



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

14939-5

DA y DC/HON/81/002
Contrato No. 82/75

CONSTRUCCION DE PUENTES DE MADERA - HONDURAS

INFORME FINAL PARA UN CONTRATO
REFERENTE AL
DESARROLLO DE PUENTES DE MADERA
PREFABRICADOS

FEBRERO 1985

TIMBER RESEARCH AND DEVELOPMENT ASSOCIATION
(ASOCIACION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE MADERA)
HUGHENDEN VALLEY,
HIGH WYCOMBE, BUCKINGHAMSHIRE, HP14 4ND,
REINO UNIDO.

Bajo contrato de la
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO
INDUSTRIAL (ONUDI)

4006

DESARROLLO DE PUENTES DE MADERA PREFABRICADOS

INTRODUCCION

En 1980, el gobierno de Honduras solicitó una misión de asistencia técnica en el sector industrial de la madera, con el objeto de preparar un documento de proyecto para el desarrollo de un sistema de puentes de madera modulares prefabricados, y un documento de proyecto para planes de asistencia en el sector de la madera durante el período 1982 - 1986. El fin del primer documento era planificar un extenso programa de construcción de puentes, para mejorar las carreteras secundarias y de acceso rurales para beneficio del desarrollo rural.

En enero de 1981 fue ejecutada una misión preparatoria de la ONUDI (referencia de informe: DP/ID/SER.A/285), y como resultado de la misma fue comenzado un pequeño proyecto demostrativo en marzo de 1981 (referencia de informe: ID/SER. A/307). Como resultado de una solicitud recibida de PAC en agosto de 1981, TRADA fue contratada para que continuase con el desarrollo de puentes de madera modulares prefabricados. Un informe final para esta fase fue presentado el 20 de mayo de 1983 (referencia: T81/61/DG).

Un punto saliente de esta fase fue la construcción de un puente prototipo de cuatro entramados de 12 m en la ciudad de Yuscarán, la cual está en el Departamento de El Paraíso. Los puentes de madera de costo relativamente bajo de este tipo, capaces de soportar cargas de carreteras correctamente especificadas y construidos totalmente con la madera local, con mucha de la mano de obra local empleada en la construcción de las bases y de otras obras civiles, demostró que el sistema resultaba económicamente atrayente en Honduras.

En mayo de 1982, la zona sureña de Honduras, particularmente en el Departamento de Choluteca, resultó seriamente afectada por inundaciones, como consecuencia de una tormenta tropical. Esto originó una solicitud de asistencia adicional, para reconstruir la infraestructura de esta zona agrícola del país. Los proyectos resultantes fueron DA y LC/HON/81/002, y un contrato de la ONUDI solicitado a la TRADA No. 82/75.

El ingeniero residente nombrado por la ONUDI, J.C. Cano, había entrado a trabajar en los proyectos de puentes para Honduras hacia finales de la primera fase, y le fueron entregados términos de referencia, en los cuales se incluyó la experiencia adquirida durante el proyecto pertinente al puente construido en Yuscarán, con el fin de asesorar sobre el establecimiento de una sección de puentes en SECOPT, el

ministerio gubernamental pertinente de obras públicas y transporte. Se habría de establecer un taller de construcción, así como personal capacitado para producir continuamente los módulos y componentes precisados en puentes prefabricados ulteriores. También se subrayaron considerablemente los términos de referencia para el ingeniero residente, sobre la preparación y organización del trabajo en pie de obra, ya que durante aquella fase, ésta era una causa de dificultades en la puesta en efecto del sistema.

Los términos de referencia de TRADA, explicados por completo en el Anexo I, estaban concebidos para que fuese adoptada una responsabilidad ingenieril global y para dar la dirección general al ingeniero residente, y para que afectara cierto número de modificaciones y desarrollos del sistema. Ambos tipos de actividades fueron llevadas a cabo por TRADA, y en total fueron hechas seis visitas por el personal de la asociación asesora.

Además, fue requerida una mayor cantidad de esfuerzo que la originalmente prevista, en la especificación y diseño del equipo y en el asesoramiento sobre su suministro. Asimismo, otro subcontrato (referencia U83/281) fue adjudicado a TRADA para la producción de una serie de manuales que abarcara el sistema de puentes completo, la cual podría ser aplicable en cualquier país que solicitase asistencia. Existía una contribución considerable obtenida durante el proyecto específicamente hondureño, la cual fue también utilizada para mejorar el contenido de estos manuales.

Los proyectos DA y DC/HON/81/002 fueron terminados oficialmente el 31 de octubre de 1984, después de varias extensiones que permitieron al ingeniero residente permanecer o retornar. Este informe final del subcontrato TRADA 82/75 resume el proyecto hasta dicha fecha. Se han pasado recomendaciones para nuevos proyectos, los cuales permitirán que continúe en Honduras la construcción de puentes de madera prefabricados. Estas recomendaciones comprenden un contrato adjudicado a TRADA por la Administración de Desarrollo en Ultramar del Gobierno Británico, y un contrato de Servicios Especiales Industriales (UF/HON/84/177) redactado por la ONUDI, para permitir servicios ulteriores del ingeniero residente.

