



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 CONSTRUCCION Y REHABILITACION DE PUENTES
EN AREAS RURALES DECLARADAS EN EMERGENCIA**

DP/ECU/85/010/11-01

ECUADOR

INFORME FINAL*

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

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

Oficial encargado: Robert M. Hallett
Sección de Administración y Rehabilitación Industrial

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
Viena

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

C o n t e n i d o

Página

ABREVIACIONES

1.	INTRODUCCION Y RESUMEN	1
2.	OBSERVACIONES Y PROPOSICIONES	3
2.1.	Transportes	5
2.2.	Diseño	6
2.3.	Estribos	7
2.4.	Taller	10
2.5.	Materiales	12
2.5.1.	Madera	12
2.5.1.1.	Secado	15
2.5.1.2.	Preservación	16
2.5.2.	Acero	16
2.5.3.	Pernos	18
2.6.	Costos	19
2.7.	Lista de los Proveedores del Proyecto	21
2.8.	Lanzamiento	22
3.	CENTRO DE CAPACITACION FORESTAL - Quininde	25
4.	LISTA DE INFORMES	26

Abreviaciones

ATP	Asesor Técnico Principal de la ONUDI
ONUFI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
CFC	Centro Forestal de Conocoto
MAG	Ministerio de la Agricultura y Ganadería
MBS	Ministerio de Bienestar Social
MOP	Ministerio de Obras Públicas
SEDRI	Secretaría de Desarrollo Rural Integral
USD	Dólares de los E.E.U.U.
\$/.	Sucres
m	metro lineal
m	metro
m³	metro cúbico
∅	diametro
DINE	Dirección de Industrias del Ejército
DRI	Desarrollo Rural Integral

1. Introducción y Resumen

El presente proyecto, elaborado a principios de 1985 como una lógica ampliación del proyecto ECU/83/206, cual terminó con el exitoso lanzamiento del Puente Pupusa, empezó en Septiembre 1985 con la llegada del ATP al país.

Originalmente previsto solo para un año (en varias misiones del ATP), el proyecto fue extendido varias veces para lograr el objetivo de lanzar aprox. 10 Puentes ONUDI, lo que no fue posible en el tiempo disponible.

Como en el proyecto anterior, resultó suficientemente difícil de conseguir madera aserrada en las dimensiones y calidades necesarias.

Esta situación mejoraba significativamente a fines de 1986 con la instalación de una sierra cinta horizontal en ACL Lumbaqui, y empeoró otravez, cuando la conexión terrestre con Lumbaqui fue brusquamente interrumpida por el Terremoto del 5 de Marzo 1987.

Desde Agosto 1987 el proyecto recibe madera aserrada de la IMA Sto. Domingo, donde ... otra sierra cinta horizontal fue instalada.

El proceso lento y burocrático en la asignación de fondos impidió que los trabajos prácticos en el CFC comenzaron a fines de 1986, cuando había suficiente material - y la contratación de la construcción de los estribos demoró hasta Mayo 1987.

Por parte de la ONUDI, el presente proyecto fue terminado el día 5 de Septiembre 1987, cuando el contrato del ATP terminó. Sin embargo, el proyecto se encuentra actualmente en plena implementación, y se espera que los esfuerzos finalmente traen frutos en que los primeros - de los aprox. 10 previstos en este proyecto - pueden ser lanzados antes del fin de este año.

El ATP está dispuesto, siempre que él todavía se encuentra en el país, de brindar la necesaria asesoría y asistencia y sobre todo de dirigir los primeros lanzamientos para un entrenamiento más profundo del personal nacional en esta actividad.

Los resultados actuales del proyecto son:

- un taller en el CFC, completamente equipado y listo para empezar la producción de Puentes ONUDI en series
- aprox. 50 % de la cantidad total de madera, necesario para 10 Puentes ONUDI, entregado al CFC - y existencia de fondos CCCC (entregados al PNUD en Feb. 87) para la compra de aprox. 50 m³ de madera mas.
- 100 % de los otros materiales, necesarios para 10 Puentes ONUDI, entregados al CFC (pernos, clavos, electrodos, placas metálicas) - falta el transporte del resto de las placas metálicas de la DINE al CFC.
- trabajos de estribo financiados y empezados en 16 sitios de los proyectos DRI.
- un grupo de tres personas capacitadas en el afilado de cuchillas y sierras circulares, mediante un curso de afilado (1986), en el CFC.
- un grupo de personas entrenadas por el presente proyecto, así como por el proyecto anterior, en la fabricación y el lanzamiento de Puentes ONUDI:

Fabricación de
placas metálicas

- Ing.mec. Aguirre (DINE)
- responsable -

Fabricación de módulos
y otros elementos de
madera para los puentes

- Técnico forestal M. Bercerra
- responsable - (CFC)
- Sr. Luis Columba (carpintero principal)
- Sr. Carlos Paucar (carpintero)
- Sr. Angel Palomo (obrero calificado y soldador)

Lanzamiento

- Ing. Julio Jarrin (MBS)
- Ing. Leonardo Silva-Lopez (MBS)
- responsables -

- dos empresas privadas, construyendo Puentes ONUDI en el país
- interés por parte de otras instituciones (MOP, Centro Madero Pátima/Puyo, ACL Lumbaqui) de lanzar proyectos similares con cierta asesoría por parte de la ONUDI.

