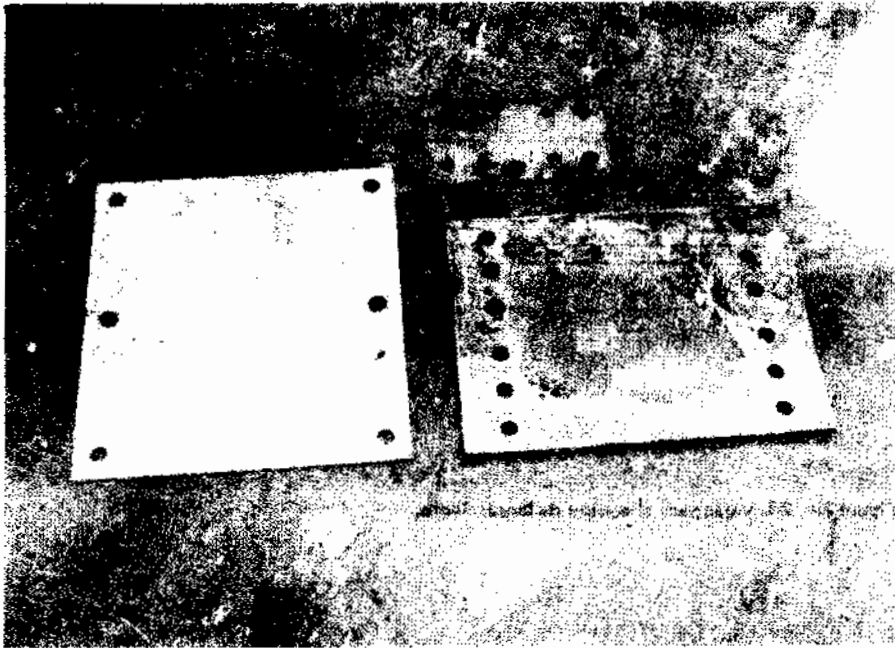


Figura No. 22. Platinas de refuerzo.

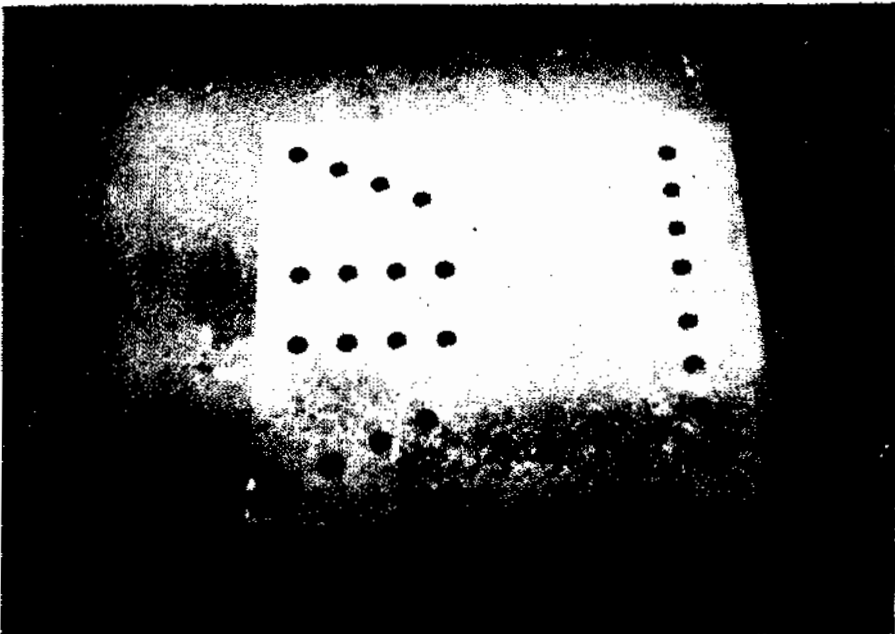


Figura No. 23. Platina de refuerzo.



Figura No. 24. Vigas para el equipo de lanzamiento.

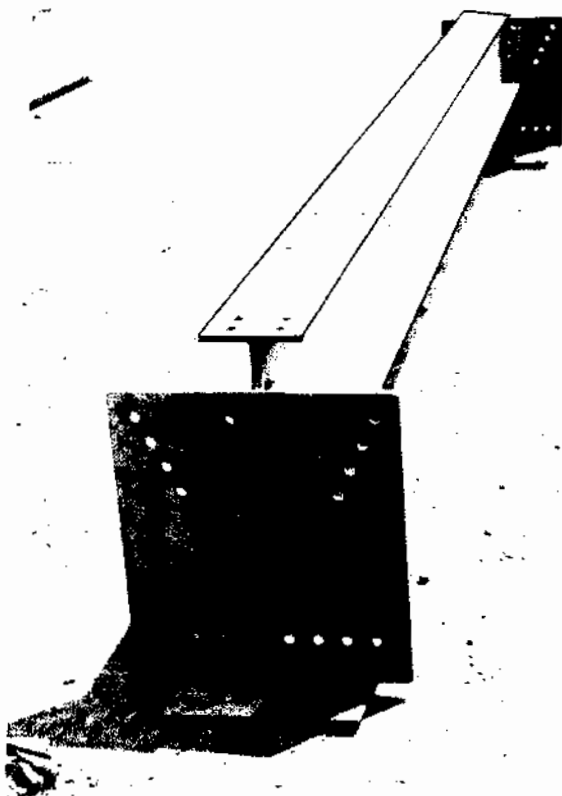


Figura No. 25. Viga transversal armada con platina inferior y contra viento

CAPITULO II
ENSAMBLE DE LAS PARTES METALICAS
TRABAJO DE MONTAJE

2.1. INTRODUCCION

El mismo material básico del Callender-Hamilton tipo M10, puede ser utilizado para la construcción del tramo completo con una longitud entre 30 y 64 m, en porciones de 3.048 m.

La descripción de los componentes estándar está incluida en el capítulo I, parte 4 de este manual y las figuras 3 y 4 muestran las posiciones relativas de las partes en un puente M10.

2.2. PLANOS DE ENSAMBLE (DIBUJO ESQUEMATICO)

Para los puentes Callender-Hamilton se suministran planos detallados para el ensamblaje, los cuales incluyen:

- Planos de apoyos y cimientos para todas las luces.
- Elevaciones, proyecciones y detalles típicos para todos los puentes.
- Inventarios de partes y tornillos para todos los tramos de los puentes.
- Dibujo de las partes.

De estos bosquejos el más importante es *el inventario de partes y tornillos*; hay uno de estos para cada tramo.

Cada plano consta de un diagrama del puente mostrando el acabado de la cercha con la estructura en una forma tabular y una lista de todas las partes que forman la estructura completa.

El número total de cada parte requerido en un punto particular del tramo, se da en una columna vertical en el inventario bajo el centro de gravedad de la parte en el diagrama lineal.

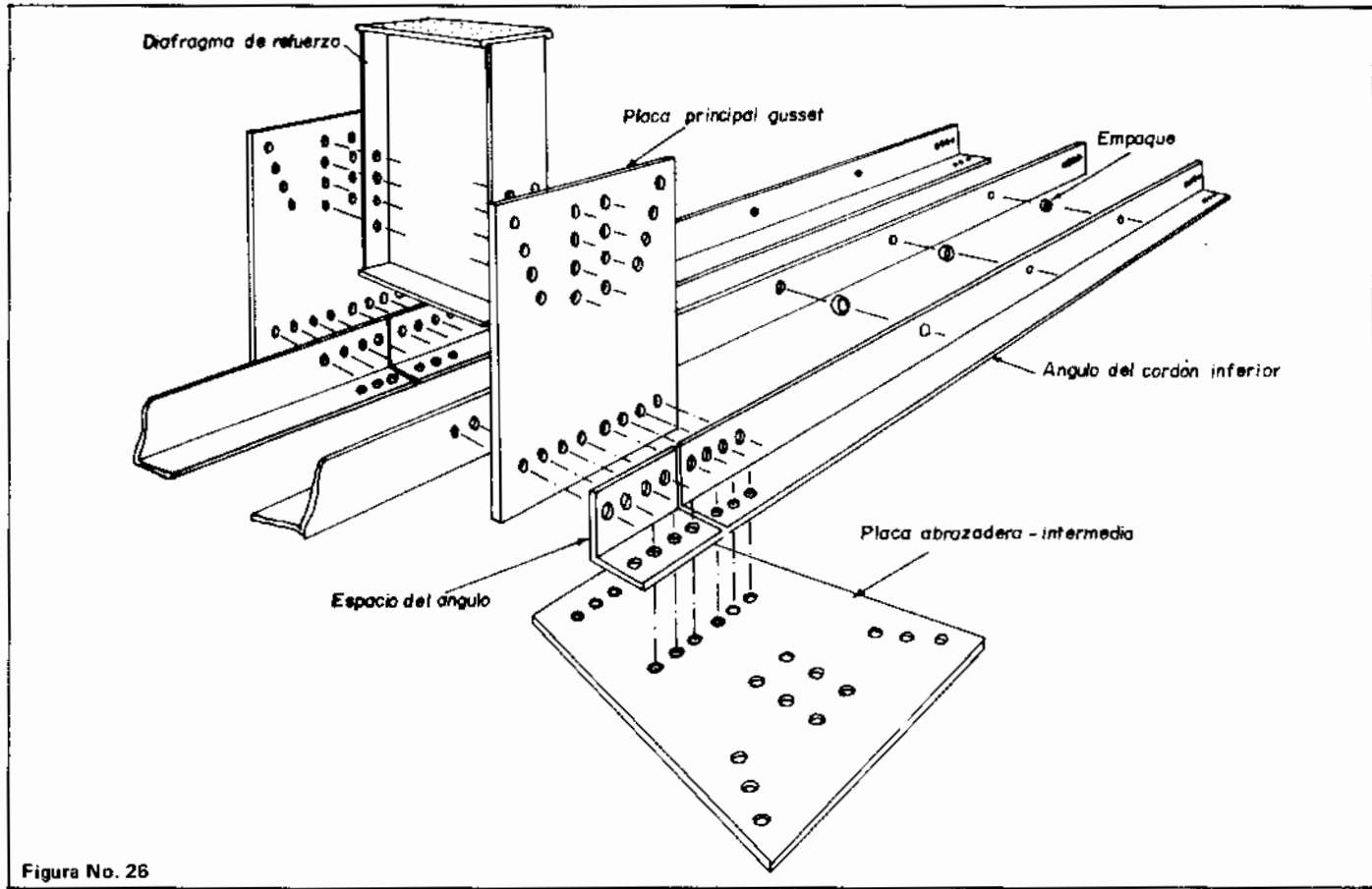


Figura No. 26

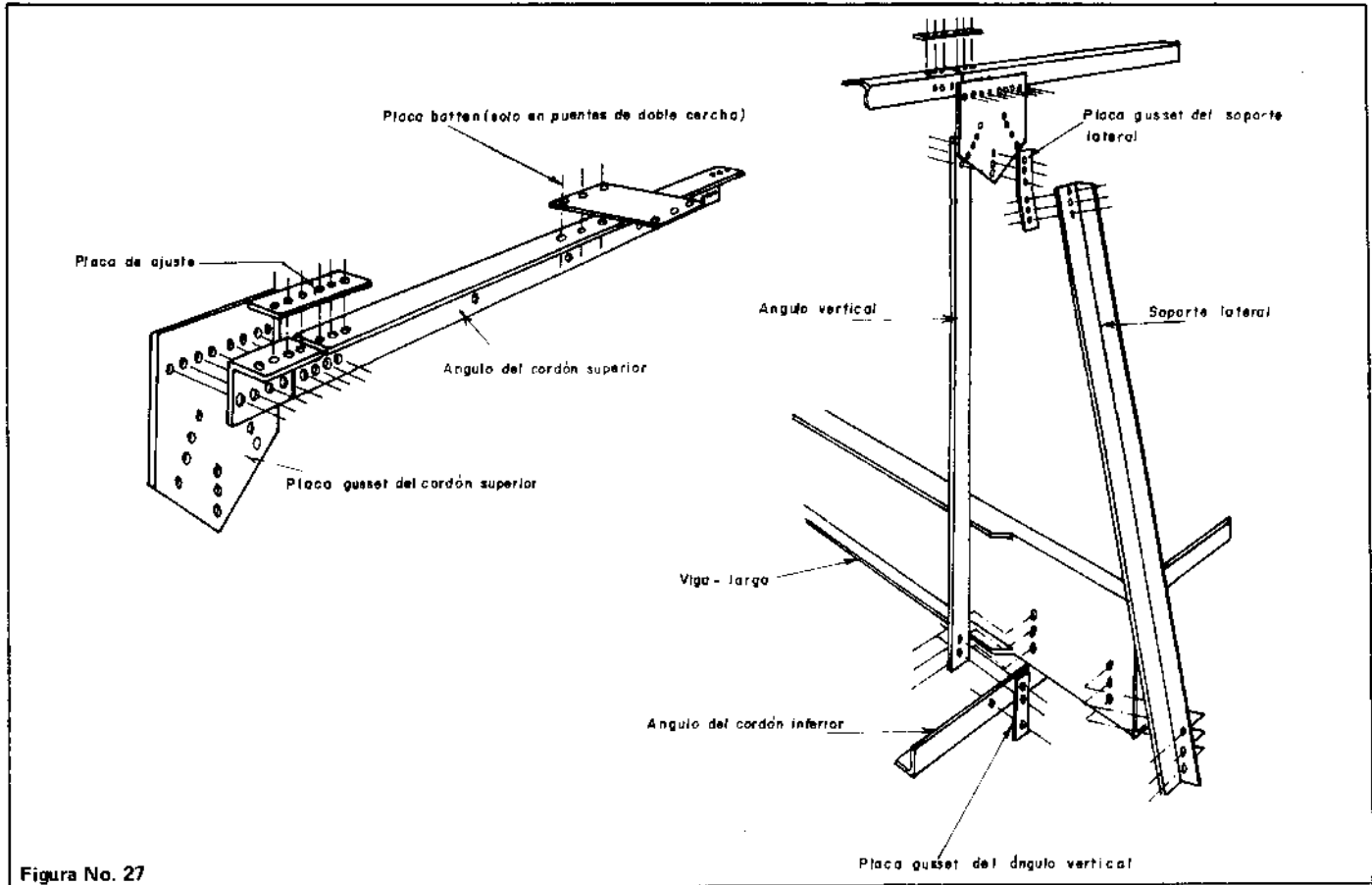


Figura No. 27

Las cantidades individuales se determinan al lado derecho del inventario, para dar la cantidad total y el peso de cada parte componente del puente.

Los tornillos en cada conexión se tratan de una manera similar para que el inventario suministre una relación total de los componentes requeridos en un tramo particular.

2.3. IDENTIFICACION DE LAS PARTES

Para efectos de identificación de partes, se suministran bosquejos completamente detallados; además todas las partes están claramente marcadas en alto relieve. La identificación de partes está bastante simplificada, variando el patrón de codificación en las piezas, que en otros aspectos son bastante similares.

Por ejemplo el ángulo del cordón superior y el ángulo estándar son del mismo tamaño y escasamente tienen una diferencia de 10 mm en su longitud total; sus perforaciones sin embargo, son diferentes.

Un reconocimiento visual rápido, desde alguna distancia, de las piezas similares superficialmente se puede llevar a cabo con relativa facilidad.

2.4. ENSAMBLE Y AJUSTE DE TORNILLOS

Se ha encontrado que el ensamble más eficiente de los puentes Hamilton, es alcanzado utilizando una fuerza laboral dividida en 2 grupos.

Un grupo ensambla las partes individuales de los tableros. El segundo grupo construye el puente con los tableros prefabricados.

Es aconsejable emplear inicialmente la fuerza de trabajo completa en la prefabricación de tableros, con el propósito de asegurar el suministro de estructura ensamblada, una vez que la construcción del puente comienza. Entre las ventajas del método de doble-grupo están:

- El método aumenta al máximo la efectividad del trabajo disponible.
- La supervisión detallada se reduce al mínimo.
- El ensamble de los tableros prefabricados puede ser revisado antes de su incorporación al puente.

Como se estableció anteriormente todas las conexiones en un puente Callender-Hamilton utilizan tornillos diseñados en el principio de soporte y arriostamiento; no se utilizan tornillos remaches.

No hay razón, por lo tanto, para apretar los tornillos Hamilton a un valor específico para alcanzar el máximo de efectividad.

Para permitir que el puente se establezca en su perfil natural y para evitar tensiones, las conexiones primarias en las cerchas se dejan apreta-

das con la mano hasta que el puente esté totalmente instalado. Sólo entonces, se aprietan las conexiones definitivamente.

Aunque los tornillos Hamilton rara vez, si es que sucede, se aflojan después de estar correctamente instalados y apretados, se adiciona una precaución contra el posible riesgo de aflojamiento, que consiste en golpear la tuerca sobre la rosca del tornillo en el último hilo.

Este método de asegurar que el tornillo quede apretado, no impide que el puente pueda ser desarmado cuando se requiera.

CAPITULO III

METODOS DE INSTALACION

3.1 INTRODUCCION

Los puentes Callender-Hamilton pueden instalarse por varios métodos, y brindan la oportunidad de crear nuevas formas de montaje para adaptarse a un sitio o circunstancia particular. Entre los métodos más comúnmente empleados están los siguientes:

- Construcción en el sitio, utilizando pilares intermedios temporales.
- Construcción en cantiliver, utilizando un contrapeso para contrabalancear.
- Lanzamiento de la estructura completa con el uso de una nariz de lanzamiento.

3.2. CONSTRUCCION EN EL SITIO

De los métodos arriba relacionados, el más simple, donde las condiciones lo permitan, es la construcción en el sitio sobre una estructura provisional. En este caso, la erección debe hacerse meticulosamente porque se deben seguir los pasos de ensamble detallados, para asegurarse que el puente sea instalado satisfactoriamente con todas las partes y los miembros de los cordones colocados en sus posiciones correctas dentro del tramo.

Lo más importante en este método es la capacidad de la estructura para soportar el sistema de fuerza impuesto; porque se debe tener en cuenta que la carga puede incluir elementos de fuerza como el flujo del río y la acción del viento.

Si el puente va a cubrir un río que esté sujeto a "inundación rápida", por ejemplo, entonces sería poco recomendable construirlo en el sitio debido a que todos los trabajos pueden ser derribados, a menos que las

épocas de creciente puedan predecirse y el riesgo de derrumbe sea minimizado.

3.3. CONSTRUCCION EN CANTILIVER

a. **Introducción.** Frecuentemente ocurre que debido a la naturaleza física del sitio, la construcción en el sitio no sea práctica (ver numeral 3-2). En estos casos es posible instalar un puente Hamilton por cantiliver hacia adelante a partir de una cola de construcción estática construida del material sobrante del puente.

