



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

APOYO A REHABILITACION DE PUENTES EN AREAS

DECLARADAS EN EMERGENCIA

US/BOL/84/206

BOLIVIA

Informe Intermedio: Tercera misión para la *
introducción de un sistema de
puentes modulares de madera.

Preparado para el Gobierno de Bolivia
por la Organización de las Naciones Unidas
para el Desarrollo Industrial.

Basado en el trabajo del Sr. Harald Erichsen,
Consejero para industrias forestales y experto de la ONUDI.

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

NOTA

La ultima parte del tablero a los dos lados del puente se construyo en una forma que es retirable para facilitar la inspeccion y el mantenimiento de los apoyos del puente.

Para suportar estas secciones retirables conviene fundir apoyos de hormigon ciclopeo entre las cerchas o de confeccionar pedazos de madera dura (CUCHI, TAJIBO) para el mismo fin.

Los apoyos actuales, ensamblados por varias maderas, son solo provisionales.

AGRADECIMIENTOS

Por la oportunidad de terminar esta mision con el exitoso lanzamiento del primer 'Puente ONUDI' en Bolivia sobre el rio Piquiri, agradezco a nuestros obreros de Buen Retiro y de la Colonia Antofagasta por haber realizado los trabajos fisicos de la construccion, al Sr. Rosso Fernandez, jefe carpintero en el CDF por su excelente colaboracion dedicada durante la prefabricacion de los elementos en el CDF, asi como durante el lanzamiento y la terminacion del puente en el campo, al Ing. Jose Herrera de CORDECRUZ por el diseno y los calculos profesionales de los estribos y a todas las demas personas que han ayudado en la realizacion del proyecto.

Para su apoyo en forma de una donacion de pernos y planchas de acero agradecemos al Sr. Hanns Hiller, consul de la RFA en Sta. Cruz.

Mis agradecimientos especiales van al Ing. Carlos Franco, contraparte dedicada y encargado del proyecto por parte de CORDECRUZ por su excelente trabajo de coordinacion, asi procurando las precondiciones para la exitosa terminacion del puente y al Ing. Agr. Gonzalo Figueroa, contraparte practica del proyecto por parte del CDF por su sobresaliente participacion activa, responsable y fisica durante todo el proyecto.

C O N T E N I D O

Nota

Agradecimientos

1.	Actividades del Proyecto.....Pag.	1
2.	Costos	2
3.	Conclusiones Practicas	2
3.1.	Madera	2
3.2.	Partes Metalicas	4
3.3.	Estribos y Lanzamiento	4
3.4.	Herramientas	5
4.	Continuacion del Proyecto	6
	Fotografias del Proyecto	8

1. Actividades del Proyecto

La tercera mision concluyo con el exitoso lanzamiento del primer puente ONUDI en Bolivia sobre el rio 'Piquiri' con una luz libre de 18 metros.

Esta vez la mayoria de las condiciones estipuladas en el informe intermedio de la segunda mision con fecha de 9 de Noviembre 1985 fueron cumplidas, cuando el experto llego a Sta. Cruz el 17 de Marzo 1986.

Faltaba la adquisicion de una menor cantidad de madera, asi como unos pernos y el dimensionamiento exacto de la madera recibida. Estos trabajos se hizieron durante la primera semana de la mision en el CDF, y el dia 25 de Marzo empesaron las actividades en el campo.

El puente fue terminado el dia 11 de Abril 1986 con una pequena inauguracion. En total, el lanzamiento y la terminacion del puente tomo 12 dias laborables:

- 2 dias para la preparacion de las torres y de la plataforma de lanzamiento
- 2 dias para el lanzamiento de las dos parejas de cerchas
- 6 dias para la terminacion del tablero
- 2 dias para los pasa manos, bordillos y tablas de rodaje

Los trabajos se desarrollaban sin problemas despues de la adquisicion de un generador portatil, permitiendo el uso de los taladros electricos para las diferentes perforaciones.

El dia 11 de Abril, antes de abrir el puente para el trafico vehicular, se efectuo una prueba de carga utilizando maquinaria pesada para caminos y un camion llenado con tierra.

Durante esta prueba la contraflecha por diseno en el centro del puente bajo de 15 cms sin carga a 13 cms con carga (approx. 25 toneladas) y regresaba despues a su posicion inicial.

2. Costos

Los costos totales del puente ONUDI sobre el rio 'Piquiri' fueron calculados por CORDECRUZ a USD 42,000, dentro los cuales los costos de los estribos y accesos figuran con USD 25,000 y el puente mismo (la superestructura modular) con USD 17,000 (USD 945 por metro lineal).

Esta ultima cifra incluye por el otro lado tambien toda la madera todavia existente en el CDF - y prevista para los puentes de 'Chuchio' y 'Caimanes'. Esto significa, que los costos reales de la obra en 'Piquiri' estan mas bajos y mas conformes a las cifras obtenidas en otros proyectos, donde los costos de un puente ONUDI (la superestructura) oszillan entre USD 400 y USD 600 por metro lineal.

