



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

17046

Distr. RESERVADA

IO/R.82
28 noviembre 1988

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

Original: ESPAÑOL

ASISTENCIA DE EMERGENCIA PARA CONSTRUCCION DE PUENTES

UC/ECU/87/053

ECUADOR

Informe final*

Preparado para el Gobierno de la República del Ecuador
por la Organización de las Naciones Unidas
para el Desarrollo Industrial

Basado en el trabajo del Sr. Harald Erichsen
Consejero de Industrias Forestales

Oficial de apoyo: Robert M. Hallett
Subdivisión de Gestión y Rehabilitación Industriales

* El presente documento no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

V.88-31145

6159p

7/75

	<u>C o n t e n i d o</u>	<u>Pagina</u>
1.	RESUMEN	1
2.	LA MISION	2
3.	DIFICULTADES EN LA IMPLEMENTACION	4
4.	DISEÑO	6
5.	MATERIALES	7
	5.1. MADERA	7
	5.1.1. SECADO	10
	5.1.2. PRESERVACION	10
	5.2. PERROS	11
	5.3. ACERO	12
6.	TALLER	13
	ESEZOS	15 - 20
7.	ESTRIBOS	21
8.	LANZAMIENTO	22
9.	COSTOS	25
10.	LISTA DE PROVEEDORES	26
11.	CONTINUACION DEL PROYECTO	27
	ANEXO I	
	Informe Tecnico Sobre Estribos - Ing. Daniel Uriguen	28

Abreviaciones

LOP	Ministerio de Obras Publicas
ONUDI	Organizacion de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
USD	Dolares de E.E.U.U.
S/.	Sucres
m1	metro lineal
m	metro
m2	metro cuadrado
m3	metro cubico
Ø	diametro
ATP	Asesor Tecnico Principal

Tipo de Cambio (30 de Junio 1988)

1 USD = 500 Sucres

1. Resumen

El proyecto se establecio en las instalaciones del MOP en Sto. Domingo de los Colorados, centro de una zona agricul- tural de gran importancia.

El extenso programa de caminos vecinales del MOP en esta zona requiere un elevado numero de puentes de cortas luces (12 - 24 m), de bajos costos y de rapida construccion.

El sistema de Puentes Modulares de Madera ONUDI constituye una solucion muy adecuada.

Los resultados del proyecto son:

- un taller nuevo (dos galpones unidos con una superficie total de 575 m²) equipado con maquinaria industrial para trabajar la madera, y con moldes especiales para prefabricar los elementos del sistema ONUDI.

Despues de mas experiencia y un mas profundo entrenamiento del personal, el taller sera capaz de prefabricar Puentes ONUDI en series (un puente de 15 m por semana).

- Personal nacional, capacitado por el proyecto durante un mes, y capaz de producir Puentes ONUDI.

Un ingeniero coordinador (Ing. Julio Zea) en Sto. Domingo

Un carpintero profesional (capataz, jefe del taller)

Un soldador profesional

Tres ayudantes

- Elementos prefabricados para 30 ml de puente (construccion de 4 cerchas)
- Material de acero, pernos, clavos para un total de 75 ml, y madera en proceso de secado
- Estribos en construccion (dos sitios: Umpe Chico y Chiguilpe)

La alta demanda en puentes de este tipo para los caminos vecinales del pais, y el interes por parte del MOP en una ampliacion del proyecto a otros centros de fabricacion (p.e. Cuenca, Loja, Lacas, Lachala, San Lorenzo) merecen una continuacion del proyecto con asesoria por parte de las Naciones Unidas.

2. La Mision

Tiempos ⁿcosagrados al proyecto por el personal de la ONUDI :

- Asesor Tecnico Principal (Sr.H.Erichsen)	6.5 m/h
su tiempo distribuido entre Sep.87 y Junio 88	
- Experto Nacional (Ing. D. Uriguen)	3.0 m/h
su tiempo distribuido entre Oct.87 y Junio 88	
- Tecnico (Sr. Th.Beers)	6.0 m/h
Octubre 1987 - Marzo 1988	
	<hr/>
Total	15.5 m/h

El Asesor Tecnico Principal (ATP) y coordinador internacional del proyecto empieza su trabajo en Septiembre 1987 con la elaboracion de un Documento de Proyecto, el cual se suscribe el 14 de Septiembre por parte del Gobierno y del PNUD, y con la preparacion del proyecto. 1.0 m/h

En Octubre y en la primera mitad de Noviembre el ATP toma sus pendientes vacaciones de patria, mientras que el tecnico y el experto nacional se ocupan con los detalles del futuro taller, de la seleccion de los sitios, y de los trabajos para los estribos.

Los previstos fondos estan en tramite, pero todavia no llegan, y los trabajos se suspenden.

En la segunda mitad de Noviembre, inmediatamente despues de su regreso al pais, el ATP organiza el lanzamiento y la terminacion de un Puente ONUDI de 15 m en el sitio ARMADILLO I (Manabi) con el material preparado en el proyecto anterior. 0.5 m/h

En Diciembre ^{el} se ocupa con la entrega de los fondos necesarios para la construccion del taller y la adquisicion de los materiales.

Los fondos se entregan el 21 de Diciembre, y los trabajos comienzan en seguida. Ademas se contratan la mayoria de los materiales para 75 ml de puente. 1.0 m/h

Durante Enero y Febrero 1988 el ATP tiene una misión en detalle para coordinar y implementar un otro proyecto de la ONUDI en el Oriente (instalación y poner en marcha de una sierra de cinta y una secadora industrial en el Centro Maderero Fatima - CEMAF). Entretanto el técnico está ocupado con la construcción y instalación del taller en Sto. Domingo.

En marzo el ATP termina la contratación de la madera para el proyecto. Los contratos se hacen con la CEMAF, antes mencionada y con aserrios de monte en la región de Sto. Domingo.

Además el ATP supervisa un otro lanzamiento de un Puente ONUDI de 15 m en el sitio SUMA (Manabí), utilizando el resto del material preparado en el proyecto anterior.

Personal del KOP está presente durante los trabajos para fines de capacitación 1.0 m/h

Después de la salida del técnico, cuyo contrato está terminado, el ATP, apoyado por el experto nacional y el personal de la contraparte, termina las instalaciones del taller, y lo pone en marcha. Los trabajos se realizan durante Abril y Mayo. 2.0 m/h

En Junio el ATP se dedica completamente a la capacitación del personal nacional, y a la organización del trabajo. Se construyen los módulos para dos Puentes ONUDI de 15 m c/u. 1.0 m/h

Total 6.5 m/h

Los primeros lanzamientos dentro del proyecto son previstos en los sitios ULPE CHICO (15 m) y CHIGUILPE (24 m). Todavía faltan algunos trabajos de cimentación - existe una seria escasez de cemento en el mercado nacional, por la cual los trabajos fueron temporalmente suspendidos. El equipo de lanzamiento (tecles TIRFOR), enviado por la ONUDI, solo llegará en principios de Julio 88, y hay que completarlo todavía.

El ATP (si todavía en el país), así como el experto nacional (cuyo contrato está también terminado) asistirán en la organización, supervisión y ejecución de los lanzamientos para asegurar la importante transferencia de la tecnología. Una capacitación más profunda se prevé en la deseable continuación del proyecto a nivel nacional (varios centros de fabricación).

3. Dificultades en la Implementacion del Proyecto

Habia pocos, y el avance del proyecto en general fue muy bueno en comparacion con el proyecto anterior (con otras contrapartes). Esto se debe a la determinacion del MOP de seguir adelante con el proyecto, y naturalmente a la buena participacion de los responsables en el ministerio y en Sto. Domingo de los Colorados (Caminos Vecinales, Zona II).

En el principio del proyecto resulto algo dificil de contratar madera larga de las especies requeridas, y en las cualidades necesarias. Esto se debe a la costumbre de cortar cualquier madera a 2.40 m para poder cargarla en forma transversal sobre la plataforma del camion.

Sin embargo, fue posible de contratar una parte de la madera por pedido especial (a un precio relativamente elevado) localmente, y una otra parte fue entregado por los campesinos interesados en recibir un puente (una alternativa comprensible, pero a largo plazo inaceptable por razones ecologicas - ver tambien capitulo sobre material de madera).

La mayor parte fue contratada con la CEM.AFA, despues de la instalacion del equipo moderno de aserrio y secado, en Marzo 88. Esta central cuenta con profesionales responsables, y puede aceptar contratos de largo plazo con entidades del Gobierno, garantizando una reforestacion adecuada.

La demora en la entrega de los fondos previstos, y su empleo para otros fines, cuando llegaron - necesitando un nuevo pedido, resulto en ciertos atrasos en la implementacion del proyecto. Para la ampliacion y continuacion del proyecto mediante un nuevo convenio con PNUD/ONUDI conviene, iniciar los labores del personal de la ONUDI solamente despues de haber recibido la contribucion del Gobierno en efectivo en las oficinas del PNUD.

