



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> 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](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

10400  
Distr. RESERVADA

IO/R.42  
25 agosto 1987

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

ESPAÑOL

---

MISION EXPLORATORIA PARA LA CONSTRUCCION DE PUENTES DE MADERA

UC/COL/86/099/11-01

COLOMBIA

Informe Técnico: Misión preparatoria para la introducción  
de un sistema de puentes modulares de madera\*

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

Basado en el trabajo de: Harald Erichsen,  
Asesor en Industrias Forestales

Oficial de apoyo: Robert M. Hallett, Sección de Agroindustrias

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Viena

---

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

V.87-89011 3776p

	<u>C o n t e n i d o</u>	<u>Pagina</u>
1.	INTRODUCCION Y RESUMEN	1
	1.1. Abreviaciones	2
	1.2. Personas Contactadas	3
2.	EL SISTEMA ONUDI	4
3.	LA MISION	5
4.	SITIOS	6
5.	ESTRIBOS	6
6.	MATERIALES	8
	6.1. Madera	8
	6.1.1. Secado	11
	6.1.2. Preservación	11
	6.2. Acero	12
	6.3. Pernos	14
	6.4. Clavos	14
7.	DISEÑO	16
8.	INFORMES VISITAS TECNICAS	17
	8.1. Bogotá/Territorios Nacionales	18
	8.2. César	22
	8.3. Choco	25
	8.4. Caqueta	31
	8.5. Cauca	37
	8.6. Santander	42
9.	CONCLUSIONES	46
<hr/>		
	ANEXO: Documento de Proyecto DP/COL/87/XXX	49

1. Introducción y Resumen

El Gobierno de Colombia ha requerido una misión preparatoria para la implementación de un proyecto de introducir al país un sistema de puentes modulares de madera (Puentes ONUDI) para asistir al 'Fondo Nacional de Caminos Vecinales' en su importante tarea de responder a las necesidades infraestructurales de las poblaciones rurales y a emergencias.

Como resultado del pedido del Gobierno, un ATP de la ONUDI, el Sr. Harald Erichsen, Ingeniero forestal y especializado en la implementación de proyectos 'Puentes ONUDI' cumplió una misión de un mes en el país (Junio/Julio 1987).

Los resultados son positivos, debido también a la excelente organización de la misión por parte de 'Caminos Vecinales', y al alto interés generado durante la misión.

El presente informe contiene las informaciones obtenidas en varios Departamentos Colombianos durante la misión preparatoria y da informaciones, las cuales, en conjunto con los planos originales de la ONUDI - entregados durante la misión - permitan a CV de calcular los costos de Puentes ONUDI en los diferentes Departamentos.

El Documento de Proyecto (ver Anexo) prevee la construcción de aprox. 25 Puentes ONUDI demostrativos en los diferentes Departamentos, e incluye una asesoría activa y práctica por parte de la ONUDI durante 2 años.

1.1. Abreviaciones

PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
ONUOI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
CV	Fondo Nacional de Caminos Vecinales
OOPP	Ministerio de Obras Públicas
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
₡	Peso Colombiano
USD	Dólar de los E.E.U.U.
pie (')	0.3048 metros
pulgada (")	2.54 centímetros
ATP	Asesor Técnico Principal
SIDFA	Alto Asesor Extra Sede - ONUOI
M/H (m/h)	Meses/Hombre
m	metro
cm	centímetro
mm	milímetro
m <sup>3</sup>	metro cúbico
ml	metro lineal
kg	kilogram
t	tonelada (1,000 kg)
INDERENA	Instituto de Recursos Naturales

---

Tipo de Cambio (Julio 1987): 1 USD = 245 ₡ Colombianos

1.2. Personas Contactadas

- PNUD - Sr. Louis Thais, Representante Residente del PNUD
- Sr. Hernando Clavijo, Oficial de Programas
- Sr. Peter Kruck, SIDFA de la ONUDI con sede en Quito/Ecuador

O.O.P.P. - Dr. Ernesto Velásquez Salazar, Viceministro Fondo Nacional de Caminos sede

- Vecinales - Ing. Luz Priscilla Ceballos Ordoñez, Directora General de 'Caminos Vecinales'
- Ing. Juan Antonio Tirado J., Subdirector de Ingeniería
- Ing. Jaime Fonseca, Jefe Estilos y Diseños
- Ing. Hilda Otero, Asesora del Subdirector

Universidad

- Nacional - Ing. Gustavo Granados, Profesor en Resistencia de Materiales - Becario ONUDI en Washington 1986
- Regional - Ing. Rafael Montero, Director de la Regional de Cesar CV César - Becario ONUDI en Washington 1986

## 2. El Sistema

La ONUDI ha creado, mediante un proyecto en Kenya (1973) un sistema único de puentes modulares, prefabricados y de bajos costos para caminos vecinales, conocido como 'Puente ONUDI'.

El sistema se ha aplicado desde entonces, y mediante la implementación de proyectos demostrativos, con buen éxito en varios países en vía de desarrollo - nuevamente surge también interés en países industrializados (Austria, E.E.U.U.).