Mientras que en el futuro los costos de un puente ONUDI, prefabricado dentro de un proyecto CORDECRUZ/CDF pueden calcularse facilmente por metro lineal - dependen de los costos de los materiales y de la mano de obra, y quedan relativamente fijos - los costos de los estribos y accesos varian considerablemente segun el sitio, y tienen que calcularse separadamente.

3. Conclusiones Practicas

Para la parte tecnica y del diseno se ruega referirse al manual TRADA (tomos I - V), cual se encuentra con la contraparte, el Departamiento Vial de CORDECRUZ.

3.1. Madera

La madera utilizada por la realizacion del primer puente ONUDI fue de excelente calidad, proveniente de las especies:

- TAJIBO (Tabebuia serratifolia)
- CUCHI (Astronium spp / Myracrodruon spp)
- PALO MARIA (Calophyllum brasiliense)
- JICHITURIQUI (Aspidosperma macrocarpon)

Todas estas especies tienen una alta durabilidad natural y resisten los ataques de hongos y/o insectos sin la necesidad de preservarlas en autoclave. Por esto se prestan bien para la construcción de puentes ONUDI.

La madera CUCHI, la madera mas durable y mas pesada de la zona por el otro lado, es tan dura que resulta imposible clavarla (hasta que se quebran las brocas en el proceso de preferirla).

En la construcción de los proximos puentes conviene utilizar la madera TAJIBO en la construcción de los modulos y para las tablas de rodaje, sobre todo por sus excelentes propiedades mecanicas, y la madera PALO MARIA para los arriostres, la veranda y el tablero, donde la facilidad de clavarla economizara tiempo de construcción.

Algunas otras maderas aptas para puentes ONUDI son:

- CACHIMBO (Cariniana Domestica)
- JICHITURIQUI (Aspidosperma Macrocarpon)
- VERDOLAGO (Terminalia Amazonica)
- ROBLE (Amburana Clarensis)
- PECHICHE (Vitex Gigantea)
- MURURE (Clarisia Racemosa)
- TROMPILLO (Guarea spp)

La adquisición de la madera hay que hacerla en un aserradero bien instalado y con concesiones propias directamente en la zona forestal para evitar un precio demasiado elevado.

Aserraderos en la zona de San Carlos, cerca del sitio 'Liquiri' cobran (Abril 1986) un precio regular de \$B 1,000,000 = USD 0.50 por pie tablar (USD 212 / m³). Este precio puede todavia discutirse con el dueño, si se trata de un pedido importante y facil por sus dimensiones, como es el caso de los puentes ONUDI, cuales utilizan 1 m³ por metro lineal.

3.2. Partes Metalicas

La fabricacion de las platinas metalicas, contratada en un taller privado en Sta. Cruz dejaba a desear en respecto a la importante precision.

Seria conveniente, en el futuro, de contratar estos trabajos en un taller mejor equipado, por ejemplo el taller semiestatal de la ENFE en Robore.

Las planchas y tiras conviene pedir las de la fabrica DUFER S.A. en São Paulo/Brasil a traves de su agente Boliviano H.Paus en Cochabamba. Esta empresa ofrecio un precio muy favorable de USD 320 por tonelada cif Robore.

3.3. Estribos y Lanzamiento

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

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

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

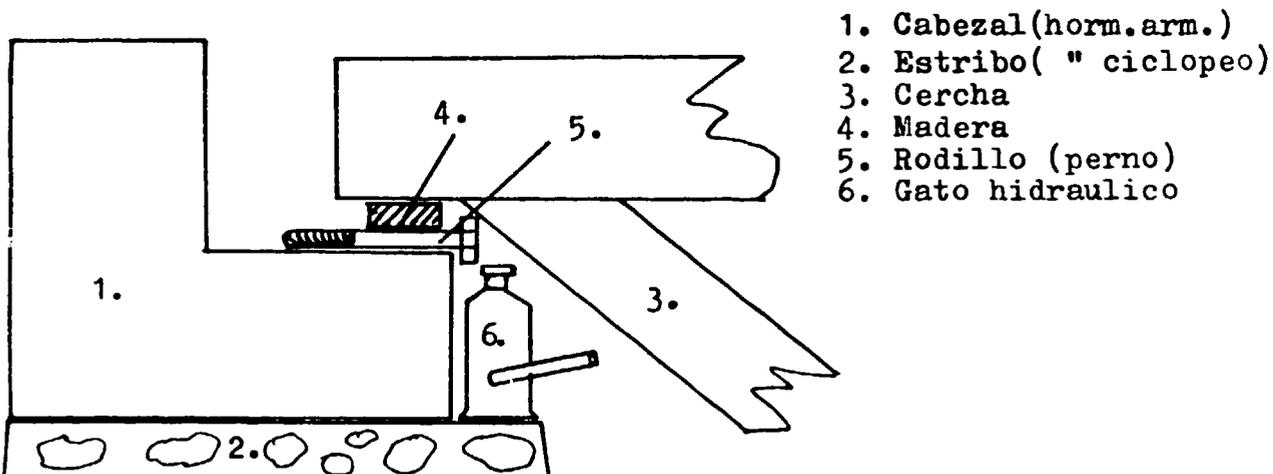
El desplazamiento se hace facilmente con barretas, dejando la pareja de cerchas rodar sobre rodillos (unos 5 pernos a cada lado) colocados bajo de una madera adecuada.

