



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

18467

Distr. RESERVADA

IO/R.150

14 de mayo de 1990

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

Original: ESPAÑOL

APOYO A LA REHABILITACION DE PUENTES EN AREAS
DECLARADAS EN EMERGENCIA

US/BOL/84/206

BOLIVIA

Informe de misión*

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

Basado en el trabajo de: Harald Erichsen
Asesor Técnico Principal

Oficial de apoyo: R.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.

INDICE

	<u>Página</u>
Personas contactadas	3
Materiales entregados	3
Resumen	4
Introducción	5
Observaciones y recomendaciones	6
1. Aspectos generales	6
2. Costos	7
3. Materiales	8
4. Producción	9
5. Lanzamiento	9
Anexo I	11

Personas contactadas

	CORDECRUZ
Lic. Zvonko Markovic Fleig	Presidente
Ing. Jorge Robledo	Jefe, Unidad de Ingeniería
Ing. Fernando Valdés	Jefe, Dpto. Obras Viales
Ing. Gustavo Coimbra	Jefe, Proyecto Puentes
Ing. Jaime Suárez	Jefe, Unidad Planificación y Proyectos
Ing. Carlos Franco	Empresa privada
Ing. Agr. Gonzalo Figueroa	CDF - Jefe, Proyecto Puentes ONUDI

Materiales entregados

- planos para un galpón modular de madera
- planos para estribos de madera
- información sobre tecles TIRFOR
- Standard Plans for Highway Bridges (Timber Bridges), PHA
- planos para estribos del "Bridge Planning and Design Manual"
- Findings, Ideas, Conclusions and Recommendations. "Bridge Design Review -in-Depth Program (PHA)"

Resumen

El proyecto es exitoso; CORDECRUZ está aplicando ampliamente el sistema ONUDI con luces libres hasta 24 m, incluso de múltiples tramos. Los Puentes ONUDI suponen costos de 1.080 dólares EE.UU./ml (incluso el lanzamiento). Para dinamizar la producción en series, el Ing. G. Figueroa, encargado del proyecto por parte del CDF, requiere un fondo rotativo (de aproximadamente 1.000 dólares) en forma de caja chica, un vehículo de doble tracción con winche. y un camión pequeño (de más de 5 t) con chofer.

Existen varias posibilidades de ahorrar fondos:

- utilizar maderas mixtas, en vez de sólo tajibo, y aprovechar los servicios técnicos/científicos ofrecidos en el CDF (especies, secado, preservación);
- instalar sólo puentes de una vía, en vez de doble vía, en vista de que los Puentes ONUDI son previstos para caminos vecinales;
- la mayoría de los ahorros se pueden realizar en el diseño y en la construcción de los estribos, utilizando hormigón ciclópeo y gabiones, donde sea posible y apropiado;
- contratar los materiales principales (madera y placas metálicas) para los requerimientos estimados de un año, en vez de hacerlo por cada sitio.

La fabricación de las partes metálicas requiere mayor precisión. Se recomienda la utilización de la "espiga entera", así como un reforzamiento de las placas MC 10 y 11 (utilizando espigas de \varnothing 50 mm). Se recomienda a CORDECRUZ -posiblemente a través de la ONUDI- tomar iniciativas para traer inversiones (extranjeras) al Parque Industrial. Específicamente se recomienda una fábrica de pernos y de gabiones. El molde central requiere una revisión de medidas, y posiblemente su remplazo por un molde metálico con las medidas exactas. El equipo existente permite el lanzamiento de múltiples tramos hasta una luz total de 48 m, utilizando dos cables fijos por seguridad, y para distribuir las fuerzas involucradas.

Se recomienda perfeccionar este sistema simple y rápido, y construir dos parejos simples con una polea para cables de acero, con el fin de cortar las cargas en los tecles (sobre todo en los TU-32) a la mitad.

Se recomienda pedir los repuestos necesarios para el mantenimiento de los tecles originales TU-40 desde la casa proveedora en Europa. El manual de Puentes ONUDI (parte 3, anexo 2) da las tablas con fuerzas durante el lanzamiento.