El progreso realizado en el proyecto ha sido extensamente descrito por medio de informes provisionales de la TRADA, actas de Reunión de Revisión Tripartita, y "Notas para el archivo". Este informe, por lo tanto, intenta ofrecer un resumen general de las actividades principales llevadas a cabo y de los rendimientos obtenidos. Una atención más detenida se ha dado a los descubrimientos y recomendaciones de una visita final, hecha del 21 al 27 de octubre de 1984, cuyo objetivo tenía como fin el acordar una situación final con todas las partes interesadas en pie de obra, y el adoptar disposiciones para los proyectos de continuación.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

A largo plazo

1. Ayudar al gobierno en sus planes para mejorar la red nacional de carreteras, haciendo referencia especial a las zonas rurales, consiguiendo este fin usando lo más posible los materiales y la mano de obra locales.
2. Incrementar las oportunidades de empleo, tanto en el taller de puentes como en las zonas rurales en donde fueron planificados los puentes.

Inmediatos

1. Satisfacer la demanda de puentes de 9 a 27 metros de luz que concuerden con el plan nacional, siendo la intención la de concentrar los esfuerzos en el Distrito de Choluteca en donde los daños causados por las tormentas han originado la necesidad de poner en práctica un esfuerzo de rehabilitación de emergencia.
2. Incorporar información sobre los recursos forestales nacionales en las recomendaciones que coincidan con el esquema de agrupación de fuerza adoptado, y otros métodos para la clasificación de las propiedades tecnológicas que han sido halladas apropiadas.
3. En conjunción con el contrato U83/281, revisar el diseño, la construcción y el lanzamiento de información proporcionada en el manual de Kenia, e incorporar la información contenida en los nuevos manuales y dibujos apropiada para Honduras y para otros países.
4. Asesorar y ayudar al desarrollo de emplazamientos para los puentes, coordinando con el conocimiento local de construcción de piedra y concreto para bases con la experiencia de ingeniería civil local y las necesidades del sistema.
5. Desarrollar un taller apropiado para la fabricación de paneles modulares, además de ayudar y asesorar sobre cómo superar los problemas de instalación de plantillas, equipos y maquinaria.
6. Formular recomendaciones de continuidad.

RESULTADOS DEL PROYECTO

1. Para la fecha de terminación oficial, habían sido terminados diez puentes. Estos puentes se están usando en la red nacional de carreteras. Están todos situados en áreas rurales, en las cuales se han mejorado la población y las comunicaciones agrícolas, y se estima que unas 300 000 personas de la población han sido integradas mediante el proyecto.

2. Ha sido establecido un taller completo, el cual sigue en funciones. Incorpora una nueva estructura de almacenaje, así como una nueva disposición del taller, los cuales en sí representan importantes medios de capacitación. Más equipo que el originalmente previsto ha sido proporcionado por el proyecto, y TRADA ha ofrecido asesoramiento en torno a la especificación y aprovisionamiento de este equipo.
3. Una sección especial dedicada a puentes de madera ha sido establecida por el departamento gubernamental pertinente, SECOPT. El jefe de contrapartida y varios de los ingenieros participantes, han prestado sus servicios junto con los expertos durante todo el proyecto y sus extensiones. En la actualidad existe un grupo de lanzamiento experimentado, así como personal de taller. Se han mantenido buenos registros de las existencias, y se ha instigado un sistema de control de costos.
4. Las siguientes contribuciones y mejoras han sido incorporadas generalmente en el sistema de puentes ONUDI (todas importantes en lo que refiere a efectos multiplicadores en otros países potencialmente propensos a beneficiarse):
 - i) Mejoras detalladas en el panel modular. Racionalización de los diseños de cordones de acero. Una especificación más precisa del arriostrado y otros detalles de construcción.
 - ii) Experiencia en el lanzamiento y la construcción, anteriormente perdida cuando cesó el proyecto de Kenia, la cual ha sido ahora recuperada y completamente documentada. Construcción de un número considerable de puentes, todos en un solo país y por el mismo grupo, lo cual ha hecho posible reafirmarse en todas estas técnicas y dejar registros escritos y dibujados. La información sobre las fuerzas de lanzamiento han sido revisadas e incorporadas en los manuales internacionales. Los principios para el lanzamientos de tramos múltiples han sido diseñados y redactados, pero todavía no han sido llevados a la práctica.
 - iii) Han sido resueltas las anomalías contenidas en las tablas de diseño incluidas en el manual de Kenia, y los nuevos manuales incorporan tablas corregidas.
 - iv) Se han considerado alternativas de diseño. Aquellas acordadas en los términos de referencia originales y la propuesta de contratista entre ONUDI y TRADA fueron:
 - a) Cuerdas tensores de madera
 - b) Estribos de madera
 - c) Esquineros de madera contrachapada para paneles modulares
 - d. Trozos de cable para tensores

Los ítems a) y b) fueron estudiados, recomendados como de valor, y completamente diseñados y dibujados. Tres cordones tensores de madera completos fueron probados en prototipo, siendo presentadas alternativas de diseños de cordones de tipo ligero y pesado. Desde que fue terminado oficialmente el contrato, han sido incorporados cordones tensores ligeros en un puente de cuatro entramados de 15 m en el Distrito de Choluteca, bajo los auspicios del contrato de ODA a TRADA.