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

Un pequeno resalto en los estribos puede perfectamente solucionar este problema, proveendo una base para un gato hidraulico (5 t)

- ver dibujo -.

Se ruega de incorporar, si esto es factible, este pequeño cambio en el diseño de los estribos para los siguientes puentes.



1. Cabezal(horm.arm.)
2. Estribo(" ciclopeo)
3. Cercha
4. Madera
5. Rodillo (perno)
6. Gato hidraulico

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 minima de 12 - 15 m del centro de cada torre, constituyendo las anclas para el cable fijo y despues con cables o sogas fijados en posicion oblicua / atras 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 maximo (como ocurio en forma ligera al lado cercano del sitio 'Piquiri', donde no habia para fijar estas amarras). Es importante excavar una trinchera a un ángulo de unos 30o para permitir que el cable vaya en línea recta desde los troncos hasta la torre. (Las fotografias en la página 12 no muestran la trinchera inclinada, pero en la Parte 3, página 11 del Manual aparece. (Doc. UNIDO/IO/R.161).

3.4 Herramientas

El uso de herramientas de buena calidad, sobre todo para los trabajos en el campo, lejos del lugar de adquisiciones, es preciso y vale el precio más alto que éstos pueden tener. Esta regla general se refiere -por la experiencia obtenida en Piquiri - específicamente a:

- martillos y combos
- barretas y 'patas de cabra'
- prensas (éstas últimas se utilizan mucho durante el lanzamiento y la terminación de los puentes ONUDI).

4. Continuacion del Proyecto

Base para la continuacion del proyecto es el convenio entre CORDECRUZ y el CDF, cual estaba por firmar cuando la tercera mision del experto termino.

Suponiendo este convenio firmado, CORDECRUZ tiene que contratar los materiales de madera, acero, pernos, clavos, etc. segun la especificacion que forma parte del convenio.

Mientras que la madera requiere un apilado ordenado y por dimensiones para el secado al aire libre (pero bajo techo) durante 2 - 4 meses, hay que presionar la fabricacion de las platinas metalicas segun los planos, para que la produccion de modulos puede continuar en el CDF, utilizando la madera todavia existente en el taller y ya seca.

Al mismo tiempo, y aprovechando de la estacion seca, hay que preparar los estribos para los puentes planificados.

El previsto traslado del taller al Parque Industrial depende todavia de la disponibilidad (o construccion) de un galpon adecuado y de la entrega de la maquinaria por parte de la ONUDI.

Entretiempo seria perfectamente posible seguir con los trabajos en el taller original del CDF, donde ahora existe mucho mas espacio fisico, debido al traslado de las otras actividades del CDF al Parque Industrial. Seria conveniente de obtener el acuerdo del Ministerio de Agricultura sobre el uso intermedio y exclusivo de estas instalaciones y de las maquinas existentes - cepilladora, sierra radial, sierra circular y canteadora (esta ultima necesita un reacondicionamiento).

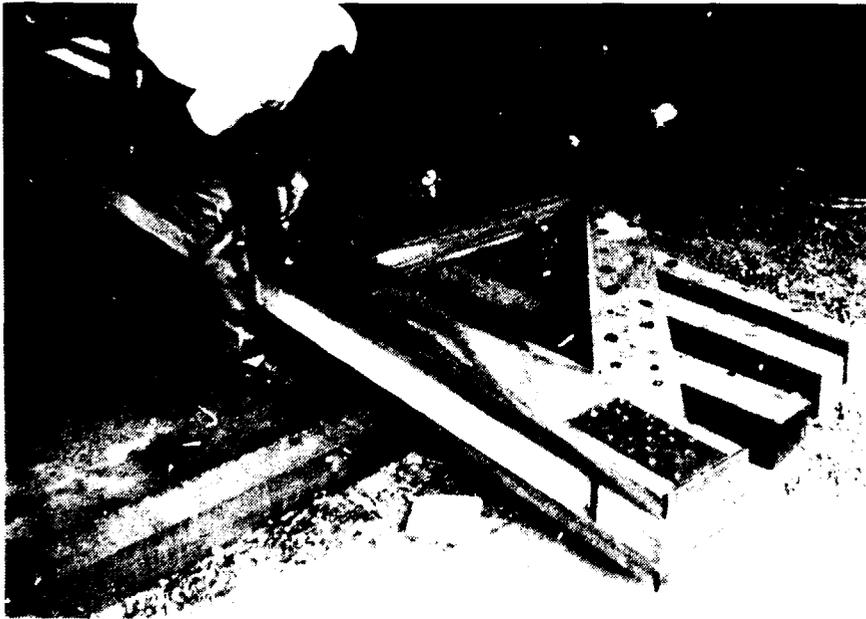
Existe tambien una secadora industrial, marca HILDEBRAND, cual por la falta de algunos repuestos nunca estaba en uso. La secadora tiene un tamano ideal (aprox. 20 m³) para uso en el proyecto - secado de la madera destinada a la fabricacion de los modulos - y se ruega fuertemente a CORDECRUZ de cubrir los costos de la reparacion (estimacion: USD 800).