2. Observaciones y Proposiciones

Para la parte técnica se ruega referirse al 'Manual' de la ONUDI, a los informes técnicos intermedios del ATP - especialmente a su informe final del proyecto anterior, y a los 11 planos de Puentes ONUDI.

Parece que una parte de estos informes se perdió junta con la correspondencia y otros documentos respecto al proyecto durante la transición de la SEDRI a la Subsecretaría de Desarrollo Rural en el MBS.

Al final de este informe se da una lista de todos los informes entregados durante el proyecto, y debería ser posible, de obtener copias, en caso de interés, por parte del PNUD, o de la ONUDI en Viena.

La importante coordinación del proyecto por parte del MBS con las otras instituciones contrapartes (MAG, DINE) no funcionó como originalmente previsto, y resultó en el hecho que el ATP tenía que ocuparse, por la mayoría del tiempo, personalmente y solo con el cumplimiento de los requisitos prácticos del presente proyecto.

En el CFC el tenía que enfrentarse con cierta oposición por parte del Dept. Tecnología - como ya en el proyecto anterior - argumentando que el fin principal del Centro es la investigación científica y no una producción casi industrial. Esta poco agradable situación terminó con un cambio de personal, pero las aparentes discrepancias entre MAG y MBS respecto a un reembolso por la asignación de personal al taller de Puentes ONUDI en el CFC impiden hasta la fecha que empieza la fabricación de módulos prefabricados (posible desde fines de 1986). Falta todavía la autorización que el personal, entrenado por el proyecto anterior puede trabajar a tiempo completo en el presente proyecto.

Muy raras veces el ATP fue acompañado en sus frecuentes viajes al campo (madera, sitios, estribos) por un ingeniero de las contrapartes, debido al proceso muy lento de asignar los respectivos viáticos.

Las demoras burocráticas en general y la inminente terminación del contrato del ATP, originalmente solo previsto para un año, resultaron en la contratación de un Asistente Nacional (Ing. Julio Piedra) por parte de la ONUDI, y gracias a su intervención personal, se asignaron los fondos para la construcción de los estribos en Mayo 1987 (con un atraso de 18 meses).

Varios viajes se realizaron al campo en conjunto con Ing. J. Piedra (viáticos pagados por el proyecto), y se evidenciaron fallas (fracasos) en la construcción y ubicación de los estribos (ver informes respectivos).

Todo esto resulta en la proposición al MBS, de contratar por su propia cuenta un Ing. civil, experto en estribos, quien se ocupa al mismo tiempo con la coordinación de todos los otros aspectos del programa 'Puentes ONUDI' por parte del MBS - primero para la exitosa terminación del presente proyecto, pero sobre todo también para su continuación eficiente. Esto significa un 'rabajo de tiempo completo, y requiere la asignación de un vehículo, así como agilidad en la autorización de viajes al campo.

Segun información obtenida, Ing. Piedra está interesado. En todo caso, se ruega al MBS de avisar al Ing. J. Piedra, una vez que se procede a los lanzamientos, para que él puede participar en esta actividad.

En la continuación se habla de los diferentes aspectos de Puentes ONUDI y del presente proyecto.

2.1. Transportes

Todos los transportes, requeridos dentro del proyecto, y su organización están a cargo del MBS.

Por falta de camiones propios en el ministerio, y por el difícil proceso de obtener fondos para contratar transportes, los transportes más urgentes se contrataron con fondos del proyecto.

Faltan todavía los siguientes transportes (ver también informes del ATP con fecha de Enero 1987 y 17.06.87):

- Sitio Pupusa (Boca de Onza) / El Carnen - CFC
Módulos, tensores metálicos y equipo de lanzamiento, así como herramientas. Los módulos y tensores, después de su acondicionamiento en el CFC, están previstos para su lanzamiento como puente demostrativo en el mismo Centro.
(aprox. 10 t - 2 camiones)
- Instituto Profesional 'Virgilio Guerrero' (del MBS) - CFC
Resto de los pasadores, cortados en esta institución.
(aprox. 500 kg - 1 camioneta)
- DINE - CFC
Resto de los tensores y placas metálicas
(aprox. 8 t - 1 camion)
- Aserraderos (p.e. IMA, Sto.Domingo) - CFC
Madera aserrada.
(aprox.100 t - 10 camiones)

Para los previstos lanzamientos hay que prever el transporte de los elementos prefabricados y del equipo de lanzamiento a los diferentes sitios, así como el retransporte de este equipo y de las herramientas al CFC.

En el caso que se prevee la continuación del proyecto, conviene que una de las contrapartes (MBS, MAG o DINE) adquiere o asegura un camión mediano (5 - 10 toneladas) para uso exclusivo en el proyecto - con chofer de tiempo completo.

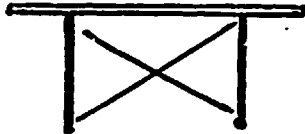
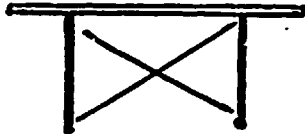
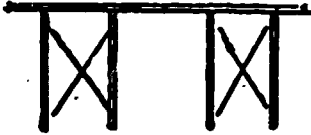
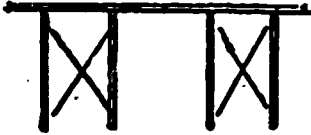

2.2. Diseño

El diseño del Puente ONUDI no requiere cálculos utilizando maderas con un grado CTA de F 11 - F 22 (peso: entre 600 -900 kg/m³ con 15 % de humedad - seca al aire) y una carga de HS 20. Como el sistema es modular, solo cambia el número de las cerchas con luces mas grandes, como se ve en la siguiente lista:

U N I D O Bridges

Número de Módulos por puente ONUDI

Number of MODULES per UNIDO Bridge

Luza Span	Numero de cerchas Number of Trusses		Numero de modulos Number of Modules
6 m	2		4
9 m	2		6
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
12 m	4		16
15 m	4		20
18 m	4		24
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
21 m	6		42
24 m	6		48

Madera tropical (Clasificación F 11 - F 22)

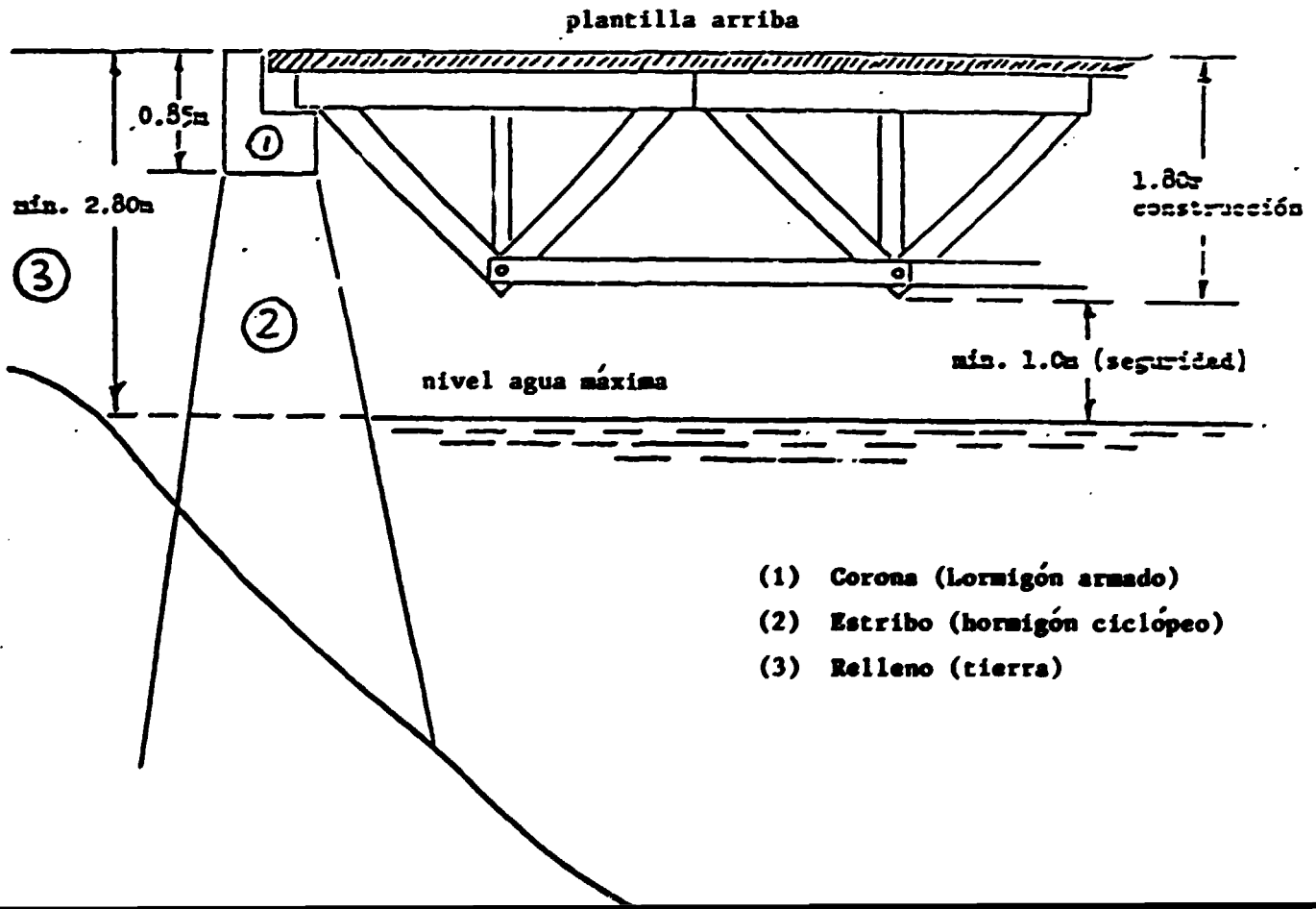
Cargas: AASHTO: HS 20

2.3. Estribos

Los estribos para Puentes ONUDI se construyen tradicionalmente con Hormigón Ciclópeo con cabezales de hormigón armado (los últimos según los planos de la ONUDI). También pueden construirse estribos en mampostería, con gabiones, pilotes, etc.

Para el sistema ONUDI es preciso que los cabezales o coronas sean exactamente niveladas y alineadas. Además tienen que levantarse 2.80 m por lo mínimo sobre el nivel de las aguas máximas. Para la construcción y las distancias críticas hay que referirse a los planos.

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



La construcción requiere normalmente un diseño previo, y en algunos casos también un estudio de suelos.

La ubicación exacta de los estribos, respecto al cauce del río tiene que estar fijada por un ingeniero civil, especializado en puentes - normalmente puentes no se construyen en una curva del río - y la construcción misma tiene que estar supervisada también por un ingeniero civil responsable, para evitar fracasos como los que ocurrieron en el presente proyecto (Zabalito, Pupusa).