El ítem c) fue analizado, pero no fue recomendado ni seguido en detalle. El ítem d) fue analizado, un informe técnico resumido fue presentado, y la técnica fue retenida para situaciones apropiadas.

- (v) Ha sido diseñada una instalación para cargar cada panel modular después de su fabricación, como parte de un programa de seguro de calidad para talleres de puentes. Se ha ofrecido asistencia en el abastecimiento de equipo hidráulico para esto, y se ha vigilado el progreso efectuado en la construcción e instalación del conjunto. La capacitación en los otros aspectos del control de calidad, como por ejemplo la clasificación del esfuerzo de las maderas, se ha conseguido mediante la asistencia de hondureños a un curso nacional sobre estructuras de madera, y a nivel de taller mediante una capacitación extraoficial.

SITUACION EN EL MOMENTO DE LA VISITA FINAL

Una visita final fue realizada del 21 al 27 de octubre de 1984, con el fin de acordar la situación sobre el terreno en aquella fecha, y de llevar a cabo disposiciones para los proyectos de continuidad. La situación era la siguiente:

1. Guía y asesoramiento global sobre equipos

La responsabilidad global de la ingeniería que ha adoptado TRADA, y la guía ofrecida ya sea directamente a través de visitas, y mediante la información brindada al ingeniero residente, han constituido unos factores importantes en haber terminado con éxito los diez puentes en el país. Una lista de estos puentes se incluye en el Anexo II, el cual también incluye puentes futuros planificados por SECOPT, los cuales se analizan más abajo.

Un taller completo y departamento de puentes de madera ha sido establecido por SECOPT, con la asistencia del proyecto, y éste ha continuado en funciones con un menor apoyo directo, por ejemplo durante las recientes ausencias del ingeniero residente en otros proyectos ONUDI. El Jefe Gubernamental de Contrapartida, Sra. de Cuadra, continúa al frente del departamento, y varios otros miembros del personal, los cuales han estado con el proyecto desde el comienzo, siguen prestando sus servicios. Por ejemplo,

el ingeniero Ismael Gutiérrez está siguiendo el método recomendado de planificación cortado y llenado y cortes de estribos, y está experimentado en el diseño de bases.

Detalles completos de mejoras de diseño recomendados por TRADA, tales como los cambios en los cuerdas superiores de los paneles modulares, se incorporan plenamente en la rutina de producción.

2. Taller

Todo el equipo que ha sido instalado se está usando en la fabricación de paneles, principalmente del tipo de cuerda ligera. Los paneles se continúan construyendo principalmente cuando los emplazamientos de puentes dados están a punto de ser terminados, y de vez en cuando con fines de almacenaje en existencias, pero el taller tiene potencialmente una capacidad mucho mayor. Se ha fijado una cifra de tres puentes mensuales como deseable por parte del ministro responsable, la cual sería materializada fácilmente con el equipo incluido. De momento, existe una cantidad suficiente de chapas de acero para continuar la fabricación durante algún tiempo, pero se prevén dificultades con la falta de ellas. El ODA contrato con TRADA incluye el suministro de más acero, pero a largo plazo se requieren fondos importantes para ello, entre otros elementos, debido a que no existe fabricación de acero dentro del país.

La cepilladora superficial de mesa larga Darkaert, suministrada por Wilkinsons de Londres, se está utilizando para la preparación de componentes de panel. Su objetivo principal era el de obtener un borde recto en cada pieza, como punto de referencia para un ensanchamiento ulterior. No obstante, es también útil para el trabajado de una superficie de piezas acopadas, y para eliminar ligeras curvaturas, debido a que el cepillo regruesador original no fue comprado con arreglo a las recomendaciones, y no tiene la potencia suficiente para las grandes piezas de madera usadas para los paneles modulares. El uso de madera cepillada ha mejorado considerablemente el nivel de rectitud y fiabilidad de las viguetas del puente montadas a partir de estos nuevos paneles modulares. La práctica correcta de secar y cortar los elementos de madera para incluir todos los cortes transversales y taladros antes del tratamiento de presión ha sido ahora adoptada.

Las mesas de plantillas de acero también han sido terminadas y se están usando para la fabricación de los paneles. Son mejores que las viejas plantillas de madera las cuales estaban mostrando señales de desgaste, y estar propensas a producir paneles imprecisos.