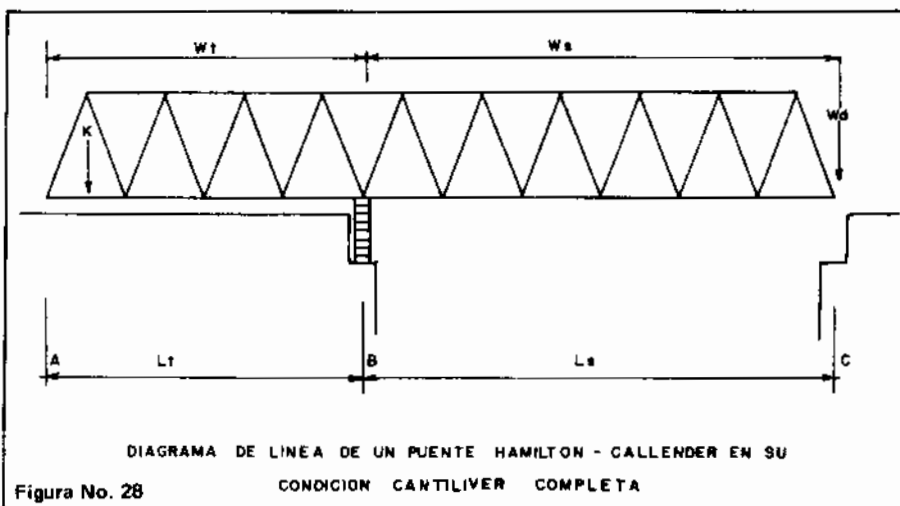
La longitud de la cola requerida para el cantiliver es usualmente el 60% de la luz total.

La cantidad de contrapeso se calcula utilizando un factor del 25% de seguridad, sobre el momento de giro producido por el tramo total del cantiliver.

Las partes construidas se mueven hacia el frente de la estructura, a medida que se ensamble el puente, mediante un sistema de tranvía o, donde las condiciones lo permitan, levantando las partes directamente del banco del río o de bancas bajo el puente.

b. **Cálculo de la longitud de la cola y el contrapeso.** La longitud de la cola utilizada tendrá efecto sobre la cantidad de contrapeso requerida y por lo tanto se recomienda que la cola debe ser aproximadamente el 60% de la longitud total del tramo.

El diagrama, figura No. 28, muestra el puente en su completa condición de cantiliver, justo antes de llegar a la base del otro extremo.



Los valores de WT y WS (el peso por metro de la cola del cantiliver y de la luz respectivamente) se calculan inicialmente y se revisan al terminar para efectuar las correcciones.

WT, usualmente es menos en valor que en WS, debido al acabado más liviano de la cola y al hecho de que ciertas partes pesadas de la cubierta se puedan omitir. Tomando momentos con relación al punto B:

$$M = \frac{W_s \cdot l_t^2}{2} + W_d \cdot l_s = M_1 \text{ y.}$$

$$M = W_t \cdot l_t^2 + K (l_t - 0.5 \times \text{panel nominal}) = M_1 \text{ para el equilibrio estático.}$$

Como se mencionó antes, recomendamos que se adicione el 25% al valor de M_1 con el propósito de proveer un factor de seguridad contra volcamiento.

Por lo tanto,

$$1.25 M_1 = \frac{W_t \cdot l_t^2}{2} + K(l_t - 0.5 \times \text{Long. nominal del panel})$$

y

$$K = \frac{1.25 M_1 - \frac{W_t \cdot l_t^2}{2}}{l_t - 0.5 \times \text{long. nominal del panel}}$$

Ejemplo.

Calcular la longitud de la cola y el contrapeso requerido para cantiliverar un puente Hamilton de cercha sencilla tipo M10 con una luz de 39.62 m.

Del inventario de partes tomamos que el peso de un tramo de 39.62 m (excluyendo la cubierta de acero) = 21.89 ton.

Por lo tanto:

$$W_s = \frac{21.89}{39.62} = 0.55 \text{ ton/m}$$

Si W_t es 10% más liviana = 0.50 ton/m.

La longitud de la cola es el 60% de la longitud del tramo

$$= 0.60 \times 39.62 = 23.77 \text{ m (78 ft)}$$

Por lo tanto, utilice 8 piezas de M-10 para construir la cola del cantiliver por ejemplo 24.39 m (80 pies) de cola.

Tome el peso de la grúa y los hombres en la nariz del puente, como 2 tons.

Entonces:

$$\begin{aligned} l_t &= 24.38 \text{ m} \\ l_s &= 39.62 \\ W_t &= 0.5 \text{ t/m} \\ W_s &= 0.55 \text{ t/m} \\ W_d &= 2.0 \text{ t} \end{aligned}$$

y

$$M_1 = \frac{0.55 \times 39.62^2}{2} + 2 \times 39.62 = 510.92 \text{ t.m.}$$

Por lo tanto:

$$K = \frac{1.25 \times 510.92 - \frac{0.5 \times 24.38^2}{2}}{(24.38 - 0.5 \times 3.05)} = 21.44 \text{ ton.}$$

$$K = 21.44 \text{ ton.}$$

Entonces utilice 22 toneladas de contrapeso (las vigas adicionales son las indicadas para este propósito).

c. Cálculo de la estructura requerida bajo condiciones de montaje.

Para diseñar el cordón superior y las diagonales requeridas en un puente Hamilton en cantiliver, es necesario calcular primero los máximos esfuerzos de flexión y de esfuerzo secante que ocurrirán durante la erección. Esto normalmente se obtiene cuando el puente está en un cantiliver máximo y justo antes de llegar a la base del otro extremo.

Sin embargo, es también necesario revisar el esfuerzo secante y el momento flector de la cola del cantiliver en la condición de apoyo simple, sin haber sido construido el voladizo, pero con el contrapeso en posición.

Una vez que los momentos máximos y los esfuerzos han sido determinados y los diagramas Bm (momento flector) y Sf (esfuerzo secante) dibujados, se debe revisar la capacidad de los cordones y diagonales (utilizando las tablas de capacidad suministradas) para asegurarse que sean capaces de soportar la carga de levantamiento.

En cualquier punto donde esta carga de levantamiento exceda la capacidad del puente, se deben utilizar cordones y ángulos diagonales para reforzar el área necesaria. Estos ángulos extras deben ser retirados una vez que el puente esté completamente instalado.

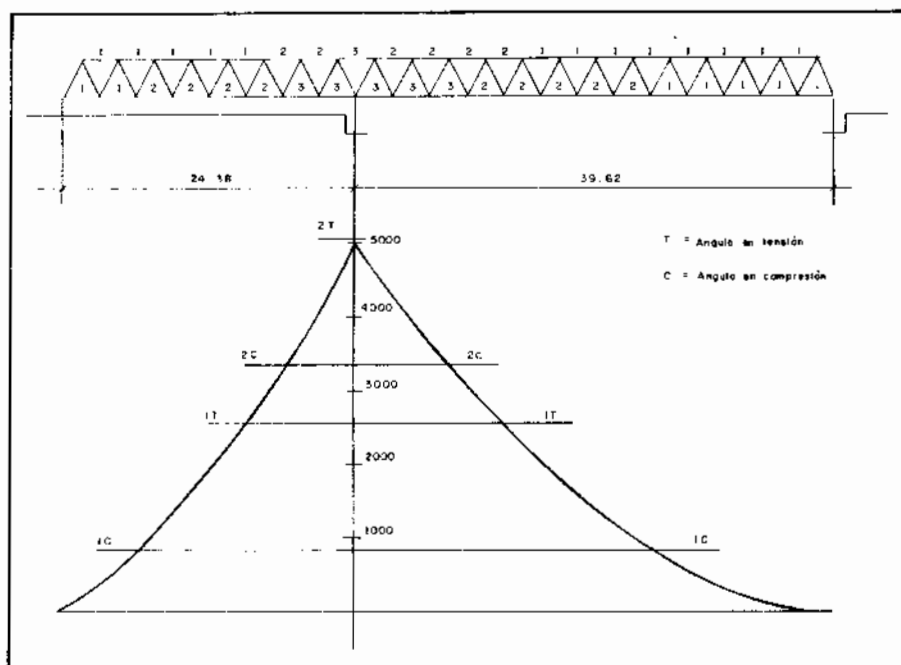


Figura No. 29

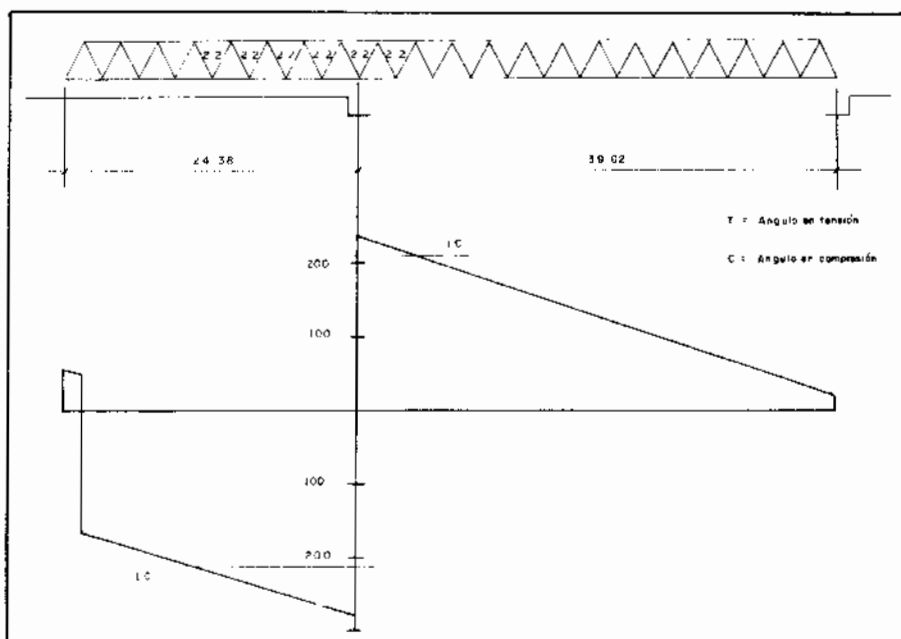


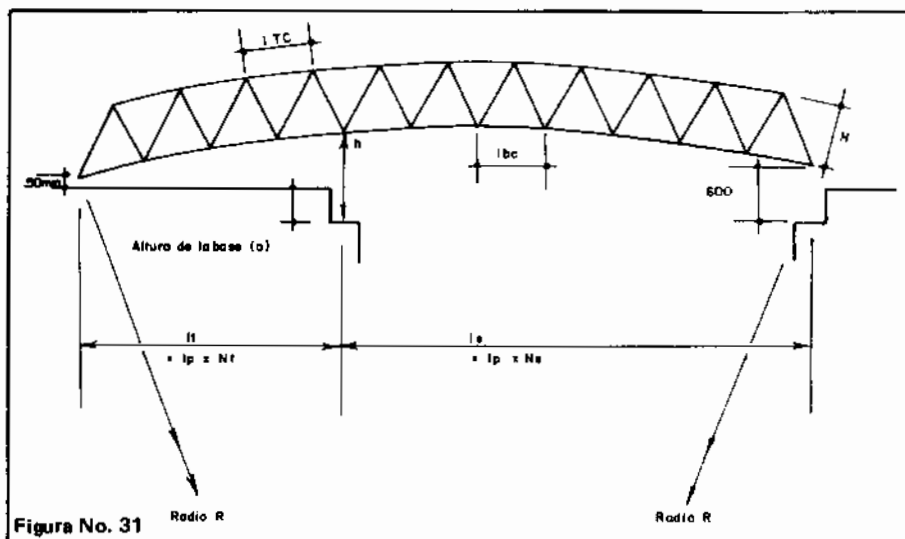
Figura No. 30

Para continuar el ejemplo anterior, las figuras 6 y 7 muestran los momentos de flexión y los esfuerzos cuando se está cantiliveando un puente Hamilton tipo M10 de 39.62 m de luz. Los acabados, como lo muestra el diagrama del plano (en la figura No. 47 en este caso), se revisan tomando como guía los diagramas BM y SF de carga de levantamiento para asegurarse que sean adecuados. Si, en algún punto particular, se encuentra que un acabado es inadecuado para las condiciones de carga de levantamiento, entonces se debe reforzar temporalmente, mediante la adición de un número suficiente de ángulos, para alcanzar la capacidad requerida. Así, en este caso particular, los acabados del cordón inferior en cada una de las primeras 3 partes del tramo de 39.62 m deben ser aumentados temporalmente en tres (3) ángulos.

Los acabados que van a ser utilizados en la cola del cantiliver están diseñados solamente en base a los diagramas de levantamiento, BM y SF. Se hace un inventario en base a este diseño y se utiliza para calcular la cantidad de materiales necesarios para construir la cola.

d. **Cálculo de la deflexión del cantiliver.** Durante el montaje del cantiliver de un puente Hamilton, la longitud ligeramente mayor de los cordones superiores combinada con el pequeño movimiento de los tornillos en sus huecos, y la tensión elástica de las partes, producirá una deflexión en la nariz del cantiliver. Esta deflexión tiene que ser calculada y ajustada cuando se diseñe el método de levantamiento.

Enseguida se brinda un método manual aproximado para calcular la deflexión. La figura 31 muestra un puente completamente cantiliveado:



Profundidad del tablero	=	H
Longitud nominal del tablero	=	lp
Deslizamiento del tornillo	=	db
Longitud extra del cordón superior	=	ds
Módulos, E.	=	2039 ton/cm ²

Asuma que durante el montaje la tensión promedio = 1.0 ton/cm² y permita la deformación elástica del cordón superior e inferior

$$= \pm ds$$

Entonces:

$$ds = \frac{lp}{2039} \quad \text{cm}$$

La longitud del cordón superior, bajo condiciones de cantiliveado por lo tanto es:

$$LTC = lp + dp + db + ds$$

y el cordón inferior

$$LBC = lp - db - ds$$

Bajo condiciones de levantamiento por cantiliver un cordón superior es

$$LTC - LBC = dp + 2 db + 2 ds \text{ (cms)}$$

más largo que el cordón inferior.

Si el ángulo incluido en el centro del arco es ϕ , entonces:

$$(R + H) \phi - R \phi = N (dp + 2 db + 2 ds)$$

Por ejemplo :

$$H \phi = N (dp + 2 db + 2 ds)$$

y

$$R \phi = N \cdot lp$$

de lo cual R y ϕ pueden ser calculados.

También se puede demostrar que:

$$h = 0.6 + (a - 0.450) \frac{LS}{LT + LS} + \frac{\phi}{2} \left(1 - \frac{NT}{N}\right) (LT) \text{ m.}$$

Nota. Todas las unidades están en metros.

Para el ejemplo dado:

NT	=	8		H	=	3.048 m
NS	=	13		LP	=	3.048 m
a	=	1.25 m		N	=	21
dp.	=	0.01 m		LS	=	39.62 m
db.	=	$1.3^3 \times 10^{-3}$		LT	=	24.38 m
ds.	=	$\frac{304.8 \times 10^{-2}}{2039}$			=	$0.149 \times 10^{-2} \text{ m}$

$$3.048 \phi = 21 (0.01 + 2 \times 1.33 \times 10^{-3} + 2 \times 0.149 \times 10^{-2})$$

$$R \phi = 21 \times -3.048$$

Por lo tanto:

$$\phi = 0.108 \text{ radianes}$$

y

$$H = 0.6 + (1.25 - 0.45) \frac{39.62}{64.00} + \frac{0.108}{2} \frac{(1-8)}{21} 24.38 = 1.910 \text{ m}$$

Cuando utilizamos pacas de madera, h debe ser incrementada un 10% para permitir una posible compresión de la madera.

Ejemplo:

$$\text{Altura de las pacas} = 2.10 \text{ m}$$

e. **Preparación del sitio.** Mientras se completan los cálculos anteriores y se levantan y revisan los inventarios de partes, puede comenzarse la preparación del sitio.

Se debe identificar, despejar y nivelar un área de prefabricación y almacenamiento.

La franja sobre la cual va a ser construida la cola del cantiliver también debe ser despejada, afirmada y nivelada. Se deben revisar las bases principales para determinar si la alineación y altura son las indicadas.

Cuando esté todo listo, se deben enviar juegos de inventarios y bosquejos al almacén principal y al personal que va a dirigir la obra. Esto es esencial con el fin de que se pueda llevar un buen registro. Los materiales del puente se sacan del almacén principal y se envían al sitio, donde deben ser apilados de la manera descrita en la sección de este manual.

Es bueno ejecutar el almacenamiento de partes similares en áreas demarcadas específicamente y si es posible, almacenar las cajas de tornillos y otras piezas pequeñas bajo cubierta.

f. Construcción de la cola del cantiliver. Utilizando la altura del recubrimiento calculado de acuerdo con las subsecciones c y d. anteriores, instale los maderos y coloque la primera viga en posición, sobre la base. Esta viga debe ser ensamblada completamente con sus platinas de empalme y se debe tener especial cuidado en su ubicación y alineación. El bloque de madera se debe asegurar a la base. La cola debe ser construida desde esta unidad hacia atrás, de acuerdo con el inventario de partes preparado.



Figura No. 32.

La figura 32 muestra un puente tipo B-15 que fue instalado por el método cantiliver en Nepal. La cola está completa y el contrapeso, que es de acero de otro puente, está en posición. En la parte de atrás se ob-

serva un camión con una estructura "A" utilizada para el montaje de la cola y el manipuleo general en el sitio.

g. Cantiliveando la luz. Una vez que la cola ha sido terminada y se han revisado sus niveles y alineación, se puede proseguir con el montaje del tramo principal. La manera más eficaz de cantilivear un puente Hamilton es prefabricar los tableros en el área de trabajo y luego ensamblarlos en la nariz del puente.

Se puede utilizar una grúa para levantar los tableros a su posición desde el lecho del río, si es una estación seca. Si el río está creciendo y es imposible ubicar la grúa, entonces se puede construir un sistema de poleas sobre los cordones superiores. La figura 33 muestra un sistema de poleas típico en operación. Donde no es posible levantar los tableros prefabricados, directamente desde el lecho seco del río, se debe considerar el uso de pontones de madera para hacer flotar las partes metálicas directamente, bajo las poleas en la nariz del puente. Alternativamente, si esto no es practicable y las partes metálicas tienen que ser traídas a la nariz a lo largo del puente en sí, se puede tender un carril de madera a través de las vigas para facilitar el acceso a la nariz.

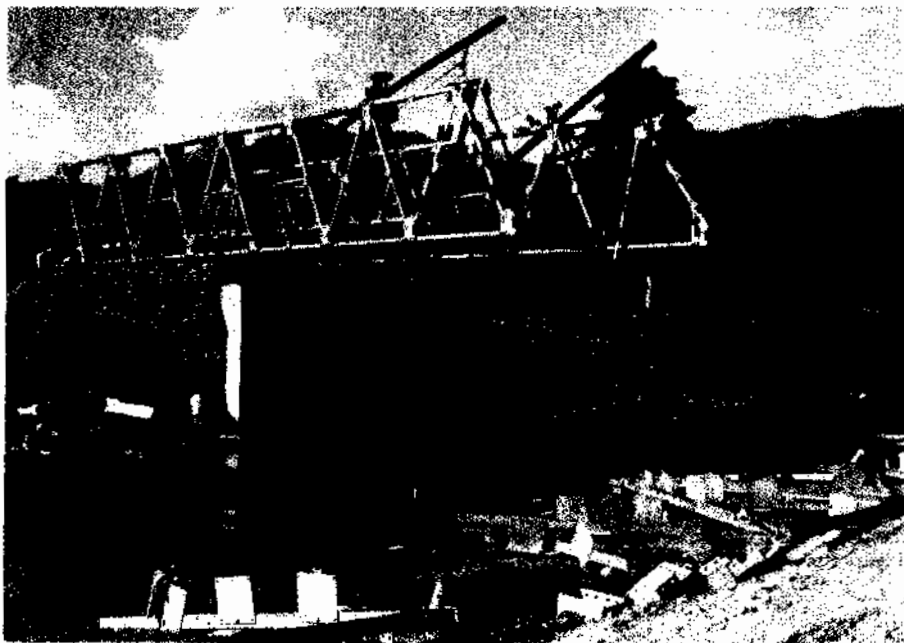


Figura No. 33

Es una buena práctica dividir la fuerza de trabajo en 3 grupos para asegurar un promedio estable de progreso. Un grupo de seis hombres y un supervisor competente se emplean para surtir las partes metálicas necesarias del área de almacenamiento y ensamblar los tableros requeridos.