Para más detalles sobre los sitios, y el actual progreso en la construcción de los estribos del presente proyecto se ruega ver el Informe Técnico Final del Ing. Julio Piedra, Experto Nacional del proyecto por parte de la ONUDI. Este reporte fue distribuido sin embargo no fue impreso.

Notas

- Los estribos del Puente ONUDI demostrativo de 15 m en el CPC tienen que estar preparados por el MAG, antes que el puente (utilizando también el material de módulos recuperados del 'Puente Pupusa') puede entregarse. El informe del Ing. J. Piedra contiene planos y un presupuesto para este fin. Otro presupuesto parecido ya fue entregado al MAG en 1985/86 por parte de la anterior SEDRI, sin que los trabajos se realizaran.
- Lo mismo vale para los estribos del puente demostrativo de 12 a 15 m prometido a la DINE. Todavía no se fijó un sitio específico para este puente (previsto en el Oriente), y existe probablemente la posibilidad de determinar un sitio conveniente también para los fines del MBS.
- Un sitio muy importante para la población de la zona se encuentra en Baratillo (Intag) / Imbabura. En 1986 el Ministro del MBS ordenó personalmente una misión de reconocimiento, la cual fue cumplida por el ATP en conjunto con el Ing. Gonzalo Jiménez, jefe de vialidad del MBS, quien hizo

un informe al respecto.

Poco despues, el MBS contrato de la empresa CASPI S.A. la entrega de módulos del sistema ONUDI al sitio (hasta la fecha el contrato no fue cancelado en su totalidad por parte del MBS).

Lamentablemente, nunca se construyeron estribos, y el material del puente quedó abandonado en el sitio.

Se ruega al MBS, estudiar la posibilidad de satisfacer la demanda de la población de esta zona.

2.4. El Taller

El taller del presente proyecto se encuentra en el Centro Forestal de Conocoto (CFC) y pertenece al MAG.

Las amplias instalaciones, así como la maquinaria, los herramientas y el equipo, entregados por la ONUDI - en conjunto con la maquinaria ya existente en el CFC (cual fue reparada y mantenida con fondos del proyecto) permiten normalmente la fabricación de Puentes ONUDI en serie.

Un grupo de 4 - 6 personas, entrenadas por el proyecto, podría fácilmente fabricar los módulos y elementos requeridos para un Puente ONUDI de 15 m por semana.

La fabricación de los módulos y elementos para los aprox. 10 puentes, previstos en el presente proyecto, está por convenio a cargo del MAG.

El convenio prevee también ciertos reembolsos al MAG por parte del MBS.

Lamentablemente, ningún personal de tiempo completo fue asignado al proyecto hasta la fecha, así que la fabricación de módulos todavía no empezó, a pesar de la presencia de suficiente material de madera seca, placas metálicas, clavos, pernos, electrodos, etc.

Si se prevee la deseable continuación del proyecto en el CFC, sería muy ventajoso, de no solamente autorizar que el personal ya formado por el anterior proyecto de la ONUDI, trabaja a tiempo completo en el proyecto, pero que se podría también hacer uso eficiente de las otras instalaciones subutilizadas del CFC. Especialmente se piensa en la utilización de las secadoras KIEFER y HILDEBRAND (la última está sin ningún uso desde nueva - algunos años - por falta de algunos repuestos), y de la recién terminada secadora solar, cual necesita acondicionamiento, antes que se desintegre completamente.

Una operación continua del proyecto en el CFC incluye naturalmente no solamente la asignación de 4 - 6 personas,

pero también el mantenimiento de la maquinaria y la reposición de herramientas, cuando sea necesario.

Los costos mensuales de una eficiente operación como esta se estiman en aprox. S/. 200,000 (o sea 1,000 US dólares), tiempo en el cual se podría llegar a la fabricación de 60 ml de Puente ONUDI (USD 17.- / ml).

Observaciones respecto al taller para Puentes ONUDI, incluye planos detallados con flujo de producción se encuentran en los siguientes informes del ATP:

- Informe Técnico de la Misión Preparativa UNIDO/IO/R.111 del 27.02.84
- Informe Final del Proyecto ECU/83/206, UNIDO/IO/R.221, Enero 1986
- Informe del 06.05.86
- Informe del 14.06.86

2.5. 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	12 kg	13 kg	15 kg

2.5.1. Madera

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

Existen muchas especies forestales, cuales se prestan para la construcción de estos puentes y cumplen con la mayoría de las siguientes condiciones ideales:

- Buena resistencia mecánica para construcciones medio pesadas (grad CTA de P11 - P22)
- Buena durabilidad natural para resistir los ataques de los hongos y/o insectos sin tratamiento químico
- Pocas contracciones volumétricas y estabilidad durante el secado
- Kediana densidad (600 - 900 kg/m3 a 15 % de humedad)
- Abundancia - fácilmente disponible
- Troncos grandes (diámetro 40 cm hacia arriba), para conseguir tablonos con grano recto y un ancho hasta 27 cm sin albura
- Ausencia de otros usos de alto valor (muebles, chapas decorativas, etc.)

El presente proyecto utilizó, entre otras, las siguientes especies de madera con muy buen éxito:

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

En Ecuador la extracción de la madera y la industria del aserrío de la madera se encuentran todavía en un estado muy rudimentario.

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

La confección de los tablones y hasta tablas con motosierras o sierras circulares mal mantenidas es altamente desperdicioso y gasta la riqueza forestal, que todavía tiene el país, en forma alarmante.