El elemento básico, el módulo, es un panel triangular de madera de 3 metros de largo, con placas de acero. El módulo representa el elemento más grande y pesado (aprox. 200 kg) del sistema, y es transportable a mano - entre 3 a 4 hombres.

Las cerchas de un Puente ONUDI son compuestas de estos módulos, y se lanzan en parejas mediante dos simples torres de lanzamiento.

La construcción y terminación de un Puente ONUDI típico (luz libre de 15 m, construcción de 4 cerchas (2 parejas), con pasa manos) toma aprox. 6 días sobre estribos preparados, y su prefabricación en el taller tomará también una semana.

Los Puentes ONUDI son diseñados para luces de 6 a 24 metros (en múltiples de 3 m) y para cargas del tipo HS 20. La vida útil se estima en 20 años. Los módulos y elementos prefabricados pueden ser almacenados para su inmediata disponibilidad en emergencias, y el sistema completo puede ser transportado por avión - en caso de necesidad.

La estructura básica (las cerchas) puede tener una aplicación interesante como 'obra falsa' en la construcción de puentes de hormigón, donde la rapidez del lanzamiento (1-2 días), y la posibilidad de reusar los módulos cientos de veces, es importante.

3. La Misión

Durante su misión el consultor visitó los Departamentos de César, Choco, Caqueta, Cauca y Santander.

Las visitas de 2 - 3 días fueron bien organizadas por las respectivas Regionales de CV, cuales invitaron también a ingenieros de las Regionales vecinas, y el consultor tuvo la oportunidad de dictar seminarios para introducir el sistema ONUDI, cuales generaron un fuerte interés, también por parte de otras instituciones, p.e. de la Federación de Cafeteros de Colombia, y de la Sociedad de Agricultores de Santander, así como de empresas privadas de construcción.

Para tener la posibilidad de comparar - a nivel nacional - los costos, ventajas y la facilidad de construcción, y de determinar los casos específicos de aplicación para cada Departamento - y entonces el número total de Puentes ONUDI necesarios en el futuro, se decidió de construir aprox. 25 Puentes ONUDI demostrativos (uno para cada Departamento) dentro de un proyecto implementado por la ONUDI con el Fondo Nacional de Caminos Vecinales como contraparte del Gobierno.

Mas adelante se habla de las situaciones específicas en los Departamentos visitados. En el siguiente se da una información general, cual permite la calculación de materiales necesarios en cada Regional, utilizando también los 11 planos entregados a la sede de CV y distribuidos a las Regionales.



#### 4. Sitios

En algunos Departamentos el consultor tuvo la oportunidad de visitar, junto con el jefe técnico de la Regional sitios apropiados para el (los) puentes demostrativos.

Idealmente los sitios para Puentes ONUDI de demostración deben cumplir con las siguientes condiciones (en su orden de prioridad) :

- visibilidad para funcionarios quienes decidieron sobre la continuación del proyecto, quiere decir facilidad para llegar.
- Luz libre de 12 a 18 metros, que el consultor estima es la luz ideal para el prototipo con 4 cerchas, y para enseñar el sistema de lanzamiento.
- Facilidad de construir estribos y accesos (tomando en cuenta los costo y el tiempo). Un terreno bajo no es normalmente recomendable.
- Utilidad para unir zonas de producción agrícola con la infraestructura principal del país y entonces con los mercados. Rehabilitación de caminos vecinales, impidiendo el aislamiento de poblaciones rurales durante la estación de lluvias. (Para los próximos puentes este punto es el más importante).
- Demanda de parte de las cooperativas agrícolas, poblaciones, proyectos, etc.