Un segundo grupo, compuesto de 3 ó 4 hombres, se emplea en la nariz de la estructura, incorporando los tableros prefabricados al puente. El tercer grupo, que también consta de 3 ó 4 hombres, trabaja detrás del segundo grupo colocando las partes complementarias y los tornillos.

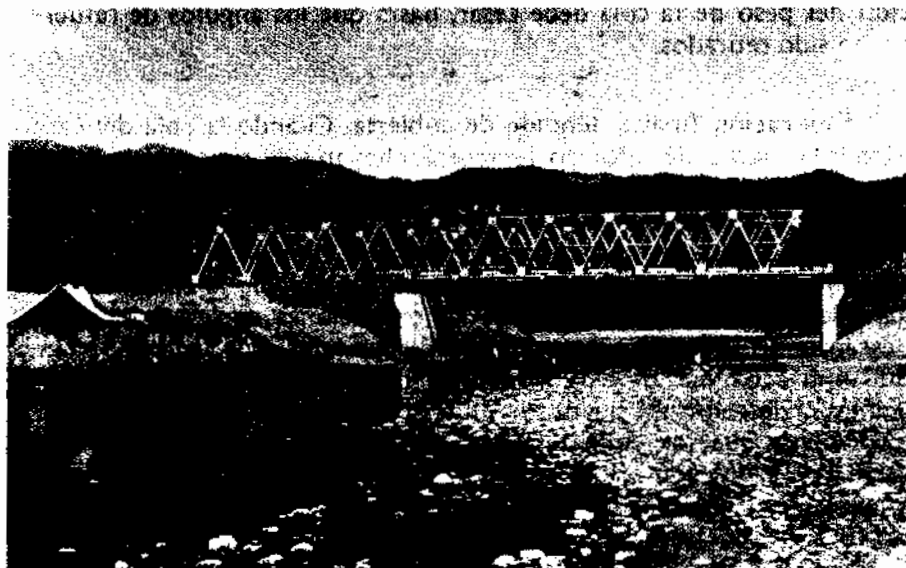


Figura No. 34

El puente así se construye a través del río, tablero por tablero, hasta alcanzar el otro extremo. La figura 34 muestra el puente B15, de Nepal, en esta etapa de su construcción.

h. Retiro de la cola del cantiliver y los ángulos de refuerzo temporales. Cuando el frente del puente alcanza la base del otro extremo, se debe reforzar firmemente con maderos bajo los cojinetes.

Luego se puede retirar el contrapeso y desmantelar gradualmente la cola del cantiliver. Esto se hace mientras se retiran los ángulos, que se han insertado temporalmente para reforzar la estructura durante el montaje. A medida que se retira el contrapeso y la cola, las condiciones de apoyo de la estructura cambian de un cantiliver a una luz apoyada simplemente, con los movimientos consecuentes, en las posiciones cero de momento y esfuerzo. El desvío progresivo en la posición cero del momento flector de la nariz del tramo hacia la base del cantiliver signi-

fica que en algún punto cada parte del cordón estará en una situación de "no-carga".

Para determinar cuándo una barra está en la condición de no carga, se aflojan las tuercas de los tornillos de cada lado del ángulo en cuestión y se golpean los tornillos suavemente con un martillo, a la vez que el peso de la cola se retira gradualmente.

Los tornillos quedan sueltos en sus huecos, a medida que la tensión en la pieza del cordón disminuye. Este es el punto en el cual, la reducción del peso de la cola debe cesar, hasta que los ángulos de refuerzo hayan sido retirados.

i. Colocación final y tendido de cubierta. Cuando la cola del cantiliver y las barras de refuerzo temporales hayan sido retiradas, el puente se hace descender sobre sus cojinetes y se colocan los tornillos de sostenimiento. En cada lado del flanco inferior de la viga se aplican gatos de capacidad adecuada, aproximadamente a un metro de las conexiones de la placa de apoyo. Se debe tener cuidado de que la colocación del gato sea firme y vertical durante las operaciones de levantamiento y descenso. Es una buena práctica hacer descender cada lado del puente 300 mm cada vez; de esta manera se minimiza el riesgo de accidente debido al descenso del puente en un ángulo demasiado grande.

Una vez que los cojinetes (los cuales ya están unidos al puente) están colocados sobre los tornillos de sostenimiento, se debe bajar el puente hasta 25 mm de distancia de la base de concreto, antes de recubrir los cojinetes base con lanas o cuñas de acero y soltar los gatos.

El puente está ahora sobre sus cojinetes y listo para el tendido de cubierta o piso. Es recomendable que todos los tornillos que puedan quedar ocultos por la cubierta sean apretados en esta etapa; los tableros de acero para la cubierta tienen huecos provistos en las placas superiores para facilitar el levantamiento y colocación.

Cuando todos los tableros han sido fijados en su lugar se puede llevar a cabo el ajuste final de los tornillos correspondientes a la cercha principal, y así terminar el trabajo sobre la superestructura. Todo lo que resta es levantar el puente con los gatos, retirar las lanas o cuñas de acero y ajustar la posición de los cojinetes.

3.4. MONTAJE POR LANZAMIENTO

a. Introducción. Mientras que la construcción por cantiliver, como se describió en la sección anterior, es adecuada para la mayoría de los propósitos también puede ser un proceso de pérdida de tiempo. Esto particularmente se aplica cuando se levantan tramos M10 Hamilton de más de 30.48 m (100 pies) de longitud, debido a que el esfuerzo para

transporte de material a la nariz de la estructura es considerable.

Es por lo tanto recomendable que el método de instalación por lanzamiento sea utilizado en estos casos (el esquema de lanzamiento para un puente de 60.96 m, 200 pies, tipo M10, que está descrito en la figura No. 62).

Primero se ensambla una nariz temporal de lanzamiento con partes del Hamilton Tipo M10 en la parte frontal del puente que va a ser lanzado. Esta nariz de lanzamiento se construye de una longitud tal que cuando la estructura completa gire hacia adelante, la punta de la nariz alcance el otro banco, antes que se alcance el punto de balanceo. Actualmente, el puente se mueve hacia adelante sobre rodillos de lanzamiento tipo Bailey. La estructura continúa siendo lanzada hacia adelante y la nariz de lanzamiento se va desmantelando progresivamente hasta que el puente esté en su posición final. El puente, en este momento, se hace descender sobre sus cojinetes.

b. La nariz de lanzamiento. La longitud de la nariz de lanzamiento dependerá obviamente del tramo del puente que va a ser lanzado. Para mantener la longitud de la nariz, y por lo tanto el tiempo de construcción a un mínimo, es aconsejable utilizar una pequeña cantidad de contrapeso en la parte final de la cola.

La tabla 1, más adelante, proporciona la longitud de nariz de lanzamiento y la cantidad de contrapeso que deben ser utilizados con cada tramo.

Los planos e inventarios de la estructura general de la nariz de lanzamiento completa que se suministran con este manual, deben ser estudiados antes y durante la construcción de la nariz de lanzamiento.

Tabla 1

Tramos de Cercha-Doble M10 (m)	Nariz de Lanzamiento (m)	Contra- peso (ton)	Tramos de Cercha Sencilla M10 (m)	Nariz de Lanzamiento (m)	Contrapeso (ton)
64.01	36.58	11	48.77	30.48	5
60.96	36.58	6	45.72	27.43	7
57.91	36.58	2	42.67	27.43	4
54.86	30.48	12	39.62	27.43	0
51.82	30.48	7	36.58	21.34	7
48.77	30.48	3	33.53	21.34	3
			30.48	21.34	0
			27.43	21.34	0
			24.38	21.34	0

c. **Procedimiento típico de lanzamiento.** Lo siguiente está escrito, teniendo como base un puente de doble cercha tipo M10, de 60.96 m de luz. Debido a que es uno de los puentes M10 más largos y por tanto, uno de los más difíciles de lanzar.

Sin embargo, los principios generales se aplican igualmente a cualquier puente Hamilton M10.

- 1) Generalmente, se requiere un espacio de por lo menos 1.5 veces la longitud apropiada de la nariz de lanzamiento, en el banco de lanzamiento y 30 metros en el banco del otro extremo.
- 2) Coloque en posición los rodillos tipo Bailey y balancee las partes de la viga, como se indica en las figuras 61 y 62. Construya la longitud total de la nariz apropiada (ver tabla 1) sobre los rodillos. Tenga en cuenta que los ángulos superiores e inferiores en la nariz de lanzamiento están invertidos; por ejemplo, los ángulos del cordón superior (10 ATV) van ajustados en el cordón inferior y los ángulos del cordón inferior (10 AV) van en el superior. Esto proporciona una curva hacia arriba a la nariz de lanzamiento para ayudar a medir la deflexión.
- 3) Ensamble 3 tableros (9.14 m) del puente principal completos, con cubierta de acero, sobre el extremo de la nariz. En esta etapa se debe tomar como referencia la figura No. 62, para incorporar los refuerzos correctos a la estructura, donde sea necesario. Suelte los retenedores y lance la estructura completa de tres tableros hacia adelante, enganchándolos desde el otro extremo o empujándolos desde detrás de la cola. Se necesitan aproximadamente 15 toneladas de tensión para motivar el lanzamiento y sobrepasar los efectos de la fricción (etapas 2 y 3 de la figura 62).
- 4) Continúe ensamblando tableros en la parte trasera de la nariz y lánceles de 3 en 3 hasta que la longitud total del puente principal haya sido ensamblada. Detrás, coloque la cantidad apropiada de contrapeso (ver tabla 1). En esta etapa se tiene en cuenta un 10%, como factor de seguridad contra giro o volcamiento final (etapas 4 y 5 de la figura 62).
- 5) Continúe el lanzamiento hasta que el extremo guía de la nariz de lanzamiento llegue a los rodillos de la base del otro extremo. Es recomendable que las vigas de lanzamiento sean desenganchadas y retiradas del puente principal, a medida que se obtiene el balanceo, debido a que es más fácil esperar hasta que el puente esté en su posición final para retirarlas (etapa 6 de la figura 62).
- 6) Continúe el lanzamiento hacia adelante, 3 tableros cada vez, y desarme la nariz a medida que quede libre de los rodillos del otro extremo. Retire el contrapeso cuando 7 tableros hayan sobrepasado el obstáculo (paso 7 de la figura 62).
- 7) Suspenda el lanzamiento cuando los 2 extremos del puente estén

sobre sus respectivas posiciones y retire los rodillos. Para tener acceso a la base, si es necesario, debido a las limitaciones de acceso, coloque un tablero sencillo adicional de la nariz desarmada en la parte posterior del puente para que actúe como palanca. Levante un extremo a la vez y retire la viga del balanceo y los rodillos. Una los cojinetes terminales apropiados y haga descender el puente a su posición final (etapas 8 y 9 de la figura 62).

- 8) Con el puente descansado sobre sus cojinetes, todo lo que resta es retirar las partes que han sido utilizadas como refuerzos temporales durante el lanzamiento. Esto incluye partes tales como los verticales exteriores, que tienen que ser reemplazados con apoyos laterales (10 SV), y los ángulos del cordón superior e interior han sido utilizados para reforzar localmente las áreas de *sobretensión* durante el montaje. El método para cambiar los ángulos de los cordones, se da en la sección 3.8, más adelante. Alternativamente se pueden utilizar gatos y malacates para aliviar las tensiones locales y así facilitar el retiro (etapa 10, figura 62).
- 9) Todos los tornillos finalmente deben ser revisados y ajustados antes de que el puente se abra para el tráfico.

ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE LOS COMPONENTES DEL PUENTE HAMILTON

a. Proceso de galvanización en caliente

El proceso de galvanización produce un recubrimiento, de zinc metálico y zinc-hierro, resistente a la abrasión y muy durable; el zinc se aplica metalúrgicamente sobre las piezas metálicas. Una ventaja del proceso es que se puede aplicar hasta un recubrimiento mínimo estándar de un grosor aproximado de 610 g/m^2 .

Generalmente el material del puente Hamilton se limpia con aire a alta presión para retirar la capa de óxido u otros agentes antes de ser limpiado más detalladamente con una solución de ácido hidroclorehídrico o sulfúrico. Después de la limpieza, las piezas se introducen en un baño de zinc fundido el cual reacciona con el hierro, para producir una serie de capas de la aleación hierro/zinc sobre la superficie y a medida que las piezas se sacan del baño estas capas de aleación se recubren con una capa de zinc.

Los tornillos se introducen en el baño de galvanización, en una canasta perforada, la cual, después que el proceso ha tenido lugar, se transfiere rápidamente a una centrífuga, donde la acción giratoria arroja lejos el zinc sobrante, el que de otra manera podría interferir con las roscas.

b. PROPIEDADES DEL RECUBRIMIENTO

Las capas de aleación zinc/hierro formadas en la superficie de las partes metálicas, durante el proceso de galvanización son más duras que un acero templado. La capa de zinc en la parte superior de la aleación es relativamente suave. Por lo tanto, si una pieza de metal galvanizada recibe un golpe directo, durante el manejo y el transporte, éste tiende a ser amortiguado por el zinc. Por eso, la mayor parte de la fuerza es absorbida y no se transmite a las capas entre el recubrimiento y el metal base.

Esto no significa, sin embargo, que se pueda tolerar un mal trato deliberado de las partes Hamilton galvanizadas, sino más bien que las partes galvanizadas tienen más oportunidad de sobrevivir al mal manejo con su capa protectora intacta, que una estructura con el acabado convencional.

c. CAUSAS Y PREVENCIÓN DE DAÑOS EN EL ACERO GALVANIZADO

La excelente resistencia a la corrosión del zinc en la atmósfera es debida a la formación de una capa protectora o platina, la cual consta de óxido de zinc insoluble, hidróxidos, carbonatos y sales de zinc, dependiendo del ambiente. Cuando la platina protectora se ha estabilizado, la reacción entre el recubrimiento de zinc y su ambiente procede a reducirse en una rata grande, dando como resultado larga vida al recubrimiento. Es importante, por lo tanto, mantener la integridad del recubrimiento de zinc y su platina para asegurar una larga vida y protección; con este fin se deben tener en cuenta las causas de daño de la estructura galvanizada, y tomar las medidas preventivas apropiadas.

1) Manejo fuerte. La mayor causa de daño a una estructura galvanizada es el mal manejo durante el transporte y montaje. Aunque como se explicó anteriormente, la estructura galvanizada presenta una gran resistencia a la corrosión en virtud a su dureza y al fenómeno de la protección catódica, esto no debe tomarse como excusa para los procedimientos de mal manejo que causen golpes o rasguños. A menudo se asume que el acero, sea galvanizado o no, es un material muy fuerte, capaz de resistir el peor manejo. Las costosas estructuras metálicas a veces se dejan caer pesadamente de la grúa o desde camiones y se utilizan de mil maneras en forma inadecuada. Para evitar malos tratos, es esencial que todos los pasos de cargue, descargue y transporte sean supervisados por personal calificado.

Una gran ayuda en la prevención de malos manejos es el empleo de materiales y equipos especiales. El uso correcto de poleas y empaques de madera previenen la mayoría de raspaduras y rasguños que se hacen

durante el cargue y descargue de materiales. Igualmente, el empaque de madera adecuado *alrededor* de la estructura ayuda a prevenir los daños durante el transporte.

2) Ataque químico. Varias sustancias químicas fuertes, tales como ácidos, fertilizantes y compuestos sulfúricos, atacan la galvanización, formando sales solubles de zinc en la superficie de la estructura. Las sales se disuelven por la humedad atmosférica, dejando una capa fresca de zinc expuesta a un ataque mayor. Luego, el ciclo se repite carcomiendo progresivamente el recubrimiento protector, a menos que la fuente de contaminación sea retirada.

La prevención del ataque químico por tanto, consiste en mantener el material galvanizado lejos de agresivos químicos. Los artículos galvanizados deben ser transportados y almacenados, completamente separados de otros elementos.

Esto es relevante, particularmente en el caso de transporte por barco y en la selección y acondicionamiento del área principal de depósito. Numerosos elementos químicos también están presentes en los suelos; el grado de agresión varía entre los tipos de suelos y es por lo tanto recomendable que, como práctica estándar, la estructura galvanizada sea almacenada a distancia del terreno sobre madera u otro elemento similar.

Si ocurre contaminación química de alguna clase, los efectos del daño se reducirán lavando con agua limpia y retirando la fuente de contaminación.

3) Corrosión galvánica. La corrosión galvánica o electrolítica, que da como resultado la eliminación del recubrimiento de zinc, es probable si un artículo galvanizado se coloca en contacto con una pieza no galvanizada, particularmente en un ambiente húmedo.

Por lo tanto, las piezas de acero deben ser retiradas si están oxidadas y elementos tales como puntillas o cadenas no se deben dejar encima del material galvanizado. Las vigas de acero no galvanizadas se pueden utilizar para formar plataformas de almacenamiento sólo si se colocan piezas de madera seca entre ellas y el material galvanizado.

4) Mancha por almacenamiento húmedo (óxido blanco) Se puede formar un depósito grueso blanco o gris, conocido como óxido moho blanco, sobre la superficie de los artículos galvanizados por la poca ventilación durante el almacenamiento o el tránsito.

En casos extremos, el valor protectivo de la galvanización puede ser dañado pero el ataque es a menudo muy leve a pesar de la apariencia abultada del depósito.