Introducción

El Proyecto BOL/84/206 "Puentes Modulares de Madera ONUDI" en la provincia de Santa Cruz (Bolivia) -con CORDECRUZ y el CDF- puede considerarse un pleno éxito desde que empezó en 1985 con la primera misión del consultor. En total, se cumplieron cinco misiones de corta duración.

Los primeros dos Puentes ONUDI fueron prefabricados, lanzados y terminados bajo la supervisión del consultor. Durante este tiempo, el personal de contraparte fue capacitado en todos los aspectos de organización y coordinación de los trabajos necesarios, de diseño, de especificación y adquisición de materiales, en los aspectos importantes de la tecnología de la madera, así como en la instalación y organización del taller, la prefabricación de todos los elementos, el lanzamiento y la terminación de Puentes ONUDI. De cada misión se entregó un informe (julio 1985, noviembre 1985, abril 1986, mayo 1987).

La última misión del consultor, en diciembre de 1989, tenía como objetivo la participación y, en conjunto con la contraparte, la supervisión del primer lanzamiento de un Puente ONUDI de múltiples tramos en Bolivia (en el sitio Quimome).

El presente informe trata de las observaciones hechas durante esta misión, en la cual participó también el Ing. Walter Yi, Director de Mantenimiento Vial del Ministerio de OO.PP. en Panamá y contraparte del proyecto de la ONUDI en ese país.

El proyecto BOL/84/206 tiene dos contrapartes -CORDECRUZ y CDF- las cuales entraron en un convenio, cuyos términos permiten actualmente la continuación exitosa de los trabajos, según las necesidades identificadas.

CORDECRUZ, con su Departamento Obras Viales/Puentes como contraparte principal, se encarga de la planificación general con el respectivo financiamiento, del diseño de los estribos (el cabezal según los planos de la ONUDI) y accesos, así como de la contratación y fiscalización de su construcción. Además, hace las gestiones respecto a la venta (a costo) de Puentes ONUDI, incluso la asistencia técnica a otras organizaciones interesadas (CORDEBENI, ADRA/Bolivia).

Por su excelente y dedicado trabajo de promoción y de coordinación de este proyecto quisiera agradecer al Ing. Carlos Franco y al Ing. Gustavo Coimbra.

En el CDF, el Jefe del Proyecto, Ing. Agr. Gonzalo Figueroa, está a cargo de la organización y coordinación de todos los trabajos prácticos, así como de la prefabricación de los módulos y de los otros elementos de la superestructura, en las instalaciones del CDF, conjuntamente con su equipo especializado. Además, se encarga de la organización de los lanzamientos y de la terminación de los Puentes ONUDI en sitios a veces difíciles. Quisiera mencionar en este lugar sobre todo la gran dedicación demostrada desde el principio por mi contraparte y agradecer de veras su sobresaliente trabajo, y el de su equipo de ocho personas, los señores Jorge Miranda, Hugo Paniagua, Alberto Mendoza, Juan Carlos Paniagua, Américo Loayza, Aurelio Parada, Ricardo Paz y Ovidio Rojas, labor que ha permitido el éxito de este proyecto.

Observaciones y recomendaciones

Hasta la fecha se han construido los siguientes Puentes ONUDI:

<u>Sitio</u>	<u>longitud</u>	<u>en servicio</u>	<u>observaciones</u>
Piquiri	18 m	abril 1986	-
Chuchío	15 m	mayo 1987	-
Caimanes	21 m	septiembre 1987	puede de 6 cerchas
Cotoca	18 m	1988	-
Mocoví	24 m	noviembre 1988	puede de 6 cerchas en Beni
Yapacanico	24 m	1989	puede de 6 cerchas
Quimome	72 m	diciembre 1989	tres puentes (dos de 12 m, uno de 48 m con dos tramos de 24 m cada uno); todos de doble vía; en total se utilizaron 256 módulos.
Chiltuaya	15 m	1988	superestructura provisionada a ADRA/Bolivia para instalación en las Sud-Yungas (pendiente)
Chunga Mayu	15 m	1988	

Durante 1990 se prevé la construcción de:

Mairana	24 m
Quirusillas	24 m
San Manuel	18 m
Masaví	21 m
Colonia Pirai	26 m

CORDECRUZ emplea ampliamente el sistema de los Puentes ONUDI por su facilidad y rapidez de construcción (utilizando materiales nacionales), y por la economía que el sistema ofrece.

