

ACTIVIDAD N° 02

CONSTRUIR UN MODELO DE PUENTE DE ACERO

2.1. APRECIACIÓN GLOBAL DE LA ACTIVIDAD

En esta actividad de aprendizaje, usted construirá un puente idealizado de acero tipo TRUSS, que se le ha facilitado con anterioridad, adecuadamente diseñado para cada grupo. Cuando la construcción este completa, se podrá cargar el puente para determinar si actúa tal como su diseño proyectado fue calculado. Con el objetivo de observar cómo trabaja la estructura con todos sus miembros estructurales en forma eficiente y eficazmente. Y al final del proyecto, usted aprobará al modelo en función de su eficacia. ¡No lo rompa!, solo cárguelo hasta un límite apropiado para poder servir para desarrollar otras actividades posteriores, ya que el esfuerzo de su construcción no debe de ser desechado, por tanto sigas las instrucciones de su docente y entienda la mecánica del ensayo.

2.2. ¿POR QUE?

El plan es el de tener la habilidad de diseñar. La única manera de apreciar el desafío y premio de ver un adecuado diseño es entender activamente el proceso creativo de plan. Esta actividad de aprendizaje, hará que nosotros construyamos un modelo confiable de un puente que ya se ha diseñado con anterioridad en la vida real (de acuerdo a lo que cada grupo de trabajo desarrollo en la recopilación de información histórica del modelo asignado). Es verdad que construyendo un modelo existente no permitirán ejercer mucha creatividad; no obstante, esta actividad proporcionará al grupo una valiosa preparación para aprender a diseñar una estructura. Por tanto, construyendo un modelo existente, usted aprenderá a:

- Aprender muchos conceptos de claves sobre el diseño de Puentes de acero tipo TRUSS y la conducta estructural que se debe de utilizar cuando usted diseñe su propio puente.
- Familiarizarse con las características de la ingeniería desarrollando un modelo de cartón, según las indicaciones de su docente.
- Aprender algunas técnicas de construcción especial destinados para este tipo de material y poder ser replicados en muchos modelos similares.
- Trabajar con la confianza, sabiendo que su puente llevará la carga establecida con éxito, con tal de que usted construye la estructura con el cuidado que se le indica en el presente capítulo.



- Aprender sobre los desafíos que enfrentan los ingenieros proyectistas en el ejercicio de la profesión o por contratistas de construcción en el mundo real de la ingeniería, ya que son exigidos a menudo construir estructuras que han sido diseñados por alguien más.

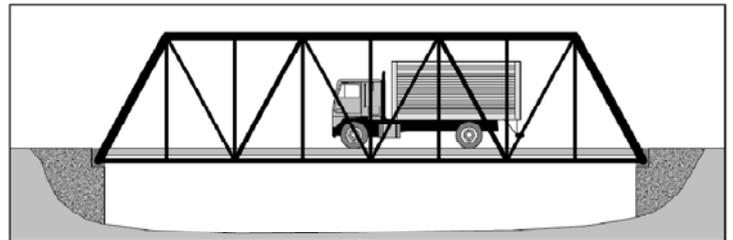
2.3. OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD

Como resultado de esta actividad de aprendizaje, usted podrá hacer lo siguiente:

1. Explicar lo que es un puente de acero tipo Truss.
2. Identificar los componentes de un puente de acero tipo Truss.
3. Identificar los tipos de puentes de acero existente.
4. Explicar los conceptos fundamentales de la ingeniería estructural, tales como: fuerza, carga, reacción, equilibrio, tensión, compresión y diseño estructural básico.
5. Explicar cómo trabaja un puente de acero, además de cada componente de este en forma individual para llevar una carga de diseño y máxima.
6. Explicar el papel fundamental del ingeniero en el proceso de diseño y tener en consideración un avance en la ingeniería.
7. Explicar, cómo la calidad de la construcción afecta la actuación de una estructura.

2.4. DESCRIPCIÓN DE MODELO

Un puente tipo Truss es que una estructura compuesta de miembros conectados y/o unidos para en su conjunto formar un armazón rígido. Los miembros estructurales sirven para soportar cargas de transporte (vehículos) en forma adecuada. En la mayoría de los puentes, se colocan miembros en forma de triángulos interconectados (como modelo asignado a cada grupo). Debido a esta configuración, los miembros del puente llevan la carga principalmente en la tensión y compresión, por este motivo fueron utilizados en forma frecuente desde los inicios del siglo 19; sin embargo, los puentes se han vuelto poco comunes. Hoy este tipo modelos son a menudo usados en coberturas de edificios y estadios, en torres eléctricas, en la construcción tales como grúas, y muchas estructuras similares.



Los puentes, como todas las estructuras, son diseñados por los ingenieros civiles con la especialidad de análisis estructural, por lo cual a estos hombres y mujeres se les llama ingenieros estructurales.

2.5. PROBLEMA DE DISEÑO

Asumamos que se requiere construir un puente para la conexión de un poblado aislado, para lo cual es necesario establecer el modelo adecuado que pueda servir como un medio de comunicación y cumplir con el objetivo del Ingeniero Civil.

Por tanto los requisitos de diseño son:



- El dueño para este proyecto es el Pueblo, el cual ha pedido la construcción de un puente a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.
- Los constructores serán los que superen la prueba de carga del modelo, conformados por todos los integrantes del grupo de trabajo.
- El puente real tiene una separación entre apoyos de 24 metros, por tanto la escala utilizada es de 1/40, teniendo como luz de diseño una longitud de 60 centímetros.
- El puente debe llevar dos carriles para el tránsito de vehículos, teniendo un ancho real de vía de 9 centímetros.
- El puente debe diseñarse para los requisitos de seguridad estructural del AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials, encargado de investigación y publicación de diseño de puentes en Estados Unidos).
- El modelo de puente debe llevar una “carga de tráfico” consistiendo en una masa de 5 kilogramos ubicados en el medio de la estructura.
- Adicionalmente es necesario considerar un diseño estético, el cual es importante para la presentación del puente.