El sistema 'Costos Compartidos' (Dolares) y 'GCCC' (Suces) se presta para la implementacion de proyectos en forma agil, segura y eficiente.

Los gastos corrientes de un proyecto practico, como el presente, pueden ser relativamente altos.

Una 'caja chica' por el equivalente de solo USD 300 - concedida al ATP por la administracion del PNUD - no es suficiente.

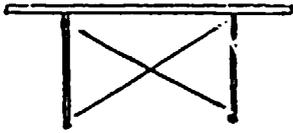
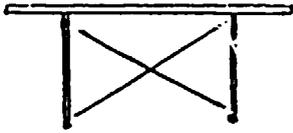
Para garantizar el desarrollo eficiente del proyecto en el tiempo y con los fondos disponibles (ciertas ofertas solo tienen validez durante 8 horas, y los fondos, entregados en Sucre, perdieron 50 % de su valor en solo cuatro meses), el ATP fue obligado de desembolsar temporalmente hasta USD 3,000 de sus fondos propios (con las respectivas perdidas en el cambio).

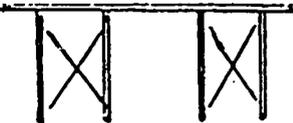
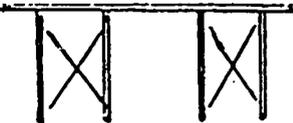
Esta situacion deberia cambiarse, en que el ATP sera autorizado de abrir una cuenta bancaria para el proyecto, en la cual se depositara el equivalente de aprox. USD 3,000 , asi permitiendole de presentar sus gastos de proyecto mensualmente a la administracion del PNUD, y no, como ocurrio en el presente proyecto, varias veces por semana.

4. Diseno

El Puente ONUDI de una via es previsto para luces libres de 6 a 24 metros, y instalacion en caminos vecinales. El diseno aprobado fue calculado por instituciones especializados en Inglaterra (TRRL y TRADA)^{1/}, y no requiere calculos adicionales. En el Ecuador se usa una mezcla de maderas tropicales semi-duras y duras. Como el sistema es modular, solo cambia el numero de cerchas con luces mas grandes, como se puede apreciar en la siguiente l. sta:

Puentes ONUDI

Luz	Numero de Cerchas		Numero de Modulos
6 m	2		4
9 m	2		6

12 m	4		16
15 m	4		20
18 m	4		24

21 m	6		42
24 m	6		48

Maderas tropicales (clasificacion F 11 - F 22)
(600 - 900 kg/m³ a 15 % de humedad)

Carga: AASHTO HS 20

^{1/} Transport and Road Research Laboratory
Timber Research and Development Association

5. Materiales

La siguiente lista indica los materiales principales y las cantidades necesarias por metro lineal (ml) - en cifras redondadas:

	Construccion de		
	2 cerchas	4 cerchas	6 cerchas
MADERA (dimensionada)	0.85 m3	1.0 m3	1.5 m3
ACERO	75 kg	150 kg	225 kg
CLAVOS (de 4")	12 kg	13 kg	15 kg

5.1. Madera

Ecuador cuenta con una riqueza forestal, sobre todo en el Oriente y el Nor-Occidente del pais, para proporcionar el material principal de los Puentes ONUDI.

Existen muchos especies forestales, cuales se prestan para la construccion de estos puentes y cumplen con la mayoria de las siguientes condiciones ideales:

- Buena resistencia mecanica para construcciones medio pesadas (grado CTA^{1/} de F11 - F22)
- Buena durabilidad natural para resistir a los ataques de los hongos y/o insectos sin tratamiento quimico
- Pocas contracciones volumetricas y estabilidad durante el secado
- Mediana densidad (600 - 900 kg/m3 a 15 % de humedad)
- Abundancia - facilmente disponible
- Troncos grandes (diametro 40 cm hacia arriba), para conseguir tablones con grano recto y un ancho hasta 27 cm sin albura
- Ausencia de otros usos de alto valor (muebles, chapas decorativas, etc.)

1/ Carga de trabajos admisible

El presente proyecto utilizo, entre otros, las siguientes especies de madera con muy buen exito:

MORAL BOBO (Clarisia racemosa)
GUAYACAN PECHICHE (Minquartia guianensis)
MOTILON (Hieronyma spp.)
MASCAREY (Hieronyma chocoensis)
CATIVO (Pouteria spp.)
CAIMITILLO (Chrysophyllum caimito)

En Ecuador la extraccion de la madera y la industria del aserrio de la madera se encuentran todavia en un estado muy rudimentario.

Por falta de medios de transporte, otros que mulas, pero tambien por costumbre, se cortan las trozas a 2.40 m, asi destruyendo el alto valor que tiene la madera larga.

La confeccion de los tablonos y hasta tablas con motosierras o sierras circulares mal mantenidas es altamente desperdicioso y gasta la riqueza forestal, que todavia tiene el pais, en forma alarmante.

Como el presente proyecto pretende no solamente introducir el sistema de 'Puentes de Madera', pero tambien asesorar a la industria primaria y secundaria de la madera en general, para mejorar el rendimiento y la calidad de los productos, asi que promover el uso de equipo moderno y eficiente, se decidio de contratar la madera en proyectos equipados con una sierra cinta, y con una componente de reforestacion profesional.

En esta forma, el proyecto de Puentes ONUDI esta tambien ecologicamente valable.

Una suministracion de la madera aserrada por parte de las comunidades interesadas puede solo constituir una solucion temporal (hasta que funciona bien el sistema de entrega a largo plazo por parte de aserraderos equipados con una sierra cinta), porque la tala indiscriminada del bosque sin reforestacion alguna, y la transformacion de las trozas en forma anti-tecnica, disipando hasta 80 % de la materia prima ya no son mas aceptables.

La participacion de las comunidades se puede ver sobre todo en mano de obra y construccion de los estribos.

El proyecto contrato la mayoría de la madera en la Central Maderera Fatima (CEMAFA), cerca de Puyo.

Este complejo industrial de la madera es asesorado por un otro proyecto de la ONUDI, y cuenta con una moderna sierra cinta, así como una secadora industrial computerizada, lo que permite la suministración de madera seca (18 % de humedad).

Además incluye un vivero forestal con actualmente 2 mio. de árboles de especies comerciales, también de maderas duras. Los precios obtenidos (incl. transporte hacia Sto. Domingo) no son más altos que los precios locales. La CEMAPA posee un número R.U.C., y se presta para contratos gubernamentales a largo plazo.

Otros aserraderos de cinta, proveedores del proyecto son: I.K.A. Sto. Domingo (Km 7 de la vía Esmeraldas) y A.C.L. en Lumbaqui/Oriente.

Solo será necesario pedir 6 simples dimensiones en los aserraderos, de los cuales se confeccionan todos los elementos para Puentes ONUDI según los planos, y en las dimensiones exactas. La siguiente lista da las especificaciones (en cm). Ya incluye las sobredimensiones para equilibrar contracciones volumétricas durante el secado, cortes imperfectos, y puntas defectuosas. También incluye un 10 % adicional.

Largo (m)	Dimension (cm)	Pzas. por puente de 15 m de luz	Elementos (ver planos)
4.0	6 x 11	320	Piso/4 T/Diagonales para postes/trabajos adicionales
3.5	6 x 27	90	1 T/Tablas de rodaje/Transversales
3.5	6 x 17	150	3 T/Ariostres verticales/Pasa lanos/Espaceadores
3.5 (o otros)	11 x 11	10	Postes de pasa manos
2.5	6 x 22	90	2 T/Ariostres diagonales
2.5	15 x 15	30	Bordillos/Espaceadores entre tensores

Esto seria el pedido total para un Puente ONUDI de 15 m (construccion con 4 cerchas). Resulta facil de multiplicarlo con los metros lineales o puentes necesarios.

El sistema ONUDI requiere madera de primera calidad. Los tablonces no deben contener albura (la parte blanda al exterior del tronco) sino deben que estar de duramen solamente. Deben estar de grano recto, sin defectos (como grandes nudos, rajaduras, etc.).

5.1.1. Secado

La forma mas simple, y normalmente muy adecuada para la construccion de Puentes ONUDI, es el secado al aire libre (pero bajo techo) en pilas planas, separadas por dimensiones para facilitar el acceso posterior.

El proceso es algo lento y tomara 3 - 4 meses.

Un horno solar de bajos costos de construccion y operacion puede bajar este tiempo a 1 - 2 meses

En un horno industrial la madera se seca en aprox. 10 dias al contenido de humedad deseado para construcciones exteriores (18 %).

El secado de la madera, sobre todo de los elementos previstos para la fabricacion de los modulos, es de alta importancia para su estabilidad dimensional, y para evitar una degradacion. Un contenido de humedad de 18 % deja la madera en equilibrio con el medio ambiente, y no se producen mas tensiones y contracciones.

5.1.2. Preservacion

Las maderas seleccionadas para Puentes ONUDI en Ecuador, normalmente no requieren una inmunizacion, debido a su alta durabilidad natural y por no estar en contacto directo con el suelo. Sin embargo, las partes estructurales (modulos) reciben un tratamiento de proteccion superficial con alquitran/diesel, lo que da un buen aspecto uniforme a la obra.