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

En esta forma, el proyecto de Puentes ONUDI está también ecológicamente valable.

Tomando estos criterios en cuenta, se prestaron los siguientes aserraderos para la suministración de la madera aserrada:

- ACL Iumbaqui, un proyecto de desarrollo rural marginal, asesorado por MAG / Misión Forestal Alemana, equipado con una sierra cinta horizontal JEVO
- IMA Sto. Domingo, de la asociación de pequeños industriales, asesorado por MAG y equipado con una sierra cinta horizontal JEVO
- Central Maderera Fátima/Puyo, asesorado por la ONUDI y equipado con una cinta horizontal FORESTOR y una secadora industrial

Respecto a los requerimientos de madera para Puentes ONUDI, conviene pedir en el monte 6 simples dimensiones (para reducir los desperdicios), de los cuales, después del secado, se confeccionan los elementos con dimensiones exactas en el depósito de maderas o en el taller fabricando los puentes. Las dimensiones exactas se toman de los planos. Es importante pedir la madera en el monte con sobredimensiones para equilibrar contracciones volumétricas durante el secado, cortes imperfectos por motosierra y para poder cortar puntas defectuosas.

La siguiente lista da las especificaciones (en cm) para la madera necesaria para Puentes ONUDI como hay que pedirla en el monte (incluye las sobredimensiones y un 10 % adicional):

Largo (m)	Dimensión (cm)	no.de pzas. puente 15 m	Elementos
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 vertic./ Pasa manos
3.5	11 x 11	10	Postes/Espaceadores
2.5	6 x 22	90	2 T
2.5	15 x 15	30	Bordillos/Espaceadores entre tensores

Este sería el pedido total para un Puente ONUDI de 15 m (construcción con 4 cerchas). Resulta fácil de multiplicarlo con los metros lineales o puentes necesarios.

El sistema ONUDI requiere madera de primera calidad. Los tabloncillos 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.).

Para la recepción de la madera en el aserradero por especies y por calidad, se requiere normalmente un ingeniero forestal o un técnico forestal.^{1/1}

La suministración de la madera todavía faltante en el presente proyecto (aprox. 100 m³) será organizada y controlada por Ing. Edgar Vásquez, contraparte del proyecto por parte del MAG.

Los fondos del proyecto, todavía disponibles para este fin, se utilizan para la compra de madera aserrada, y en el caso, que también los transportes tienen que pagarse con estos fondos, se disminuye la cantidad de madera respectivamente.

Sería conveniente presupuestar ya las cantidades de madera necesarias para terminar el proyecto actual, y prever idealmente ya su ampliación (un número más alto de puentes) y continuación.

2.5.1.1. Secado

La forma más simple, y normalmente muy adecuada para la construcción 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 tomará 3 - 4 meses.

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

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

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

^{1/1} Al momento de la selección y aceptación de la madera, se hizo referencia a las reglas simplificadas de graduación, Parte 4 del Manual de Puentes (UNIDO/10.609).

2.5.1.2. Preservación

Las maderas seleccionadas en Ecuador para la construcción de Puentes ONUDI, normalmente no requieren una inmunización debido a su alta durabilidad natural y por no estar en contacto directo con el suelo.

Algunas maderas además, son difíciles a inmunizar hasta impenetrables por el producto preservante, debido a su estructura anatómica.

El único proceso de preservación, aceptable para Puentes ONUDI (con una vida útil de 20 años y casi sin mantenimiento en el campo) sería el proceso de vacío/presión en un autoclave industrial, utilizando una solución de sales (CCA - Cobre/Cromo/Arsénico) o creosota.

Todos los otros procesos son superficiales y dan una protección, solo para algunos meses en la intemperie.

Al otro lado, una capa de pintura protectora (creosota) da un buen aspecto uniforme a los módulos.

2.5.2. Acero

Todo el acero, necesario para Puentes ONUDI se encuentra en el mercado nacional. Se trata de :

- Planchas de acero dulce de 6mm (1/4"), 9 mm (3/8") y 12 mm (1/2")
- Eje de transmisión (acero 10/20), ϕ 38 mm (3/4") y 50 mm (2")
- Acero estructural 'liso', ϕ 12 mm (1/2")

De este material se confeccionan las placas metálicas según los planos de la ONUDI, trabajo, cual durante el presente proyecto fue a cargo de la DINE.

La ejecución del trabajo se realizó con alta precisión, utilizando moldes de acero para cada pieza. La calidad de las placas es excelente, y la DINE guarda los moldes para posibles trabajos en el futuro.

En una ampliación y/o continuación del proyecto, conviene de renovar el convenio con la DINE, con el fin de aprovechar la valiosa maquinaria existente en esta institución, la cual

fue completado por la ONUDI con brocas grandes y dos cortadoras 'Quicky' de Messer-Griesheim.

El proceso de la fabricación fue algo lento (casi 2 años), por razón de otros trabajos prioritarios. Esto no afectó negativamente al proyecto, porque los otros trabajos (construcción de estribos, fabricación de módulos, etc.) también eran bastante atrasados. Sin embargo, en el futuro conviene, negociar con la DINE un compromiso respecto al tiempo de entrega.

Mucho tiempo podría economizarse con el uso de una cizalla industrial (capacidad hasta 16 mm) para cortar las placas a medidas, así la DINE sólo tiene que perforarlas y soldarlas.

Para la soldadura se usaron electrodos AGA tipo AWS 6013 con buen éxito.