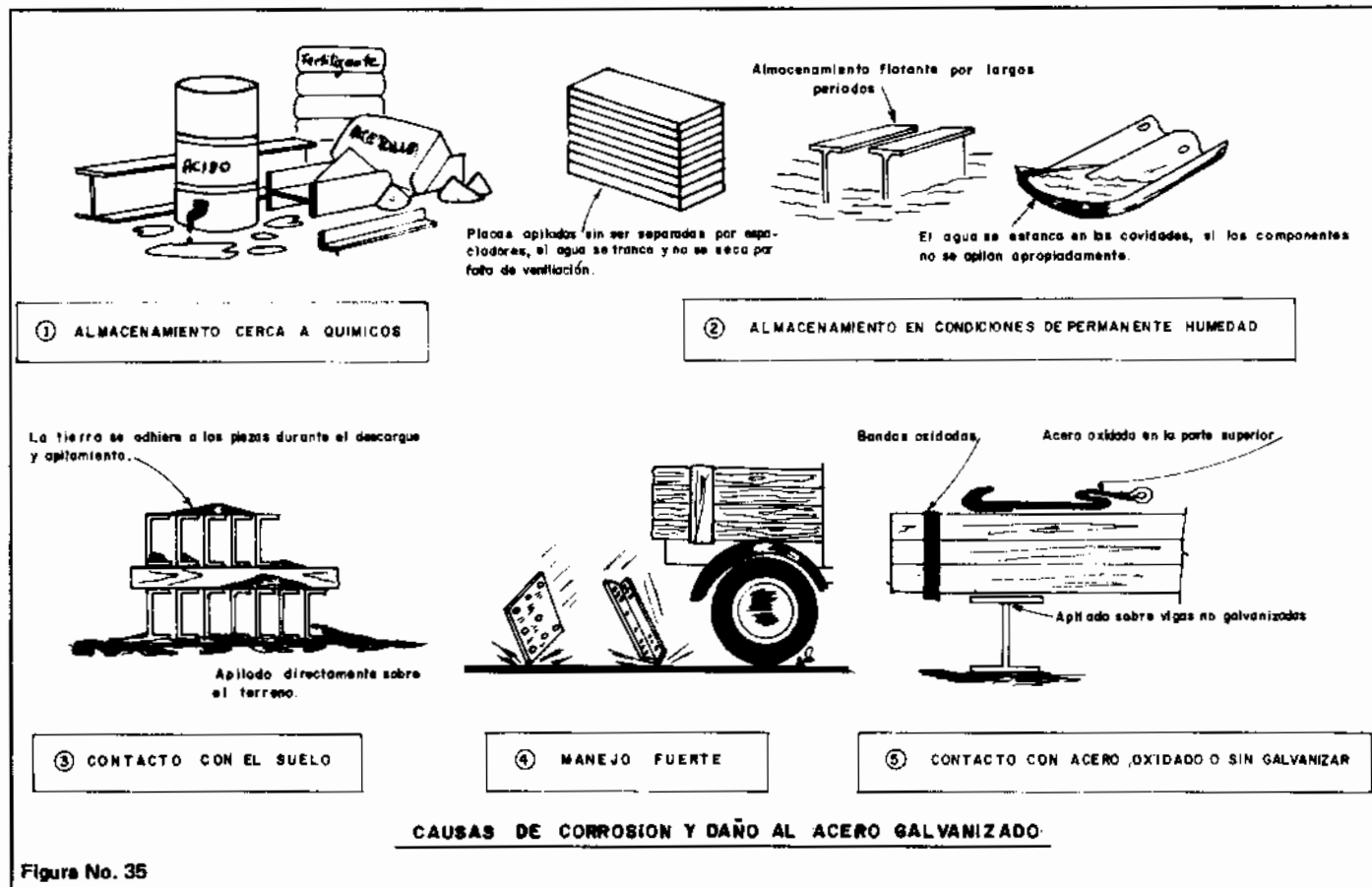


Figura No. 35

Este depósito poroso no protege y debe ser retirado, aun si el ataque es superficial, para permitir la formación de platina y de productos de corrosión bastante adherentes (carbonato de zinc, etc.) lo cual contribuye a la resistencia de la estructura galvanizada. Los depósitos leves pueden ser retirados con un cepillo y los más pesados con una solución de dicromato de sodio al 5%, adicionándole el 0.5% de ácido sulfúrico concentrado por volumen.

Esta solución se aplica con un cepillo y se deja durante 30 segundos antes de enjuagar y secar. El ataque sobre el recubrimiento galvanizado de la estructura, normalmente es causado por la retención de aguas lluvias entre las superficies y las bajas condiciones de aire. Para prevenir esto, es esencial almacenar el material galvanizado en un ambiente seco y bien ventilado.

Donde el almacenamiento bajo cubierta no es posible, las piezas galvanizadas se deben amontonar de manera que el agua lluvia pueda drenar libremente. Además, se debe mantener la circulación libre del aire y separar todas las partes recién galvanizadas, colocando espaciadores de madera entre ellas.

Las cajas de madera que contengan partes galvanizadas se deben mantener bajo techo porque la madera absorbe humedad y produce daños en las partes guardadas dentro de ellas. Alternativamente, los huacales de madera se pueden vaciar y las partes se pueden amontonar separadamente. A la estructura galvanizada Callender-Hamilton, normalmente se le aplica un tratamiento simple de dicromado antes de iniciar los trabajos, para minimizar la posibilidad del óxido blanco.

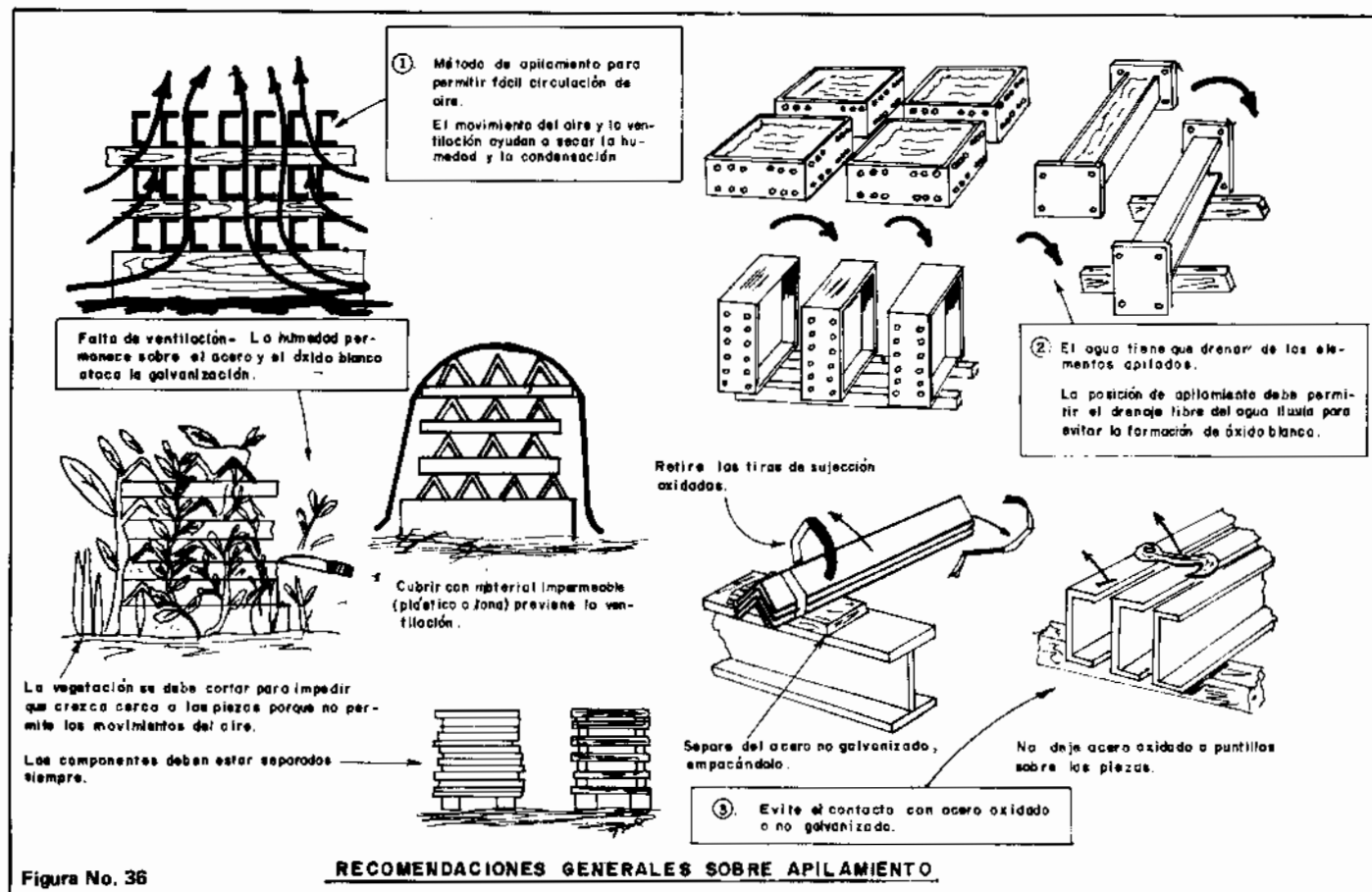
Al dicromado no se le puede confiar totalmente la prevención del óxido blanco y se deben seguir las instrucciones anteriores.

d. REPARACION DEL GALVANIZADO

A pesar de tomar todas las precauciones necesarias, es casi seguro que le ocurra algún daño al recubrimiento durante el transporte y/o el levantamiento. La vida de protección del galvanizado no se reducirá pero, sin embargo, se deben llevar a cabo rápidamente las reparaciones del caso. Se recomienda que toda la estructura galvanizada se inspeccione en los siguientes casos.

- 1) Cuando llega por primera vez al depósito de almacenamiento.
- 2) Después de ser transportada al sitio de instalación.
- 3) Después de terminar el levantamiento instalación.

Los inspectores deben estar entrenados para reconocer los problemas relacionados con la estructura galvanizada y elaborar informes detallados de los daños, incluyendo el programa sugerido de reparación y reno-



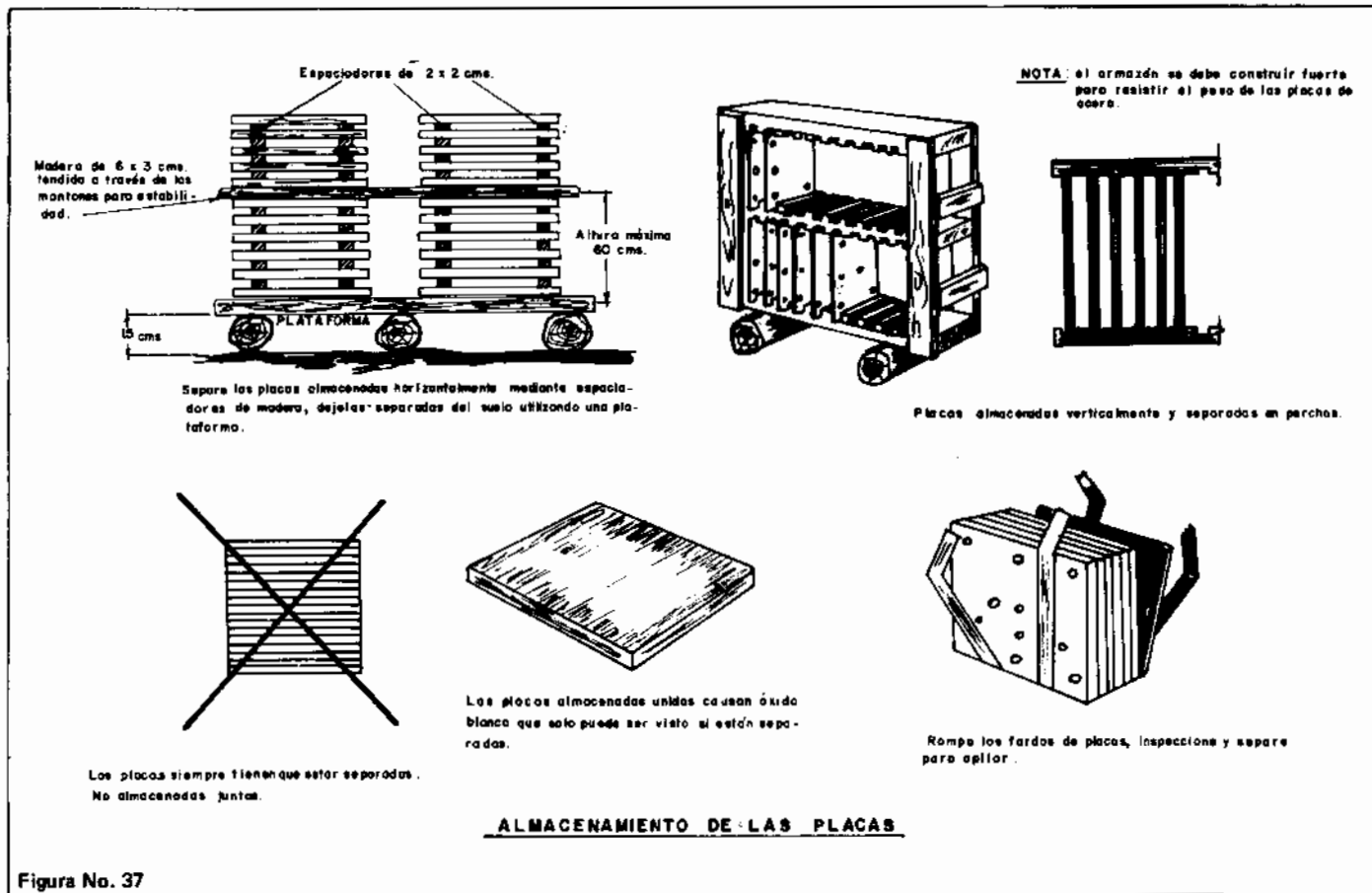
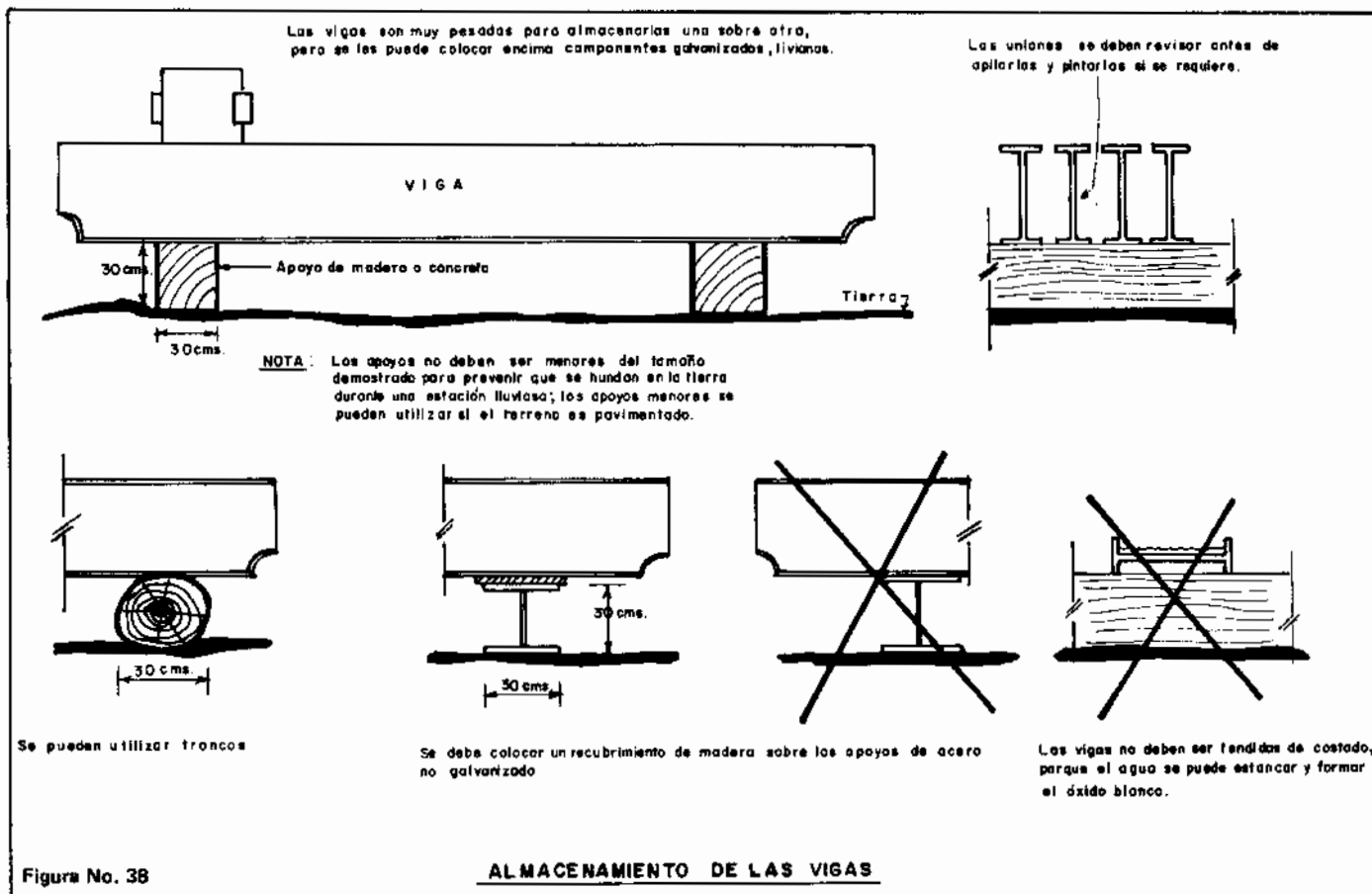


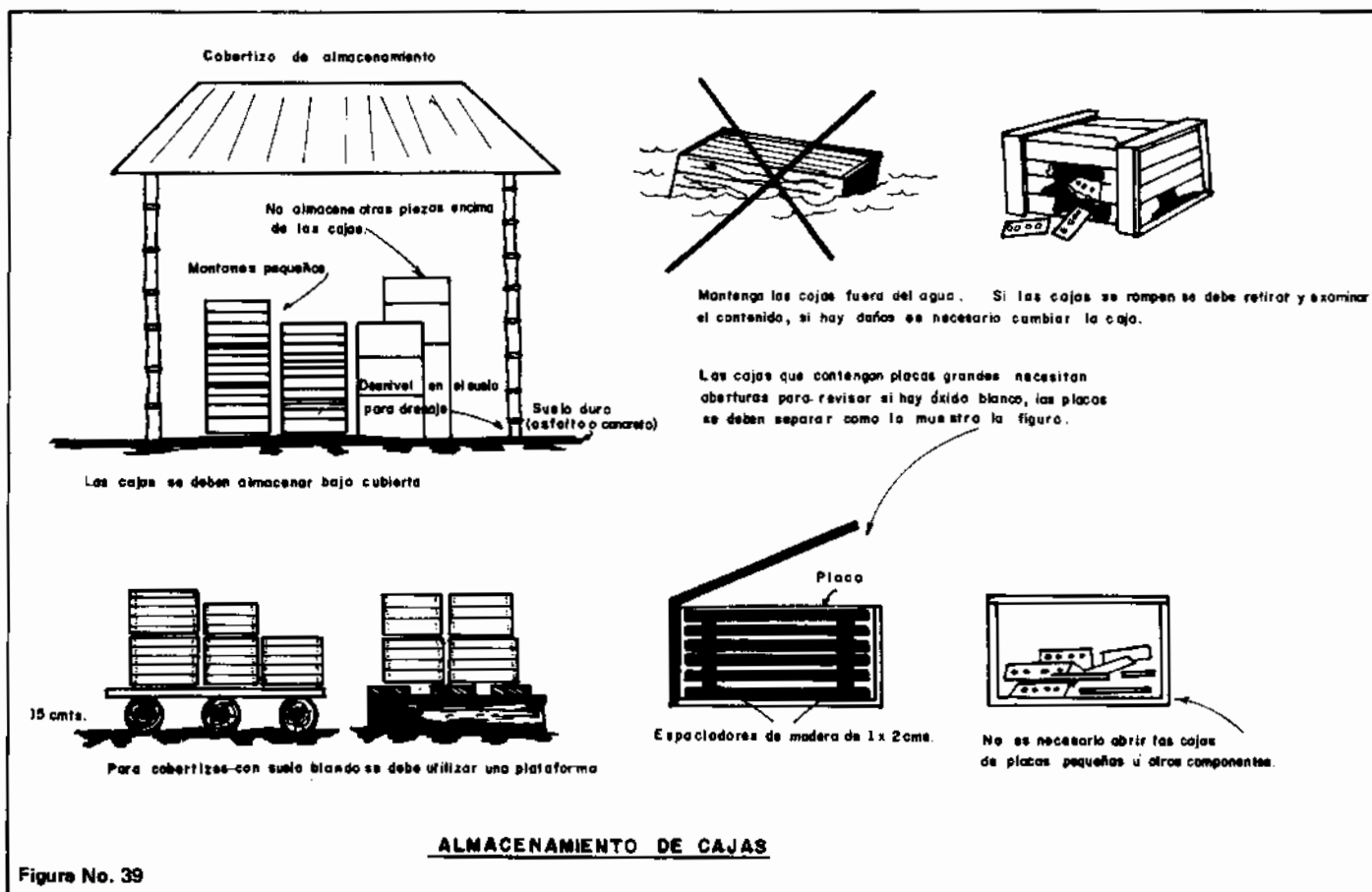
Figura No. 37

vación. Los elementos que sean dañados y no tengan reparación se deben reportar para que se tomen las medidas necesarias para el cambio.