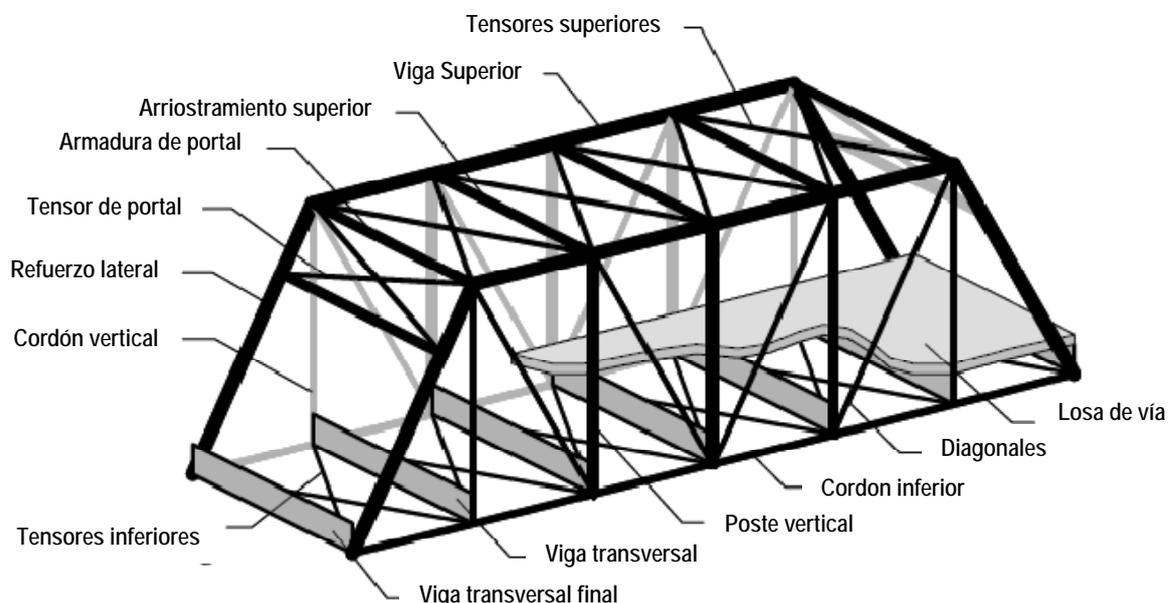
Basado en éstos requisitos, el equipo de trabajo (equipo de ingenieros proyectistas), desarrollara un expediente técnico del modelo (en cual se identificaran todos los procedimientos establecidos por el docente).

2.6. MODELO ESTRUCTURAL

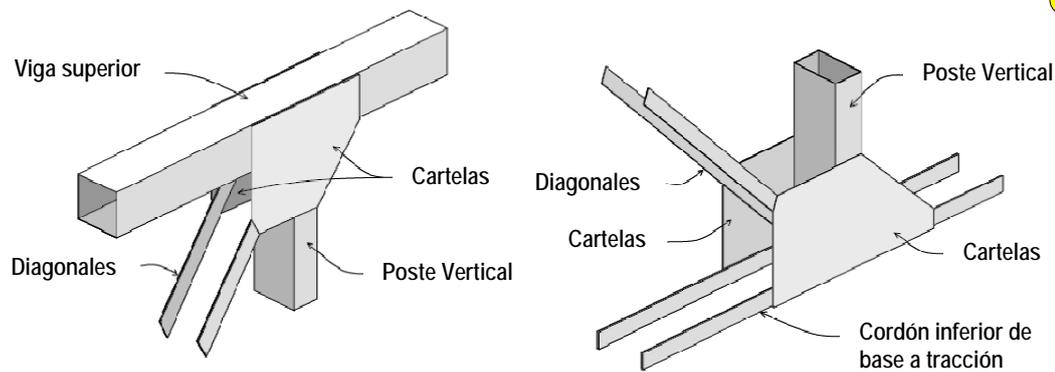
El dibujo estructural del nuevo Puente de Camino se designa de acuerdo a cada grupo y fue proporcionado con anterioridad (solicitar dicha información al docente), el cual incluye un dibujo de toda la estructura (plano en A1) y las cartelas respectivas (plano en A4).

2.7. MODELO Y TIPOS DE CONEXIONES TÍPICAS

Los dos dibujos isométricos mostrados, describen las conexiones típicas de las articulaciones del puente. Estos dibujos ilustran los tipos de miembros estructurales usados a lo largo del Puente en la parte superior e inferior de las diagonales. El dibujo también muestra cómo se usan las cartelas (uniones de articulaciones) en cada conexión para sostener a todos los miembros estructurales juntos.



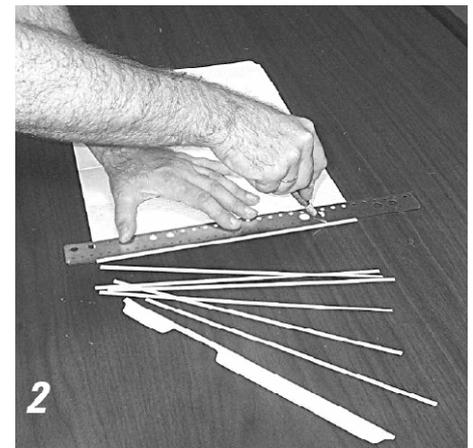
CONSTRUCCION DEL MODELO



2.8. FABRICACIÓN DE BARRAS QUE TRABAJARAN A TRACCION

Los cordones de base, diagonales y verticales del puente (elementos que trabajan esencialmente a tracción) son todos de 4.00 mm de ancho y largo de acuerdo a cada modelo (ver proceso de construcción de puente tipo I), el cual debe de ser elaborado en forma manual, de la siguiente forma:

1. Usando una regla metálica y una pluma, lápiz ó bolígrafo, cuidadosamente mida y dibuje tiras de 4.00 mm de ancho a lo largo del cartón flexible seleccionado (según las indicaciones del docente), desarrollando la cantidad necesaria de acuerdo a su modelo, tenga en cuenta que en el puente, los elementos sometidos a tracción, llevaran dos tiras una al lado de otra (de acuerdo a la imagen del ítem 2.7), por lo cual es necesario tomar las medidas necesarias para calcular la cantidad a necesitar de acuerdo a cada modelo. Adicionalmente es necesario extraer muestras del mismo material para el ensayo de resistencia respectivo (siga las indicaciones del docente)
2. De acuerdo a las marcas sobre el cartón flexible, usando una cuchilla (cúter diagonal o también se puede usar una tijera, pero no garantiza un corte recto), cortar a lo largo de las líneas longitudinales haciendo cortes lo más exacto posibles, ya que una variación en el espesor de la tira, afectará en la resistencia del puente, por tanto, tener cuidado de que todas las tiras sean uniformes.



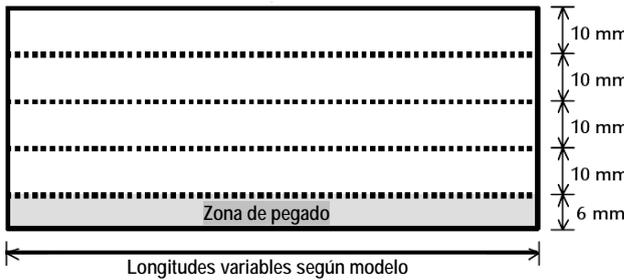
2.9. FABRIQUE TUBOS QUE TRABAJARAN A COMPRESIÓN

Los tubos son elementos complicados de fabricar, porque cada uno debe recortarse, doblarse cuatro veces y pegarse para que queden rígidos. Puede tomar unos minutos para hacer cada uno de estos miembros, pero hacer una estructura que soportará las cargas en el puente depende de un adecuado trabajo de estos elementos, los cuales se deben desarrollar de la siguiente forma:

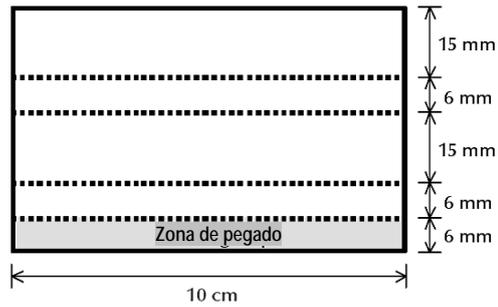
3. Tener en cuenta el diagrama mostrado, ya que existen cuatro tipos diferentes de tubos (todos los modelos de puente tienen los mismos componentes) por tanto los diagramas muestran cada uno de los cuatro tipos diferentes de los tubos que deben utilizarse según el modelo. Las líneas sólidas indican el contorno por el cual se cortaran los elementos. Las líneas punteadas indican donde se plegará el miembro.