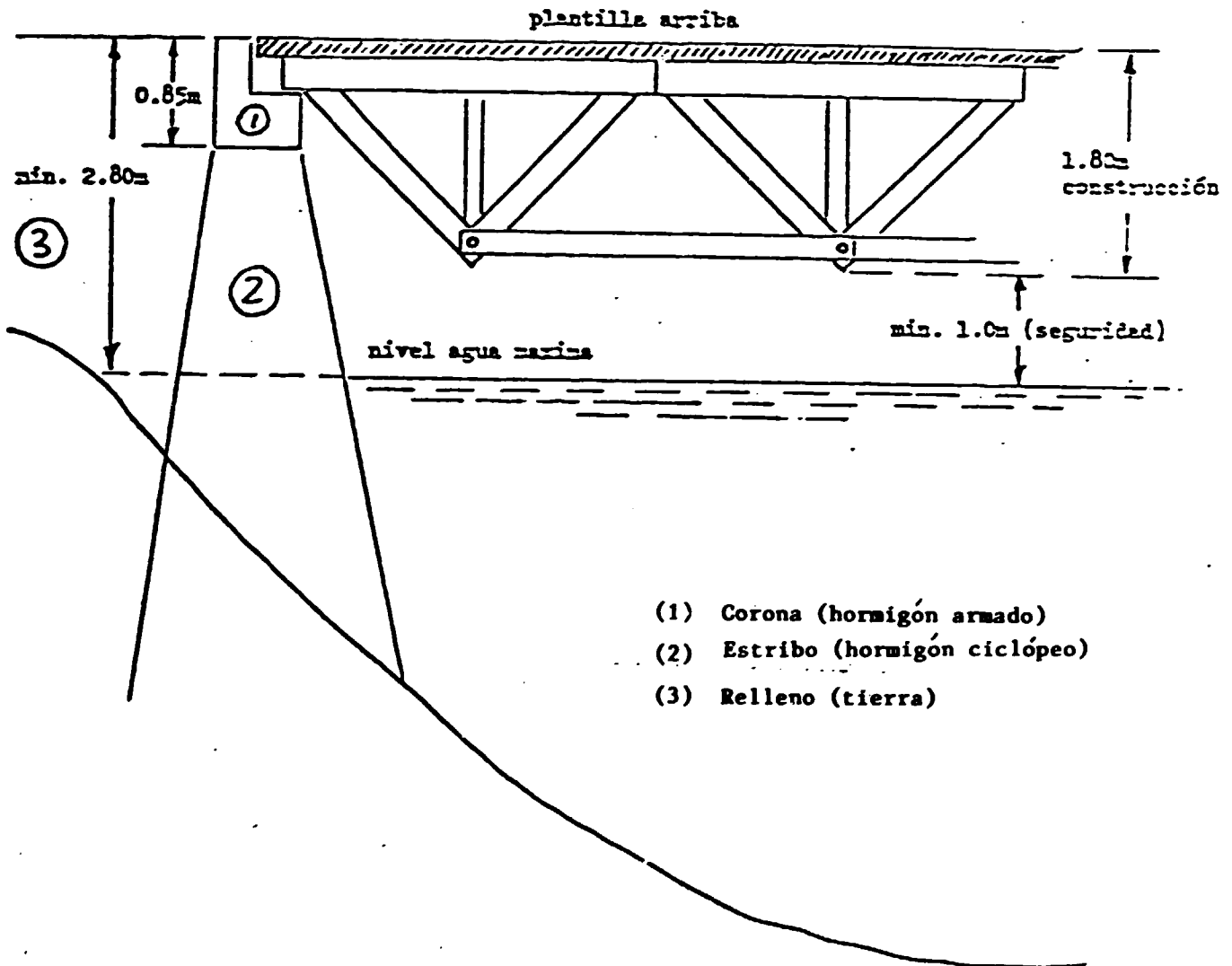
#### 5. Estribos

Los estribos se construyen en forma tradicional con hormigón ciclópeo, mampostería, gabiones, etc. con un ancho de 4 m y con muros de ala suficientemente dimensionadas para evitar la erosión del relleno por crecientes del río.

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 ensamblaje (de los módulos) puedan ser construidas cerca de los estribos.



6. Materiales

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

	Construcción 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

El proyecto prevee la construcción de aprox. 25 puentes con un promedio de 15 m de luz:

25 Puentes ONUDI = 375 ml = 500 módulos

6.1. Madera

Colombia cuenta con una riqueza forestal para proporcionar el material principal de los Puentes ONUDI. Las zonas más forestales se encuentran en Choco, Nariño, Putumayo y Caqueta. Existen muchas especies forestales cuales se prestan para la construcción de los Puentes ONUDI y cumplen con la mayoría de las siguientes condiciones ideales:

- Buena resistencia mecánica para construcciones medio pesadas.
- Buena durabilidad natural para resistir a los ataques de hongos y/o insectos sin tratamiento químico.

- Pocas contracciones volumétricas y estabilidad durante el secado.
- Mediana densidad (600 - 800 kg/m<sup>3</sup> a 15 % de humedad).
- Buena trabajabilidad, sobre todo buen compartamiento al clavado.
- Abundancia - fácilmente disponible.
- Troncos grandes (Ø 40 cm y más) para conseguir tablonés con grano recto y un ancho hasta 27 cm (10 1/2") sin albura.
- Ausencia de otros usos de alto valor (muebles, chapas decorativas, etc.)

El sistema de suministración de madera aserrada en Colombia funciona en la siguiente forma:

En el monte, donde se tumban los árboles, funcionan 'aserraderos' rudimentarios, equipados con motosierras. Ellos transforman las trozas en 'bloques' con más o menos iguales dimensiones, p.e. 10 x 30 cm x 3.0 m de largo. En casos especiales también trabajan por pedido, sobre todo si la cantidad pedida en las dimensiones 'anormales' es suficientemente grande.

Los bloques se transportan al lado del camino, donde serán apilados, esperando el transporte a los depósitos de madera en las ciudades.

Estos depósitos están bien equipados con maquinaria, y funcionan casi como aserraderos. La mayoría de ellos dispone de una o dos sierras de cinta, cual funciona como una reaserradora, una planeadora, varias cepilladoras, una sierra circular de mesón, y a veces una sierra radial.