1. Aspectos generales

Con la instalación definitiva del proyecto en las facilidades del CDF en el Parque Industrial se está creando la precondition para su funcionamiento dinámico y eficiente, con miras también a la venta (e instalación) de los Puentes ONUDI a otras áreas e instituciones. Es muy importante que el equipo calificado del Ing. G. Figueroa se encargue de los primeros lanzamientos para otras instituciones, a fin de asegurar la posible transferencia de la tecnología (si se prevén varios puentes, por ejemplo, en las Yungas), y para evitar desgracias. El Ing. G. Figueroa calcula un monto global de 1.080 dólares EE.UU. por metro lineal para el lanzamiento y la terminación de un Fuente ONUDI, tipo estándar de cuatro cerchas (lo que incluye los viáticos para su equipo).

Lo ideal sería que CORDECRUZ, como institución de planificación general del programa y de todos los aspectos del financiamiento (incluso la coordinación y canalización de una posible ayuda internacional en el futuro - FNUD/ONUUDI, GTZ, AID, Programas del BM/BID, organizaciones no gubernamentales, etc.), en concordancia con la planificación anual, proveyera al Ing. G. Figueroa de una caja chica suficientemente amplia para que él pueda funcionar y atender a la multitud de pequeños gastos, pago de viáticos, reposición y completación de herramientas, mantenimiento de los vehículos, reparaciones, etc., que se requieren para obras prácticas de este tipo.

El proyecto requiere entonces:

- Un fondo rotativo (por ejemplo, de 1.000 dólares EE.UU.) a disposición del Ing. G. Figueroa;
- Un vehículo jeep-pickup, con winche eléctrico de 4.000 kg (por ejemplo, Toyota LandCruiser de batalla larga, con motor diésel; Toyota produce un tal vehículo en el Brasil con motor Mercedes Benz, se llama "Bandeira") para el Ing. G. Figueroa;
- Un camión pequeño de unas 5 toneladas, de ser posible con doble tracción (por ejemplo, Yuipon-Caiman del Brasil, Toyota, Volkswagen Brasil);
- Un chofer de camión.

Nota: Este equipo, nuevas herramientas, etc., se podrían financiar con posibles ahorros en la construcción de los estribos (gabiones, donde sea factible) y de los mismos puentes (una vía en vez de doble vía).

2. Costos

a) Superestructura modular

Los costos de la superestructura (tipo estándar, de cuatro cerchas, una vía) en Bolivia se están calculando en aproximadamente 900 dólares por metro lineal, incluyendo los costos de la mano de obra en las instalaciones de fabricación en el CDF. Cabe comparar estos costos directamente con los costos registrados en otros proyectos de la ONUDI en la región (Ecuador 480 dólares, Panamá 600 dólares, sin costos de la mano de obra en el taller). Los costos por metro lineal del puente mismo no tienen variaciones considerables. Sin embargo, sería posible reducirlos, utilizando otras maderas apropiadas (el CDF dispone de la necesaria información sobre las especies adecuadas), una mezcla de maderas con propiedades similares, y también maderas de menos resistencia natural, aprovechando de la planta de preservación, rehabilitada en las instalaciones del CDF en el Parque Industrial para uso en el proyecto.