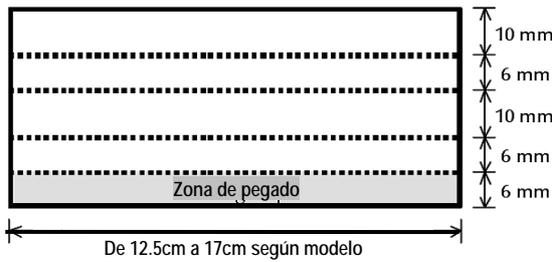
Tubo de 10 mm x 10 mm (Viga superior y Refuerzo lateral)



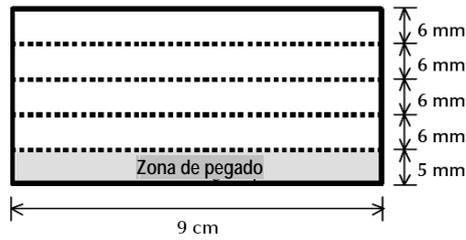
Tubo de 15 mm x 6 mm (Viga transversal)



Tubo de 10 mm x 6 mm (Poste vertical)



Tubo de 6 mm x 6 mm (Arriostamiento superior)



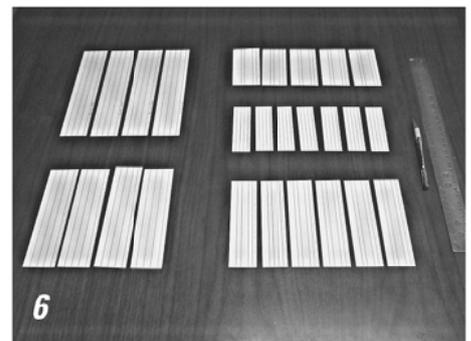
- Usando una pluma, lápiz ó bolígrafo y una regla T (como se muestra en la imagen), ponga todos los detalles de tubos especificados en el ítem anterior de cada miembro a compresión del puente. Empiece midiendo y marcando los bordes paralelos y líneas de pliegue con la mayor precisión que sea posible en el cartón flexible. Cuando dibujen las líneas de los pliegues, dibuje una línea profunda y muy fina, ya que facilitará que se realicen los pliegues respectivos. Ahora dibuje las líneas perpendiculares para indicar las longitudes de los miembros, tal como se especifico en el detalle 3 de cada uno de los miembros. Es mejor marcar las longitudes con un sobre tamaño adicional, para arrégelos después, cuando se construya el puente, ya que algunas longitudes varían de acuerdo a cada modelo (siga las indicaciones del docente), realicen las cantidades adecuadas según cada modelo.



- Una vez dibujado todos los tubos, recórtelos con un tijeras o una navaja filuda (se recomienda usar cúter o cuchilla filuda). Recuerde no cortar las líneas de pliegue.



- Cuando todos los miembros han sido adecuadamente cortados, ustedes están listos para empezar a doblarlos y pegarlos.



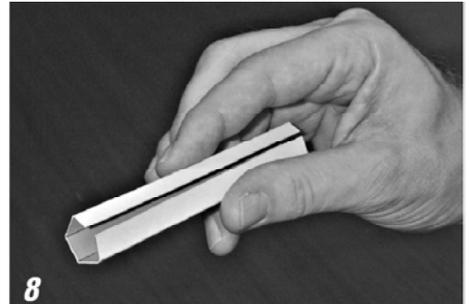
CONSTRUCCION DEL MODELO



7. Empezando con uno de los tubos, por ejemplo de 10mm x 10mm, plegar cada uno de los cuatro lados sobre las líneas marcadas. Para ayudarse haga los pliegues mas rectos usando una regla con bisel metálico a los largo de cada una de las líneas, y de esta forma poder doblar el catón flexible.



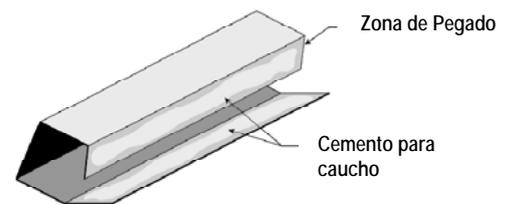
8. Una vez que se haya hecho los cuatro pliegues, el miembro, formará un tubo cuadrado, como se muestra en la imagen.



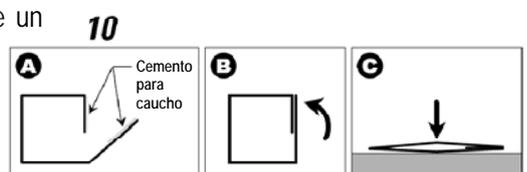
9. para una mejor unión de estos miembros, que son importantes para el funcionamiento del puente, usaremos cemento para caucho (trizz, o también se puede usar terokal) para unir la "zona encolada de pegado" al otro borde libre del tubo. El cemento para caucho en el trabajo seca muy rápidamente y acelera el trabajo.



10. Aplicar una capa uniforme de cemento para caucho en ambas superficies que se unirán, como lo mostrado en la figura. Espere 2-3 minutos, hasta que el cemento se endurezca. (Si el cemento todavía está mojado cuando usted pone las superficies encoladas, usted tendrá que unirlos cuando el cemento seque, tener cuidado que quede adecuadamente unido).



11. Ahora cuidadosamente traiga las dos superficies (A) forme un cuadrado (B). tenga en cuenta que el ala flexible encolando va dentro del tubo completado. Inmediatamente aplaste el tubo que se está construyendo (C) y sosténgalo plano por unos segundo, hasta que el cemento, actúe eficazmente.



12. Aplastando el tubo de esta manera hace dos cosas. Primero, asegura que las superficies se adhieran firmemente entre sí; y Segundo, asegura que el miembro fabricado no esté encorvado o torcido y que además sea uniforme.



CONSTRUCCION DEL MODELO



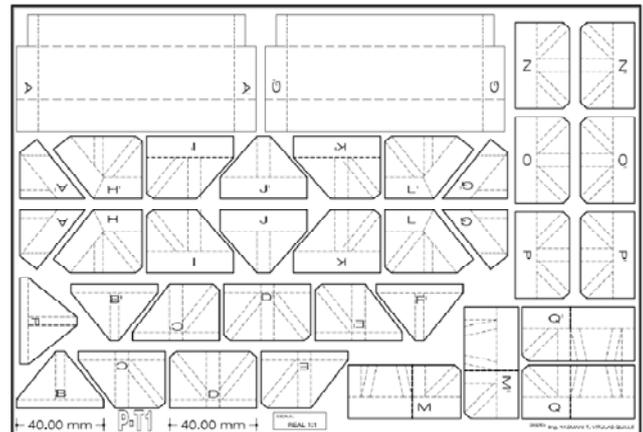
13. Después de que el cemento para caucho ha secado, forme el tubo para que quede en su estado final, es decir adecuadamente simétrico aplastando en la dirección opuesta.