El depósito de madera trabaja en stock, produciendo las dimensiones más comerciales de los bloques, pero también trabaja por pedido.

Este sistema funciona mucho mejor y con menos desperdicios que en otros países, donde el sistema rudimentario y desperdicioso - la motosierra - está utilizado hasta para la confección de tablas delgadas.

Respecto a los requerimientos de madera para Puentes ONUDI

conviene de 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 tablones 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.).

Sería muy conveniente, si en los diferentes Departamentos la Regional de CV podría asegurarse de los servicios temporales de un ingeniero forestal para que ayude en la recepción de la madera por especies y calidad.

Además podría supervisar el empaquetado correcto de la madera bajo techo, para que el proceso de secado al aire libre se aplica en la forma adecuada en pilas planas y con separadores.

#### 6.1.1. 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.

#### 6.1.2. Preservación

Las maderas seleccionadas en Colombia 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, 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/Arsenico) o créosota.

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

## 6.2. Acero

Las partes de acero (placas) para Puentes ONUDI se fabrican de acero dulce (corriente) en forma de planchas.

El sistema requiere tres diferentes espesores de acero:  
6 mm (1/4") - 9mm (3/8") - 12 mm (1/2")

Las placas se cortan sea con llama (lento, se gasta mucho gas) o con cizalla (rápido, para cortar acero de más que 6 mm se necesita una cizalla grande y industrial) o con sierras especiales.

Sería muy conveniente de obtener las placas ya cortadas a medidas de la fábrica.

Para las perforaciones se precisa un taladro de un tamaño industrial, capaz de tomar brocas de 52 mm (2 1/8") con facilidad.

Se requieren brocas de los siguientes diámetros (ver planos):

52 mm (2 1/8")

50 mm ( 2" )

40 mm (1 5/8")

38 mm ( 1/2" )

27 mm (1 1/8")

13 mm (9/16")

6 mm ( 1/4" )

Para la terminación de las placas (perforación y soldadura) en series es preciso confeccionar moldes para garantizar la importante precisión en este trabajo.

Para la soldadura se recomiendan electrodos del tipo AWS E 6013.

En la siguiente lista figuran las medidas de las placas metálicas necesarias para la fabricación de las placas según los planos, y se indica también las cantidades (pzas) totales para 25 Puentes ONUDI de 15 m (500 módulos):

Espesor	Dimensión (mm)	Cantidad total (pzas)	para placa no. (planos)
6 mm (1/4")	300 x 150	2000	5
	300 x 75	1000	8
	150 x 100	1600	6
9 mm (3/8")	3150 x 120	800	6
	300 x 288	1000	9 / 9A
	250 x 50	2000	5
	150 x 108	500	13
	113 x 108	500	13
	113 x 76	500	9A
12 mm (1/2")	275 x 200	200	Apoyos
	217 x 200	200	Apoyos
	130 x 50	400	Apoyos
	174 x 100	1000	10 / 11

aprox. 50 t

Aparte de las planchas de acero dulce se requiere también:

- eje de transmisión (acero 10/20) para las espigas
  - Ø 50 mm (2") 65 ml (1 tonelada)
  - Ø 38 mm (3/4") 28 ml (250 kg)
- acero estructural, tipo liso, Ø 12 mm (1/2")
  - 900 varillas de 6 m de largo (aprox. 4.8 toneladas)



6.3. Pernos

Los pernos necesarios para Puentes ONUDI, pueden estar de una baja calidad, hierro negro común, de rosca gruesa, y con cabeza hexagonal.

Tales pernos produce la fábrica GUTENBERG en Bogotá a precios muy favorables.

Para 25 Puentes ONUDI = 375 ml  $\approx$  500 módulos se necesitan las siguientes cantidades de pernos:

1" x 12"	400	Tuercas de 1"	4400
x 10"	1000	Rondelas de 1"	3400
x 6"	1000		
x 3"	1000		
x 2"	1000		
1/2" x 10"	550	Tuercas de 1/2"	2750
x 7"	1100	Rondelas de 1/2"	2200
x 6"	1100		

Su localización en la construcción del puente se podría tomar de la lista en la siguiente página.

6.4. Clavos




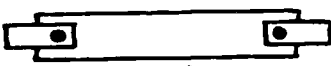
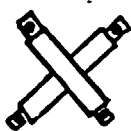
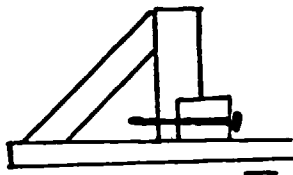
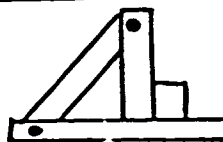

Para la construcción de Puentes ONUDI se usan clavos corrientes de 4" (100 mm).

La cantidad total para 25 puentes es aprox. 4.5 toneladas

Para fijar los bordillos y las tablas de rodaje se usan clavos de 6" (150 mm), o - sobre todo para las últimas - tirafondos galvanizados de 4 1/2", con cabezas perdidas.