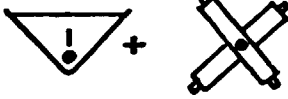

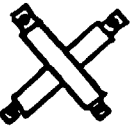
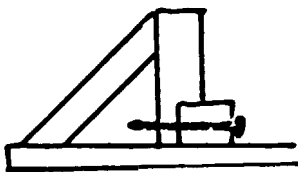
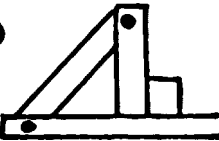

2.5.3. Pernos

Todos los pernos utilizados en la fabricación de Puentes ONUDI son de producción nacional (TOPESA). En el taller en el CFC existe una estantería, entregado con fondos del proyecto, para acomodar los diferentes pernos.

La siguiente lista da las dimensiones y cantidades de los pernos, y su localización en la construcción del puente (según los planos):

P U E N T E S O N 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

2.6. Costos

La compra de los materiales, originalmente a cargo de la anterior SEDRI y del MBS, fue - por razones de agilidad y mejor conocimiento de la materia - trasladó al ATP, e incluye también la adquisición y recepción de la madera, durante la ausencia del Ing. forestal E. Vásquez, contraparte del MAG, quien tenía una beca en la RFA.

Para este fin, la SEDRI, y últimamente el MBS entregaron - bajo el esquema GCCC y Costos Compartidos - las siguientes montos al PNUD (incl. los gastos administrativos del último):

entregados:	disponibles para proyecto:
10.01.86 S/. 2,600,000	S/. 2,512,077
07.04.86 USD 8,000	USD 7,018
11.02.87 S/. 1,000,000	S/. 966,184

Se hicieron los siguientes desembolsos:

material de acero (para 10 puentes)	S/. 1,403,369.69
pernos (")	596,258.19
clavos (")	191,620.00
electródos y gas (")	238,640.00
madera (aprox. 60 % del total)	1,676,871.00
todavía disponible para la compra y el transporte de madera aserrada	824,914.00
TOTAL	4,931,672.88

(Los gastos adicionales fueron asumidos por la ONUDI)

Esto significa, que el proyecto tenía gastos (sólo para los materiales) de aprox. S/. 33,000 / ml., lo que al cambio de Agosto/Septiembre 1987 corresponde a solamente USD 150 / ml.

En realidad, los costos (en USD) están más altos, y para evitar constantes cambios, conviene calcularlos en USD y transferirlos a Sucre en el momento de necesidad.

Los siguientes cálculos se basan en la experiencia, obtenida por el ATP en el presente proyecto (y también en otros proyectos de la región), y se refiere a una producción de Puentes ONUDI en series en un taller estatal (como CFC/DINE) en Ecuador:

Puentes ONUDI

Cálculo de Costos por metro lineal (ml)

Capacidad del taller: 350 ml por año

	Estimación en US Dólares
- materiales (incl. transporte al taller) calculando la madera con USD 120 / m ³	350
- mano de obra (6 personas - USD 200/mes c/u)	41
- energía eléctrica en el taller (USD 200/mes)	7
- Amortización del equipo fungible (USD 10,000 : 5 años)	6
- Amortización del equipo no fungible (USD 20,000 : 10 años)	6
- transporte de los puentes prefabricados a los sitios (USD 500 / puente de 15 m)	35
- experto nacional, incl. viáticos (USD 1,000 / mes)	35
<u>TOTAL</u>	<u>USD 480</u>

Si los trabajos se hacen en talleres privados (con utilidad), el precio por ml es doble.

Nota:

Un vehículo, tipo Jeep - valor sin impuestos USD 15,000 - con una vida útil de 10 años encarece los puentes en USD 5/ml.

Un camión mediano - valor sin impuestos USD 45,000 - con una vida útil de 10 años encarece los puentes en USD 15 / ml (pero bajan los costos de transporte).

2.7. Lista de los Proveedores del Presente Proyecto

Madera	ACL Lumbaqui IMA Sto. Domingo CASPI S.A. Cumbaya
Planchas de acero	COMPAC S.A. Quito
Eje de acero y Acero estructural 'liso'	FERRO TORRE Quito
Clavos	IDEAL ALHAMBRE Quito
Pernos	TOPESA Sangolqui
Electródos	AGA Quito
Sierras y Cuchillos	MAQUINAL PROMADERA ALCOR

2.8. Lanzamiento

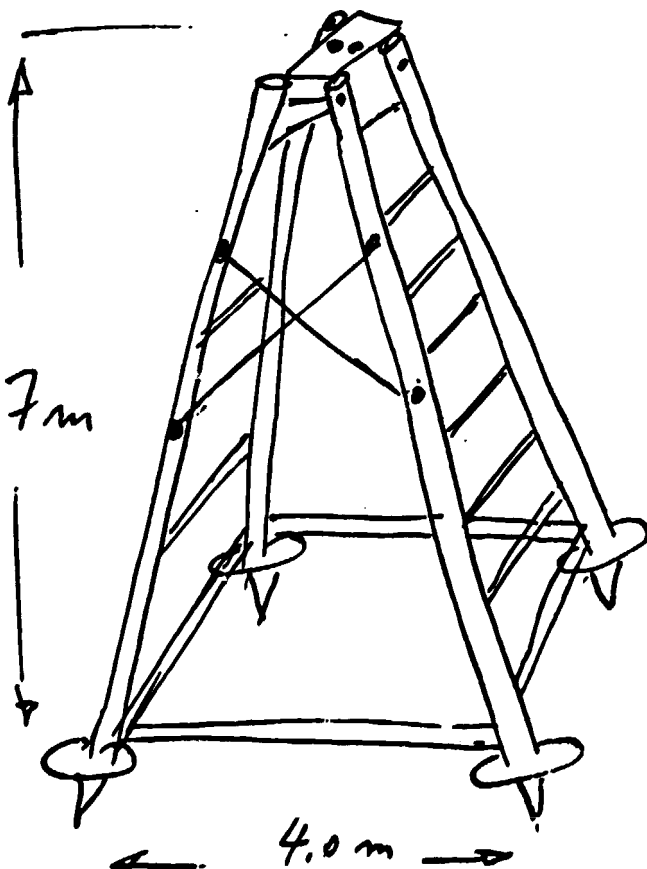
Para los previstos lanzamientos de Puentes ONUDI, es indispensable que un ingeniero, entrenado por el proyecto anterior, está encargado con la supervisión, para evitar un posible fracaso.