3. Montura de pruebas

Una estructura porticada, de acuerdo con un nuevo diseño de TRADA, ha sido instalada por el personal de SECOPT. En el momento de recibirse la información, eran requeridos más trabajos, según se indica:

Debe incluirse una grúa pequeña, basada en un torno de cadena para pesos livianos, para levantar los paneles hasta y desde la montura de pruebas. La electricidad en el edificio del taller principal debe tenderse hasta la inclinación donde está instalada la montura. También deben ser instaladas las cajas de interruptores y fusibles. Seguidamente será preciso instalar la bomba hidráulica y los controles, siendo necesario un asesoramiento experto para asegurar que esto se lleva a cabo con éxito.

Ulteriormente, la montura requerirá calibración, y para ayudar al personal local y a los expertos a realizar esta operación, ha sido solicitada asistencia en la forma de un técnico y de un anillo calibrador del Departamento de Ingeniería Civil, UHAH, la cual ha sido otorgada.

4. Puentes de cuerdas de madera

Han sido ofrecidos disponibles para el proyecto dibujos de diseños finalizados por TRADA para cuerdas de madera inferior livianos y pesados. En estos diseños, se consideró necesario conservar los principios de conexión entre las cuerdas inferiores y los pasadores laterales en las placas de panel inferiores, ya que si se hiciese de otro modo, serían necesarios cambios radicales en el diseño completo del puente. Por este motivo, varios trozos de acero algo complicados fueron necesarios para efectuar estas conexiones extremas en los cordones de madera. Así pues, el ahorro efectivo en los costos de las materias primas mediante el uso de cordones de madera en lugar del diseño completo en acero no es grande. No obstante, existen otras consideraciones para el ahorro de costos. Por ejemplo, se han hecho indagaciones iniciales sobre la posibilidad de enviar conjuntos nuevos de piezas de acero a Honduras, como parte de un nuevo plan de ayuda patrocinado por la ODA. En este caso, el no tener que enviar pletinas de acero de unos 3 metros de largo supone un ahorro considerable. Además, en los proyectos futuros para la construcción de puentes, debe ofrecer ventajas la flexibilidad de selección de existencias, debido a que las piezas de acero para los cordones de madera son individualmente mucho más pequeñas.

El uso de una madera correctamente seleccionada para los cordones de tensión puede además resultar en un puente más seguro, en los casos que no se tienen a

disposición largos de acero correctos, y la seguridad tendría que depender entonces de cordones de tensión de acero empalmados mediante soldadura, cuya calidad y duración en situaciones de corrosión forzada pudiera ser dudosa.

Se tiene pensado usar las existencias directas para los módulos del puente de Santa Rosa, Choluteca, cuyo diseño es de cuerda ligera de cuatro entramados de 15 metros. Este se espera que sea el nuevo sitio listo para el lanzamiento. Las chapas metálicas, de acuerdo con los detalles de cuerdas de madera TRADA, han sido fabricadas en Honduras con arreglo a un nivel apropiado. La madera, cuya calidad es apropiada para este uso más preciso, ha sido enviada al taller. Hay que secarla, regruesarla y cortarla transversalmente, tras lo cual será enviada para el tratamiento a presión. Después de esto, volverá a ser secada, y usada para hacer las cuerdas de madera. Se tiene planificado que el lanzamiento de este puente forme parte del contenido de un video auxiliar que na de ser filmado por los ingenieros de la TRADA antes de una visita a Honduras por el experto en sistemas audiovisuales.

El emplazamiento de Santa Rosa, el cual fue visitado en sus fases iniciales de construcción durante el curso de capacitación regional de Costa Rica/Honduras en abril de 1984, está a punto de terminarse. Trabajo considerable, principalmente manual, se requiere para completar el relleno de la carretera de acceso hasta uno de los estribos.

5. Tramos de acercamiento con pilotes de madera

Desafortunadamente, parece que no hay mucha posibilidad de poner en efecto en un futuro cercano el diseño de tramos de acercamiento con pilotes de madera, el cual fue pasado al proyecto después de haber sido desarrollado por TRADA hace un tiempo considerable. Los distritos en los cuales se están construyendo los puentes, son menos apropiados para este método que otros que pueden ser desarrollados en una fecha ulterior. Por ejemplo, el Distrito de Atlántida tiene tierras aluviales, ríos cuyo cauce es más lento y profundo, e incluye ciudades tales como Tela, donde se tiene entendido que la empresa del ferrocarril ha usado equipo para la hincada de pilotes.

Tanto la TRADA como la ONUDI están deseosas de poner en efecto este tipo de diseño, y se espera que en proyectos futuros sea posible, primeramente evaluar el equipo existente y analizar la necesidad de nueva maquinaria, y en segundo lugar proseguir de acuerdo con lo indicado en los dibujos.