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)

Dimension	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 arriestra (pasanano) 	2 / poste
1/2" x 6" (12.5 x 150 mm)	MC 9 	2 / módulo

7. Diseno

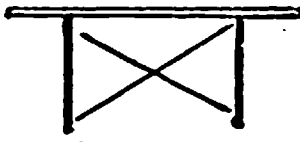
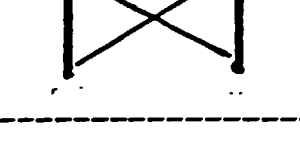
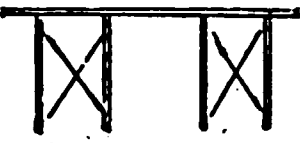

El diseno del Puente ONUDI no requiere ninguna calculación utilizando maderas con un grado CTA de F 11 - F 22 (peso: entre 600 -900 kg/m<sup>3</sup> con 15 % de humedad - seca al aire) y una carga de HS 20. Como el sistema es modular, solo cambia el número de las cerchas con luces mas grandes, como se ve en la siguiente lista:

U N I D O Bridges

Puentes O N U D I

Número de Módulos por Puente ONUDI

Number of MODULES per UNIDO Bridge

Luz Span	Número de cerchas Number of Trusses		Número de módulos Number of Modules
6 m	2		4
9 m	2		6
-----			
12 m	4		16
15 m	4		20
18 m	4		24
-----			
21 m	6		42
24 m	6		48

Madera tropical (Clasificación F 11 - F 22)

Cargas: AASHTO: HS 20

8. Informes

sobre las visitas técnicas

en los Departamentos:

BOGOTA

CESAR 24. - 28.06.87

CHOCO 01. - 03.07 y 18. - 20.07.

CAQUETA 06. - 08.07.87

CAUCA 09. - 11.07.87

SANTANDER 13. - 15.07.87

8.1. REGION BOGOTA / CUNDINAMARCA / TERRITORIOS NACIONALES

Personas Contactadas

Ing. Pedro Pinero	Jefe taller 'El Gorzo' de Ferrocarriles en Faca
Ing. Hernando Santana	'El Gorzo'
Ing. Jose Hurtado	Gerente HURTADO & CIA Ltda (maquinaria para madera)
Sr. Hernando Riano	Gerente 'Maderas del Magdalena Medio' Ltda (depósito de maderas)
Ing. Elliot Correcha	Universidad Nacional
Ing. forestal Acero	Universidad Distrital F.J.Caldas (preservación)
Ing. forest. Anatolio Lastra	U. Distrital

Aparte de los puentes modulares de madera necesarios en el Departamento Cundinamarca (el cual no visitó el consultor durante esta misión) se tiene previsto fabricar los módulos y elementos para los puentes de este tipo requeridos en los Territorios Nacionales (p.e. en la zona de Mitu/Vaupes). El transporte se efectuará -posiblemente con la ayuda de la F.F.A.A. por aire. Los puentes ONUDI, prefabricados y livianos, se prestan bien para casos en los cuales el transporte aéreo es la única o la forma mas apropiada de llegar al sitio. Esto también fue comprobado en otro proyecto de la ONUDI en Africa, donde la F.F.A.A. facilitó al proyecto gratuitamente aviones cargueros tipo Transall.

Madera

El consultor, junto con el Ing. J. Fonseca visitaron un aserradero/depósito de maderas en Bogotá 'Maderas del Magdalena Medio' -probablemente uno de los mejores de la ciudad.

El gerente, Sr. Hernando Riano, cotizó precios relativamente favorables, y en la especificación correcta para los Puentes ONUDI para las siguientes especies (mixtas):

ALGARROBO (*Hymenea courbaril*)

SAPAN (*Clathrotropis brunnea*)

SAINO (*Goupia glabra*)

ABARCO (*Cariniana pyriformis*)

ejemplo: 6 x 26 cm x 3.5 m	₡ 1,800/pza	(USD 135/m <sup>3</sup> )
6 x 21 cm x 2.4 m	₡ 1,400/pza	(USD 180/m <sup>3</sup> )
6 x 11 cm x 4.0 m	₡ 1,200/pza	(USD 165/m <sup>3</sup> )

### Acero

El precio de acero en planchas puesto en Bogotá es aprox. ₡ 160 / kg (USD 0.65).

Existen varios almacenes de ventas, p.e.

- Almacén Roll Cr 15 12-21 Tel. 282 7236
- DIKECOL Cr 22 12B 26/30 Tel. 247 9613

### Pernos

El almacén de ventas de la fábrica de pernos GUTENBERTO (Sr. Rodrigo Silva Tel. 284 8107) cotizó los siguientes precios (15.07.87) por unidad:

1 x 12" aprox.	₡ 400.00	1/2" x 10"	₡ 69.73
1 x 10"	329.90	1/2" x 7"	50.92
1 x 6"	235.48	1/2" x 6"	44.93
1 x 3"	151.51	Tuerca 1/2"	27.07
1 x 2"	126.51	Rondela 1/2"	4.32
Tuerca 1"	104.64		
Rondela 1"	27.07		

Estos precios son muy favorables, y si no existen fábricas de pernos en otros Departamentos con precios similares o mejores, se ruega de pedir la cantidad total para los puentes demostrativos en los diferentes Departamentos aquí.