El ATP mismo - si todavía en el país - está dispuesto a estar presente durante los lanzamientos.

Anticipando el lanzamiento de 10 - 14 Puentes ONUDI, y una posible continuación del proyecto a nivel nacional, conviene contratar la fabricación de dos torres de lanzamiento en acero (tubos de 100 mm ϕ), con una base de 4 x 4 m y una altura de 7 m.

Esto asegura un rápido y seguro montaje y desmontaje de las torres.

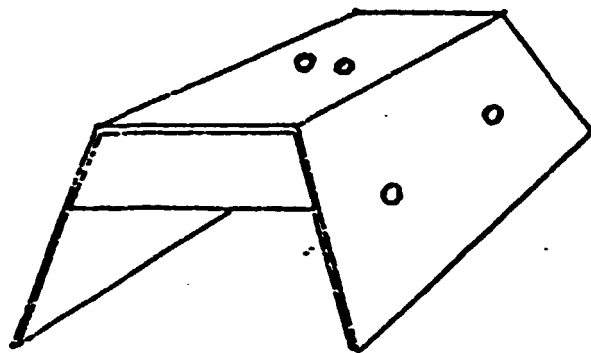
La construcción podría prever uniones de enchufe asegurados con pasadores.



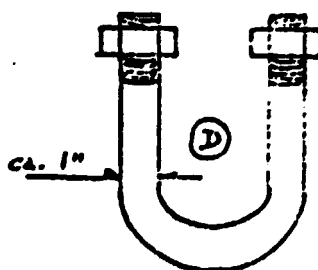
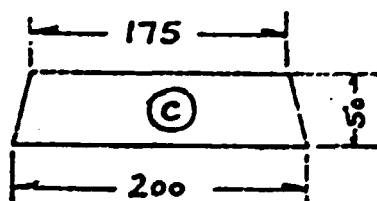
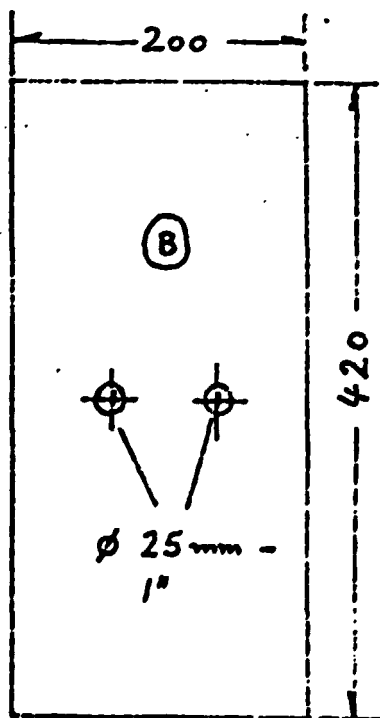
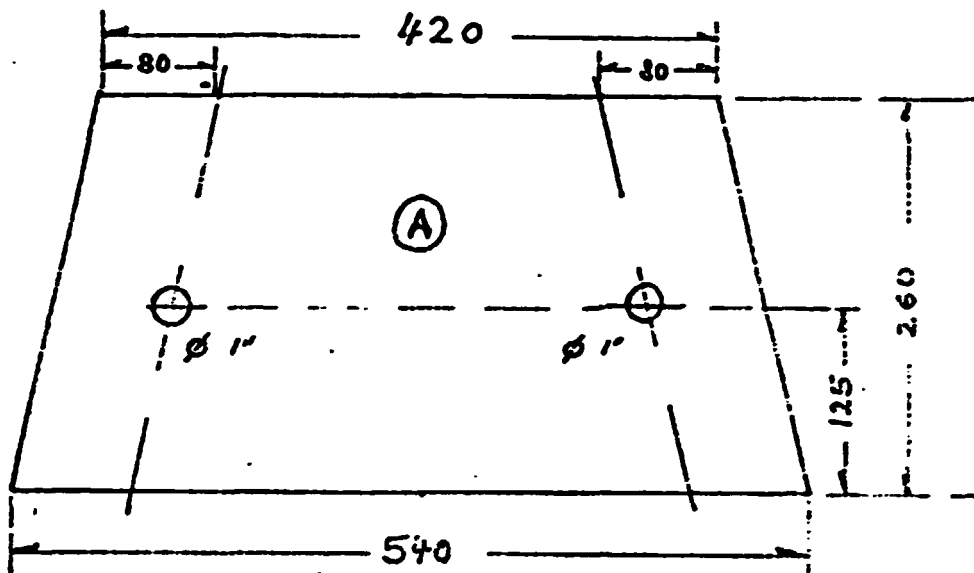
Los dos cabezales de acero de 12 mm fueron dañados durante el último lanzamiento (un camion derribo una torre).