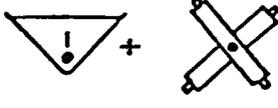
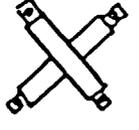
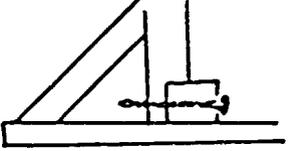
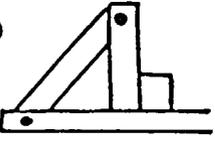
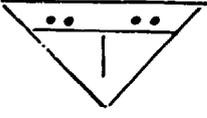
5.2. Pernos

Todos los pernos utilizados en la fabricacion de Puentes OÑUDI son de produccion nacional (TOPESA).

La siguiente lista da las dimensiones y cantidades de los pernos, y su localizacion en la construccion del puente segun los planos:

P U E N T E S O Ñ U D I

P E R N O S (con una tuerca y dos arandelas cada uno)

Dimensión	En donde se utilizan	Cantidad
• 1" x 12" (25 x 300 mm)	Anclaje de placas de apoyo	16 / 4-cercha puente
• 1" x 10" (25 x 250 mm)	MC 13 	2 / módulo
• 1" x 6" (25 x 150 mm)	MC 9 y arriostre vertical 	2 / módulo
• 1" x 3" (25 x 75 mm)	MC 8 	2 / módulo
• 1" x 2" (25 x 50 mm)	MC 8 	2 / módulo
• 1/2" x 10" (12.5 x 250 mm)	Guardabanda/poste 	1 / poste
• 1/2" x 7" (12.5 x 180 mm)	Poste y arriostre (pasamano) 	2 / poste
• 1/2" x 6" (12.5 x 150 mm)	MC 9 	2 / módulo
• 1/2" x 9" (12.5 x 230 mm)	Empaques de refuerzo (1 T) 	4/ módulo

5.3. Acero

Todo el acero, necesario para Puentes ONUDI se encuentra en el mercado nacional:

-planchas de acero dulce de 6 mm (1/4") de espesor	6 mm (1/4")	"
	9 mm (3/8")	"
	12 mm (1/2")	"
-eje de transmision (acero 10/20)	38 mm (3/4") de diametro	"
	50 mm (2")	"
-acero estructural 'liso'	12 mm (1/2")	"

De este material se confeccionan las placas metalicas segun los planos, y con la mas alta precision posible.

El proceso requiere un taller especializado y bien equipado con herramientas industriales (p.e. una cizalla con una capacidad de hasta 16 mm de espesor).

El proyecto encargo una empresa privada (STAHL S.A.) con la confeccion de las placas. La empresa guarda los moldes de fabricacion, y conviene mucho de seguir tambien en el futuro con ellos.

La empresa de Ferrocarriles del MOP no esta suficientemente equipado, y la burocracia hace un trabajo eficiente casi imposible.

Para todos los trabajos de soldadura se usaron electrodos del tipo AWS 6013 de 1/8" con buen exito.

Los clavos (4" y 6") son de produccion nacional (IDEAL Alhambree)

Conviene, de presupuestar todos estos materiales, asi como las placas metalicas, en cantidades suficientes (p.e. para un minimo de 150 ml de Puente ONUDI), para conseguir precios favorables y para siempre tener una cantidad suficiente en el stock del taller (continuidad del trabajo, emergencias).

6. El Taller

El taller de Puentes ONUDI esta ubicado en un terreno amplio dentro de la planta del MOP en Sto. Domingo de los Colorados. La instalacion cuenta con su propia entrada, y presenta buenas posibilidades para su ampliacion (p.e. incorporacion de una secadora).

El taller consiste de dos nuevos galpones unidos, de 12.5 x 15m (total 375 m²). Uno de ellos esta destinado al dimensionamiento de la madera y el almacenaje de los elementos prefabricados. El otro contiene el molde de ensamblaje y la linea de produccion de los modulos, asi como una oficina, banos y bodega (actualmente todavia en construccion).

En frente de los dos galpones, separado por un espacio libre para permitir la entrada de camiones, se construyo un techo temporal sobre postes de bambu para el empilaje de la madera en pilas planas (sobre plintos y con separadores). Aqui se desarrolla el importante secado de la madera al aire libre, pero protegido contra la lluvia y el sol.

En el galpon de dimensionamiento se encuentra la siguiente maquinaria, adquirida con los fondos de la ONUDI (todo del tipo pesado industrial):

- 1 canteadora 420 mm
- 1 sierra circular Ø 400 mm
- 1 cepilladora 630 mm
- 1 sierra radial Ø 400 mm (con bancos de rodillos)
- 1 afiladora automatica de cuchillos 630 mm

En el galpon de produccion se encuentra el molde de ensamblaje con sus herramientas basicas:

- 3 taladros electricos de 13 mm (con avance electronico y retro)
- 1 taladro electrico industrial (2 velocidades)
- 1 taladro electrico pequeno de 10 mm
- 1 amoladora industrial
- 1 soldadora

Ademas el taller cuenta con su herramental pequeno (martillos, combos, serruchos, etc.), lo que hay que completar siempre cuando sea necesario.

Despues de un entrenamiento mas profundo del personal, el taller sera capaz de producir todos los elementos para un Puente ONUDI de 15 m en una semana, bajo la condicion que hay suficiente stock de materiales y madera seca.

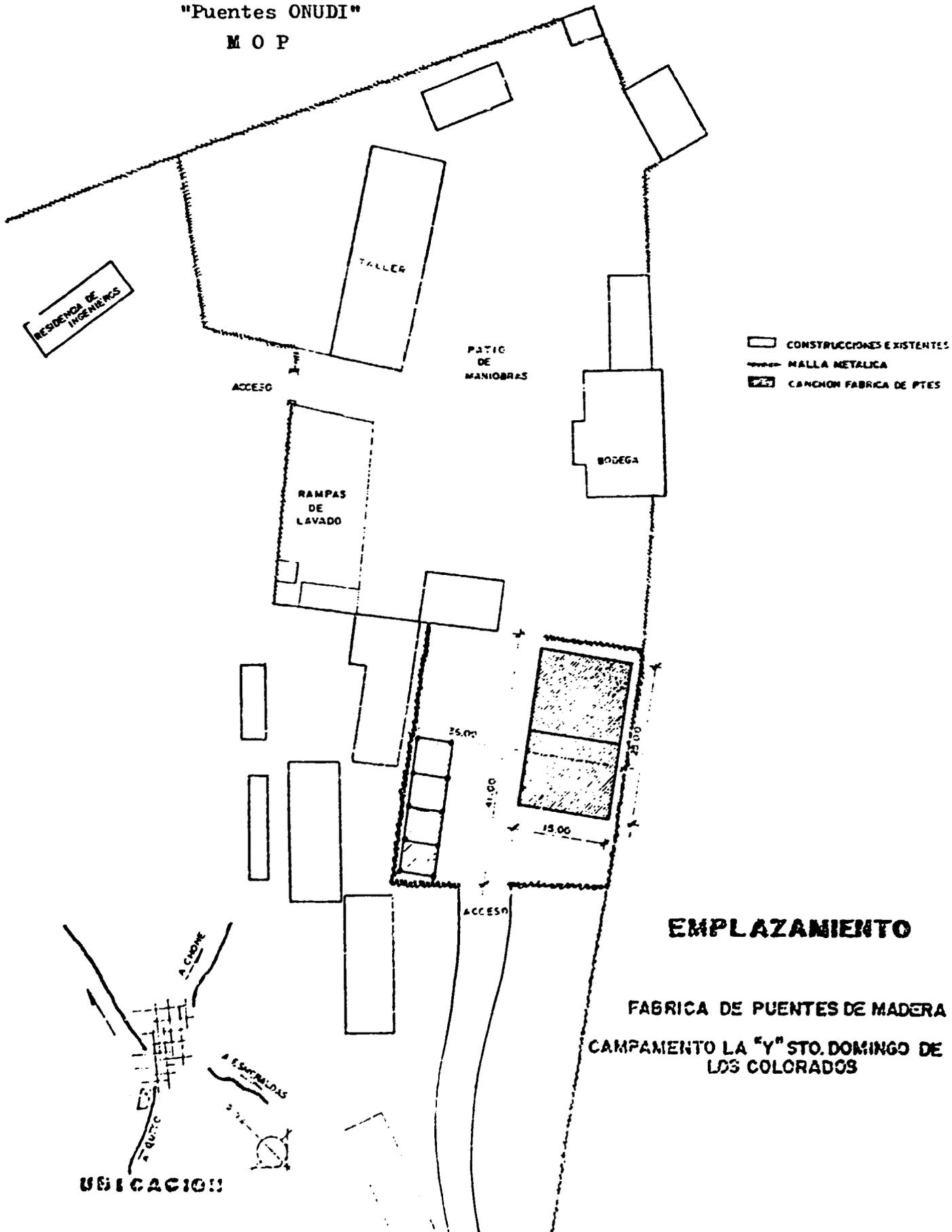
En las siguientes paginas figuran algunos esbozos con detalles de:

- Emplazamiento del taller en Sto. Domingo
- Instalaciones del taller con ubicacion de la maquinaria
- Molde de ensamblaje (2 esbozos)
- Plantilla para los ariostres verticales (Lc 8)
- y
- plantilla de acero para localizar el pasador principal
- Plantillas para el clavado
- 2 esbozos para la fabricacion de extensiones con bancos de rodillas para la sierra radial

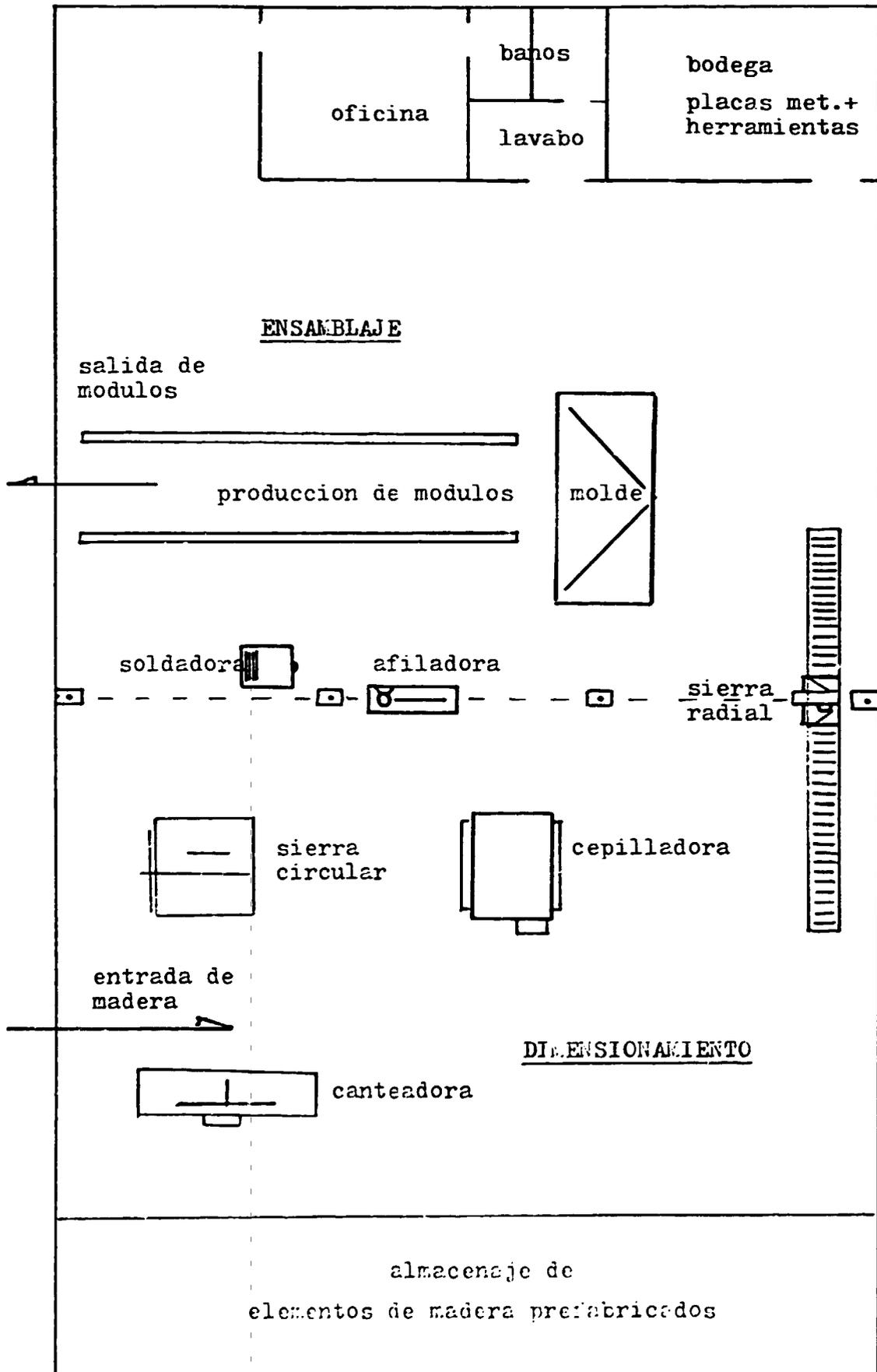
Proyecto UC/ECU/87/053

"Puentes ONUDI"