6. Puentes de tramos múltiples

Para completar el enlace de la carretera desde El Triunfo hasta Concepción de María en el Distrito de Choluteca, y más tarde para cruzar muchos otros puntos en otras partes del país, se requieren puentes de tramos múltiples. Se considera que existe ahora una experiencia suficiente en el uso del sistema de puentes de madera modulares, así como en su lanzamiento, para hacer esto posible.

Se ha ofrecido un informe proponiendo un método para el lanzamiento de puentes de tramos múltiples. El punto esencial del método es el de proporcionar bastidores de soporte y anclajes, de modo que el procedimiento de lanzamiento para cada tramo individual sea idéntico al método de cruce en húmedo utilizado para los tramos sencillos. Los bastidores de soporte se hacen con postes largos y traviesas empernadas, y con los bastidores apuntalados en las bases de la pila desde anclajes especialmente fundidos. El método propuesto naturalmente requiere nuevo equipo para los bastidores de soporte, pero aparte de esto podrá ser utilizado el equipo existente.

Antes de que pueda ser puesto en efecto el método, serán considerados ulteriormente los detalles de los métodos de tensado, las dimensiones y sujeciones de los bastidores de lanzamiento, y las listas de equipos. Además, existen ciertos detalles del puente que precisan atención. Entre ellos se incluye el diseño de caperuzas de pilas, y la provisión de una cubierta continua apropiada sobre las pilas intermedias.

Un emplazamiento conocido como El Papalon se halla en las primeras fases de preparación para un tramo doble de 15 metros, en las cercanías de la ciudad de El Triunfo del Distrito de Choluteca.

7. Perspectivas generales para la construcción continua de puentes

En general, las perspectivas para la construcción continua de puentes en Honduras son buenas. Hay una cantidad suficiente de piezas de acero, pernos y madera para varios puentes más, se ha establecido un contrato para el suministro de más madera tratada a presión. La falta de juegos completos de sujetadores es probable que sea el próximo impedimento en la continuación del programa, seguido de la falta de pletinas de acero para las cuerdas inferiores. Se espera que el proyecto de ODA de Gran Bretaña alivie el primer problema durante algún tiempo, y que el uso de cuerdas de madera ayudará en el caso segundo. Existe un acuerdo del Programa Mundial de Alimentación hasta finales de 1985 que continuará proporcionando raciones para la mano de obra en la preparación de los emplazamientos.

Algunos de los equipos de lanzamiento han sido dañados, incluyendo los tornos cabrestantes que fueron devueltos a los proveedores, pero que todavía no funcionaban correctamente cuando fueron retornados. Se espera aliviar este problema, al proporcionar nuevo equipo de lanzamiento como parte del programa de ayuda del Reino Unido.

Debe subrayarse que todavía queda la necesidad de un proyecto de ayuda principal para que los puentes de madera tengan el impacto deseado por el gobierno hondureño sobre la red de carreteras en las zonas rurales. Además, el sistema ha sido recientemente identificado por SECOPT y CONSUPLANE como con potencial suficiente para la mejora de comunicaciones de carreteras secundarias en áreas suburbanas subdesarrolladas. Los proyectos de la ONUDI llevados a cabo hasta la fecha, y su continuación esperada a través de la ODA y la SSA, deberán ser considerados como valiosos proyectos piloto, cuya iniciativa deberá ser adoptada por esquemas capaces de ofrecer una continuidad a largo plazo, y un rendimiento mucho mayor en lo que refiere a un apoyo financiero directo.

RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS ULTERIORES

Contrato de TRADA - ODA y la SSA

Como se ha observado anteriormente, han sido pasadas recomendaciones para nuevos proyectos que permitan la continuidad de la construcción de puentes en Honduras. Estas recomendaciones comprenden un contrato a TRADA por la Administración de Desarrollo de Ultramar (ODA) del Gobierno Británico, y un acuerdo de Servicios Industriales Especiales para el ingeniero residente. Se han acordado disposiciones entre TRADA y el funcionario pertinente de la ONUDI para coordinar visitas ulteriores con otros contratos a corto plazo involucrando al ingeniero residente.

Los siguientes son los términos de referencia establecidos por la ODA para la participación continua de la TRADA:

1. Continuar adoptando responsabilidad de diseño de ingeniería total, y proporcionar una guía general al ingeniero residente reclutado por la ONUDI en lo que refiere a la puesta en efecto del proyecto para la construcción de puentes de madera modulares prefabricados en Honduras, y asesorar sobre las especificaciones y la compra de piezas de acero y equipos.
2. Poner en servicio la montura de prueba que ha sido designada, y asesorar sobre el establecimiento de un programa de pruebas rutinario para los paneles modulares producidos en el taller de puentes. (Este programa debe observar procedimientos de control de calidad

reconocidos, y los resultados iniciales deberán ser observados para asegurar que el programa esté funcionando correctamente.)