Hay que repararlos y reforzarlos, o fabricarlos de nuevo (en la DINE), según el diseño siguiente:

Nota: Ver también Parte 3 del
'Manual de Puentes'
-UNIDO/IO.R.161-



MATERIAL
ACERO
STEEL 12:11
ACIER



- A - 4 x
- B - 2 x
- C - 4 x
- D - 2 x

El cuidado en el ensamblaje de las cerchas sobre la plataforma de lanzamiento determina 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 arriostres 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 arriostres verticales (cruces).
8. Colocar y fijar con clavos (min. 6) los arriostres diagonales.
9. Colocar el perno central en los arriostres verticales, y apretarlo, utilizando un espaciador de 21 mm entre los arriostres.
10. Fijar los refuerzos de madera, conectando los módulos (exterior e interior - 4 por bahía), con un mín. de 6 clavos c/u.

3. 'Centro de Capacitación Forestal' para el Proyecto DRI
'Quininde - Malimpia - Nuevo Jerusalem'

Desde el principio de su misión - no solamente en Ecuador, sino también en otros países de la región - el ATP está en contacto con las misiones del Banco Mundial, por el interés común en los Caminos Vecinales con sus respectivos Puentes ONUDI, así que en otras estructuras de madera en las áreas rurales de los países en vía de desarrollo.

El Banco ha aprobado en principio (y ya en 1985) la propuesta de establecer un 'Centro de Capacitación Forestal' en el área del Proyecto Quininde.

El Centro debería incluir un aserradero de cinta horizontal, y otra maquinaria para producir Puentes ONUDI para el programa vial de los proyectos DRI, así como casas modulares y prefabricadas de bajos costos (tipo 'Vivienda Rural ONUDI'), cerchas prefabricadas para aulas escolares, y muebles escolares.

Un tal proyecto se presta perfectamente para su implementación por PNUD / ONUDI, y por esto, el ATP preparó un Documento de Proyecto, en base también de la 'AYUDA MEMORIA' (3.7.86) - Proyectos DRI 1991 y 2044 EC - preparado por los señores Charles Downing y Theun Prins, funcionarios del Banco. El Documento fue entregado al MBS, PNUD / ONUDI, y en Noviembre 1986 personalmente al Banco en Washington, D.C., donde la reacción fue positiva.

Según información, obtenida en principios de 1987 por parte de la Subsecretaría del MBS, el proyecto recibirá una prioridad para el año 1987, en vista también de los inminentes cierres de los préstamos en 1988.

Lamentablemente, nada pasó al respecto, y se ruega al MBS de verificar las posibilidades todavía existentes para 1988, y de formular una respectiva solicitud a PNUD / ONUDI y a CONADE, organismo cual aprobó recientemente un proyecto muy similar para su implementación por PNUD / ONUDI en la Provincia de Pastaza.

4. Lista de Informes entregados por el ATP y la ONUDI a las Contrapartes (SEDRI) / MBS / MAG / DINE del presente Proyecto

- Manual de la ONUDI 'Puentes Prefabricados y Modulares de Madera', 5 vol. (en inglés) UNIDO/IO/R.159 - 163
- Juego de 11 Planos para Puentes ONUDI
- Informe técnico de la misión preparativa, Feb. 84
- Informe sobre el sitio 'Pupusa' , 18. Oct. 84
- Informe técnico final del proyecto ECU/83/206 , Ene. 86
- Informe sobre la identificación de sitios dentro de los Proyectos DRI Puerto-Ila-Chone y Quininde, 20. Oct. 85
- Plan de actividades durante la ausencia del ATP (Nov./Dic. 85) 27. Oct. 85
- Plan de trabajo para el ATP, 31. Ene. 86
- Plan de trabajo para CFC durante Feb./Abr. 86, 31. Ene. 86
- Breve introducción al proyecto 'Puentes ONUDI', 10. Feb. 86
- Plan de trabajo para DINE, 06. Mar. 86
- Costos de los materiales por ml de Puente ONUDI, 05. May. 86
- Informe respecto al taller de puentes, 06. May. 86
- Informe Taller 'Puentes ONUDI' en el CFC , 14. Jun. 86
- Informe sobre la marcha del proyecto , 31. Ago. 86
- Informe Puentes de Emergencia RICAURTE/Esmeraldas 28. Sep. 86
- Documento de Proyecto 'Centro de Capacitación Forestal' en el Proyecto DRI Quininde para presentación al Banco Mundial / MBS, Nov. 86
- Plan de actividades durante la ausencia del ATP (Nov. 86)
- Plan de trabajo para el ATP, 26. Ene. 87
- Plan de actividades durante la ausencia del ATP (Ene./Feb. y en adelante)

- Cronograma de los trabajos pendientes , Feb. 87
- Informe sobre la marcha del proyecto, 1. Mar. 87
- Informe sobre deficiencias en los estribos, preparados por el MBS (Zabalito/Quisphe/Junquillo/Pupusa), 13. Mar. 87
- Informe Situación actual del proyecto, 1. Jun. 87
- Plan de actividades durante la ausencia del ATP (Jun./Jul. 87), 17. Jun. 87
- Informe adquisición de la madera para el proyecto, 28.Ago.87