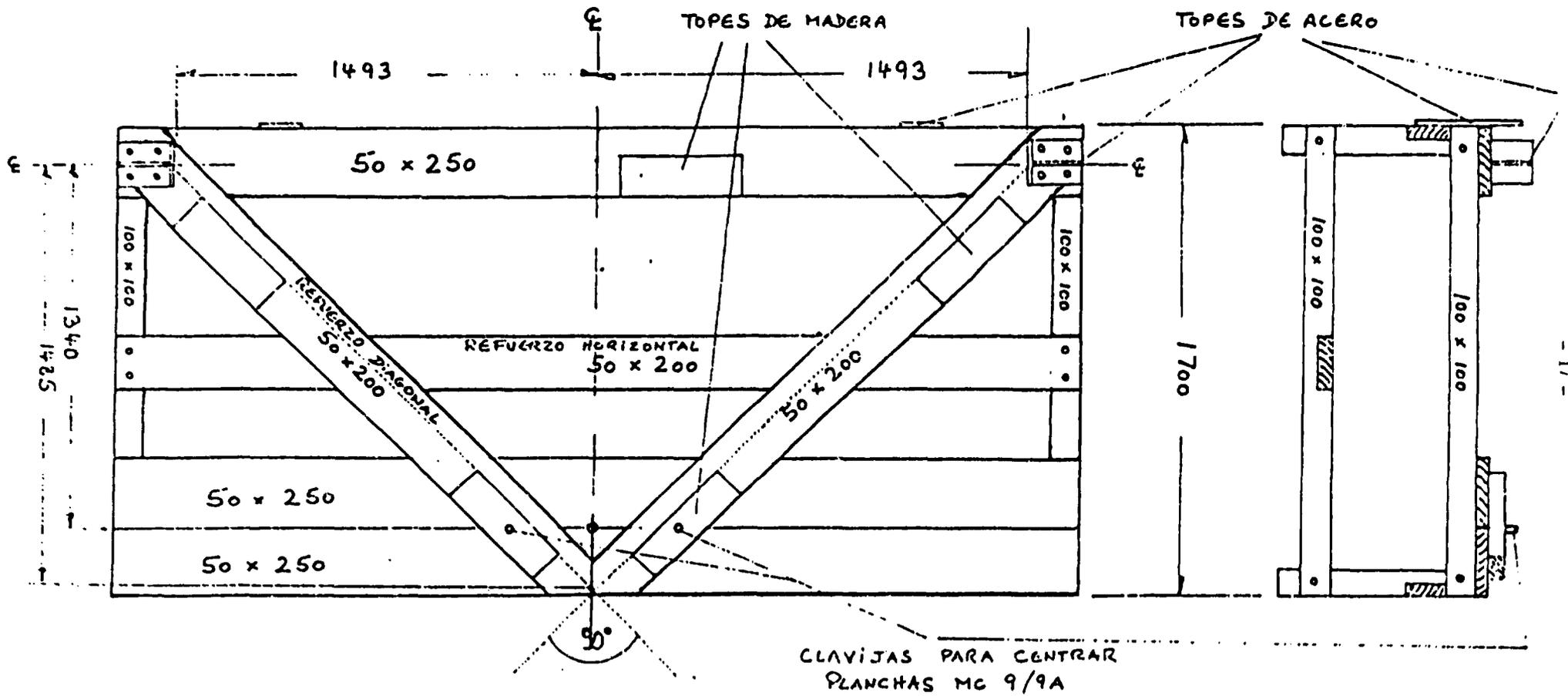
M O P



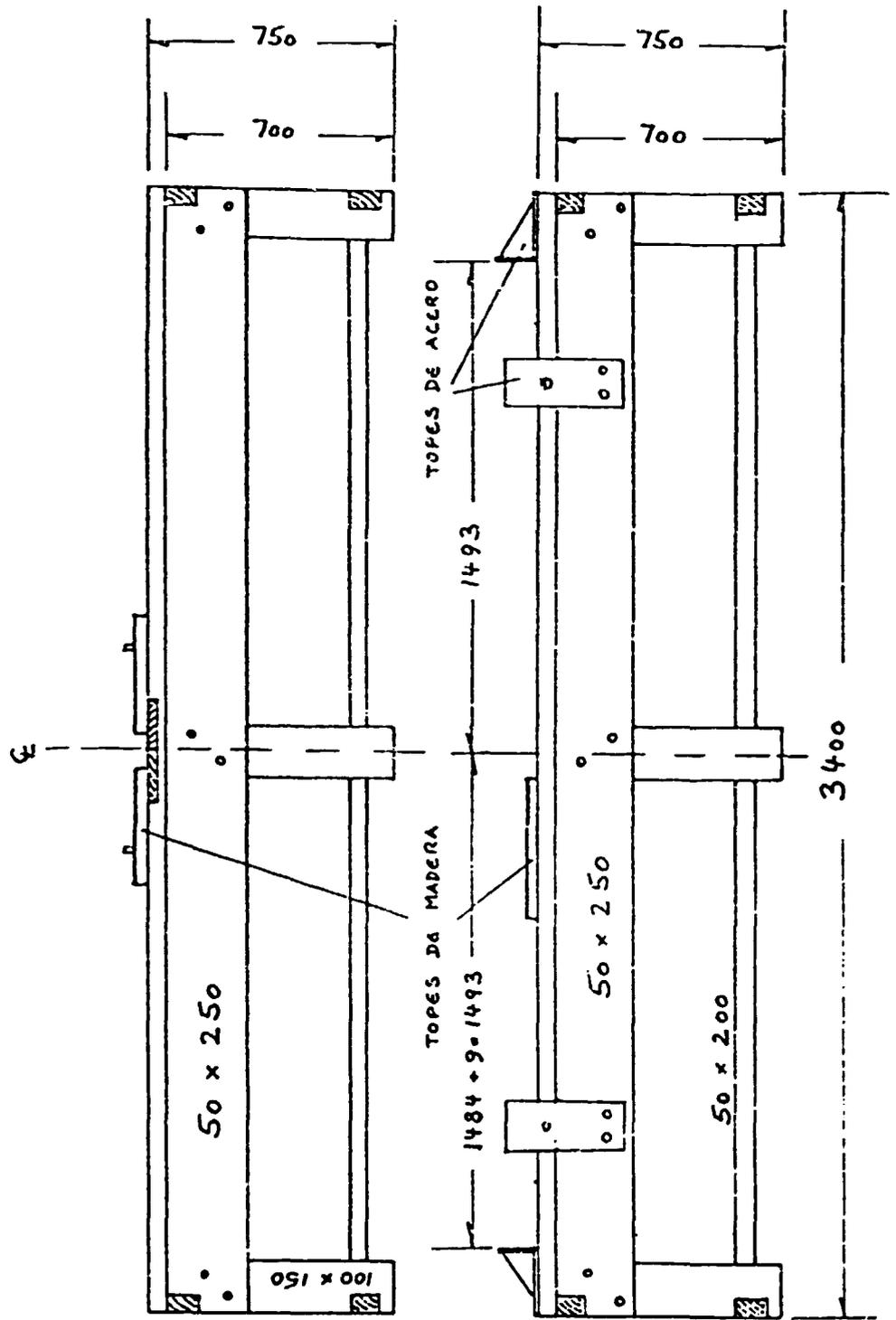
Taller Puentes ONUDI en Sto. Domingo



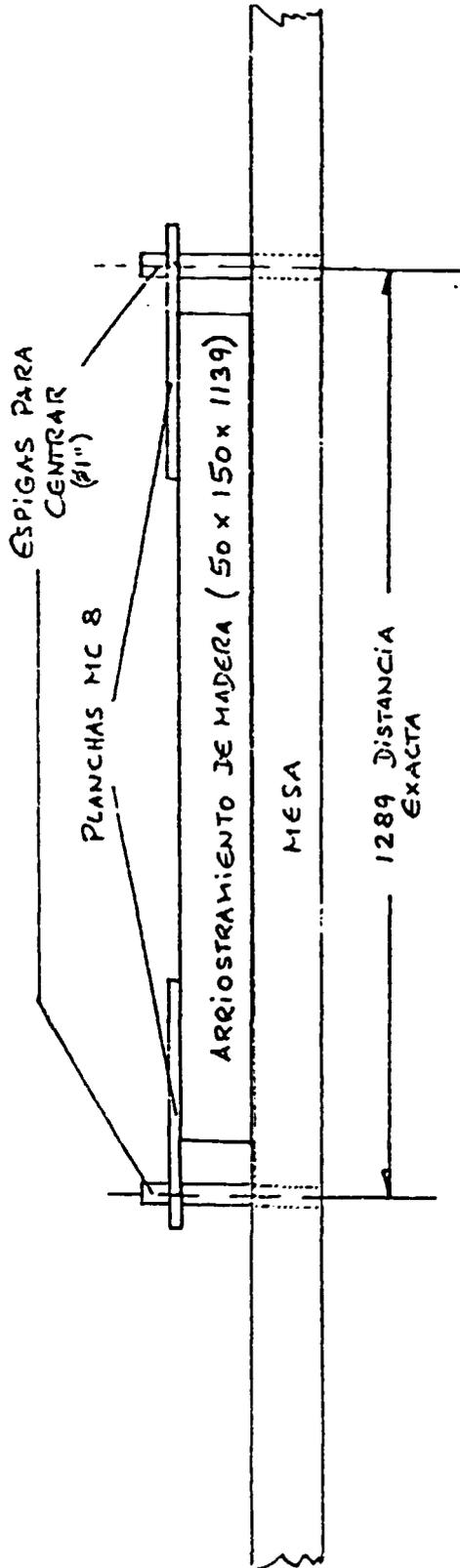
MOLDE DE ASEMBLAJE



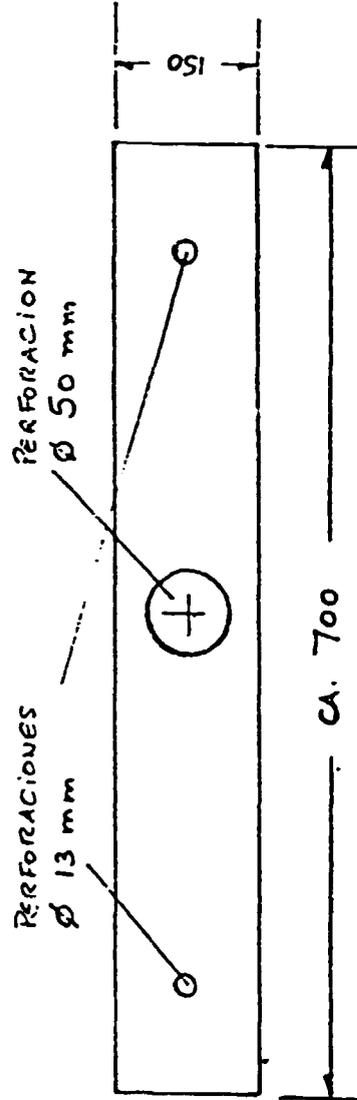
MOLDE DE ASEMBLAJE



molde para arriostres
verticales

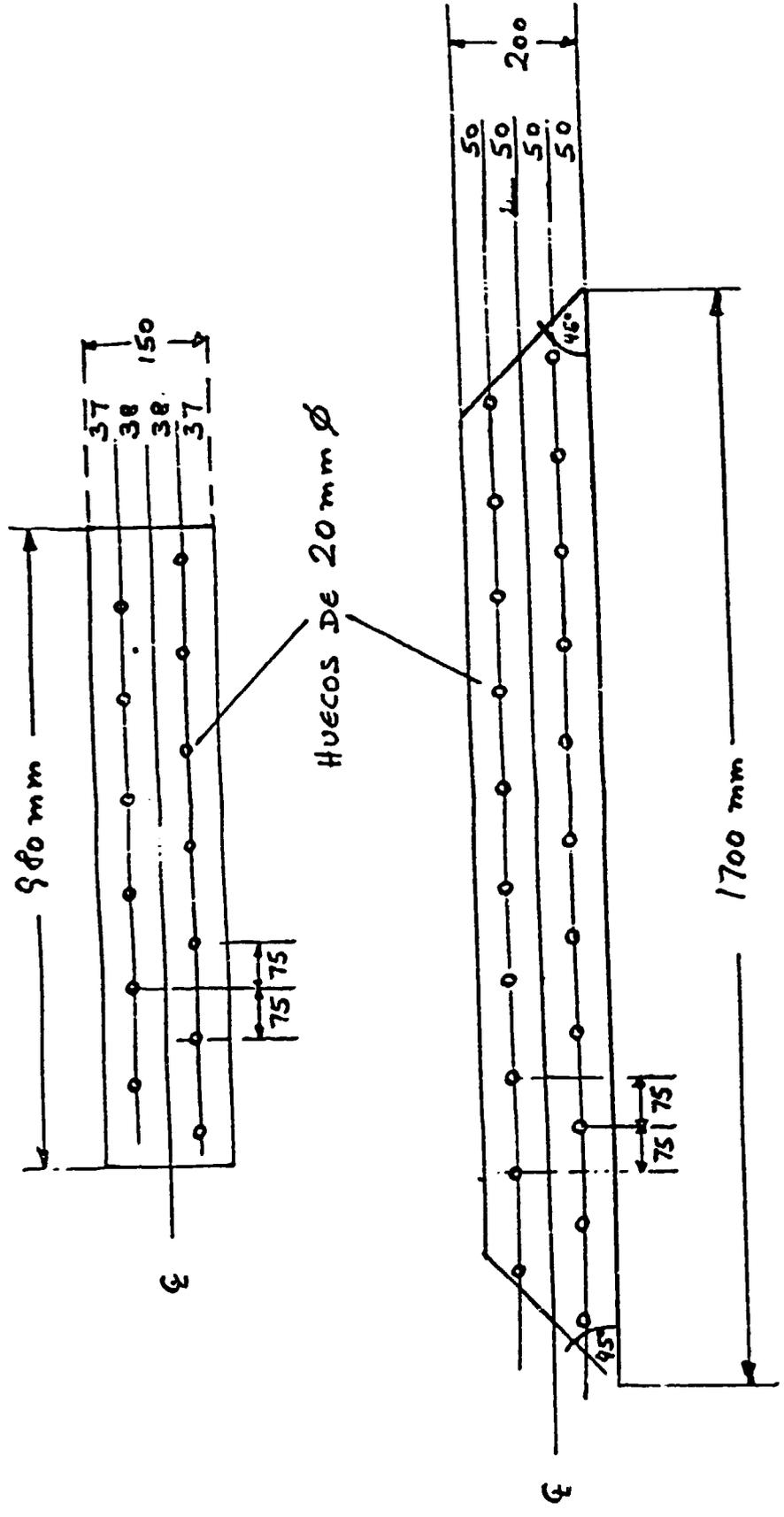


Plantilla para centrar
el pasador principal



MOLDES PARA CLAVAJE

MATERIAL: ACERO, ALUMINIO O MADERA TERCIADA



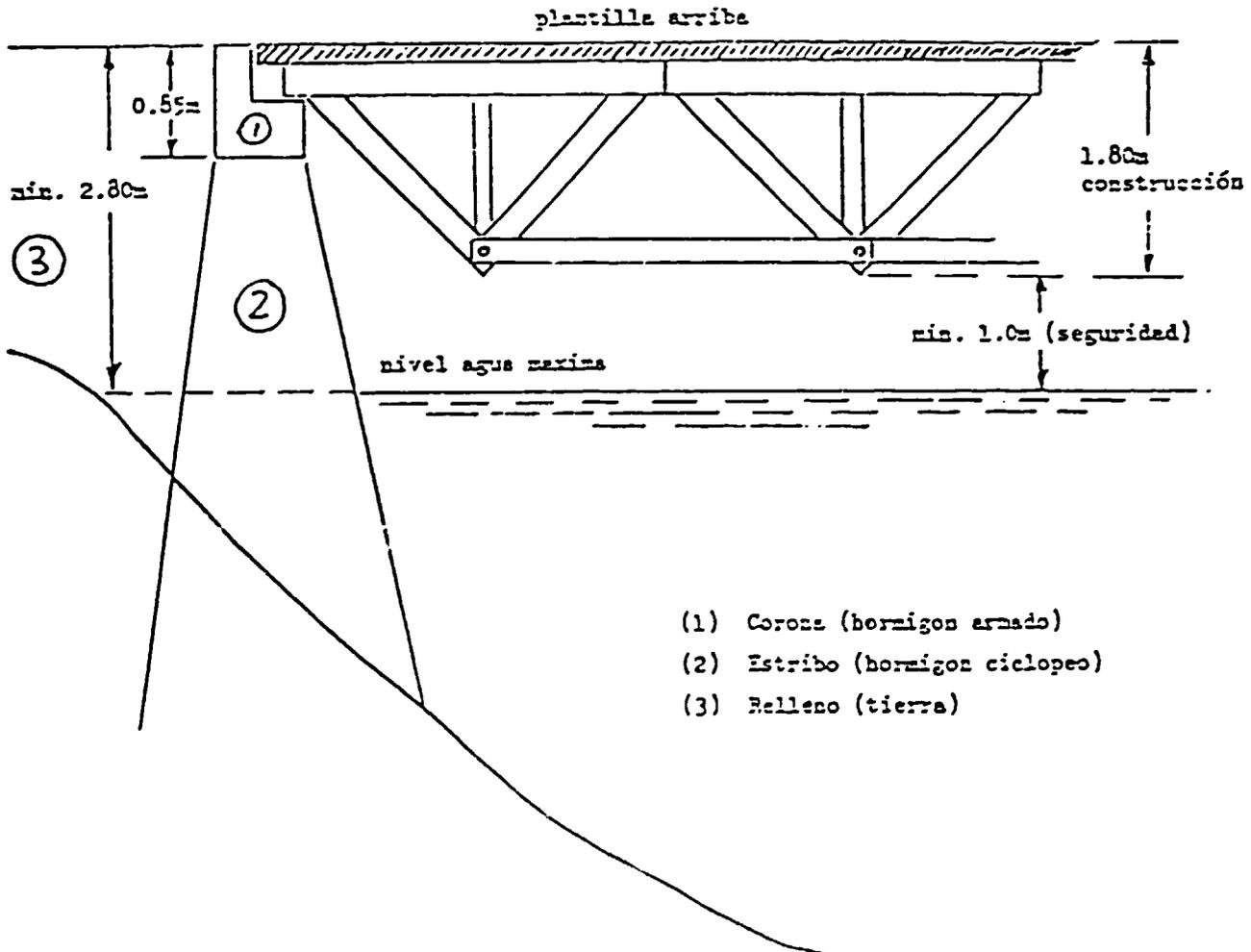
7. Estribos

Los estribos para Puentes ONUDI se construyen tradicionalmente con hormigon ciclopeo con cabezales de hormigon armado (los ultimos segun los planos de la ONUDI). Tambien pueden construirse estribos en mamposteria, con gabiones, pilotes, etc.

Un diseno previo, en algunos casos tambien un estudio de suelos es recomendable, y la obra tiene que estar supervisada por un ingeniero calificado.

Para el sistema ONUDI es preciso que los cabezales o coronas sean exactamente niveladas y alineadas. Ademas tienen que levantarse 2.80 m por lo minimo sobre el nivel de las aguas maximas. Para las distancias criticas hay que referirse a los planos.