3. Poner en efecto modificaciones de diseño terminadas, incluyendo cuerdas tensores de madera; asesorar y ayudar sobre el uso de enfoques de pilotes de madera, estudiar posibles emplazamientos y disponibilidad de equipos, y asesorar en torno a la restauración de equipo para la ingeniería civil, así como la compra de piezas de repuesto, si esto es posible.
4. Desarrollar un nuevo procedimiento de lanzamiento, asesorar sobre un puente de doble tramo planificado, y asistir y asesorar en torno a su construcción, siempre que el Gobierno de Honduras sea capaz de proceder con la construcción de carreteras, estribos y pilas.
5. Asesorar según convenga sobre la compra y puesta en efecto de una planta de tratamiento de presión apropiada para aplicar preservativo a las maderas de los puentes, con vistas a que una planta de tal índole sea instalada en el taller.
6. Preparar dos películas de capacitación video. Una de ellas en la forma de introducción de dirección general y/o de agencia gubernamental sobre el concepto de puentes de madera modulares prefabricados; y la otra en la forma de una guía paso a paso sobre la fabricación y el lanzamiento, basada en manuales terminados.
7. Organizar y participar en la instrucción de un curso práctico de una semana de duración en Honduras, sobre los aspectos prácticos del diseño ingenieril de la madera y de la selección estructural de la misma, para aproximadamente doce ingenieros y técnicos hondureños.

Otras recomendaciones

Como se ha mencionado anteriormente, los proyectos ODA y SSA solamente ofrecerán un apoyo provisional, y sigue existiendo la necesidad de una inversión de fondos ulterior de envergadura. Las actividades técnicas que deberían acompañar un proyecto que trataría de ampliar un programa de construcción de puentes para satisfacer las verdaderas necesidades del país, estarían adicionalmente orientadas a extender las actividades ingenieriles de la madera para satisfacer otros requerimientos sociales. Aprovechándose de la existencia de un sistema de construcción en madera prefabricada fácilmente adaptable y ya redactado por la ONUDI, apropiado para las necesidades de construcción no domésticas rurales tales como centros sanitarios y comunitarios, centros de capacitación y clases han sido sugeridos como uno de los nuevos sectores que pueden ser desarrollados.

Además, otros nuevos proyectos deberían ser orientados con el fin de satisfacer los requerimientos siguientes en el sector de la construcción de puentes:

1. Tramos múltiples

Como se ha mencionado previamente, un emplazamiento llamado El Papalón se está desarrollando en el Departamento de Choluteca, pero no es práctico que esté listo para el lanzamiento dentro del mismo programa de tiempo que el proyecto de la ODA (año financiero finalizado el 31 de marzo de 1985). Además, SECOPT necesitará ayuda en la puesta en efecto de los detalles ya redactados por la TRADA, y nuevos detalles que habrán de ser suministrados para la fijación de retenes en las bases de las pilas. Equipo de lanzamiento ulterior será precisado para los tramos múltiples, y será requerida asistencia en su especificación y compra. Subsiguientemente, dos más tramos múltiples completarían la carretera circuito entre El Triunfo y Concepción de María, y otros serán requeridos tales como uno de doble tramo de 15 metros en el emplazamiento llamado Concepción del Río Grande, Departamento de Francisco Morazán.

2. Cálculos y adiciones de diseño

Como consecuencia de investigaciones ulteriores efectuadas por la TRADA de TRRL, la cual produjo en 1981 un informe titulado "El puente de madera modular de bajo costo Kenyan", y después de charlas con expertos de la ONUDI, se llegó a la conclusión de que no existe una base de diseño documentada completamente satisfactoria, que ofrezca cálculos estructurales para el sistema de puentes. Si bien los puentes de madera modulares han demostrado tener éxito, y están ofreciendo un buen servicio bajo cargas de tráfico moderadas en Honduras, la carencia de soporte de diseño es preocupante por varias razones. Una un poco negativa es que si se presentan problemas en el futuro, pueden ponerse en duda todos los aspectos del sistema, debido a que no se tienen cálculos disponibles. mientras que una referencia a ciertas condiciones en los cálculos apropiados podrían anunciar la aparición de una circunstancia desacomodadamente aceptable. Más positivamente, una nueva base de diseño permitiría el análisis de casos, en los casos en que pudieran usarse cuatro en lugar de seis entramados. (Varios de tales casos se presentan para tramos importantes de unos 18 metros en la madera de grado presionado usada en Honduras.) Además, permitiría la redacción de propuestas en torno al uso de tres viguetas para tramos más largos y/cargas más pesadas, en lugar del incómodo método de usar entramados laterales adicionales, los cuales han demostrado ser lentos y, en cierta ocasión, peligrosos en su lanzamiento.

Los cálculos suplementados por pruebas también conducirían al análisis de paneles para trabajo extrapesado y otras modificaciones de diseño, en situaciones donde son requeridas cargas sumamente pesadas tales como en vehículos para el transporte de troncos. Los estudios iniciales realizados en torno a las fuerzas ejercidas en paneles individuales, y las charlas celebradas con aquellas

personas responsables de las pruebas iniciales con prototipos, sugieren que sería posible un desarrollo tal del sistema.