Donde hayan sido dañadas pequeñas áreas de la galvanización por el manejo excesivamente fuerte o por el retiro del óxido blanco, se pueden efectuar reparaciones locales rápidas. Sin embargo, la resistencia adecuada a la corrosión sólo será alcanzada si se redeposita una cantidad suficiente de zinc. Aplicar pintura rica en zinc es el método más simple de alcanzar esto. Se debe utilizar el siguiente procedimiento:

— Limpie cuidadosamente el área afectada y luego aplique el número apropiado de capas de pintura rica en zinc (150 g/m^2 , recordando que el recubrimiento total recomendado no debe ser menor de 610 g/m^2). Es esencial que se utilice pintura rica en zinc en este tratamiento para asegurar que la protección electrolítica del recubrimiento galvanizado sea continua. Es una buena práctica mantener una amplia disponibilidad de pintura rica en zinc, en todos los sitios de almacenamiento y depósito, para utilizarla cuando sea requerida.





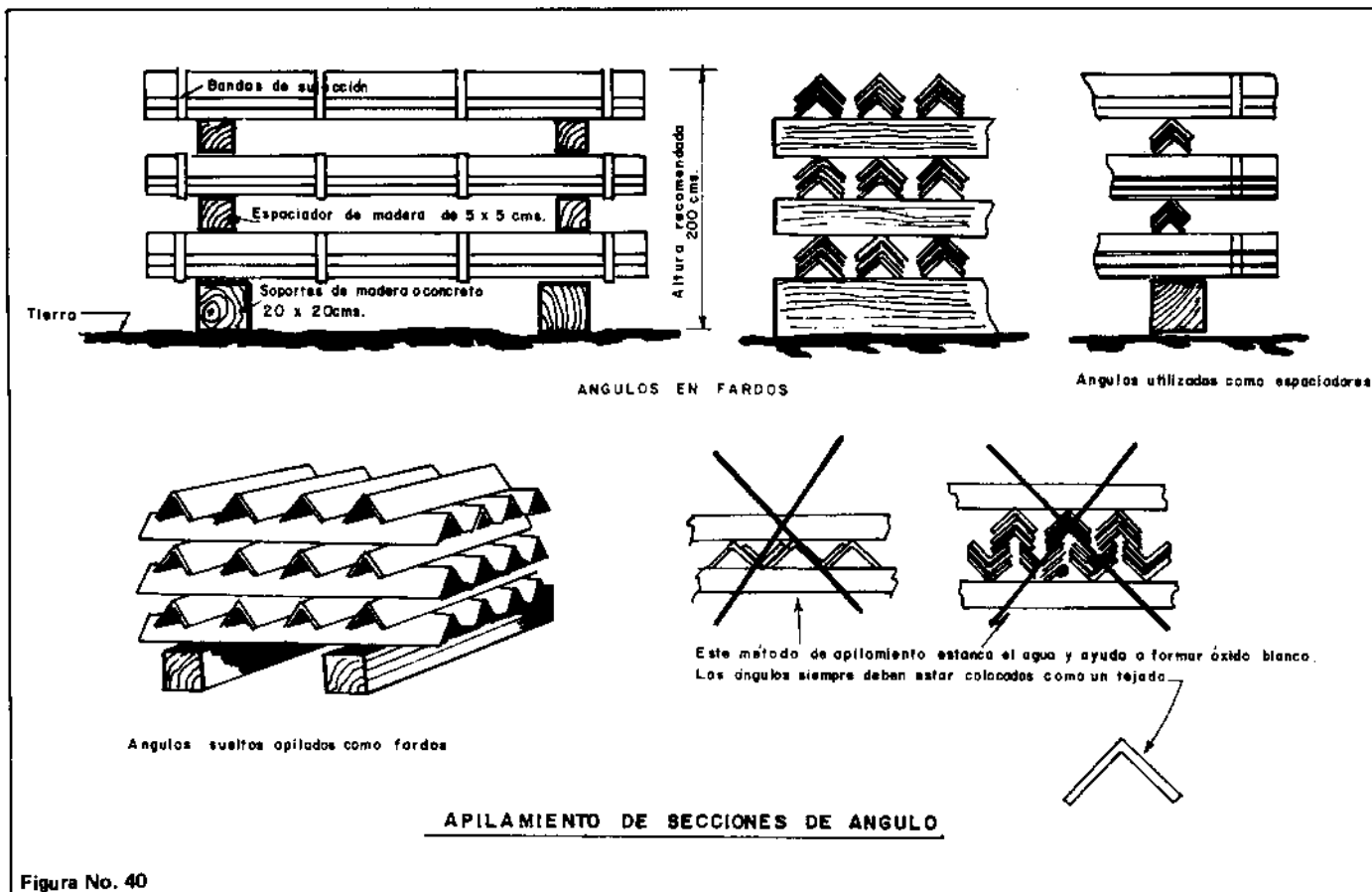


Figura No. 40

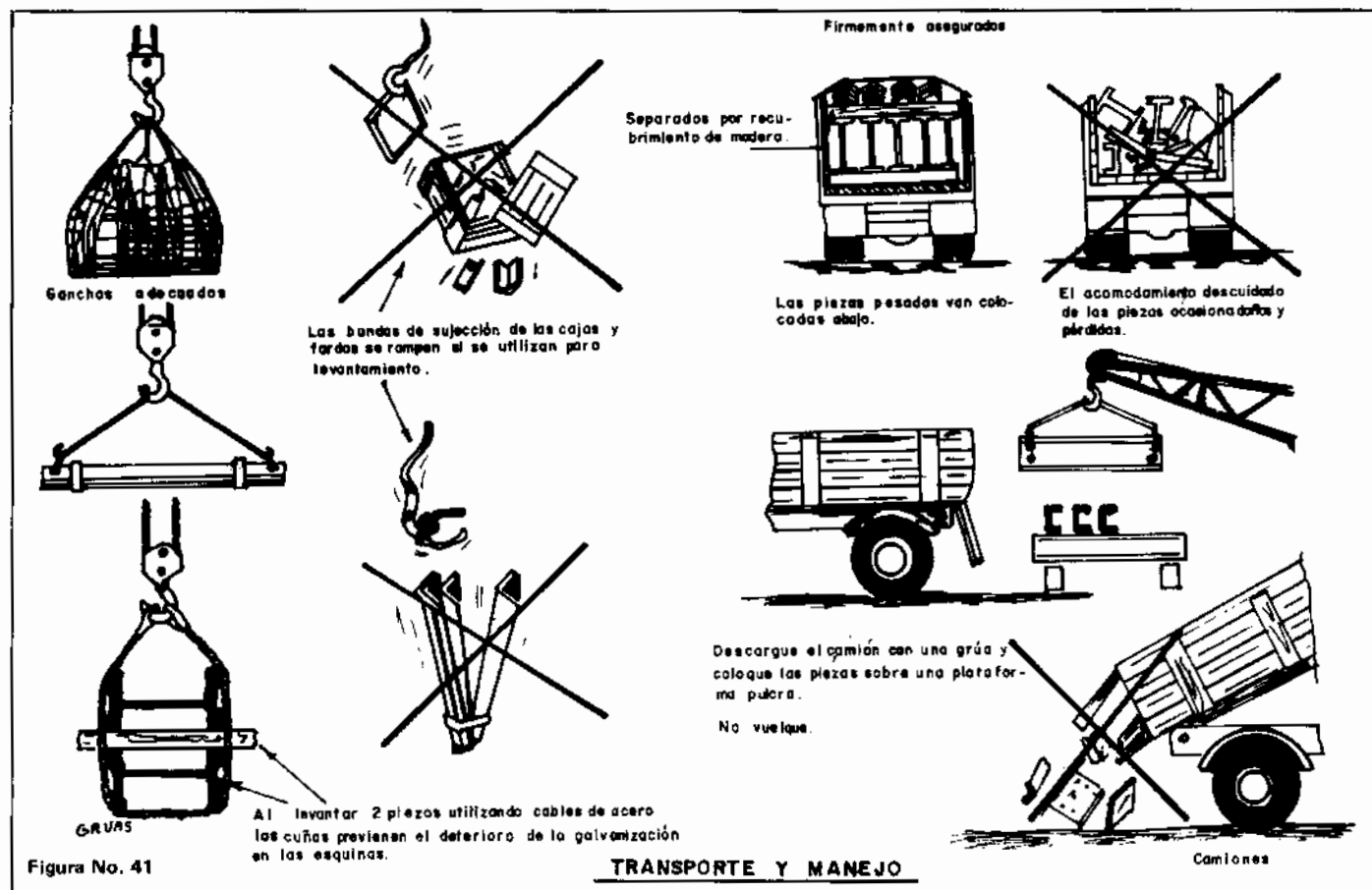
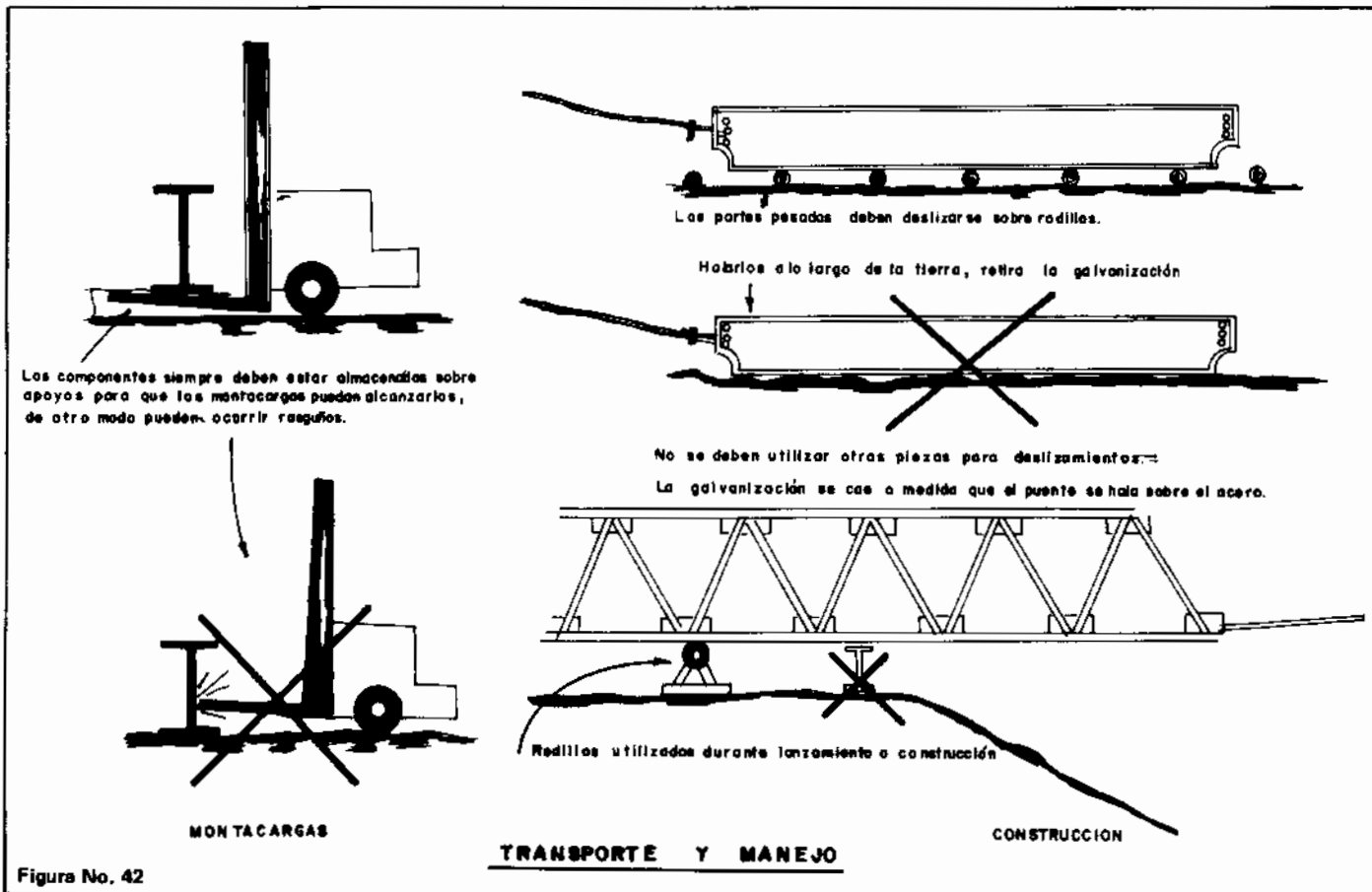


Figura No. 41



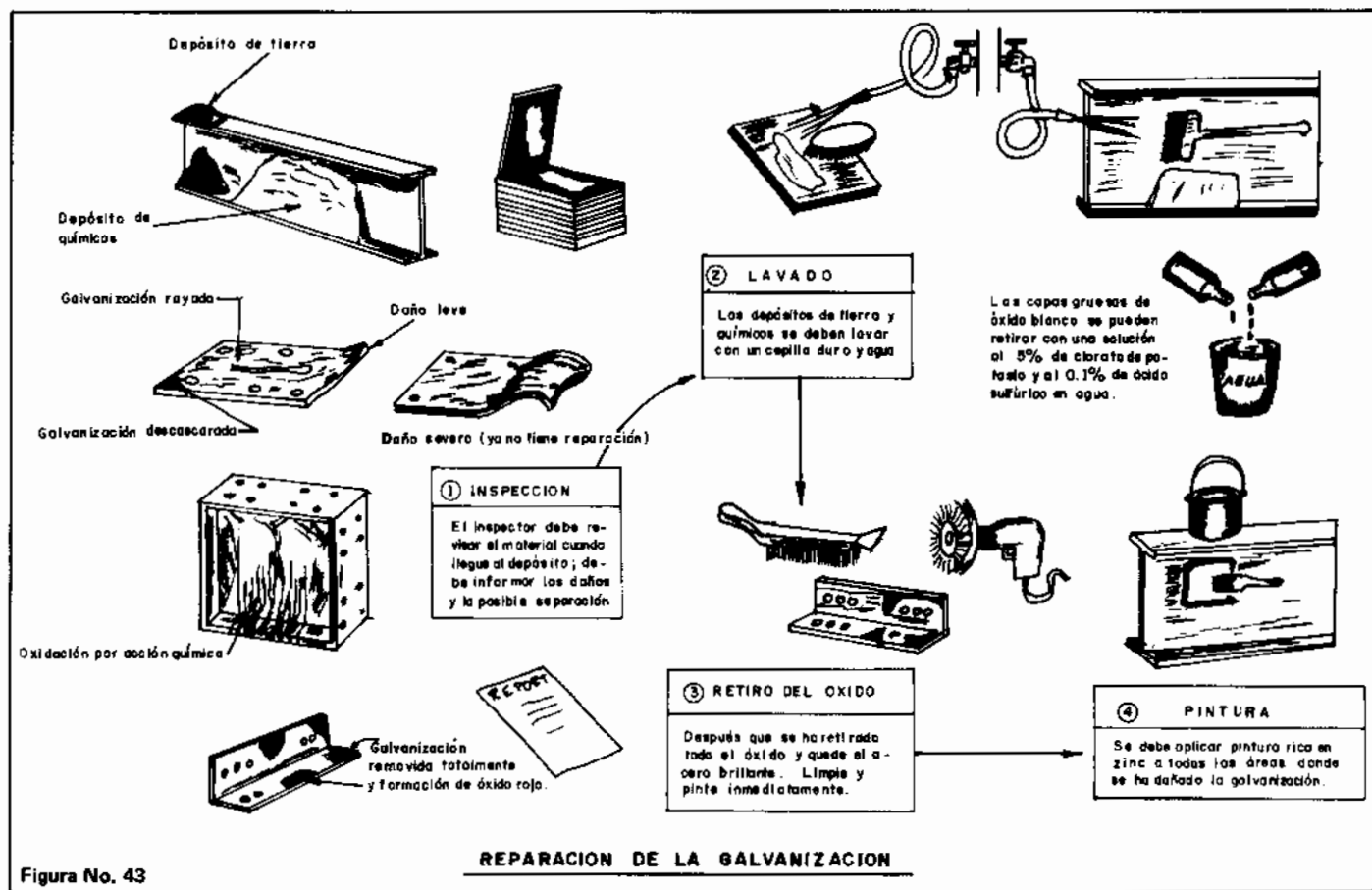


Figura No. 43

SUMARIO DE DATOS TECNICOS

Tipos de puentes: Hamilton M10 cercha sencilla, Hamilton M10 cercha doble, Hamilton B15 cercha sencilla.

Carga: AASHTO - HS20-44

Tramos: 24.38 m a 39.62 m, tipo M10, cercha sencilla; 48.77 m a 60.96 m, tipo M10, cercha doble; 59.44 m, cercha sencilla con placa de concreto.

Construcción de la cubierta o piso: Todos los puentes M10 Hamilton tienen unidades prefabricadas de acero entre las vigas transversales. El puente B15 tiene una cubierta de concreto de 150 mm de grosor.

Ancho de vía de rodamiento: 3.05 m.

Aceras: Ninguna.

Centro de la cercha: 4.25 m entre las cerchas interiores.

Tamaño del tablero: M10, 3.05 m largo x 3.05 m ancho; B-15, 4.57 m largo x 4.57 m alto.

Calibo: Ilimitada.

Material: Acero estructural a BS4360: 1979 grados 43A, 50B y SSC.

Conexiones: M10, primarias y secundarias: Grado M20, tornillos 8.8; B15 Primarias: Grado M24 torn. 8.8; Secundarias: Grado M20, tornillos 8.8.

Componentes más largos: M10, viga transversal intermedia (10B x 425 H), 5.485 m largo; B15, viga transversal intermedia (FT x 425 H), 6.469 m largo.

Componentes más pesados: M10: Viga transversal intermedia (10B x 245 H) 301, 1 Kg; B15, Viga transversal intermedia (FT x 425 H); 474,92 Kg.

Acabados: Componentes estructurales galvanizados en caliente a BS729: 1971. Tornillos galvanizados a BS729: 1971.

Fabricación: De acuerdo con las especificaciones de fabricación de puentes Hamilton.

Diseño: Generalmente de acuerdo con BS153: 1972.

Partes del juego de herramientas: Juego de herramientas para el Hamilton Tipo M10; cada juego de herramientas contiene:

Artículo	Cantidad	Descripción
1	4	RH S212 3/4" DR. Mangos trinquetes para uso con las copas de impacto.
2	2	Juegos de reparación para la superestructura.
3	8	Copas de impacto 3/4" SD, 30 mm.
4	2	Copas de impacto 3/4", 24 mm.
5	8	Anillo espaciador PRM 430, 50 mm.
6	4	Barras de extensión de 8" x 3/4".
7	2	Anillo espaciador PRM 424, 24 mm.
8	12	Argollas para copas de impacto de 30 mm.
9	12	Pasadores para copas de impacto de 30 mm.
10	4	Argollas para copas de impacto de 24 mm.
11	4	Pasadores para copas de impacto de 24 mm.
12	2	Llaves de torque 3/4" Ref.: AR-350 para uso con las copas de impacto.
13	4	Barras guías de 20 mm diámetro por 750mm largo.
14	8	Barras guías de 20 mm diámetro x 250 mm largo.
15	10	Barras para dirigir tornillos de 12 mm de diámetro x 150 mm de largo.
16	1	Caja de acero con cerrojo para guardar todos los elementos.