El experto por su parte esta dispuesto - dentro de sus posibilidades - de encargarse con el despacho de estos repuestos hacia Sta. Cruz, cuando obtenga la confirmacion por parte de CORDECRUZ sobre el reembolso de los costos.

Suponiendo un desarrollo de las actividades, como previsto, la proxima mision del experto se podria planificar tentativamente para Julio/Agosto del presente ano.

Durante esta mision el se encargara - junto con los ingenieros de la contraparte - de reiniciar y supervisar la fabricacion de los modulos, controlar la fabricacion de las platinas metalicas, planificar e instalar el nuevo taller en el Parque Industrial, y posiblemente realizar el lanzamiento de los proximos puentes ONUDI en Chuchio (12 m) y/o Caimanes (18 - 21m).

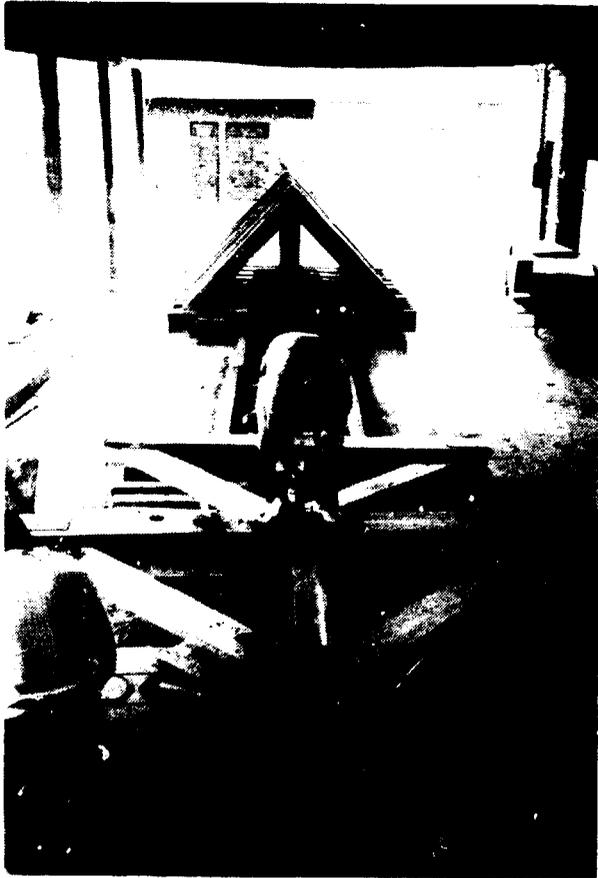
FOTOGRAFIAS DEL PROYECTO



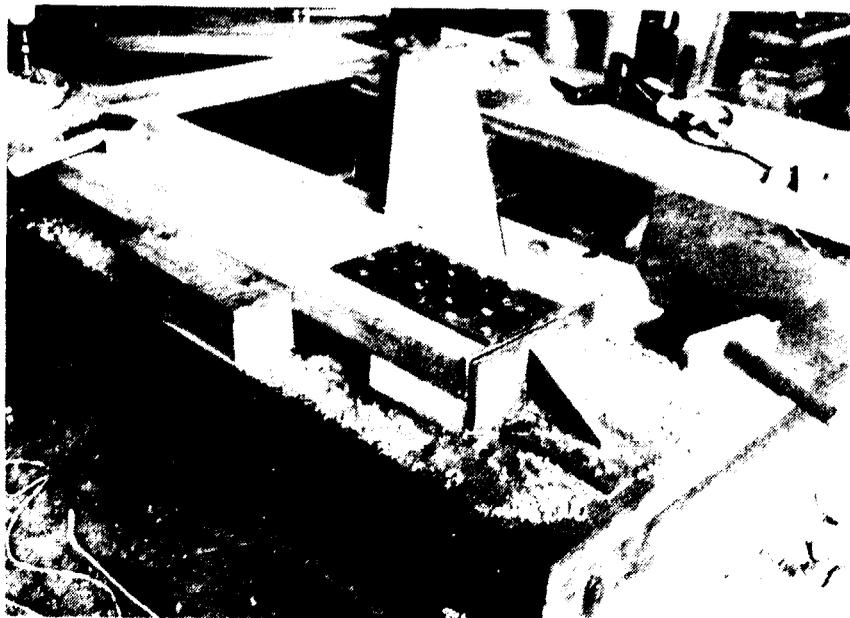
Trabajos en el CDF

Julio 1985





Trabajos en el Centro de Desarrollo Forestal (CDF)
Julio 1985





Julio 1985

Construccion de los estribos en el sitio 'PIQUIRI'

Octubre 1985





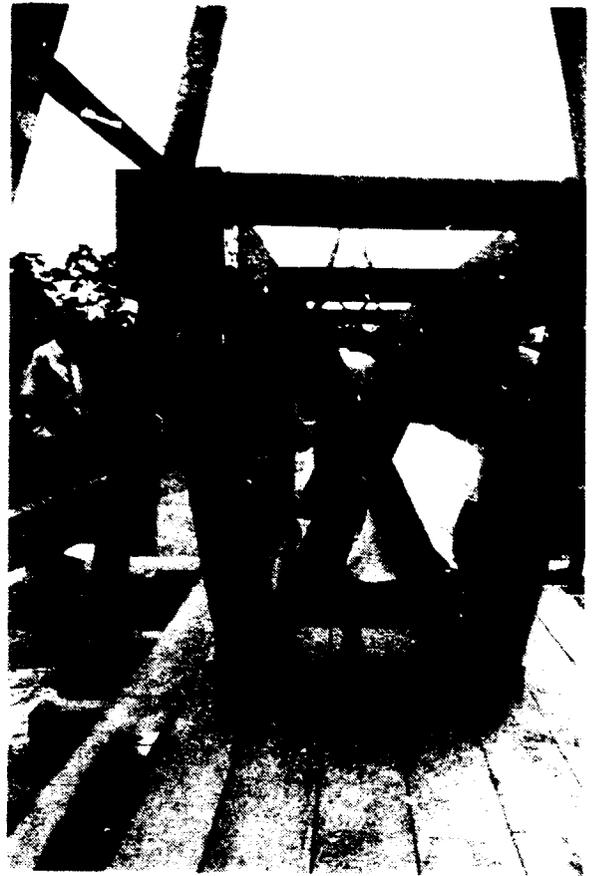
Construccion de las torres de lanzamiento
en el sitio 'PIQUIRI' Marzo 1986





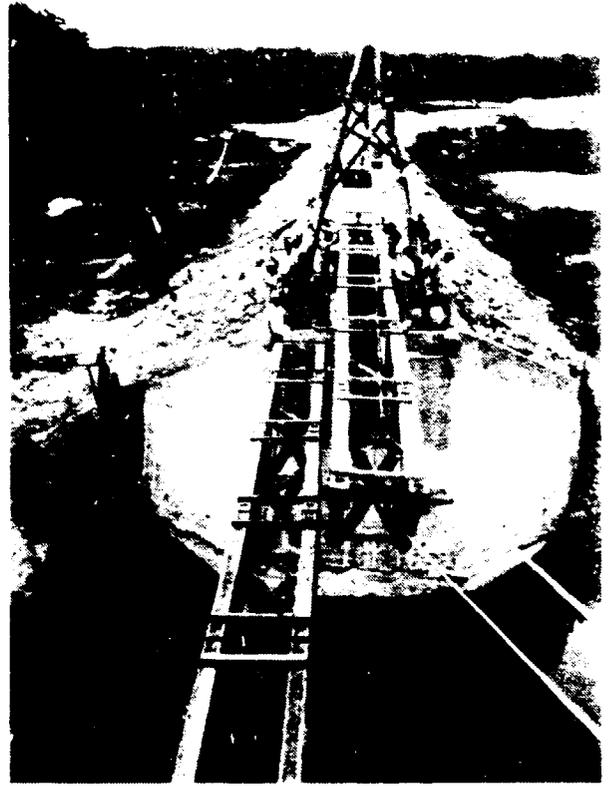
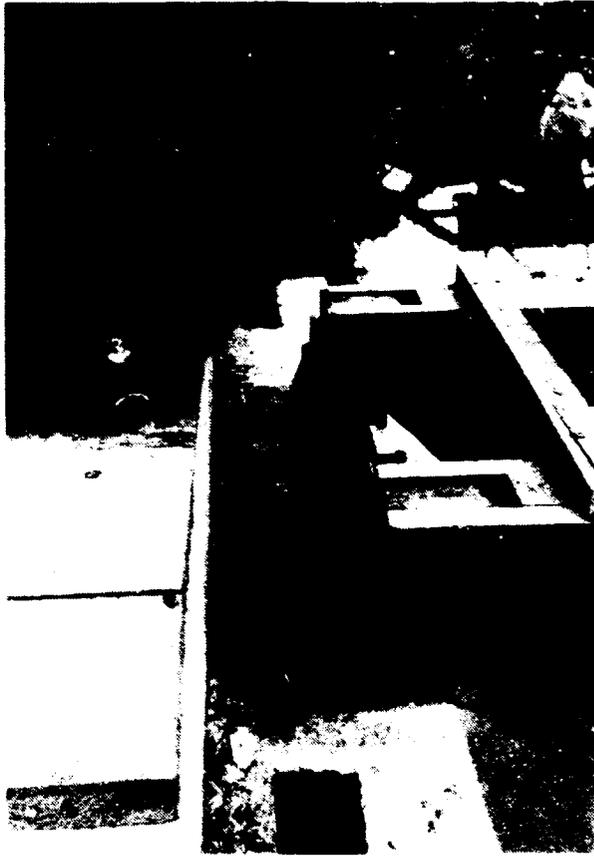
Excavacion para los 'Muertos'
Profundidad: aprox. 2 metros - importante para la
seguridad durante el lanzamiento