Los accesos (al menos por un lado) deben tambien estar preparados antes del lanzamiento, para que las torres de montaje, y una plataforma de lanzamiento pueden ser construidas cerca de los estribos.



8. Lanzamiento

Como en otros proyectos de la ONUDI, el sistema de lanzamiento utilizando dos torres fijas y en posición del eje central de los dos estribos tenía un buen éxito en el proyecto.

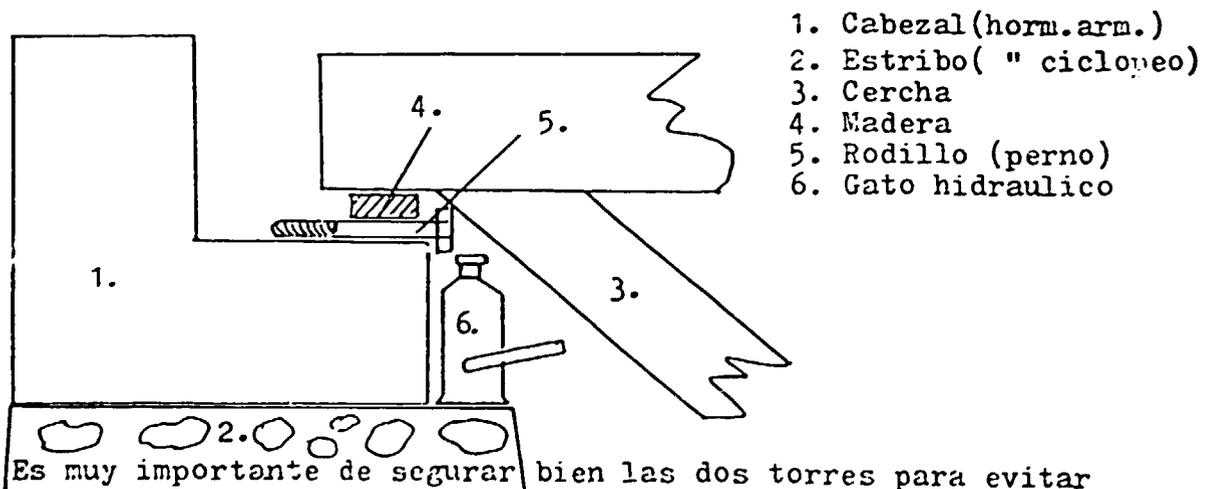
Este sistema precisa desplazar la primera pareja de cerchas - después de su lanzamiento - a un extremo de los estribos para dejar espacio a la segunda pareja de cerchas cual se lanza también en la línea central.

Después hay que mover las dos parejas a su posición final sobre los bolsillos previstos en los cabezales.

El desplazamiento se hace fácilmente con barretas, dejando la pareja de cerchas rodar sobre rodillos (unos 5 pernos a cada lado) colocados bajo de una madera adecuada.