### Talleres

El consultor tuvo la oportunidad de visitar, junto con Ing. J.Fonseca, aparte de SENA solo un taller metal-mecánico, el de los Ferrocarriles Nacionales en Faca 'El Gorzo'.

Aquí existe toda la maquinaria y las brocas necesarias para ejecutar el trabajo de la fabricación de las placas metálicas para Puentes ONUDI. El equipo incluye una cizalla pesada (Eclair) con capacidad de corte hasta 1/2", cual podría servir para cortar las placas en forma rápida.

Los trabajos podrían efectuarse por convenio (Ministerio de O.O.P.P.), pero conviene de entregar los materiales (planchas de acero, eje, varillas) para evitar un proces burocrático y muy lento.

Otros talleres, posiblemente más apropiados son (recomendación de SENA, Ing. Julio del Valle):

- SENA, Bogota

con espacio limitado para una producción de las placas en serie, y con maquinaria algo pequeña. También falta una potente cizalla, cual podría economizar mucho tiempo.

- COMESA (tienen una cizalla grande)

- SIEMENS

- Talleres KLEIN

- Industria HB (fabrican puentes de acero)

Se ruega a CV de visitar estos talleres para determinar la mejor forma de colaborar con el proyecto.

### Taller de Puentes ONUDI

Por falta de tiempo en Bogotá, el consultor no tenía mucha oportunidad de identificar un taller apropiado (como lo hizo en los otros Departamentos visitados).

Se ruega que la Regional Cundinamarca, junto con el Ing. J. Fonseca de la sede identifiquen un taller. Idealmente se tratará de una carpintería de construcciones (cerchas de madera prefabricadas), donde en general se encuentran todas las máquinas deseadas en un tamaño industrial:

- Planeadora
- Reaserradora de cinta
- Sierra circular de meson
- Cepilladora
- Sierra radial

Importante es también el espacio físico, cual se podría dedicar a los trabajos del ensamblaje y almacenaje de los módulos (min. 150 - 250 m<sup>2</sup>), y facilidades para el importante secado de la madera - o un espacio suficientemente grande al aire libre.

Una idea podría ser de contactar - a través del Ing. Gustavo Granados (participante activo del proyecto) - la Universidad Nacional para posibles facilidades y/o de ponerse en contacto con los ingenieros forestales de la Universidad Distital para su ayuda en visitas a industrias madereras.

También conviene de contactar las succursales capitalinas de la Corporación 'Minuto de Dios' (fábrica de casas prefabricadas y modulares de madera en Popayan/Cauca), y con 'CONICA', Km 23 Carretera Central de Norte la Caro/Cundinamarca. Tel. (985) 31025, Gerente: Sr. Peter Kraus. Esta fábrica es una succursal de 'CONCRETABLA' en Popayan, también dedicada a la fabricación de casas modulares.



8.2.

CESAR

El seminario sobre puentes modulares de madera, tipo ONUDI - perfectamente organizado por 'Caminos Vecinales' y la Regional de CV Cesar.- generó un fuerte interés en la di. semina- ción de este sistema de puentes.

Estaban presentes los directores y los jefes técnicos de todos los Regionales de Caminos Vecinales de Colombia (25 Departamentos), además autoridades del Ministerio de O.O.P.P. y de la Federación de Cafeteros de Colombia, la cual financió el primer puente de este tipo sobre el rio Potosí, cerca de Valledupar, construido por Ing. Rafael Montero, director de la Regional Cesar.

Este puente, con una luz libre de 15 m y un diseño de carga de H 2o - utilizando la madera CARRETO (*Aspidosperma dugandii*) - fue calculado por el Ing. Rafael Montero, después de haber atendido un seminario de la ONUDI en Washington, D.C. / E.E.U.U. en Noviembre 1986.

El sistema de este puente difiere en sus detalles del sistema original de la ONUDI por no haber tenido los planos origina- les, los cuales normalmente se entregan en conjunto con la tecnología completa mediante un proyecto de implementación en el país interesado.

El pedido oficial - anticipado ya en 1986 - llegó solamente en Junio 1987, y resultó en la presente misión preparatoria del consultor.

Entretanto ya se había previsto la construcción de dos puen- tes más según el diseño calculado y realizado por Ing.R.Mon- tero, los cuales serán también financiados por la Federación de Cafeteros de Colombia.

En la continuación del proyecto se ruega de adoptar el diseño original de la ONUDI, según los planos entregados, para estan- dardizar la producción con el resto del país, y también a nivel internacional. Además, el diseño original, aprobado por la ONUDI ofrece más seguridad, utilizando secciones más fuertes.