Juego de herramientas para el tipo B15.

Cada juego contiene:

Los artículos 1 a 14 mencionados en el juego del M10, más:

—	6	Copas de impacto de 3/4" SD 36 mm A/F
—	6	Anillos espaciadores PRM 436 36 mm A/F
—	10	Argollas para copas de impacto de 36 mm.
—	10	Pasadores para copas de impacto de 36 mm.
—	2	Barras guías de 24 mm de diámetro x 750 largo.
—	4	Barras guías de 24 mm de diámetro x 250 mm.
—	1	Caja de acero con cerrojo para almacenar todos los elementos.

**FIGURAS-TABLAS
PARA DISEÑO
CON MATERIAL
CALLENDER-HAMILTON**

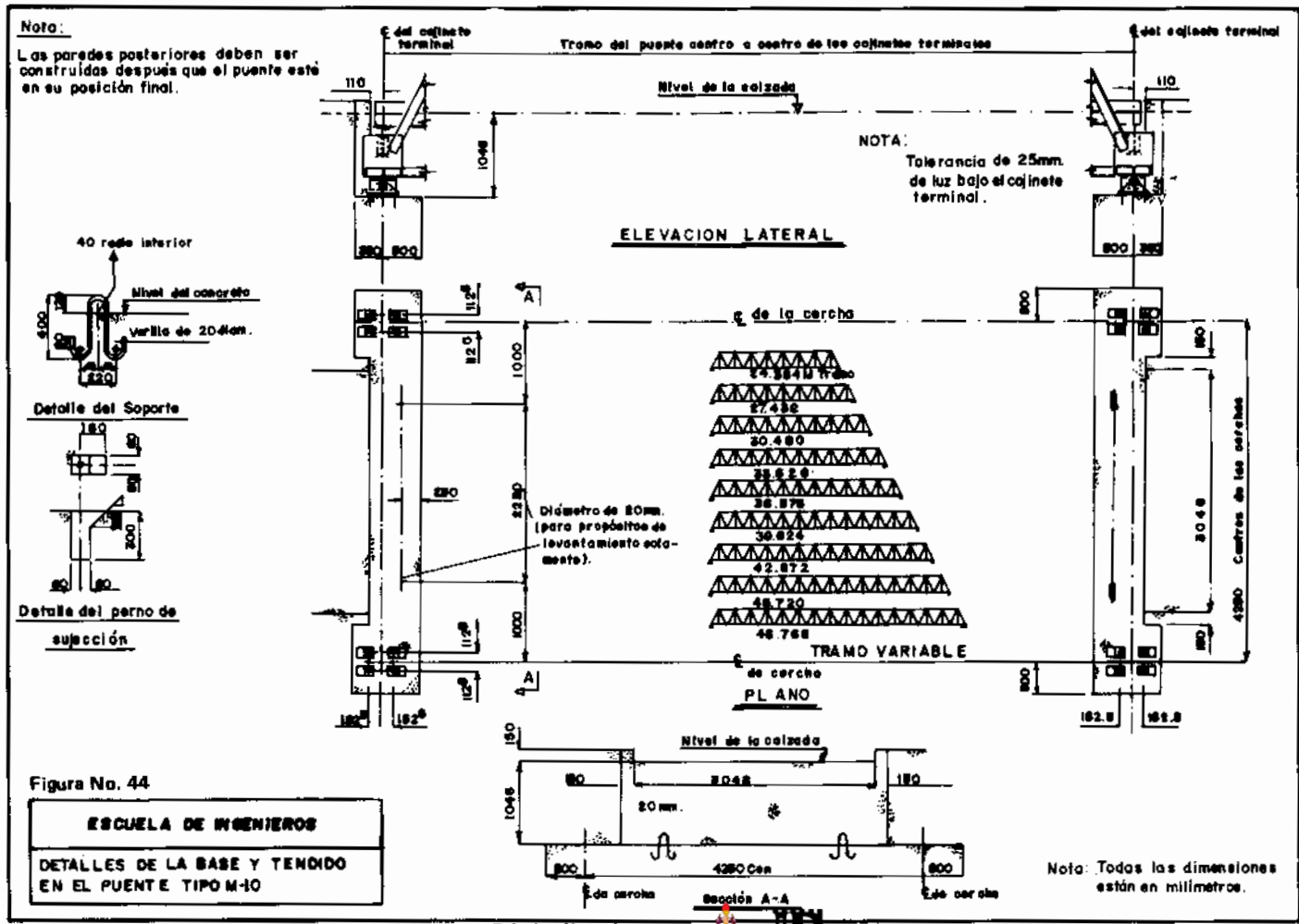


Figura No. 14

ESCUELA DE INGENIEROS

DETALLES DE LA BASE Y TENDIDO EN EL PUENTE TIPO M-10

NOTA

Enumerar de partes o tornillos en cualquier Sección del puente será encontrada en la columna vertical bajo el centro de gravedad del tornillo o grupo de partes.

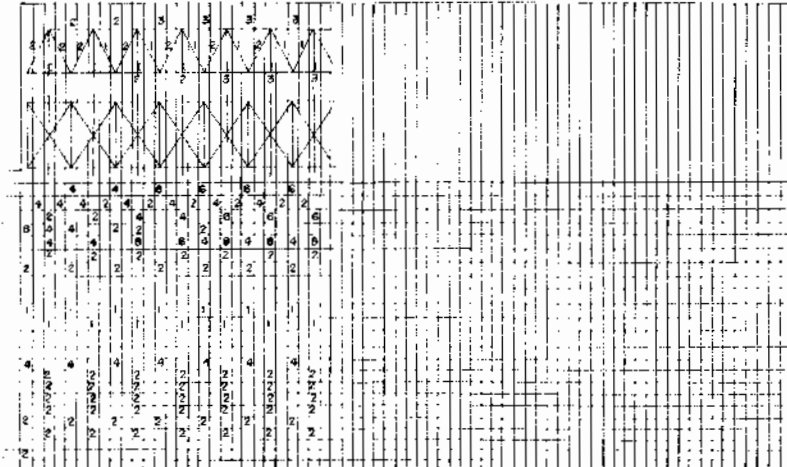
Morca	Tornillos grado 8-8 M20					
	2	3	4	5	6	8
Longitud	46	53	61	69	77	83
Peso	023	024	026	028	030	034

IMPORTANTE

Después del levantamiento completo revise que:

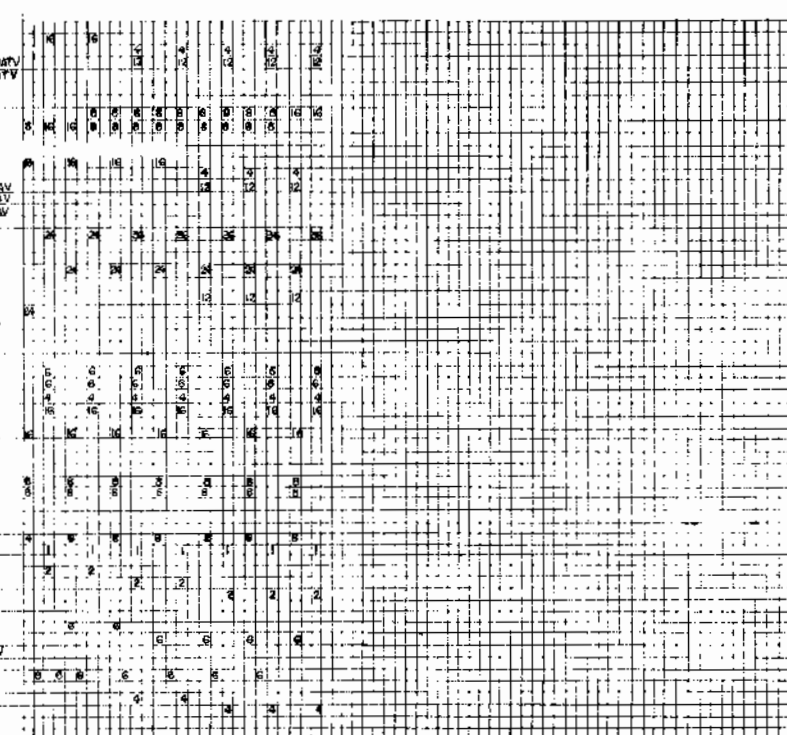
- 1 Todos los ángulos hayan sido ajustados.
- 2 Todos los componentes estén como lo muestra este diagrama.

Morca	Programa	Nº	Descripción
10ATV	A4-CMG 3950	1	Ángulo del cordón superior
10DV	"	2	Ángulo Diagonal superior
10AV	"	3	Ángulo del cordón inferior
2EV	"	4	Ángulo Clav
2LV	"	5	Placa de Apoyo
10GH	"	6	Placa sujeción del cordón superior
10BH	"	7	Placa sujeción del cordón inferior
10PH	"	12	Placa de sujeción
10B42BH	A5	26	Viga Principal
10B42BV	"	26	Viga intermedia
10D42BH	A4	27	Viga Diagonal
10PH	"	28	Placa Superior
10BH	"	29	Placa Inferior
2V8H	"	30	Placa sujeción del ángulo vertical
10VV	"	31	Ángulo Vertical
10GH	"	32	Placa sujeción del ángulo lateral
10BV	"	33	Ángulo de apoyo lateral
10W42BV	"	36	Placa sujeción de la abrazadera
10W42	"	36	Placa de la abrazadera
2TP5	"	38	Placa superior del soporte
50T 5B	A2-CMG 1000	41	Colocación con capacidad para 50 Ton

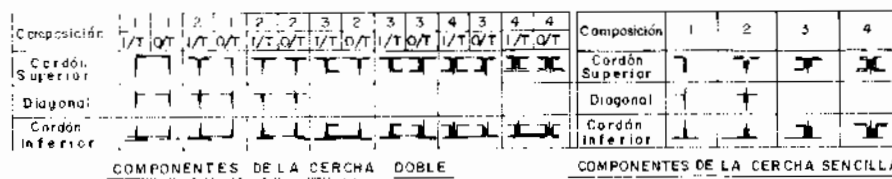


Morca	Material	Grado	Nº	Peso Unit	Peso Total
10ATV	120 x 120 x 8 x 3062 LB	680	64	44.8	2867.2
10DV	120 x 120 x 8 x 3062 LB	680	36	44.8	1612.8
10AV	120 x 120 x 8 x 3062 LB	680	108	44.8	4838.4
2EV	120 x 120 x 8 x 2101 LB	680	40	31.1	1244.0
2LV	326 x 110 x 8 THK PLACA	680	12	2.3	27.6
10GH	588 x 446 x 18 THK	680	26	22.2	577.2
10BH	588 x 446 x 18 THK PLACA	680	26	22.2	577.2
10PH	420 x 306 x 8 THK PLACA	680	10	3.2	32.0
10B42BH	588 x 171 x 8 KG/N UNX422000	14	206.2	292.2	292.2
10B42BV	467 x 152 x 6 KG/N UNX422000	13	301.1	391.4	391.4
10D42BH	588 x 171 x 8 KG/N UNX422000	14	206.2	292.2	292.2
10PH	326 x 110 x 8 THK PLACA	680	12	2.3	27.6
10BH	326 x 110 x 8 THK PLACA	680	12	2.3	27.6
2V8H	120 x 120 x 8 x 2101 LB	680	26	31.1	808.6
10VV	120 x 120 x 8 x 2101 LB	680	26	31.1	808.6
10GH	326 x 110 x 8 THK PLACA	680	26	2.3	59.8
10BV	420 x 306 x 8 THK PLACA	680	26	3.2	83.2
10W42	88 x 50 x 8 x 4777 LB	680	26	3.1	80.6
50T 5B	530 x 300 x 8 THK PLACA	680	4	16.2	64.8

Morca	Programa	Nº	Descripción
1	W1SP	10ATV-2EV-10BH	1
2	W1SP	10ATV-2EV-10BH-10ATV-2EV	2
3	W1SP	10ATV-2EV-10ATV-10GH-10ATV	3
4	W1SP	2LV-10ATV-2EV-10ATV-10GH-10ATV	4
5	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	5
6	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	6
7	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	7
8	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	8
9	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	9
10	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	10
11	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	11
12	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	12
13	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	13
14	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	14
15	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	15
16	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	16
17	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	17
18	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	18
19	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	19
20	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	20
21	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	21
22	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	22
23	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	23
24	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	24
25	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	25
26	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	26
27	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	27
28	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	28
29	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	29
30	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	30
31	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	31
32	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	32
33	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	33
34	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	34
35	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	35
36	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	36
37	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	37
38	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	38
39	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	39
40	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	40
41	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	41
42	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	42
43	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	43
44	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	44
45	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	45
46	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	46
47	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	47
48	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	48
49	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	49
50	W1SP	10AV-2EV-10AV-10GH-10AV	50



Morca	Tornillos Grado 8-8 M20					
	2	3	4	5	6	8
1			64			64
2			36			36
3			108			108
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
TOTAL NETO	1092	701	598	218	1180	2580
REPUESTOS	26	19	3	7	11	77
PESO TOTAL	1118	720	601	225	1191	2657
PESO	287	194	150	62	36	635



Peso total de las partes del puente 21047 Kg.
 Peso total de los tornillos del puente 838 Kg.
 Peso total del Puente 21885 Kg.

ESCUELA DE INGENIEROS MILITARES

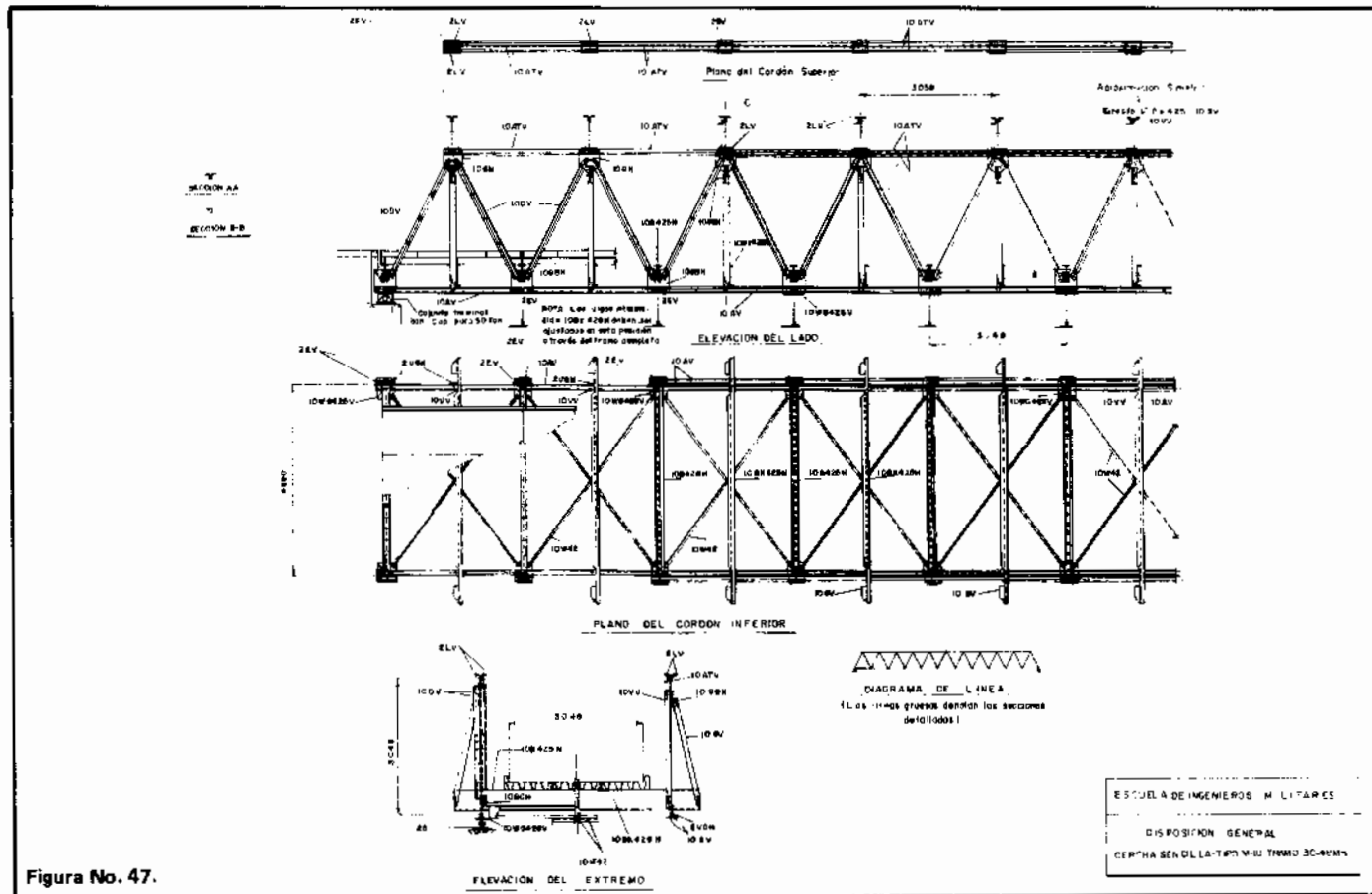
DIAGRAMA DE PARTES Y TORNILLOS

TIPO MIO-CERCHA SENCILLA-TRAMO 39-62M

Escala: N°

Fecha: Junio / 86 Dibujo: B.M.P. de J.

2240



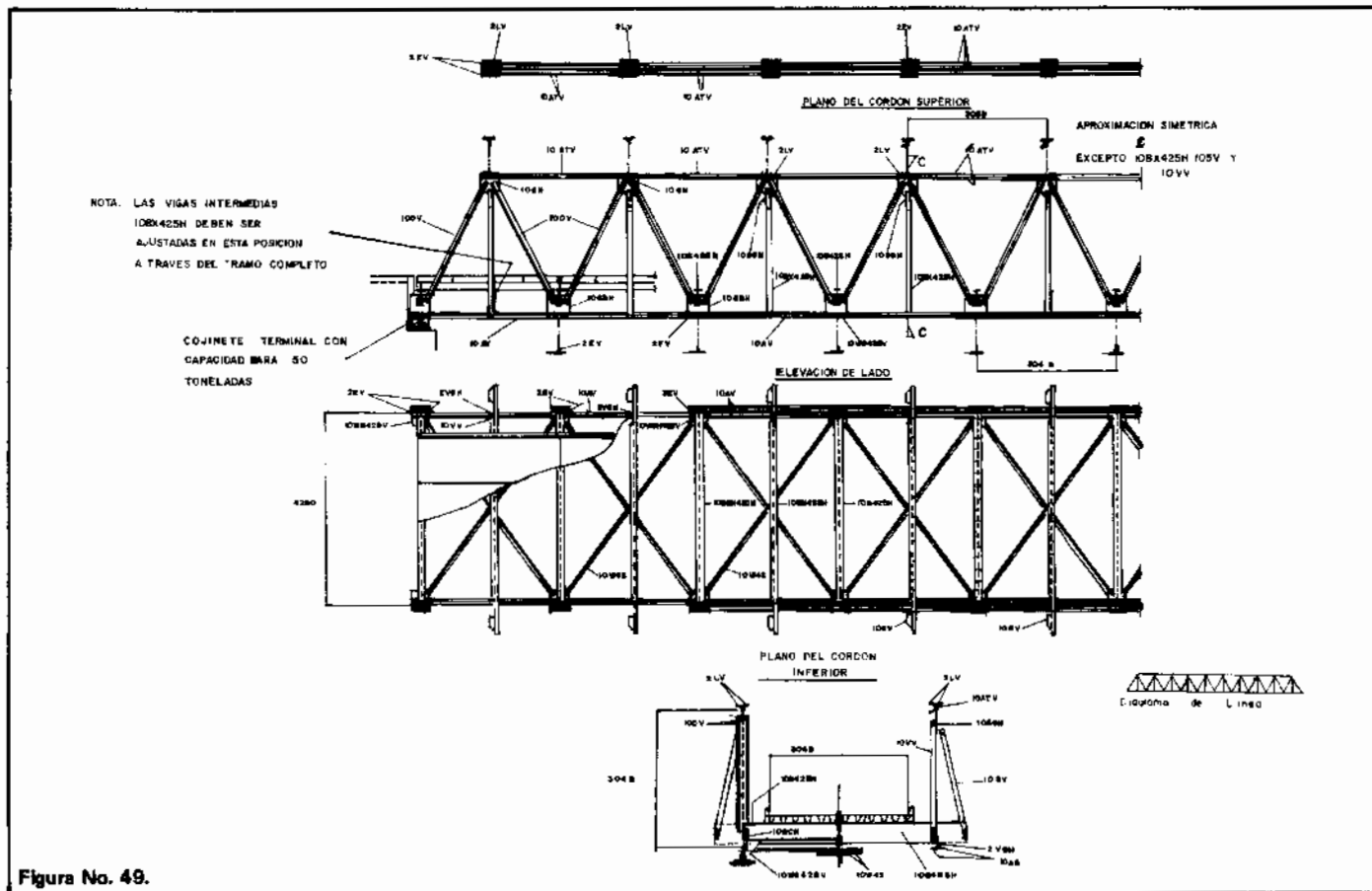


Figura No. 49.