Armando los primeros modulos sobre
una plataforma de lanzamiento Marzo 1986



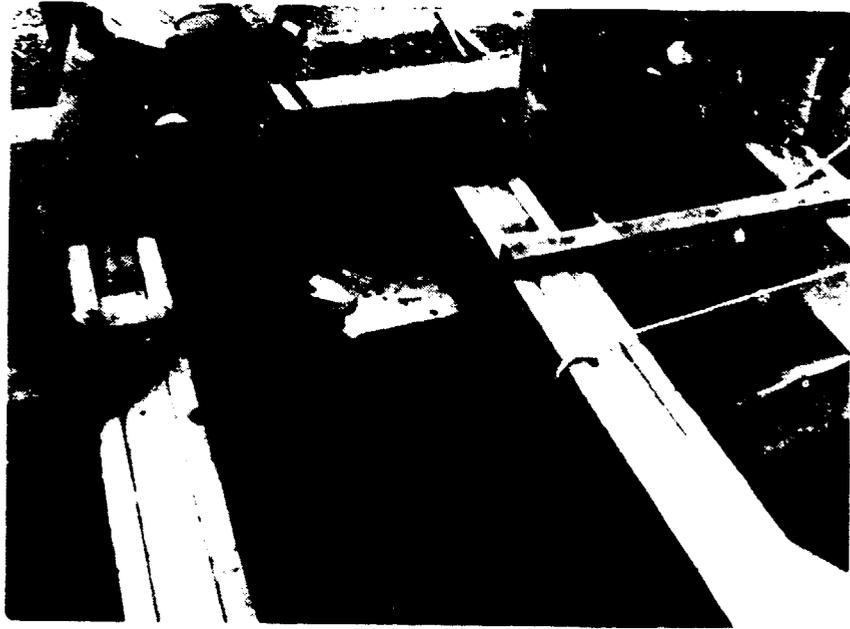


Pernos sirven como rodillos para desplazar la primera cerca
dejando espacio para la segunda