### Madera

El puente demostrativo sobre el río Potosí fue construido en CARRETO (*Aspidosperma dugandii*), una especie de buenas dimensiones y de fácil abastecimiento en la zona. También hay otras especies aptas para la construcción de Puentes ONUDI, sin necesidad de inmunizarlas debido a su buena durabilidad natural. P.e. PUI (*Tabebuia serratifolia* ?), CORAZON FINO, ALGARROBO (*Hymenea courbaril*), etc. Para la selección de las especies adecuadas en las calidades deseadas conviene de aprovechar de los servicios temporales de un ingeniero forestal en la zona.

Es importante de secar la madera antes de su dimensionamiento definitivo. Esto vale sobre todo para la madera destinada a la confección de los módulos. Idealmente hay que llegar a un contenido de humedad de aprox. 18 % (equilibrio con el clima del medio ambiente) para evitar contracciones torcimientos, rajaduras, etc.

### Partes Metálicas

Las placas metálicas para el primer puente fueron confeccionados y perforados en un taller local, equipado con una cizalla manual, capaz de cortar hierro hasta 6mm (1/4") de espesor. Además existe un taladro fijo de mediana potencia y equipo de soldadura.

Los planos originales de la ONUDI proveen placas de 6, 9 y 12 mm de espesor, según su destinación en el diseño. Las necesarias perforaciones (con broca - no con llama!) alcanzan 52 mm de diámetro.

El equipo de corte del taller no es suficiente para ejecutar estos trabajos con la necesaria precisión. Conviene de equipar el taller con una cortadora tipo 'Quicky' de Messer Griesheim, y con un juego completo de brocas (52,50,40,38,27,13,6 mm o su equivalente en pulgadas). Alternativamente los trabajos se podrían proveer en un otro taller en la zona, o en conjunto con la fabricación de placas metálicas para las otras Regionales en un taller grande y central.

### Taller de Puentes

Los módulos y los otros elementos del puente 'Potosí' fueron fabricados en un pequeño taller de carpintería, sin el uso de un molde (mesa de ensamblaje), considerado necesario para el sistema ONUDI, el cual usa módulos contruidos en dos mitades (sandwich - laminados por clavos). Sólo así será asegurado que las dos mitades coinciden entre ellas.

El espacio mínimo para la construcción de módulos para Puentes ONUDI en serie es de aprox. 250 m<sup>2</sup> (con suelo de hormigón y bajo techo). Si en el futuro se prevee una tal producción, se ruega de buscar un taller más amplio.

8.3.

CHOCO

Personas Contactadas

Ing. Evelio V. Lozano	Director de la Regional de CV
Ing. Medardo V. Sánchez	Jefe Técnico "
Ing. Samuel Hernández	Ing. Interventor "
Sr. Paul Alvarez	Administrador "
Ing. Luis F. Cárdenas	Ing. Interventor Regional Riseralda
Ing. Luis F. Ponchard	" " Antioquia
Ing. Julian Rubio	" " Caldas
Ing. Jose Bermudez	Secretario O.O.P.P. / Choco
Sr. Alcalde de Quibdo	Ex-Director de Regional de CV/Chopo (Ahora contratista)
Sr. Hernan Tabares	Gerente Aserrío 'Kennedy'
Sr. Odin Salinas Paz	" " 'Clared'
Sr. Luis Eduardo Flores	Prefecto de Talleres del IICI (Instituto Integrado Carasquilla Industrial) en Quibdo

otros funcionarios de O.O.P.P. y del Municipio de Quibdo/Choco

Ing. forestal Ovidio Roblero	Jefe de la Unidad, INDERENA
Ing. forestal Hector Hernandez	INDERENA Quibdo
Ing. forestal Bernardo Castellano	INDERENA, Jefe del Parque 'Los Katios' /Choco del Nort

El Departamento de Choco, situado en el litoral Colombiano entre 4° y 8° N (frontera con Panamá) y entre la costa del Pacífico y los Andes, es cubierto con una densa selva casi virgen.

Hasta ahora existen solamente pocos caminos, y el transporte de las personas y de la mercadería se efectúa sobre todo por aire y por el Rio Atrato (2 - 3 días al golfo de Urabá en el Caribe). La carretera entre Quibdo y Medellín (250 km, aprox. 10 horas en camión) es la única conexión terrestre con el resto del país.

El clima es trópical y muy húmedo.

### Necesidad de Puentes

Mientras que existe una lista de las necesidades en puentes grandes, falta esta información para puentes pequeños de 12 - 24 m de luz.