El problema existe en levantar la pareja de cerchas, una vez que esta en su posición final, para sacar los pernos y la madera, porque ya se encuentra fuera de la línea central entre las torres cuales, en caso contrario, podrían servir como bases para el levantamiento.

Un pequeño resalto en los estribos puede perfectamente solucionar este problema, proveendo una base para un gato hidráulico (5 t) - ver dibujo -.

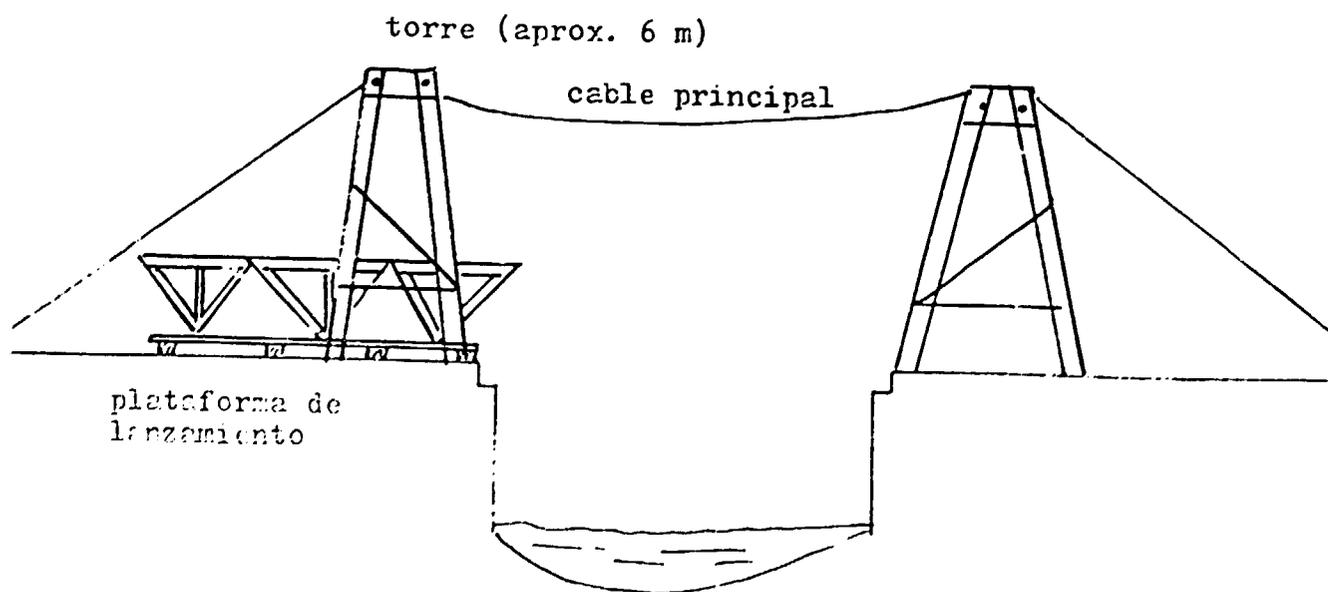


Es muy importante de asegurar bien las dos torres para evitar su colapso durante el lanzamiento.

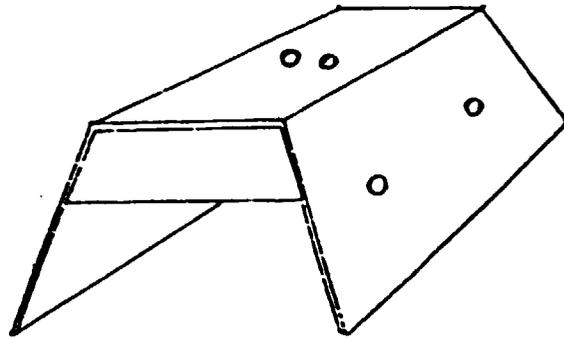
Primero con dos buenos 'muertos' a cada lado de una profundidad de unos 2 metros y en una distancia mínima de 12 - 15 m del centro de cada torre, constituyendo las anclas para el cable fijo y después con cables o sogas fijados en posición oblicua / atrás y lateral a ambos lados de cada torre para evitar su levantamiento en la fase final del lanzamiento, cuando el cable principal soporta el peso máximo.

El cuidado en el ensamblaje de las cerchas sobre la plataforma de lanzamiento determine la rectitud (y el buen aspecto) de la pareja de cerchas antes del lanzamiento mismo. Conviene seguir la orden de los siguientes pasos siempre:

1. Buen alineamiento de los primeros dos módulos, respecto al cabezal del estribo. Para evitar la caída de los módulos, se fijan los ariostres verticales (cruces) sin apretar los pernos.
2. Fijar los tensores metálicos en la pareja delantera de módulos.
3. Colocar los espaciadores de madera entre los tensores, alternando su sección (14 o 15 cm).
4. Colocar espaciadores temporales entre los módulos (2 arriba - a cada extremo - de 70 cm, y 1 en la punta abajo - de 80 cm).
5. Clavar espaciadores entre los tensores, utilizando prensas y trabajando hacia atrás, así permitiendo una rectificación automática del conjunto de cerchas.
6. Alineamiento visual, mirando atrás desde arriba de la primera pareja de módulos.
7. Apretar los 4 pernos de los ariostres verticales (cruces).
8. Colocar y fijar con clavos (min. 6) los ariostres diagonales.
9. Colocar el perno central en los ariostres verticales, y apretarlo, utilizando un espaciador de 21 mm entre los ariostres.
10. Fijar los refuerzos de madera, conectando los módulos (exterior y interior - 4 por bahía), con un min. de 6 clavos c/u.



Cabezal de acero para las dos torres de lanzamiento

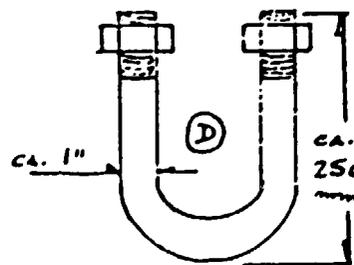
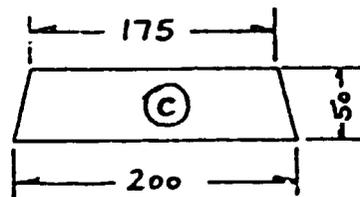
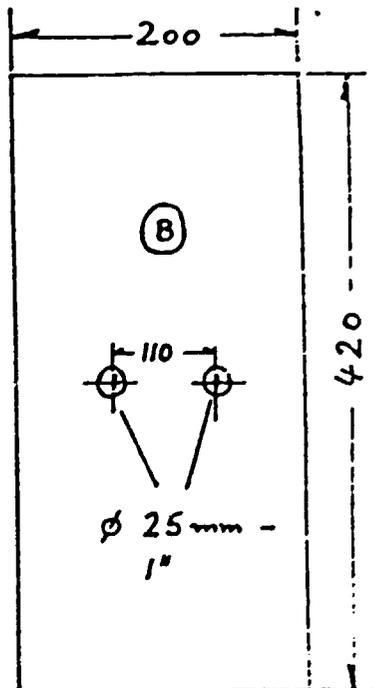
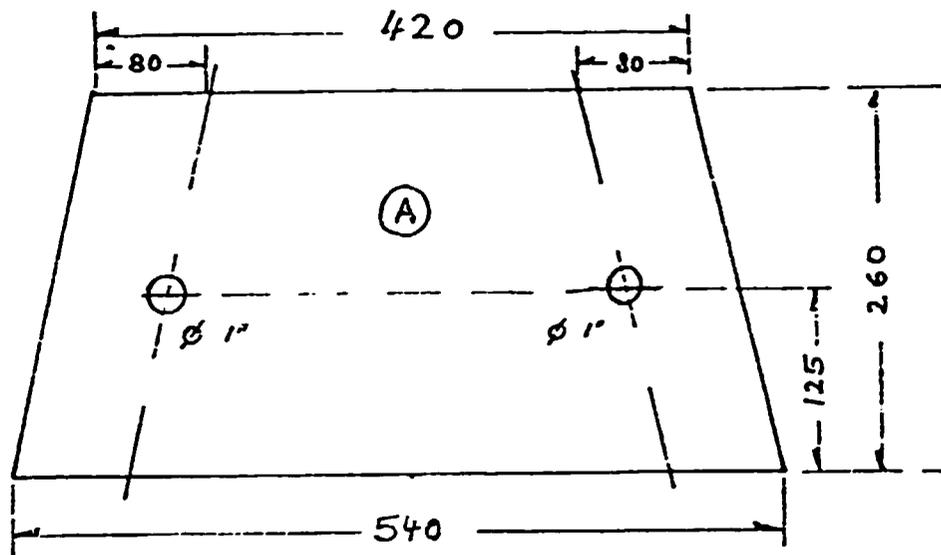


MATERIAL

ACERO

STEEL 12MM

ACIER



A - 4 x

B - 2 x

C - 4 x

D - 2 x

9. Costos (en Junio/Julio 1988 tipo de cambio: 1 USD = 500 S/)

La compra de los materiales, la contratacion de trabajos externos y la contratacion de los estribos se hace directamente por parte del taller de puentes.