B) Estribos

Los costos de los estribos varían según su diseño y en función del terreno en cada sitio. Generalmente, se puede decir que un terreno rocoso y quebrado se presta más para la economía del sistema ONUDI que un terreno arenoso, pantanoso y plano. En la provincia de Santa Cruz existen tales sitios favorables en los caminos vecinales de la región de Samaipata. La construcción de los estribos en todos los sitios del proyecto es de hormigón armado. Conforme a eso, los costos son elevados (de 30 a 50.000 dólares por un par de estribos para un Puente ONUDI de una vía). En otros proyectos de la región, los estribos son también de buena calidad, pero construidos de hormigón ciclópeo (sólo el cabezal es armado), y los muros de ala se confeccionan con gabiones, una tecnología muy apropiada en áreas rurales. Ahí los costos oscilan entre 3.000 y 8.000 dólares EE.UU. por un par de estribos perfectamente adecuados para caminos vecinales.

Respecto al diseño de los estribos, el Ing. Walter Yi del MOP en Panamá presentó la experiencia panameña a ingenieros de CORDECRUZ, y está facilitando la literatura adjunta.

Se recomienda a CORDECRUZ verificar este punto y compararlo con los requerimientos en Santa Cruz, con el fin de tratar de reducir los costos totales, para poder construir más puentes con el mismo presupuesto.

En este contexto se debe recordar que el sistema de Puentes Modulares ONUDI está diseñado sobre todo para los caminos vecinales y de penetración.

El sitio Quimome, a 300 km al este de Santa Cruz, se encuentra en la futura "Panamericana", que cruza el continente del Atlántico al Pacífico. Los tres Puentes ONUDI (dos de 12 m y uno con dos tramos de 24 m cada uno) en este sitio son de doble vía, lo que -en opinión del consultor- no se justifica para el volumen del tráfico actual, ni tampoco en vista de que los puentes serán reemplazados en el futuro por puentes de hormigón.

El intercambio de ideas y de experiencias entre los diferentes proyectos de la región es una posibilidad abierta y debería utilizarse más en el futuro. La ONUDI, a través de sus proyectos o fondos especiales, por ejemplo para seminarios, podría ayudar en un tal intercambio deseable.

3. Materiales

A) Madera

Como ya se ha mencionado, conviene contratar no solamente Tajibo (*Tabebuia serratifolia*), sino también otras maderas adecuadas y disponibles. El pedido debería hacerse con anticipación para todo un año, en conformidad con la planificación de Puentes ONUDI durante el mismo tiempo. Una buena cifra indicativa sería 150 m³ de madera/año (suficiente para la construcción de todos los elementos requeridos para 150 ml de Puente ONUDI del tipo estándar). Esto da seguridad de precios -para CORDECRUZ y el proveedor- y permite emplear las instalaciones del CDF en el Parque Industrial a su capacidad respecto al secado, preservación y equipo de transformación de madera con el grupo entrenado del proyecto.

B) Partes metálicas

Lo mismo vale para la contratación de las placas y partes metálicas en un taller bien equipado y especializado. Conviene revisar las posibilidades. El consultor pudo observar cierta falta de precisión, sobre todo en las perforaciones demasiado grandes de los tensores MC 6 (si la espiga es de \varnothing 50 mm, la perforación no debe pasar los \varnothing 52 mm). Esto resulta en una baja de la contraflecha por diseño. Según la experiencia de otros proyectos, en que ya se trabaja con una producción en series muestra, conviene mucho utilizar una cizalla industrial (con capacidad de corte de aproximadamente 16 mm), una perforadora industrial para las perforaciones grandes y una punzonadora para las perforaciones de hasta \varnothing 12 mm.

Con respecto al diseño de las placas, conviene emplear la "espiga entera" según el dibujo que figura en mi informe de la cuarta misión (mayo de 1987). Además, sería aconsejable reforzar las placas MC 10 y MC 11, haciéndolas más grandes y empleando una espiga de \varnothing 50 mm (del mismo material de la espiga entera para las placas 9/9A). Esto simplifica al mismo tiempo el pedido y la confección de los materiales.