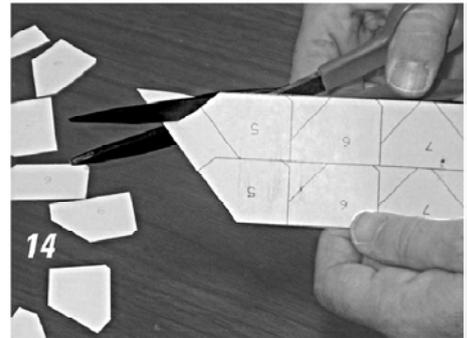
Ahora repita los pasos 7 hasta el 13 para todos los miembros restante en tipo tubo a compresión para el puente.

2.10. FABRICACIÓN DE CARTELAS

Nuestro puente del ejemplo usa un total de 68 cartelas para conectar a los miembros estructurales juntos y 2 rigidizadores para el apoyo. Trabaje estos componentes de la manera más fácil posible, usted tiene el modelo de las cartelas (solicite dichos modelos al docente), los que se deben de imprimir en una hoja A4 del mismo material de cartón flexible seleccionado (imprimirlo dos veces y trabajar solo con los adecuados laterales) de acuerdo a las medidas establecidas para cada modelo, tener en cuenta que la zona imprimida, debe esconderse (zona de pegado) y solo verse la zona blanca o libre de líneas para no malograr el modelo.

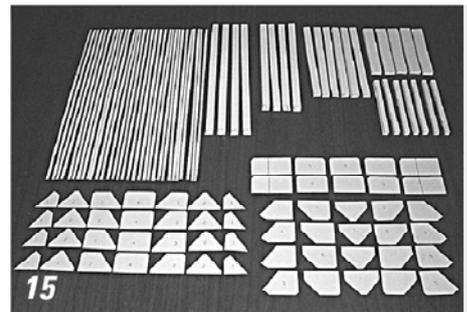


Recuerda que el modelo que se te ha facilitado, debe de ser imprimido dos veces, porque el modelo facilitado solo muestra cartelas para uno de los lados del puente y la estructura superior.



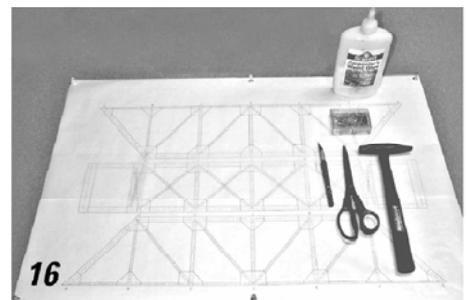
14. Una vez que se haya impreso las cartelas sobre el cartón flexible (o se puede imprimir en una hoja delgada y luego calcarlo sobre el cartón flexible), cuidadosamente recorte con tijeras o una navaja filuda, cada una de las cartelas que ya se encuentran diseñadas y adecuadamente identificadas con letras de acuerdo al plano general.

15. La prefabricación de miembros estructurales están ahora completos, es tiempo de iniciar la construcción del puente (vea en la imagen que todos los elementos necesarios están adecuadamente ordenados y clasificados según el tipo de modelo asignado).



2.11. PREPARANDO EL PLANO DE LA CONSTRUCCIÓN

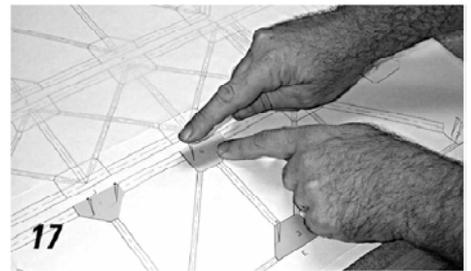
16. Es necesario tener un tablero adecuado en el cual se pueda incrustar alfileres u otros similares y que además se pueda trabajar con el plano en A1 del modelo (solicitar dicho modelo al docente). Ponga su plano del puente y fíjelo con unos alfileres (se puede usar tachuelas o grapas) en todo el contorno.



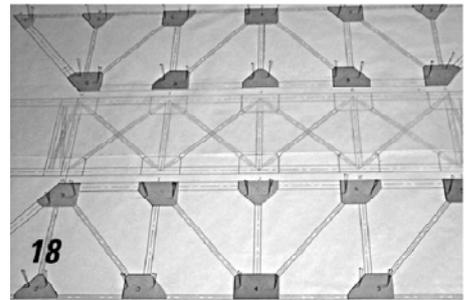
CONSTRUCCION DEL MODELO

2.12. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL PUENTE

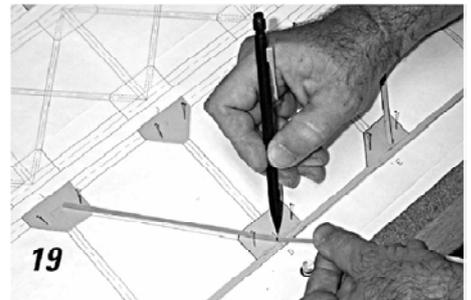
17. Una vez colocado el plano principal del puente, encuadre adecuadamente las cartelas según las letras de cada una de ellas, encuadrando directamente sobre el dibujo del puente (facilitado por el docente). Cada cartela debe ser sujeta en su lugar con dos alfileres (si usted usa sólo un alfiler, la cartela podría girar fuera de su posición). Ponga cada alfiler a través de un punto en la cartela dónde ningún miembro se cruce, para poder facilitar los trabajos posteriores donde se colocaran los elementos estructurales necesarios.



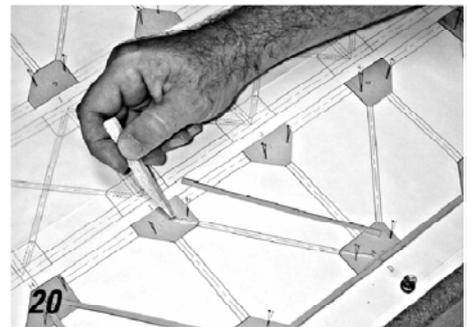
18. Cuando usted complete dicha colocación, usted tendrá 24 cartelas encuadradas sobre el plano como se muestra en la figura.



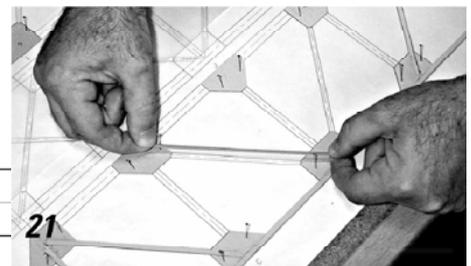
19. Ahora agregue las barras de 4mm. Seleccione una de estas barras fabricadas anteriormente en el paso 2. La posición correcta de cada barra deberá de ser marcada con un lápiz o una pluma (la imagen le muestra la colocación de una estructura diagonal, siendo el miembro marcado de acuerdo a lo necesario y en la forma adecuada establecida sobre cada cartela, note además que los cordones inferiores ya fueron colocados, este trabajo es aplicado solo para los miembros a tracción.)