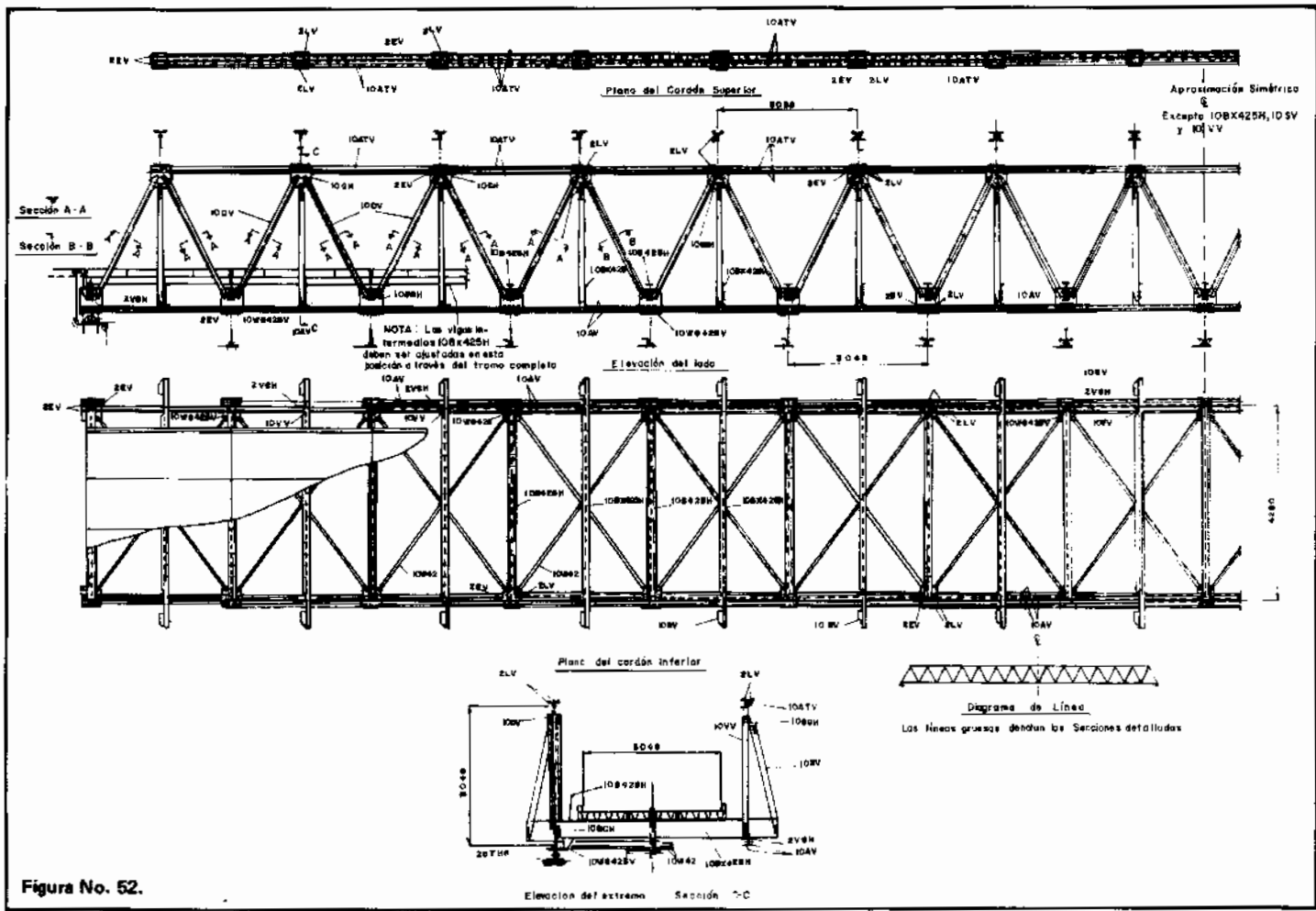


Figura No. 52.

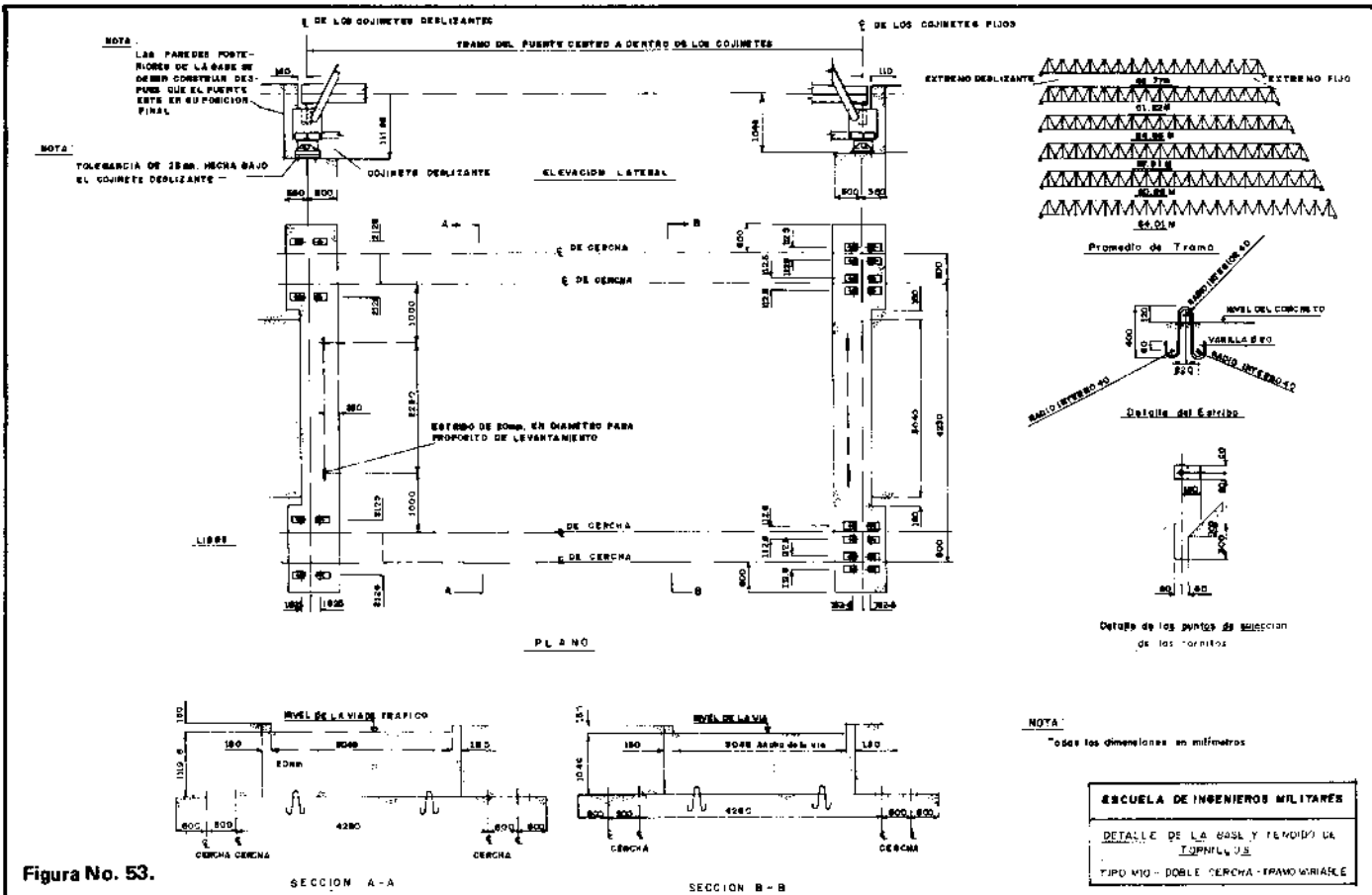
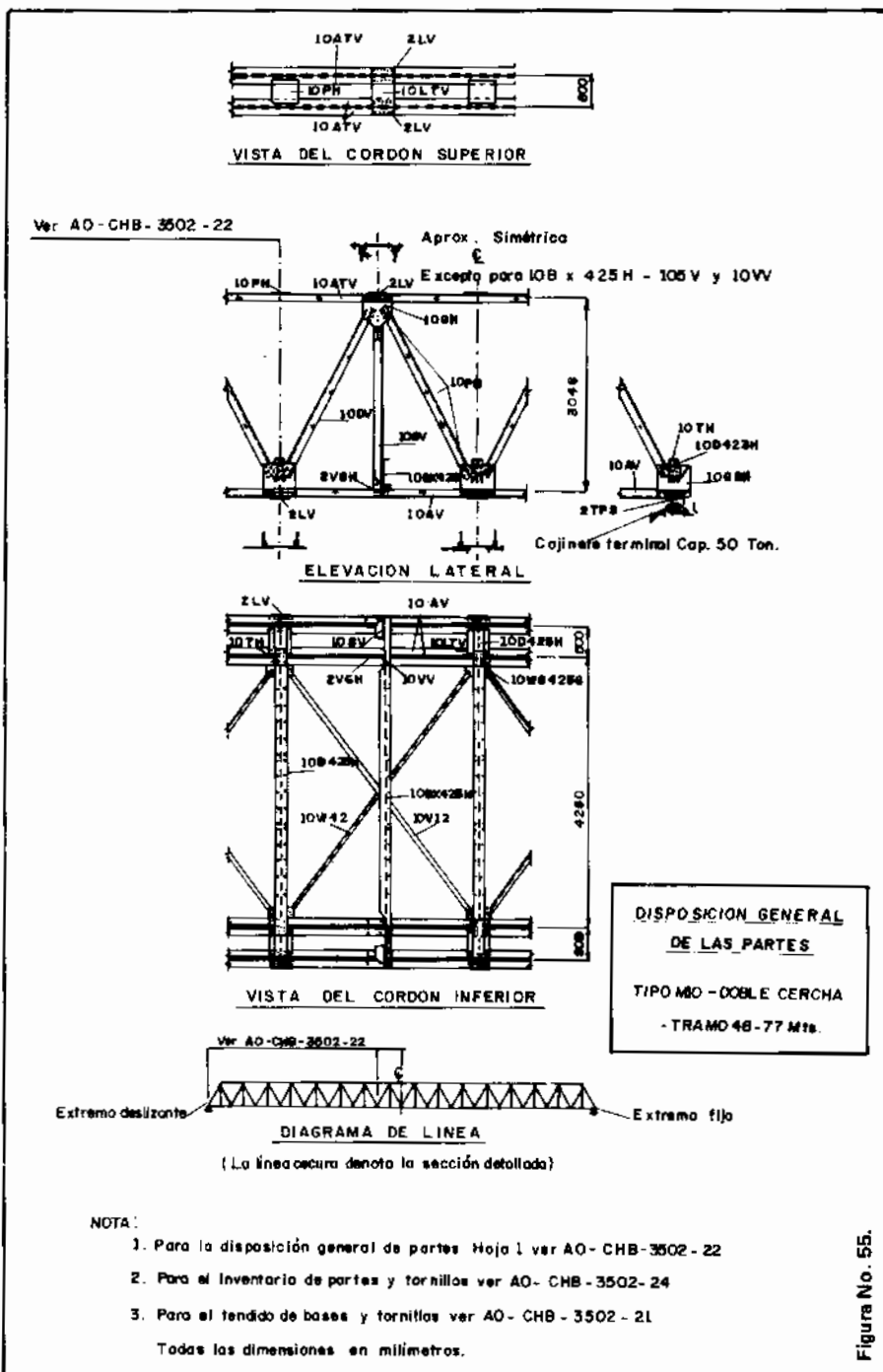
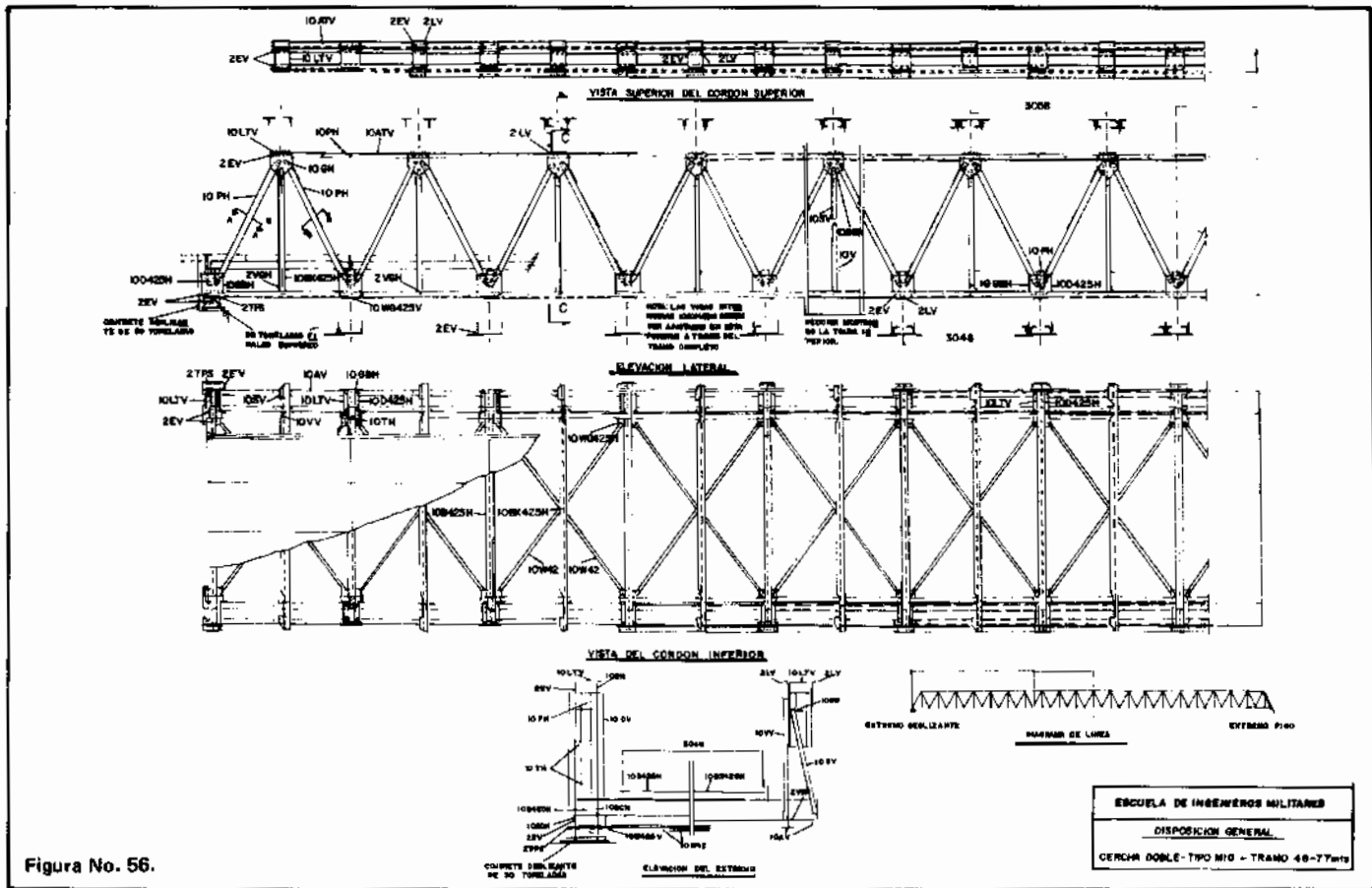
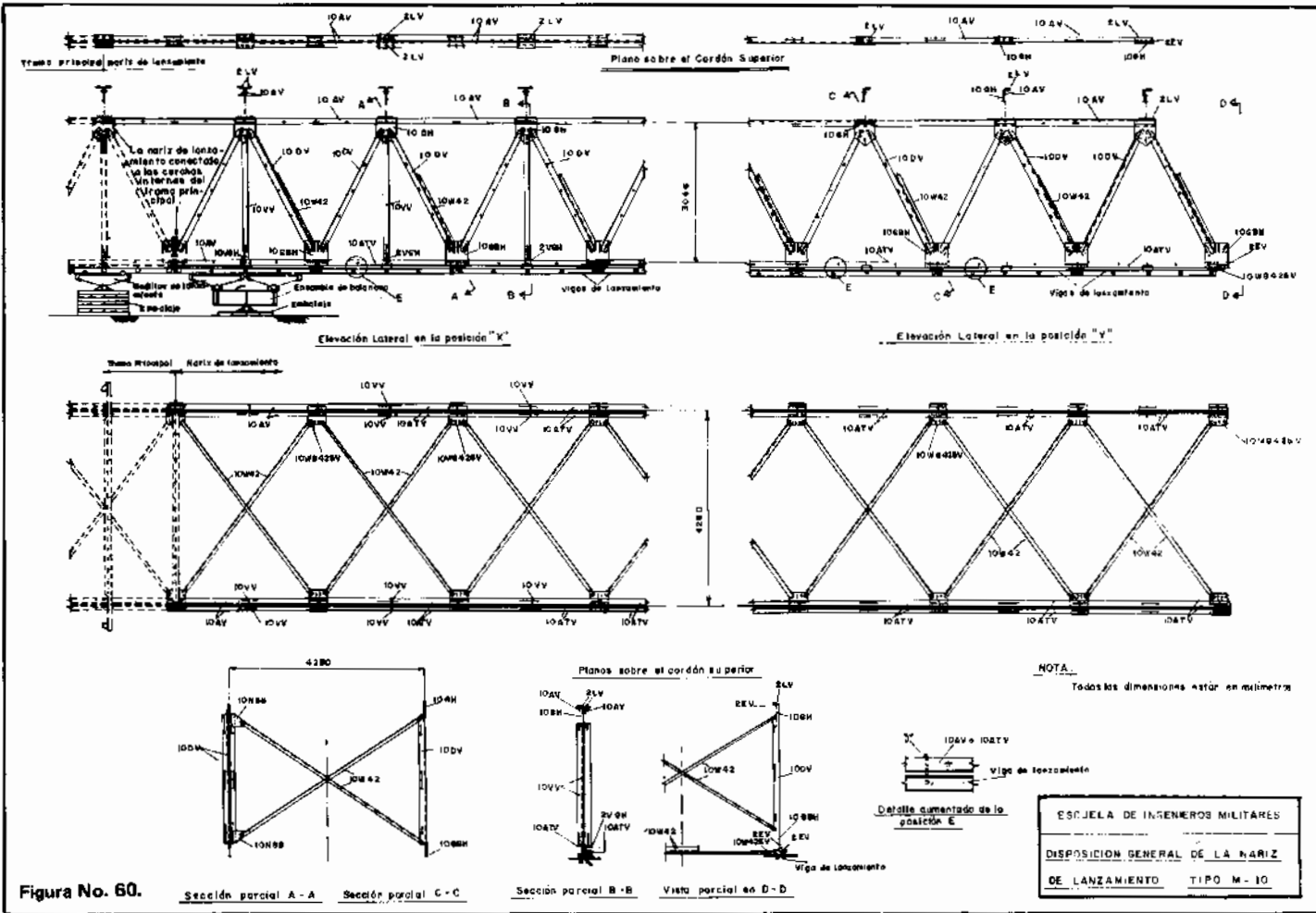
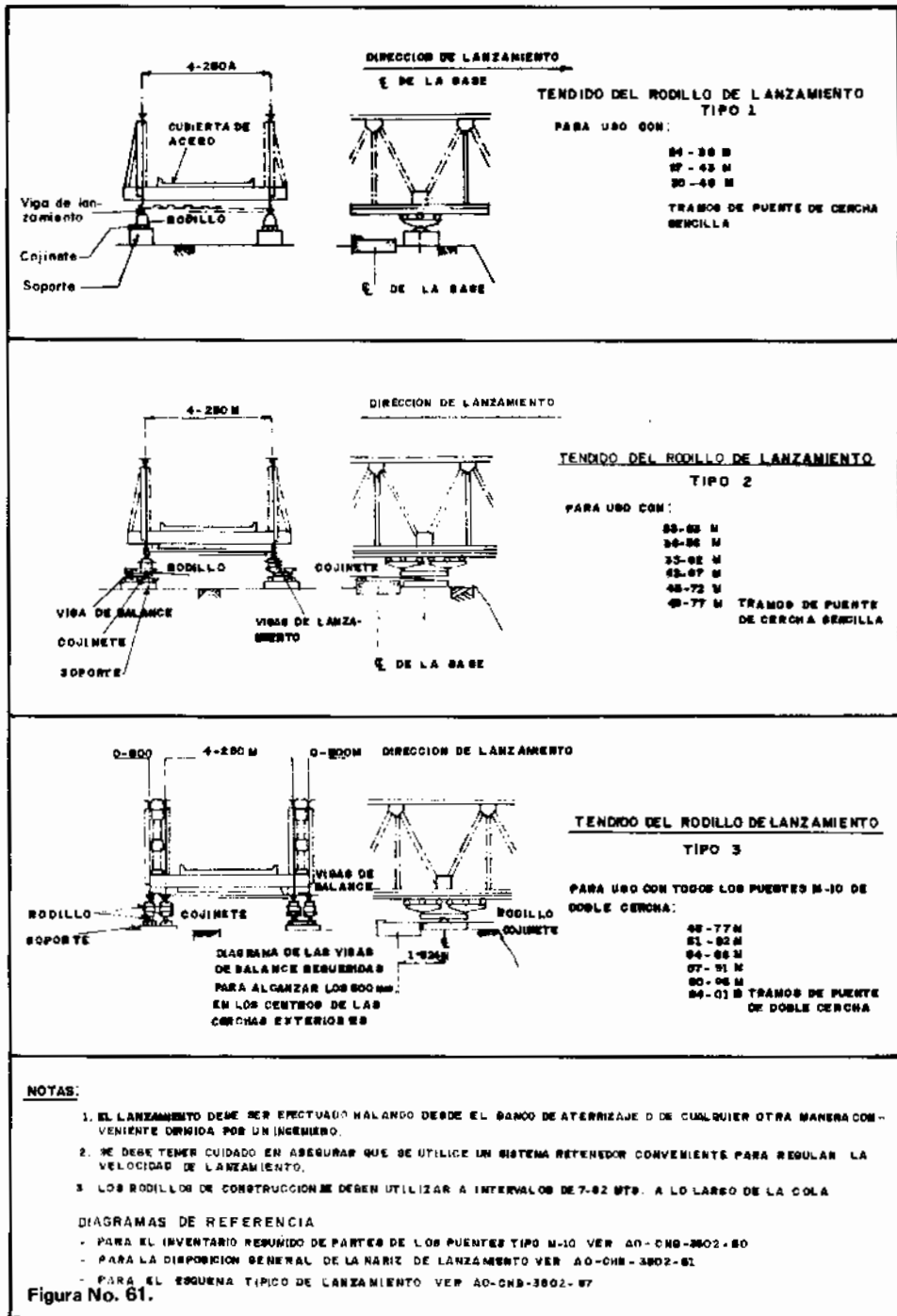