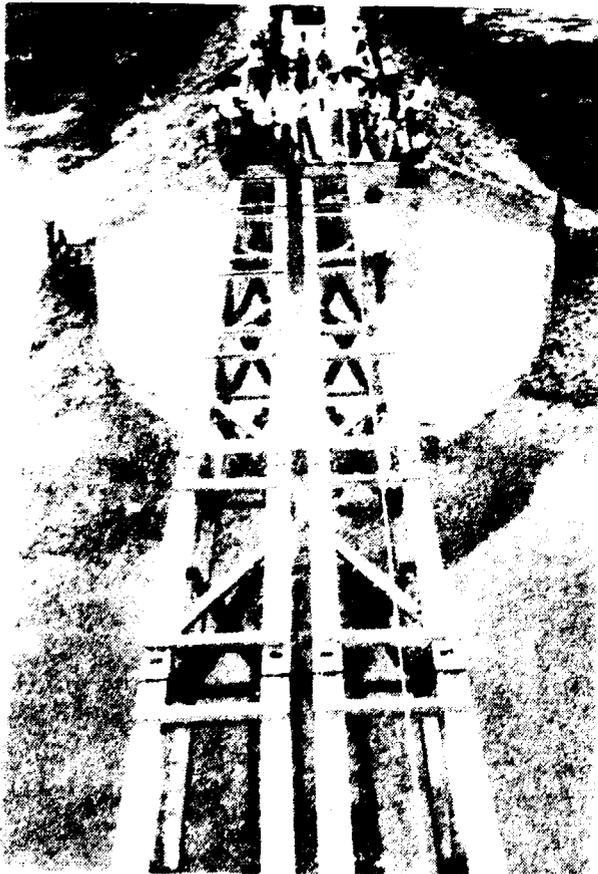
Lanzamiento en la linea central

Abril 1986



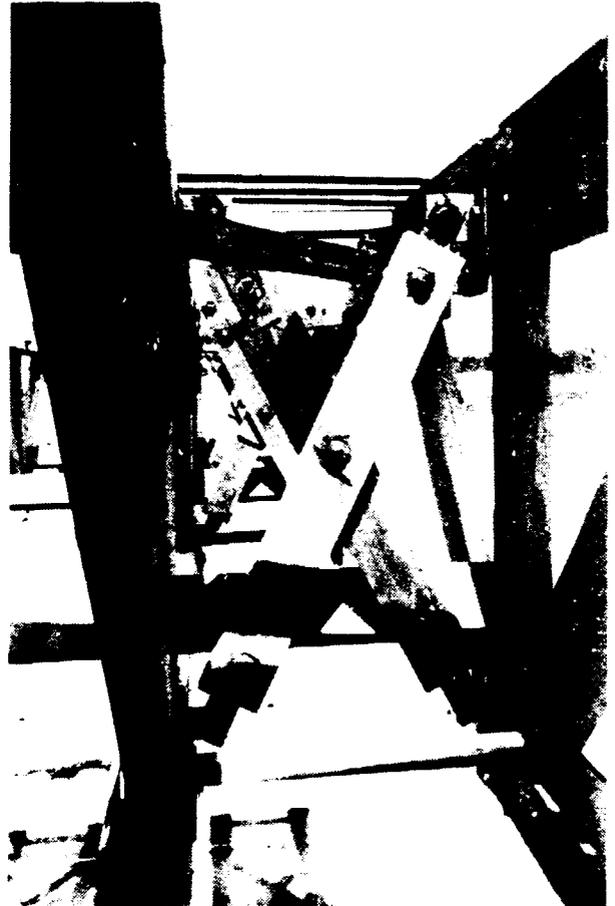


Desplazamiento de las dos parejas de cerchas
a su posición final
Abril 1986



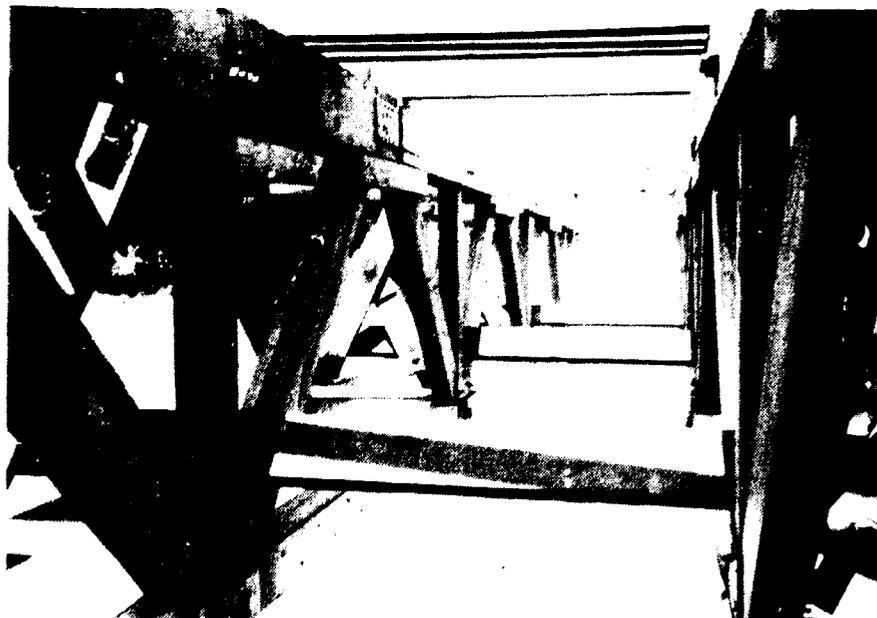


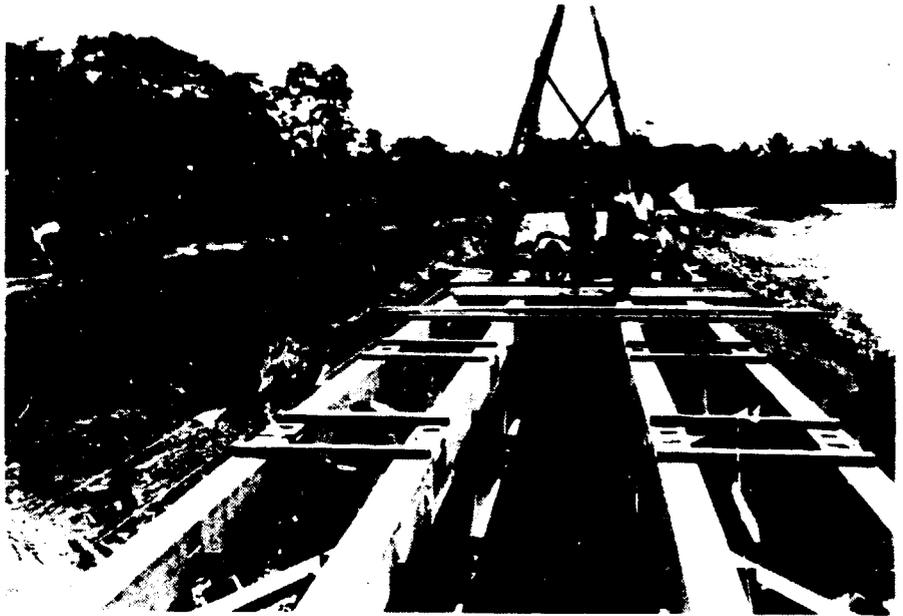
Apoyos



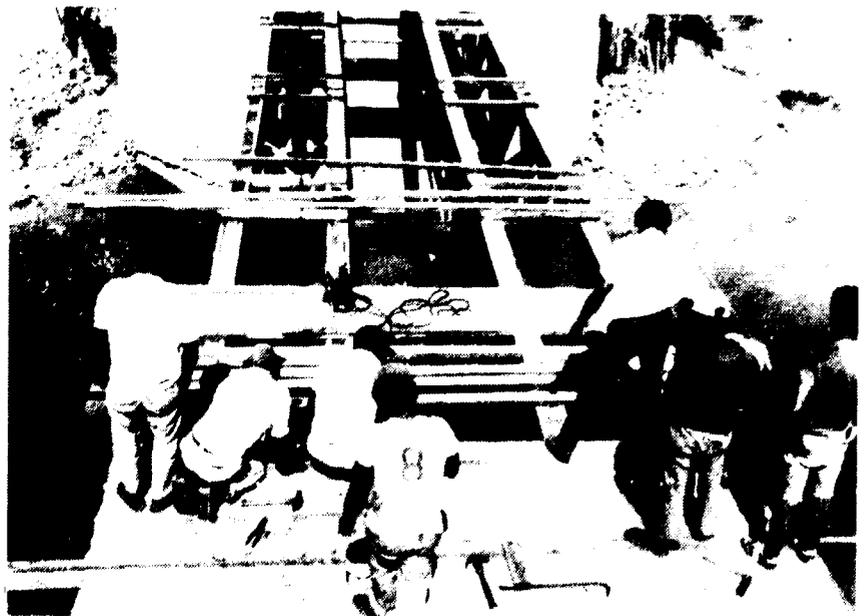