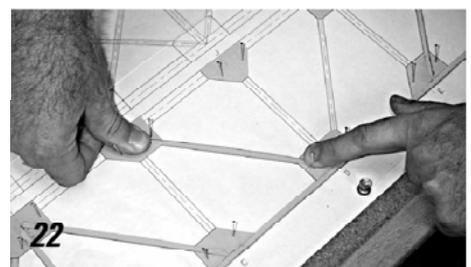
20. Colocar cola de madera en la zona en la cual se colocara la barra de 4mm (imagen reflejada en líneas punteadas sobre cada cartela). Usted puede aplicar la cola directamente de la botella; sin embargo, es mejor utilizar una pequeña vara plana o trozo de cartón o madera para realizar dicho trabajo y de esta forma tener un procedimiento limpio y no dañar el modelo del puente, como se muestra en la imagen. No utilizar cemento para caucho ya que la unión no sería lo suficientemente fuerte para soportar los esfuerzos a los cuales estarán sometidos estos miembros.



21. Ahora colocar las barras (elementos a atracción) que fueron preparados (tiras con 4mm de espesor) sobre los tramos entre cartelas, usando el dibujo como zonas de referencia, ajustando en la forma deseada con la ayuda de una navaja en la posición correcta.

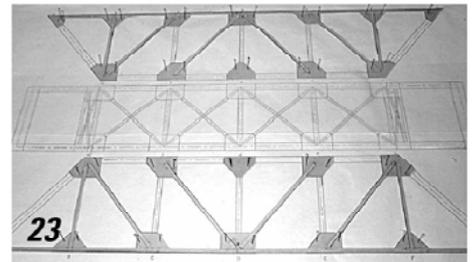


22. Apriete firmemente en los extremos del miembro, y sosténgalo en el lugar durante aproximadamente 30 segundos, hasta que pegue adecuadamente la cola. Tenga el cuidado para no encolar sus dedos en la barra o cartela.

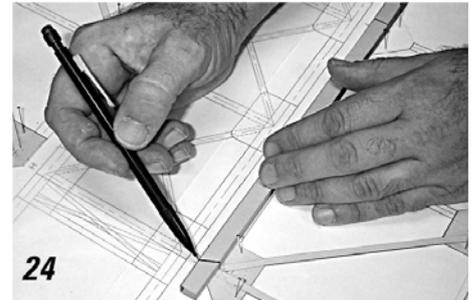




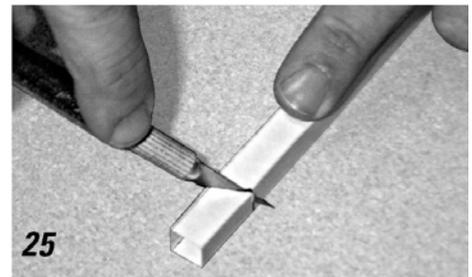
23. Repita los pasos 19 al 22 para cada una de las 12 barras diagonales a tracción, y las dos barras inferiores lineales, las cuales pueden ser continuas o con uniones en la zona de las cartelas (tener en cuenta que en el plano facilitado al alumno, las barras a compresión son de menor espesor, además debe de ser contrastado por el cálculo correspondiente - consultar con el docente).



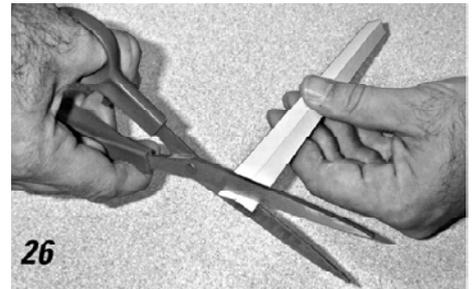
24. Ahora usted unirá los tubos cuadrados en las cartelas de acuerdo a los gráficos de la misma encuadrando adecuadamente. Empiece poniendo las barras superiores de 10mm x 10mm, marcando su longitud y corte real con un lápiz o pluma (se muestra el corete del tramo extremo H).



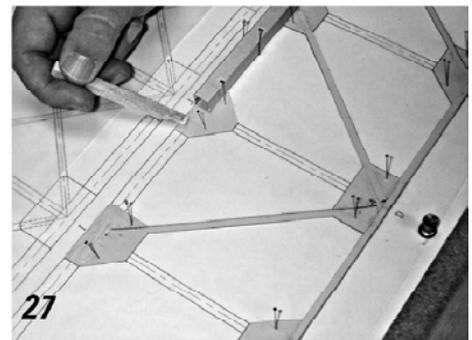
25. Luego corte este miembro en la longitud correcta (ajustando al tipo de modelo). Algunos de los tubos deberán ser cortados en ángulos complicados (consulte con el docente). Para este trabajo se recomienda usar una navaja diagonal tipo bisturí u hoja de navaja para afeitar, pero teniendo mucho cuidado.



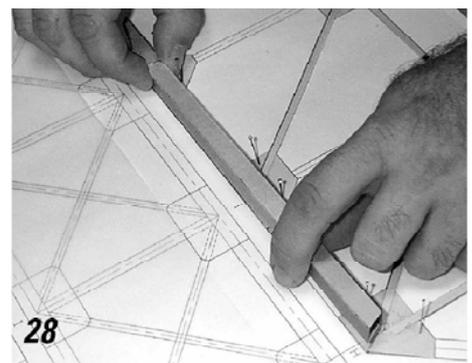
26. Es necesario cortar todos los miembros de la forma requerida para que ajuste adecuadamente al modelo asignado por el docente. Para realizar éstos los cortes, es más fácil aplanar el final del tubo, y usar tijeras.



27. Ahora aplique la cola a las dos catelas de unión según lo especificado en el diagrama de los detalles del plano (tener en cuenta las recomendaciones del paso 20)

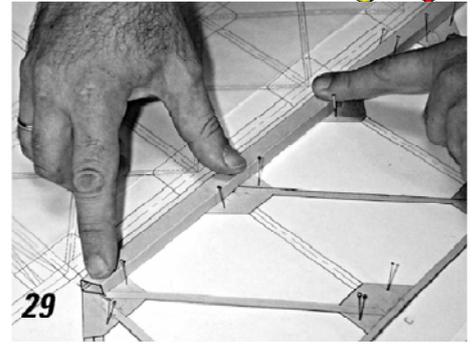


28. Poner al miembro en la posición establecida por cada modelo.

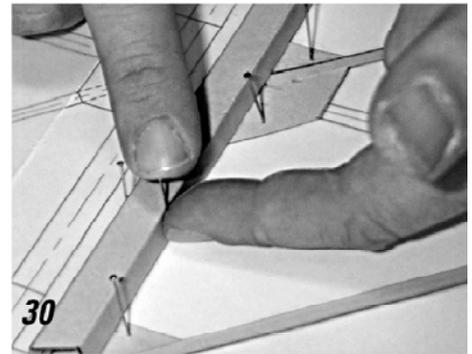


CONSTRUCCION DEL MODELO

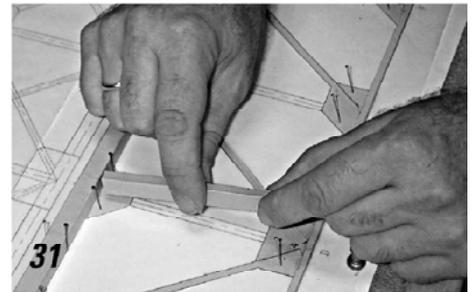
29. Luego al miembro en el lugar hasta que la cola se adhiera adecuadamente.