3. Tramos de acercamiento de madera y otros soportes

SECOPT propone la construcción de diez puentes en el Departamento de Atlántida. Este es un distrito que tiene tierras arenosas y arcillosas, en las cuales se requiere el uso de pilotes. Los dibujos ya producidos, y el informe sobre los equipos que será redactado en el proyecto de la ODA proporcionarán la base para el desarrollo de tales emplazamientos. Será requerido el suministro de fondos para permitir la presencia según convenga de un ingeniero de la CNUDI, y visitas de asesoramiento sobre la puesta en efecto realizadas por TRADA. También habrán de buscarse medios para adquirir el equipo necesario.

También se considera probable que en los distritos en donde el terreno es diferente de los anteriormente experimentados, otros tipos de estribos y pilas pueden resultar valiosos. Entre ellos pueden incluirse los de hormigón y mampostería construidos sobre cimientos de pilotes de madera, estribos de tierra reforzados, otras construcciones de madera y gabiones.

4. Planta para el tratamiento de preservativo

Será ofrecido asesoramiento en torno a la compra y puesta en servicio de una planta de tratamiento por presión apropiada para maderas de puentes, con vistas a que la susodicha planta sea instalada en el taller. Se tiene entendido que el gobierno ha presentado una solicitud para una planta de tal índole. Suponiendo que sea posible cumplir esta solicitud, capacitación en el uso de dicha planta, y el correcto tratamiento de la madera, incluyendo procedimientos de control de calidad adicionales, serán todos necesarios. Los servicios de un ingeniero procedente de una empresa capaz de suministrar e instalar dicho equipo podrían ser retenidos durante un breve período inicial. Después de esto, se recomienda una capacitación ulterior del personal local, mediante una mayor cooperación entre la TRADA y el ingeniero regional. Una colaboración adicional con la Escuela Nacional de Ciencias Forestales de Siguatepeque, la cual ya ha acordado en participar en un curso de capacitación planificado venidero, también puede ser útil en este aspecto.

C.J. Mettem, M. Tech., C. Eng., M.I. Mech.E
11 de febrero de 1985.

ANNEX I

Terms of reference

Prefabricated modular wooden bridges

These terms of reference are intended to form the basis of a contract with an Institute or Research and Development Association specialized in timber engineering. The objective of the project is to assist Honduras to rebuild ten bridges in the storm-damaged Choluteca District in the South. A resident engineer will be engaged by UNIDO to take charge of the bridge element production, site preparation and bridge launching.

(1) General Background Information

UNIDO developed a prefabricated, modular wooden bridge system in Kenya which can permit spans of up to 30 metres for AASHO (American Association of State Highway Officials) loadings of up to HS20 - i.e., 40 tonnes - depending on timber species used.

A 12 metre - 4 truss prototype bridge has been erected at Yuscaran and full instructions and specifications for the system have been prepared by the Timber Research and Development Association (TRADA) as part of Project DP/HON/81/002.

In May 1982, tropical storm 'Alett' damaged a considerable part of the Choluteca District in the southern zone of Honduras - including roads and several bridges. This project will replace ten of these bridges and firmly establish the system in the country by strengthening the manufacturing facility through relocating and improving the existing workshop to the level of a small factory and training counterpart personnel of the newly formed Bridge Section of the Ministry of Public Works.

The rehabilitation effort is being coordinated by the National Agrarian Institute (INA) and the bridges provided by this project will

be built in coordination with other emergency relief programmes and loans to improve the roads and infrastructure of the area.

(2) Aim of the Project

The project is intended to replace damaged bridges on an emergency basis and also to consolidate the bridge system in the country by strengthening production, erection and technical design and costing functions within the Ministry of Public Works. It is, in effect, an extension of a current project DP/HON/81/002 whose aim was to create a small workshop and build a prototype bridge.

(3) Scope of Contracting Services

The contractor will:

- (a) Assume overall engineering responsibility and undertake general direction of the resident engineer recruited by UNIDO regarding application of the bridge system;
- (b) Effect certain modifications and developments of the system, viz -
 - i) design a system for launching of multi-span bridges,
 - ii) design suitable abutments using locally available timbers for piling and approaches,
 - iii) determine whether plywood can be used for gusset plates instead of steel,
 - iv) design timber tension chords to replace the current steel ones, and
 - v) determine the feasibility of using cables as tension members.

In all of the above, costs and implications with regard to practical application should be examined and reported;

(c) Assist in the launching of at least two bridges
(one multi-span and the first of this project extension);

(d) Advise on quality assurance procedures to be
followed and organize and carry out a training course
(assisted by the resident engineer) in timber stress grading;

(e) Assist the resident engineer to develop and introduce
a costing system for the production of the elements and erection
of the bridges.