Los pernos y tuercas con arandelas todavía son importados. Existen posibilidades, también a través de la ONUDI en La Paz, de promover inversiones -por ejemplo, para una fábrica de pernos en el Parque Industrial de Santa Cruz. Una empresa mediana y bien equipada ya mencionó al consultor su interés por ampliar sus actividades hacia Santa Cruz. Se trata de la empresa TOPESA en Sangolquí (Ecuador), télex 21226 (Gerente: Ing. Hugo Moreira).

Otra actividad que CORDECRUZ podría tener interés en traer al Parque Industrial, sería la fabricación de gabiones. Bolivia tiene amplia experiencia en el uso de gabiones en la construcción y protección de carreteras en la montaña. El sistema es muy apropiado para su aplicación en muros de ala en los sitios para Puentes ONUDI. Una empresa con posible interés de inversión (también del Pacto Andino) podría ser "Clavos Guayas S.A." en Guayaquil (Ecuador), télex 3389, telefax (593) 4-354392.

4. Producción

Pronto la "Fábrica de Puentes ONUDI" se instalará al fin en el Parque Industrial, donde el CDF dispone de excelentes facilidades de producción, empleando la nueva maquinaria, facilitada por el proyecto, así como la secadora y la planta de preservación, rehabilitadas durante el proyecto. Además, existe todo el equipo de ensayos para probar módulos y elementos o cambios en el diseño.

Sería importante revisar el molde central para el ensamblaje de los módulos. Este molde fue construido en madera, y tiene medidas cómodas para los trabajos. Al otro lado podría haber un cambio de las dimensiones por contracción, lo que tiene un efecto negativo para la importante precisión de los módulos. Se recomienda ya sea fabricar un nuevo molde (triangular) de acero, o (lo que resulta conveniente en otros proyectos) fijar un marco de acero de 9 mm sobre la mesa de madera existente. Se usan moldes simples y eficientes para marcar las perforaciones y para la soldadura precisa de las placas MC 10 y 11.

5. Lanzamiento

El lanzamiento del Puente ONUDI de 72 m en Quimome representa un caso especial. En realidad, se trata de tres puentes independientes. Dos de ellos -ya terminados, cuando llegó el consultor- de 12 m cada uno, en una distancia de aproximadamente 300 m entre ellos; el tercer puente, en la mitad, con dos tramos de 24 m cada uno y un pilar de hormigón armado en el centro.

Esto, y la presencia de dos cables principales, suficientemente largos -80 m- con dos poleas sencillas para distribuir las fuerzas, permitió lanzar los puentes en forma tradicional, con dos torres (metálicas, reforzadas) de lanzamiento, una en cada orilla.

El sistema funcionó bien, a pesar de que los tecles no tenían suficiente capacidad para levantar la pareja de cerchas, cuando ésta se acercó al pilar central. Con la ayuda de un gato hidráulico se solucionó este problema, y la próxima pareja de cerchas se lanzó con los cables principales más tensados desde el principio, cuando todavía no existía la carga máxima. Sin embargo, ésta no es la solución final, porque los tecles y los cables principales están completamente sobrecargados.

Se ruega referirse al manual de la ONUDI (parte 3, página 43 y anexo 2) con respecto a las fuerzas.

Los tecles TIRFOR, originalmente pedidos a la ONUDI por CORDECRUZ (télex sg-657-88, fecha 09.dic.1988) con capacidades de 4 a 6 toneladas (tipo TU-40 o más grande), fueron sustituidos por tecles TU-32, los cuales no son lo suficientemente fuertes para el lanzamiento de Puentes ONUDI con luces de 18 a 24 m sin la utilización de parejos intermedios. Un simple parejo corta las fuerzas por la mitad y deberían prepararse dos para futuros lanzamientos. Al mismo tiempo, hay que revisar los tecles TU-40 originales, y pedir los repuestos necesarios de la empresa proveedora Secalt, P.O. Box 1113, L-1011 Luxemburgo, télex 3437. (Podrían conseguirse repuestos también en La Paz, en la Hilfinger S.A.) El tipo TU-40 es el que más se usa en los lanzamientos.