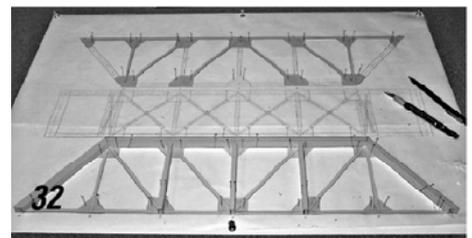
30. Como las armaduras principales son las más importantes, ya que confinarán al resto de la estructura vertical y diagonal, se debe de trabajar de tal forma que mantenga su horizontalidad. Para este fin coloque un alfiler en el tablero de trabajo en los lados de los tubos laterales (como se muestra en la imagen). Los alfileres fijarán los lados del tubo mientras se coloquen el resto de los componentes del puente.



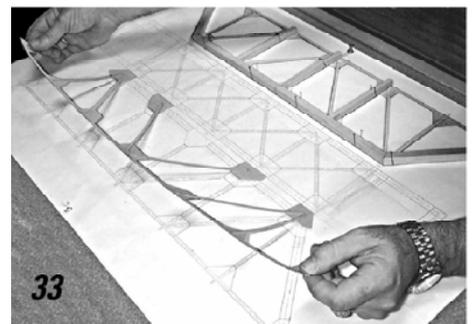
31. Repita los pasos 24 al 30 para todos los elementos principales superiores y de borde final inclinados usando piezas de 10mm x 10mm, además en los elementos a compresión verticales (según el análisis de elementos) usar tubos de 10mm x 6mm, esto en los tres tubos verticales interiores (para otros modelos consulte al docente). La imagen muestra la colocación del miembro vertical DJ, pegándolo en su posición. **Nota:** los elementos verticales deben colocarse sobre el lado más (6mm) para que el lado largo (10mm) quede alineado con la armadura principal superior.



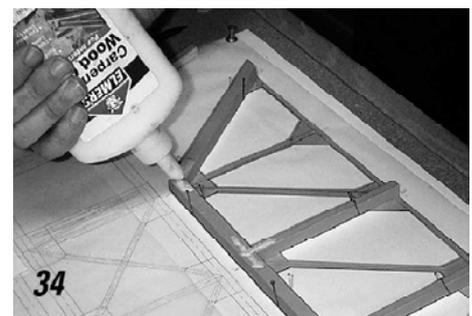
32. Cuando todos los tubos se encolan en su lugar, el resultado debe parecerse al mostrado en la imagen. Note de nuevo que los tubos sólo se colocan en uno de los lados del plano, ya que el lado opuesto únicamente tiene cartelas y barras en tracción.



33. las dos construcciones son en realidad las mitades necesarias de un mismo lado del puente. Ahora se deben de unir, las barras en tracción (A', B', C',...) sobre el modelo principal con barras a tracción y compresión (A, B, C,...) quitado los alfileres de la mitad superior para luego colocarlo sobre el modelo principal y de esta forma poder armar la armadura y que pueda soportar la carga de 5kg, tener en cuenta que para que se coloque adecuadamente es necesario quitar los alfileres colocados en el paso 30.



34. Ponga la cola a las zonas apropiadas para unir el elemento de acuerdo con el detalle inferior del plano, ya que la forma deberá de quedar con dos barras a tracción, una opuesta a la otra, y en medio las barras a compresión (ver imagen y consultar al docente).





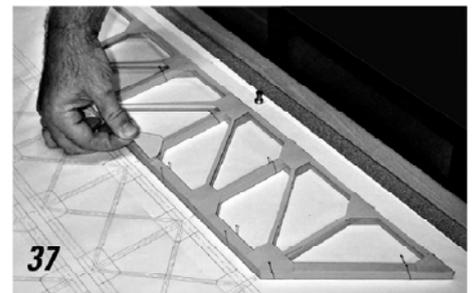
35. Cuidadosamente el elemento que tiene solo barras a tracción y que se encuentra en la parte superior del plano, debe ser colocado directamente encima de la mitad inferior. Asegure que las dos mitades se alineen adecuadamente antes de poner cola en cada pieza y de esta forma mantenga una forma adecuada.



36. Note que, cuando usted congrega las dos mitades, está creando las barras traccionadas especificadas en los modelos de un puente. Es muy importante que las barras en tracción superior e inferior se estiren adecuadamente sobre las cartelas antes de ser pagadas. Si uno está firme y el otro se encuentra suelto no trabajara adecuadamente a tracción, ya que no compartirán la distribución de cargas uniformemente, por tanto uno de ellos puede fallar prematuramente haciendo colapsar la estructura completa. Use sus dedos pulgares para estirar las barras superiores, tal como se muestra en la imagen.

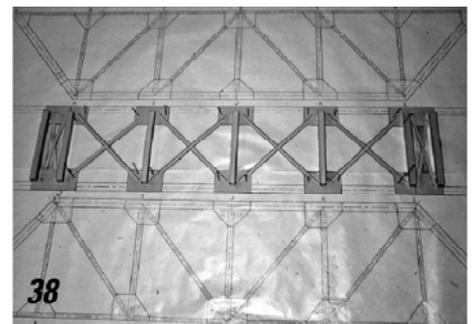


37. A estas alturas, a la armadura lateral del puente solo le faltan las cartelas finales en las barras de compresión, es decir la unión superior del puente (J). Este nudo se dejó libre ya que no tenía uniones con ninguna barra en tracción. Encole esta última cartela en su lugar. Ahora quite la armadura de la mesa de trabajo y póngalo al lado. Usando el mismo procedimiento (pasos 17 al 37), construya la segunda armadura para el lado opuesto del puente, en forma idéntica.

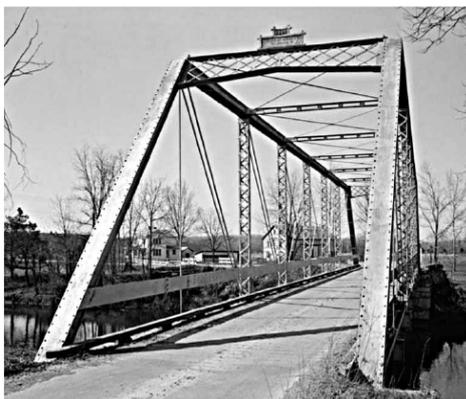
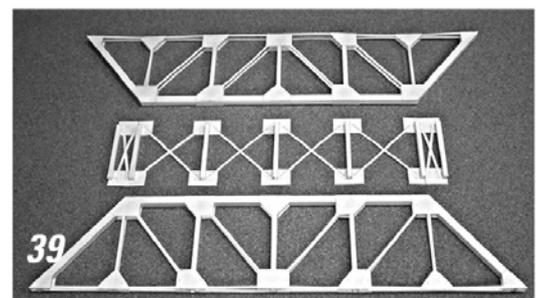


2.13. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA SUPERIOR DEL PUENTE

38. Siguiendo el mismo procedimiento usado para construir las armaduras laterales, construya la armadura central superior que se ubica en el medio del modelo facilitado por el docente, armadura que servirá para conectar los elementos principales del puente, dejando libre las cartelas que conectarán las armaduras laterales; es necesario colocar las barras diagonales que se cruzan con los elementos de 4mm y finalmente agregar los tubos horizontales de 6mm x 6mm, tienen exactamente 9 centímetros de largo (consultar las dudas con el docente).