Ariostres

Detalles





Trabajos de
terminacion del
piso





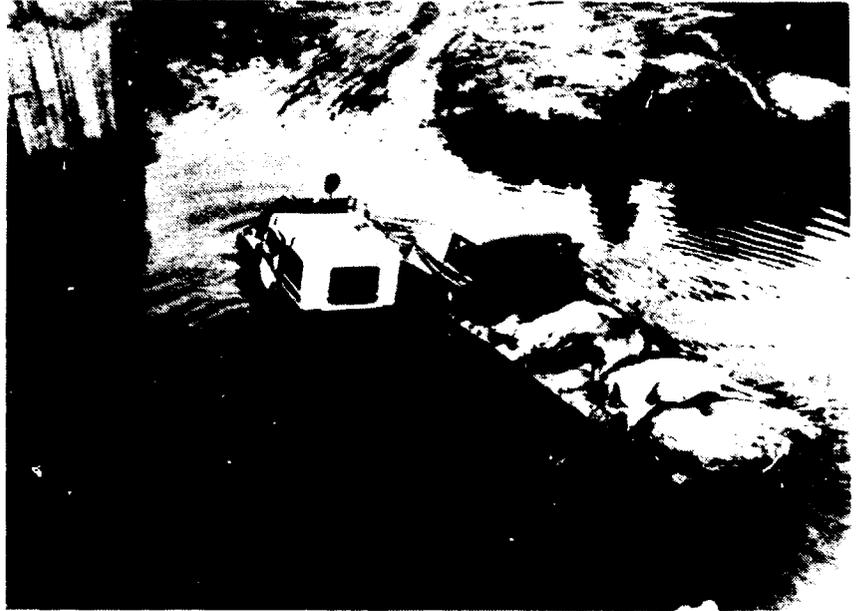
Trabajos de terminacion del puente
Piso - Bordillos - Pasa Manos





Trabajos de terminacion del 'Puente ONUDI'





Transporte por vado
careciendo un puente

Inauguración despues
12 dias de trabajo
con 8 personas

Prueba de carga