En mi informe de la cuarta misión figuraba como anexo I un informe de la TRADA "Método propuesto de lanzamiento para Puentes ONUDI de múltiples tramos", el cual se ruega estudiar en el caso de lanzamientos de varios tramos con un total de más de 48 m entre orillas. El equipo existente, incluso poleas y tecles (hay que preparar dos parejos simples con cables de acero) da para lanzamientos de varios tramos hasta un total de 48 m en forma sencilla, rápida y tradicional.

El consultor recomienda perfeccionar este sistema y utilizar los dos cables fijos para luces a partir de 18 m (inclusive).

Use of blocks to increase capacity of winches

It is always possible to use a snatch block (a single pulley fitted with side plates and an attachment ring) to increase the power of a manually operated pulling winch. Such measures should always be considered, rather than risking overstraining of the winches. The introduction of blocks increases the length of wire cable that must be used, and it also increases the length that must be cranked through the winch to move the load any given distance. On the other hand it is a simple and effective way of increasing capacity and avoiding the breakdown of valuable winches needed for launching. Figure A 1.1 shows a possible situation in which a single snatch block has been used to increase the power of a 3 tonne winch used in the position described as Winch No. 1 in the manual. In this case the power is increased to approximately 5.7 tonnes. Figure A 1.2 is for general information, showing this and other arrangements for increasing winch pulling capacity by the use of blocks.

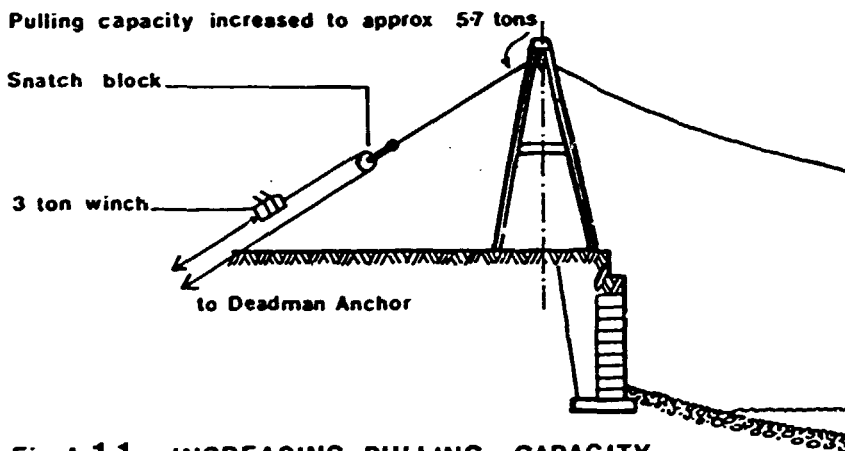


Fig. A 1.1 INCREASING PULLING CAPACITY USING A PULLEY BLOCK ARRANGEMENT

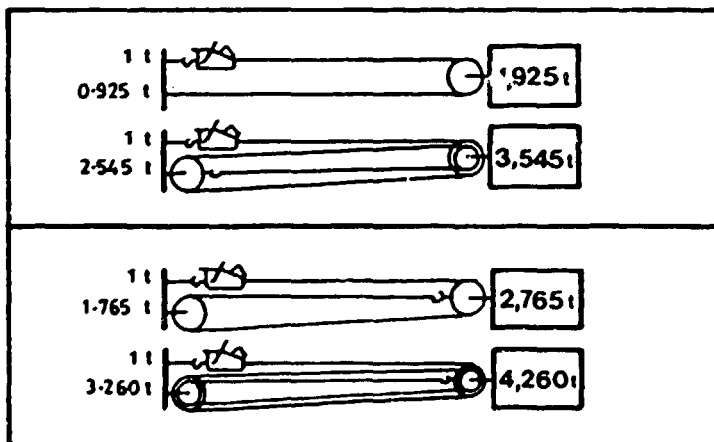


Fig. A 1.2 INCREASING PULLING CAPACITY - FOUR TYPICAL EXAMPLES