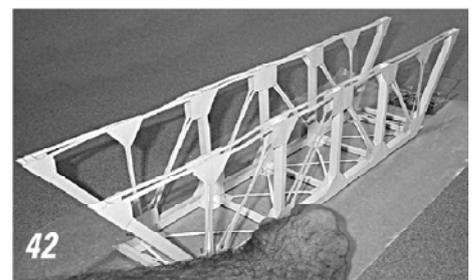
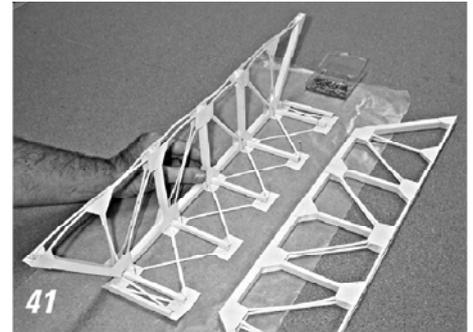
39. Cuando la armadura central y las armaduras laterales fueron completados, trabaje sobre una mesa limpia (quite el plano con el modelo inicial). Estos tres modelos se muestran en la imagen.



Ahora estamos listos para construir la estructura tridimensional según el modelo de un puente real (note en la imagen que algunas barras son dobles y delgadas, y otras más rígidas y cuadradas tal como nuestro modelo).

2.14. CONECTANDO LAS ESTRUCTURAS

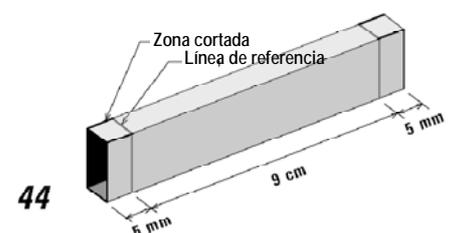
40. En las cartelas laterales libres de la armadura superior, aplique cola, primeramente en las 6 centrales para poner una a una las armaduras laterales.
41. Coloque la armadura lateral en su lugar a uno y otro lado (note que usted está armando el puente al revés o en forma invertida). Una vez que el puente con armadura Truss está en su posición, verificar para asegurar que se encuentre lo mas vertical posible, y sosténgalo en su lugar durante un minuto para que se fije adecuadamente.
42. Ahora agregue la segunda armadura de la misma manera que el paso 40 y 41, tal como se muestra en la imagen.
43. Usted puede encontrar útil usar los alfileres en los extremos de las dos armaduras para sostener el modelo mientras seca la cola. No quite ningún alfiler o mueva el puente hasta que la cola haya secado completamente.



2.15. AGREGANDO LAS VIGAS TRANSVERSALES DE LA BASE

Así como la armadura central conecta las dos armaduras laterales, las vigas transversales inferiores o de base, conecta a las armaduras a sus cordones del fondo. Como se ha podido notar cuando fabricó los tubos o miembros a compresión, las vigas transversales son un centímetro más largas que los arriostramientos superiores. El motivo es que al no existir elementos que puedan unir las vigas transversales a la armadura principal, nosotros usaremos la longitud adicional de 5mm en cada canto para formar los ángulos de conexión. Estos ángulos conectarán las vigas transversales inferiores a las cartelas que se encuentran en la base del puente (los puntos a unir se identifican en el plano modelo como zonas achuradas rectangulares).

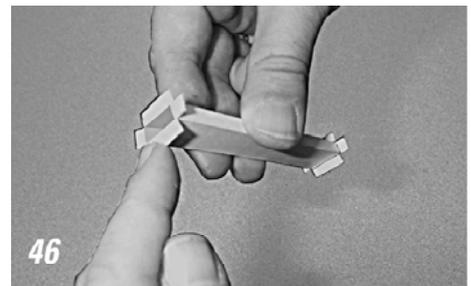
44. Dibuje dos líneas alrededor del tubo (dibuje una línea a 5MM del canto). Las dos líneas deben estar separadas exactamente por 9cm, lo cual ajustara al modelo que se está construyendo.



45. Ahora use su cuchillo para cortar a través de las cuatro esquinas de las vigas transversales de 15mm x 6mm, como se muestra en la imagen. Sólo corte hasta la línea marcada en el paso 44.



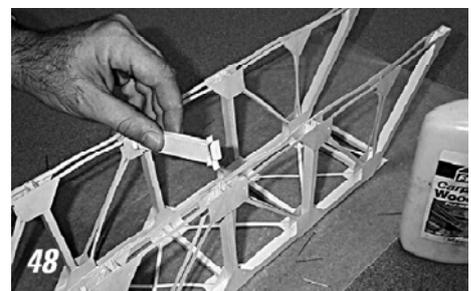
46. En el extremo de la viga, pliegue todos los cuatro lados hacia afuera a lo largo de la línea de referencia marcada en el paso 44. Estas cuatro alas flexibles serán los elementos que usaremos para unir las vigas transversales a la armadura del puente.



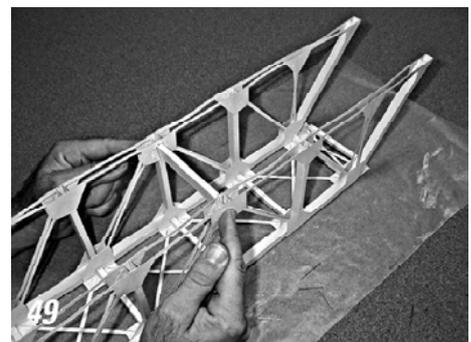
47. Aplique la cola a todas las cuatro alas flexibles para de esta forma poderlo unir a la armadura del puente.



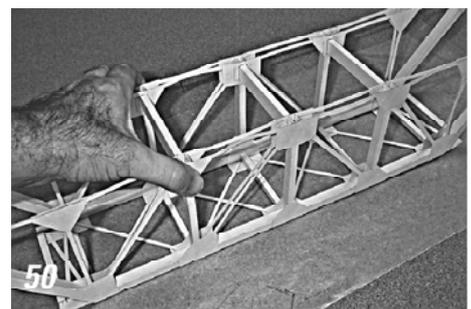
48. La imagen muestra la colocación de la viga transversal entre los puntos inferiores D y D', en la zona central de los cordones del fondo. Note la orientación de la viga que se encuentra a 5mm sobre la base y además ayudara a que la estructura en general se encuentre vertical.