Para agilizar este proceso, conviene - como en el proyecto demostrativo - de entregar los fondos (incl. los gastos administrativos de 3.5 %) al PNUD bajo el sistema GCCC.

Las facturas proformas adjuntas cubren la compra de los materiales necesarios para construir en la actualidad:

20 Puentes ONUDI de 15 m de luz = 400 modulos = 300 metros lineales

Clavos de 4"	S/. 891,044	
Acero Structural (12mm) para pasadores	S/. 648,000	
Pernos	S/. 3,347,894	
Placas de Acero (material y fabricacion)	S/. 17,998,640	
Madera (350 m ³) para entrega durante 1988/89	S/. 14,000,000	
	<hr/>	
	S/. 36,885,578	
Varios (reposicion y mantenimiento de las herramientas, etc.)	S/. 3,114,422	
	<hr/>	
	S/. 40,000,000	
gastos de la admini- stracion del PNUD (3.5%)	S/. 1,400,000	
	<hr/>	
TOTAL	S/. 41,400,000	(S/. 138,000 / ml)
	=====	= USD 276 / ml

La construccion de estribos en sitios regulares lleva costos de un promedio de S/. 1.5 mio (USD 3,000)

10. Lista de los Proveedores del Proyecto

Madera	- CEMAPA, Puyo Tel. 885-393 Gerente: Ing. Rafael Rodriguez
	- ACL Lumbaqui Sr. Pedro Zaspe
	- IKA, Sto. Domingo Sr. Sarmiento
	- Aserrio San Gabriel, Sto. Domingo Sra. Jimenez
Planchas de Acero	COMPAC S.A., Quito Tel. 521-551 Gerente: Sr. Papenbruk
Eje de Transmision	IVAN BOHRAN, Quito
Acero Estructural 'liso'	ILCOVISA, Sto. Domingo
Clavos	IDEAL Alhambre, Quito
Pernos	TOPESA, Sangolqui
Confeccion de las Placas Metalicas segun Planos ONUDI	STAHL S.A. Tel. 440-113 Gerente: Ing. Anibal Lopez
Sierras y Cuchillos	- MAQUINAL, Quito - PROKADERA, Quito
Afilado de Sierras de Vidia	PROKADERA, Quito
Maquinaria para Trabajar Madera	DAFIGO, Metalurgica Ecuatoriana Tel. 267-600 Gerente: Ing. Figueroa
Sierra Radial	Jose I. HURTADO, Bogota/Colombia Gerente: Ing. Hurtado
Equipo de Lanzamiento	SECALT (TIRFOR) , Luxemburgo

11. Continuacion del Proyecto

La alta demanda en este tipo de puentes para los caminos vecinales del país - estimaciones del MOP sobrepasan 1000 unidades a nivel nacional - y el interés del Ministerio de seguir con las actividades, merecen una ampliación del proyecto con una continua asesoría durante aprox. dos años por parte de la ONUDI, con el fin de instalar otros centros de fabricación y equipo moderno de secado. Una tal asesoría podría verse como parte de un proyecto de asistencia técnica para la industria de madera, lo que se está contemplando.

En particular se piensa en:

- asistencia en la instalación de otros centros de fabricación (Loja, Macas, Kachala, San Lorenzo), y el entrenamiento del personal respectivo en fabricación y lanzamiento.
- asistencia en la instalación de una secadora solar/industrial para aprox. 20 m³ de madera en Sto. Domingo, y posiblemente también en los otros centros.
- capacitación en tecnología de madera: selección, calificación, abastecimiento, secado, preservación .
- asistencia en la planificación presupuestaria y organización de la producción .
- asistencia en la eventual creación de un 'Fondo Nacional de Caminos Vecinales' (según el ejemplo de Colombia).
- ayuda en la presentación del sistema ONUDI en seminarios internacionales, y organización de seminarios nacionales
- asesoría continua para la aplicación de la madera en estructuras modulares como puentes, casas, galpones, etc.
- colaboración con otros proyectos del PNUD y de otras instituciones.

Quito, julio 8 de 1988

I N F O R M E T E C N I C O

PROYECTO ECU/87/053 del MOP
"PUENTES MODULARES DE MADERA ONUDI"

Informe de Actividades, periodo enero de 1988 - junio 1988,
Supervisión de construcciones, estribos para puentes de madera
TIPO ONUDI

ACTIVIDADES GENERALES

Como experto nacional en el presente proyecto, empecé mi actividad el 13 de octubre de 1987, con una inspección con el Ing. Julio Zea, Jefe de Mantenimiento vial del MOP, por los diferentes caminos ve ci na le s de la Zona de Santo Domingo, con el objeto de determinar - posibles sitios para la ubicación de puentes ONUDI.

El resultado de este recorrido está indicado en el informe dirigido el 14-X-1987 a Nicole Styer J.P.O. ONUDI con copia al Ing. Nel són Jiménez.

Los sitios escogidos como posibles son: Umpe Chico, Campeche, Cajones, Guaijas, Corina, Saltos, Bimbesito, con puentes ONUDI que varían entre 12 y 18 mts. de luz.

Por motivos de fuerza mayor (estación invernal) no fue posible co m e n z a la construcción de los estribos en forma inmediata, motivo por el cual mi actividad en el proyecto estuvo dirigida primero a la supervisión y control de la construcción del galpón donde funcio na la Fábrica de Puentes. Además bajo la dirección del Sr. Harold Erichsen, "Asesor Técnico Principal de la ONUDI", estuve a cargo de la supervisión de la instalación del equipo de carpintería, recepción de madera, construcción de dos extensiones para la sierra radial, dimensionamiento de madera para la construcción de módulos para puentes de madera, construcción de módulos, etc. Debo indicar que en todo momento durante las diferentes etapas de ejecución del pro y e c t o recibimos tanto los técnicos nacionales, como los obreros de el MOP, instrucciones precisas, por parte del asesor técnico Princi pi

pal de la ONUDI, transmitiéndonos en detalle toda la tecnología para la fabricación en el taller de los módulos para puentes ONUDI, faltando únicamente recibir por parte de él, la tecnología para el lanzamiento del puente en sitio.

Luego de transcurrido la estación invernal el MOP procedió a contratar la construcción de los estribos, para el puente Umpe - Chico.

DISEÑO DE ESTRIBOS

- Para el diseño de los estribos del puente Umpe Chico se tienen en - consideración los siguientes datos:
- Se diseñaron para resistir empujes de tierra, su peso propio, el peso de la superestructura, las cargas de tránsito actuando sobre cualquier parte de la superestructura sobre el relleno posterior, las - fuerzas logitudinales etc.
- Se chequeó la seguridad contra el volcamiento y el desplazamiento, controlando que no se sobrepase las tensiones admisibles de trabajo del suelo. Este último dato proporcionado por el MOP considerando suelo 10 ton/m²
- El estribo se diseñó para ser construido de hormigón ciclópeo, con una zapata de hormigón ciclópeo reforzado con hierro \varnothing 1/2"
- Los muros de ala tendrán las dimensiones adecuadas para retener los rellenos de la vía y protegerlos contra la erosión, las dimensiones dependerán de la topografía del lugar y de los taludes previstos según sea el caso.
- La carga viva que se ha tomado para el diseño de los estribos es de un HS-20-44.
- La capacidad portante del suelo 1 Kg/cm² = 10 ton/cm², dato proporcionado por el Ing. Julio Zea al MOP.
- El hormigón ciclópeo estará formado por el 60% de hormigón simple. f'c = 180 Kg/cm² y 40% de material desplazante (piedra).

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

- Para la construcción en general de estribos y muros de ala para puentes ONUDI, el MOP para bajar costos debe tratar de utilizar la mano de obra de las comunas interesadas, debiendo el MOP proporcionar el cemento y los agregados, además de la dirección técnica, supervisión y control de calidad.
- Los estribos en lo posible deben ser de hormigón ciclópeo, donde las condiciones lo permitan, caso contrario se puede optar por estribos de hormigón armado.
- Se puede tener en cuenta la construcción de estribos, fabricados con pilotes de madera, y utilizando la cadena de pilotes del MOP.
- Los muros de ala pueden ser también de gaviones, en sitios donde el material se encuentra a la mano, no siendo recomendable para estribos con alturas muy grandes.
- Como alternativa para la construcción de estribos, el MOP debe estudiar la posibilidad de utilizar tubos del oleoducto destruido en el terreno del 5 de marzo de 1986 que se encuentra en el Oriente. Existen aproximadamente 40 Kilometros de tubería con diferentes diámetros, Estos tubos también pueden ser utilizados como pilas intermedias para luces de varios tramos.

RECONOCIMIENTO

A nombre del personal del MOP y del mio propio, debo expresar mi agradecimiento a todos y cada uno de los personeros de la ONUDI, y de manera especial al Sr. Harold Erichsen, quien ha entregado todo su conocimiento y tecnología de puentes ONUDI para beneficio de nuestro país.


ING. DANIEL URIGUEN S.