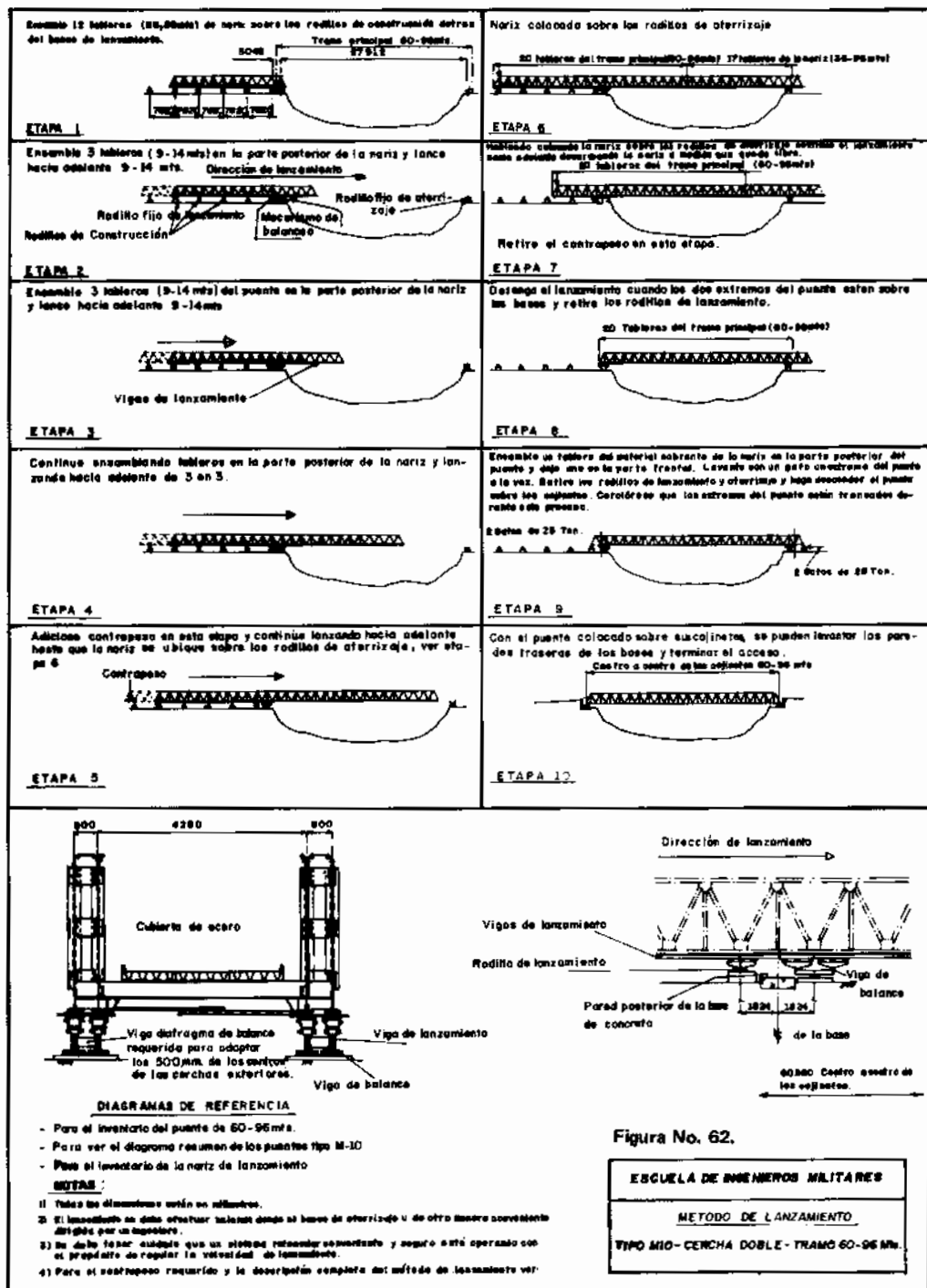
Figura No. 53.











Tramo de 24.39mts. (Utilice nariz de 21.34mts.)		L 28 48 80 40 32 16 18 - - 9 8 - - 36 18 - 10 16 18 18 16 - 4 - - 866 830 864 80 - - 1788 1710 211 18.466
Tramo de 27.43 mts. (Utilice nariz de 21.34 mts.)		L 32 62 28 32 36 18 20 - - 10 8 - - 40 18 - 18 18 18 20 18 - 4 - - 839 802 821 88 - - 2000 1920 249 14.109
Tramo de 30.48 mts. (Utilice nariz de 21.34 mts.)		L 42 60 32 36 36 20 22 - - 11 10 - - 44 20 - 20 20 20 22 20 - 4 - - 782 846 827 90 90 - 2272 2184 298 16.088
Tramo de 33.53 mts. (Utilice nariz de 21.34 mts.)		L 42 60 40 32 36 20 22 - - 11 10 - - 44 20 - 20 20 20 22 20 - 4 - - 811 846 827 99 80 - 2288 2200 327 16.462
Tramo de 36.58 mts. (Utilice nariz de 21.34 mts.)		L 52 68 36 40 32 24 24 - - 12 11 - - 48 22 - 22 22 22 24 22 - 4 - - 872 889 850 136 88 - 2351 2438 341 18.037
Tramo de 39.62mts. (Utilice nariz de 27.43mts.)		L 52 68 44 48 32 24 24 - - 12 11 - - 48 22 5 22 22 22 24 22 - 4 - - 921 888 788 158 88 - 2401 2608 447 18.986
Tramo de 42.67mts. (Utilice nariz de 27.43mts.)		L 58 76 40 48 32 26 - - 13 12 - - 52 24 - 24 24 24 26 24 - 4 - - 965 733 717 182 104 - 2788 2861 587 19.780
Tramo de 45.72 mts. (Utilice nariz de 27.43mts.)		L 58 80 58 48 32 26 - - 13 12 - - 52 24 12 24 24 24 26 24 - 4 - - 1080 738 728 215 174 - 2921 4817 805 21.577
Tramo de 48.77 mts. (Utilice 30.48 mts.)		L 64 80 54 48 32 28 - - 14 13 - - 56 26 - 26 26 26 28 26 - 4 - - 1177 810 811 223 187 - 3080 2948 406 21.885
Tramo de 48.77 mts. (Utilice 30.48 mts.)		L 64 90 68 48 32 28 - - 14 13 - - 56 26 12 26 26 26 28 26 - 4 - - 1178 810 744 246 159 - 3162 3080 530 22.086
Tramo de 51.82 mts. (Utilice 30.48 mts.)		L 70 92 60 48 32 30 - - 15 14 - - 60 28 - 28 28 28 30 28 - 4 - - 1219 821 701 250 211 - 3318 3198 478 23.008
Tramo de 54.86 mts. (Utilice nariz de 30.48mts.)		L 70 102 74 48 32 30 - - 15 14 - - 60 28 16 28 28 28 30 28 - 4 - - 1276 821 880 274 223 - 3469 3318 633 23.870
Tramo de 57.91 mts. (Utilice nariz de 36.58mts.)		L 80 100 76 48 32 32 - - 16 15 - - 64 30 - 30 30 30 32 30 - 4 - - 1349 898 701 282 228 88 3461 3401 600 25.814
Tramo de 60.96mts. (Utilice 36.58 mts.)		L 80 120 76 48 32 32 - - 16 15 - - 64 30 20 30 30 30 32 30 - 4 - - 1411 938 827 278 236 36 3732 3604 876 27.468
Tramo de 64.01 mts. (Utilice 36.58 mts.)		L 92 108 88 48 32 34 - - 17 16 - - 68 32 - 32 32 32 34 32 - 4 - - 1570 908 788 223 233 38 3880 3844 886 28.943
Tramo de 67.06 mts. (Utilice 30.48 mts.)		L 92 128 96 88 32 34 - - 17 16 - - 68 32 24 32 32 32 34 32 - 4 - - 1621 908 928 248 270 38 4110 3974 728 30.268
Tramo de 70.11 mts. (Utilice 30.48 mts.)		L 108 136 96 88 32 34 - - 17 16 - - 68 32 34 34 34 34 36 34 4 6 1 1 3518 2141 1294 248 125 - 7286 7122 817 29.381
Tramo de 73.16 mts. (Utilice 30.48 mts.)		L 128 144 108 88 32 34 - - 18 17 - - 72 36 36 36 36 36 38 36 4 8 1 1 3820 2167 1329 248 187 - 7582 7418 870 31.372
Tramo de 76.21 mts. (Utilice 30.48 mts.)		L 128 144 128 88 32 34 - - 18 17 - - 72 36 36 36 36 36 38 36 4 8 1 1 4040 2202 1378 262 158 - 7724 7680 883 31.843
Tramo de 79.26 mts. (Utilice 30.48 mts.)		L 138 144 128 88 32 34 - - 18 17 - - 72 36 36 36 36 36 38 36 4 8 1 1 3768 2408 1421 268 187 - 8080 7936 820 34.346
Tramo de 82.31 mts. (Utilice 30.48 mts.)		L 138 164 128 88 32 34 - - 18 17 - - 72 36 36 36 36 36 38 36 4 8 1 1 4040 2447 1464 278 208 - 8370 8218 848 36.891
Tramo de 85.36 mts. (Utilice 30.48 mts.)		L 158 162 148 88 32 34 - - 19 18 - - 76 38 38 38 38 38 40 38 4 8 1 1 4100 2432 1488 278 218 - 8728 8871 875 38.200
Tramo de 88.41 mts. (Utilice 30.48 mts.)		L 172 160 142 88 32 34 - - 19 18 - - 76 38 38 38 38 38 40 38 4 8 1 1 4222 2468 1533 286 270 - 8807 8787 898 40.824
Tramo de 91.46 mts. (Utilice 36.58 mts.)		L 174 180 168 88 32 34 - - 19 18 - - 76 38 38 38 38 38 40 38 4 8 1 1 4394 2864 1278 486 395 - 9226 9066 712 51.194
Tramo de 94.51 mts. (Utilice 36.58 mts.)		L 188 168 160 72 254 80 84 82 278 21 20 42 42 84 40 - 40 40 40 42 40 4 8 1 1 4536 2880 1121 886 493 - 9486 9318 741 52.188
Tramo de 97.56 mts. (Utilice 36.58 mts.)		L 190 168 164 72 280 80 84 82 288 21 20 42 42 84 40 76 76 40 40 42 40 4 8 1 1 4772 2843 1233 870 629 - 9918 9840 786 58.489
Tramo de 100.61 mts. (Utilice 36.58 mts.)		L 202 176 224 88 408 84 88 86 292 22 21 44 44 88 40 - 42 42 42 44 42 4 8 1 1 5802 2813 968 408 618 444 10714 10888 861 60.438
Tramo de 103.66 mts. (Utilice 36.58 mts.)		L 202 176 238 88 434 84 88 86 302 22 21 44 44 98 42 78 78 42 42 44 42 4 8 1 1 6638 2738 1027 408 644 444 11040 10888 861 63.080

LEYENDA

- (2) El número entre paréntesis es la disposición de partes requeridas para reforzar el puente durante el lanzamiento.
- 4 La placa Gusset del ángulo vertical IOVGH puede ser utilizada en lugar de 2V6 durante el lanzamiento. La IOVGH puede ser reemplazado después que el lanzamiento esté completo.
- mh El apoyo lateral (IOSV) debe ser omitido y el ángulo vertical (IOVV) se debe utilizar en cercha exterior durante el lanzamiento. El ángulo vertical Gusset IOVGH debe ser utilizado. Los verticales de la cercha interior y exterior después que el lanzamiento esté completo el vertical de la cercha exterior se debe retirar y reemplazar el apoyo lateral, el IOVGH puede reemplazarse por el 2VGH.
- S/T Puente de cercha sencilla
- D/T Puente de cercha doble
- I Cantidad de partes y tornillos requerida para construir el puente lanzándolo.

ESCUELA DE INGENIEROS MILITARES	
RESUMEN DE PARTES Y TORNILLOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCION DE LOS PUENTES TIPO M10	
Escala:	Nº
Fecha:	Dibujo: B.M.P. de J.



GLOSARIO

1. WARREN : Es un tipo de estructura metálica de nudos indeformables.
2. FOZUE : Giro
3. HSFG : Nudos indeformables que no permiten giro. Son pernados o contruidos con remaches al caliente.
4. CAMBER : Es una contraflecha (flexión negativa).
5. CLEAR : Claro-libre-espacio CLEAT = Angulo de viga transversal.
6. WT : Peso del cantiliver o cola.
7. WS : Peso de la estructura del puente.
8. M : Momento flector.
9. K : Contrapeso
10. WD : Peso de grúa que se usa para armar el cantiliver.
11. M1 : Momento adicional para equilibrio de fuerzas.
12. LT : Longitud estructura (cola o cantiliver).
13. LS : Longitud del puente o cercha.
14. AO-CHB : Lista de elementos o diagramas.
15. LTC : Longitud superior del miembro o panel.
16. LBC : Longitud inferior del miembro o panel.
17. CHB : Lista, catálogo, etc.
18. AL-CHB : Lista o esquemas de rodillos de lanzamiento.
19. A1-CHB : Lista o esquemas de lanzamiento.
20. NT : Número de paneles de la cola o cantiliver (secciones).
21. NS : Número de secciones de la estructura del puente.
22. "A" : Indica un punto cualquiera (en este caso una grúa).
23. DB : Tolerancia en los pernos o tornillos.
24. DP : Longitud adicional del miembro.
25. DS : Deformación de un tramo.
26. H : Altura de la cercha
27. LP : Longitud nominal de una sección.
28. N : Número de paneles.

BIBLIOGRAFIA

- THOS STOREY (INGENIEROS) LTD. "Acrow puente de paneles" (Folletos).
- MINISTERIO DEL EJERCITO NORTEAMERICANO. "Datos de campaña del Cuerpo de Ingenieros".
- BALLFOUR-BEACEY-POWER. "Construcción Ltd. Callender-Hamilton".
- THOS STOREY (ENGINEERS). "Acrow Panel Bridging".
- COMPAÑIA DEL GRUPO ACROW. "Manual Bailey Uniflote".
- HEADQUARTERS, DEPARTMENT OF ARMY. "Technical Manual Bailey Bridge".
- SCHAUM'S OUTLINE SERIES. "Física".