ANNEX II

List of bridges completed and under construction

INDU1 - SECOPT
HONDURAS
PROYECTO DA/DC/HON/81/002

RELACION DE PUENTES CONSTRUIDOS
Y EN PLENO FUNCIONAMIENTO

FECHA: 31/10/84

NOMBRE	LUGAR	LUZ (MTS)	TIPO Y CAPA- CIDAD DE CARGA	FECHA DE TER- MINACION
1. YUSCARAN	EL PARAISO	12	L/H20/ 20 TM	OCT. '82
2. SAN JUAN YUSGUARE	EL CORPUS, CHOLUTECA	12	L/H20/ 20 TM	FEB. '83
3. MAICUPA	DULCE NOMBRE COPAN	18	L/H20/ 20 TM	JUNIO '83
4. AGALTECA	CEDROS, PCO. MORAZAN	21	P/HS-20/36TM	NOV. '83
5. EL ROSARIO	COMAYAGUA	6	L/HS-20/36TM	DIC. '83
6. LAS GRANADAS	CONCEPCION DE MARIA CHOLUTECA	18	L/H20/20 TM	DIC. '83
7. EL TULE	CONCEPCION DE MARIA CHOLUTECA	15	L/H20/20 TM	ENE. '84
8. LOS REMEDIOS	CONCEPCION DE MARIA CHOLUTECA	12	L/H20/20 TM	MAR. '84
9. QUEBRADA HONDA	SAN LUCAS, EL PARAISO	12	L/H20/20 TM	JUN. '84
10. SINGUIZAPA	CEDROS, PCO. MORAZAN	15	L/HS-20/36 TM	AGO. '84

RELACION DE LOS PROXIMOS PUENTES

FECHA: 31 OCT. 1984

NOMBRE	LUZ MTS	POR FINANCIAR		PLACAS	CEMENTO BOL.
		MALERA	PERROS		
1. SANTA ROSA	15	OK	OK	OK	OK
2. SACAMIL	21	OK	OK	OK	OK
3. JUAN GIL	18	OK	OK	OK	OK
4. YAUYUPE	24	20,000	F	F	OK
5. COL. 21 FEBRERO	12	6,000	F	F	250
6. SAN LUIS COMAYAGUA	15	7,500	F	F	250
7. SAN MATIAS	12	6,000	F	F	500
8. CONCEPCION RIO GRANDE	2/15	15,000	F	F	1500
9. TATUMBLA	12	6,000	F	F	500
TOTAL		60,000 P.T.	7 PUENTES		3,000

ONUJI - SECOPT

HONDURAS
PROYECTO DA/DC/HOR/S1/992

RELACION DE PUENTES EN EJECUCION

FECHA: 31/X/84

NOMBRE	LUGAR	LUZ (MTS)	TIPO Y CAPACIDAD	ESTADO
1. YAUYUPE	EL P/RAISO	24	L/H20/20 TM	Listo para montaje
2. SANTA ROSA	EL TRIUNFO	15	L/H20/20 TM	Listo para montaje
3. SACAMIL	PESPIRE, CHOLUTECA	21	L/H20/20 TM	Listo para montaje
4. JUAN GILL	SAN FCO. YOJOA, CORTES	18	L/HS-20/36 TM	Listo para montaje
5. COL. 21 DE FEBRERO	FCO. MORAZAN	12	L/H20/20 TM	Bases en Construcción
6. SAN LUIS COMAYAGUA	FCO. MORAZAN	15	L/H20/20 TM	Bases en Construcción
7. SAN MATIAS	FCO. MORAZAN	12	L/H20/ 20 TM	Bases en Construcción
8. CONCEPCION DE RIO GRANDE	FCO. MORAZAN	2/15	L/H20/ 20 TM	Doble Luz, bases en construcción
9. TATUMBLA	FCO. MORAZAN	12	L/H20/20 TM	Levant. Topografico Inicio de bases
10. MONTE GRUESO # 3	SANTA BARBARA	9	L/H20/20 TM	Levant. Topografico Inicio de bases
11. QUEBRADA SECA	DEPTO. ATLANTIDA	12	L/HS-20/36 TM	Levant. Topografico Inicio de bases
12. EL ZACATE	DEPTO. ATLANTIDA	21	L/HS-20/36 TM	Levant. Topografico Inicio de bases
13. GUACAMAYO	DEPTO. ATLANTIDA	18	L/HS-20/36 TM	Levant. Topografico Inicio de bases.
14. LOS MANCOS	DEPTO. ATLANTIDA	21	L/HS-20/36 TM	Levant. Topografico Inicio de bases
15. PITAL	DEPTO. ATLANTIDA	18	L/HS-20/36 TM	Levant. Topografico Inicio de bases
16. EL VIOLIN	DEPTO. ATLANTIDA	21	L/HS-20/23 TM	Levant. Topografico Inicio bases