49. Luego presione hacia el centro en las dos cartelas y quede la cola adecuadamente adherida a todo el elemento.

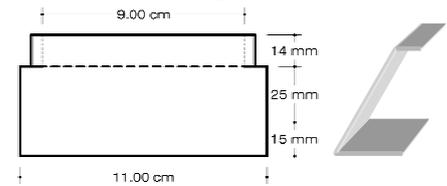


50. Ahora repita el procedimiento anterior en las otras vigas de base entre los puntos C-C' y EE'.



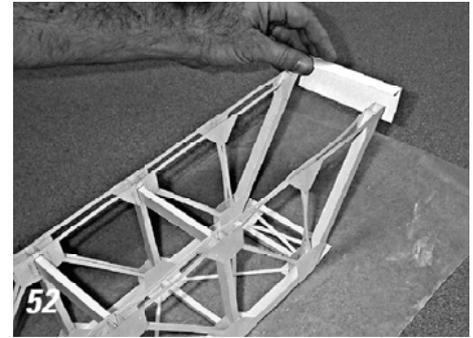
51. Corte los dos rectángulos en el mismo material que todos los elementos del puente con las dimensiones mostradas en la figura, y pliega cada uno de los lados por las líneas punteadas, elemento que irá en el extremo del apoyo del puente. Este elemento tendrá el tramo superior e inferior en forma horizontal y el tramo central en forma inclinada, y se pondrá en el extremo A-A' y G-G'.

Viga Transversal Final en ángulo L – 44mm x 11mm

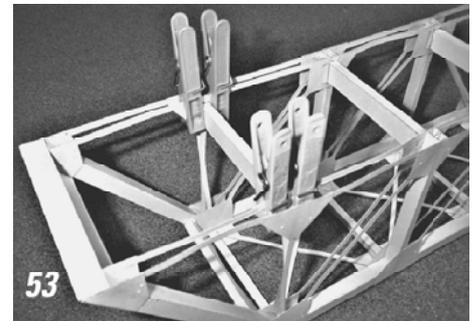


51

52. Colocar cola en la viga transversal final de extremo del puente en la zona donde se conecte con los elementos estructurales del puente, tal como se muestra en la imagen (el extremo superior deberá cortarse con dos alas de tal forma que queden pegadas a los lados de la cartela y que en forma horizontal, tener referencia de lo descrito en el paso 46 y 47.



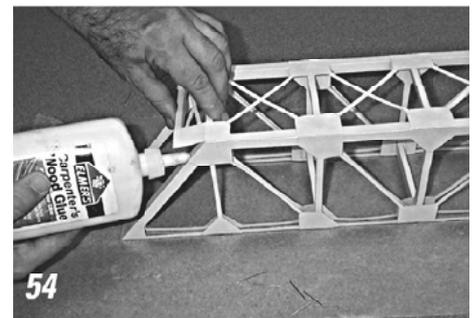
53. Las vigas de base en los puntos restantes (B-B' y F-F') deberá tener cola y sostenerse hasta que se adhieran adecuadamente, ya que no hay ningún tubo entre los pares de cartelas de las conexiones B, B', F y F', usted puede encontrar útil sujetar las vigas en su lugar con cuatro pinzas, como se muestra en la imagen.



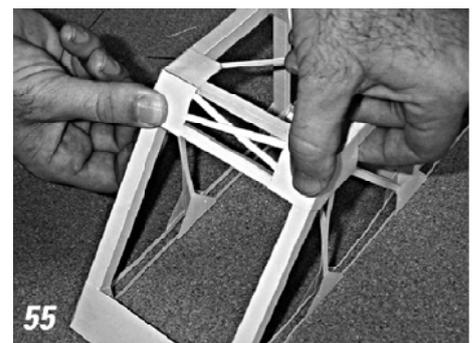
2.16. CONSTRUYENDO EL PORTAL

Una vez que usted concluya la creación del modelo, es necesario asegurar el portal de arriostre. Dicho trabajo debió de ser completado en el paso 38. Por tanto todo lo que necesita hacer es colocar cola en los lugares necesarios y fijar el modelo en su forma final.

54. Aplique la cola sobre las armaduras laterales principales, que se encuentran en los postes finales por debajo del portal de arriostre.



55. El pliegue libre del portal se asegura hacia debajo de los postes inclinados finales hasta que la cola pega firmemente. Haga lo mismo para el portal que asegura en el fin opuesto del puente (consulte al docente la utilidad de este elemento).

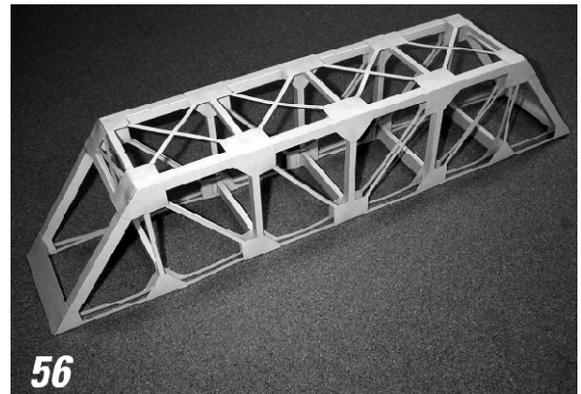


CONSTRUCCION DEL MODELO



2.17. INSPECCIÓN FINAL DE CALIDAD

56. El puente está acabado! Pero antes de que usted lo ponga en servicio, debe inspeccionar la estructura cuidadosamente asegurándose que se haya construido según los planos y las especificaciones. Todos los miembros estructurales posicionados correctamente, trabajaran adecuadamente a tracción y compresión, por tanto verificar que estén adecuadamente unidos. Es importante conocer que las uniones son más rígidas que los miembros del puente (para una mejor presentación puede pintar los elementos o todo el modelo construido, ero usa pintura que no use agua ya que podría debilitar los elementos de la estructura; además esa listo para presentar el trabajo al docente y darle el toque final faltante para que el sistema soporte cargas, este procedimiento se desarrollara en clase con la ayuda de su docente, así que trasládelo con cuidado).



2.18. TIEMPO DE EJECUCIÓN

El tiempo programado para la ejecución del presente construcción del proyecto de un puente, se ha calculado de acuerdo a los criterios de tiempo disponible del alumno y las sesiones de clase, de acuerdo a las cuadrillas básicas y labores respectivas, valorado en 6 semanas a partir de la entrega del modelo (coordinar con el docente y ver cronograma de ejecución).

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PERIODO DE EJECUCIÓN						MES 1	MES 2	MESES 3 al 10
		1er Sem.	2do Sem.	3er Sem.	4to Sem.	5to Sem.	6to Sem.			
1	Desarrollo del modelo									
2	Construcción del modelo									
3	Cálculo y diseño final									
4	Prueba de carga									
5	Presentación del trabajo final									

2.19. NIVEL DE ESTUDIO

El nivel del estudio de del proyecto “Diseño y construcción de puentes”, está a nivel de Investigación, desarrollado por el Ing. Yasmani T. Vitulas Quille y en proceso de publicación como un manual para el laboratorio de estructuras de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.