Vale la pena de establecer una tal lista, con los Puentes ONUDI en mente, y de comunicarla a la sede de CV en Bogotá. La Regional de CV de Choco está trabajando básicamente en 4 regiones del Departamento:

- en el Norte de Cabo Tiburones - Sta. María - Unguía - Peze - Sautata - Palo de Letras (Darién)
- en la costa del Pacífico (Pto. Utria, Nuqui, Cabo Corrientes)
- al Sur de Quibdó
- al Este de Quibdó

La red total de caminos vecinales de la Regional comprende unos 300 km, y la necesidad de puentes pequeños, cuales podrían ser del tipo ONUDI, se estima en 1 puente / Km. Anualmente se construyen entre 30 y 40 km de caminos, dando así una necesidad de aprox. 25 Puentes ONUDI / año lo que justifica la instalación de un taller bien equipado para la fabricación de estos puentes en series.

A esta cifra podría adicionarse el requerimiento en puentes de este tipo por parte de las Regionales de CV en Risaraldas, Caldas y talvez Antioquia, en el caso que estos Departamentos quieren aprovechar de la riqueza forestal del Choco.

### Madera

Como ya mencionado, existe en Choco una abundancia forestal. Hay muchas especies de madera, cuales por su durabilidad natural no requieren de inmunización química. Entre otros, las siguientes especies se prestan para la construcción de Puentes ONUDI en Choco:

CHANUL	(Humiria procera)
GUINO	(Carapa guianensis)
ABARCO	(Cariniana pyriformis)
PANTANO	(Hieronyma chocoensis)
ROBLE	(Tabebuia pentaphylla)
CAIMITO	(Pouteria spp.)
MORA	(Clarisia racemosa)
ALGARROBO	(Hymenaea courbaril)
GUAYACAN	(Minquartia guianense)
TRUNGATO	(Vitex gigantea)

En Quibdo mismo solo existen 'reaserradoras'. Ellos compran madera 'cuadrada' en buenas dimensiones de los productores río-arriba y río-abajo (Rio Atrato).

El consultor visitó dos de ellos:

- Aserrío 'Kennedy' equipado con una sierra cinta sin fin. El gerente cotizó las dimensiones principales para Puentes ONUDI en un precio promedio de \$ 38,220 (USD 156) / m<sup>3</sup>. La sierra sin fin permite un dimensionamiento muy exacto de la madera y reduce los desperdicios.
- Aserrío 'Clared', equipado con una sierra circular. La cotización promedio para las especies deseadas en las dimensiones principales fue de \$ 39,850 (USD 163) / m<sup>3</sup>.

Existen dos grandes aserríos (productores al mismo tiempo) en el Departamento, cuales por su distancia desde Quibdo no fueron visitados por el consultor durante esta misión.

Se trata de:

- 'Maderas de Uraba' Ltda. en Matuntugo, equipado con dos sierras de cinta sin fin. Gerente: Ing. forestal Santiago Ramirez, Administrador: Sr. Orlando (12 horas río-abajo)
- 'Vigia del Fuerte' en Rio Sucio (3 horas río-abajo), equipado con una sierra circular. Gerente: Sr. Reinerio Palacios.

Para la adquisición de la madera, su recepción y la calificación por especies y calidad, así como para el empilaje correcto de la madera para el secado conviene que la Regional aprovecha de los servicios temporales de un ingeniero forestal del INDERENA.

### Taller

Las mejores precondiciones para fabricar los módulos y elementos de Puentes ONUDI en Quibdo fueron encontradas en el Instituto Integrado Carasquilla Industrial (IICI) -

Rector: Sr. José Eliodora Conto Alvarez

Prefecto de talleres: Sr. Luis Eduardo Flores

Esta institución está dependiente del Ministerio de Educación, división de educación básica secundaria y cuenta con varios talleres, entre ellos un taller de ebanistería junto al taller de metalistería y el de soldadura.

Los talleres de metalistería y de soldadura son bien equipados para la terminación de las placas metálicas (perforación y soldadura) y, en el caso las placas no serán cortados en un taller central, también podrían cortar (con gas).

Existen:

- una cizalla manual (para cortar los pasadores de 50 y 100 mm de acero estructural liso de 12 mm de diámetro)
- varios esmeriles grandes
- varios equipos de soldadura de gran tamaño - modernos
- dos taladros grandes (uno de un tamaño industrial)
- dos sierras motorizadas para cortar eje de transmisión y otro equipo util para el trabajo.

faltan las brocas necesarias para las perforaciones según los planos ONUDI, los cuales hay que adquirir en el caso que las placas serán terminadas en ésta institución.

Las brocas faltantes son de: 52, 50, 40, 38, 27, 13, y 6 mm (o medidas correspondientes en pulgadas).

Planchas de acero no son disponibles en Quibdo. Hay que pedir las desde Medellín.

El taller de ebanistería cuenta con la maquinaria básica (canteadora, sierra circular de mesón, cepilladora, afiladora para cuchillos.

Mientras que este equipo sería adecuado para la construcción de uno o dos puentes demostrativos, será demasiado liviano para una producción en series. En este caso hay que adquirir maquinaria de un tamaño industrial. Se trata de:

- planeadora (p.e. 420 x 2600 mm)
- sierra circular de mesón ( $\emptyset$  400 mm)
- cepilladora (630 mm)
- sierra radial de 18"

todo de fabricación nacional p.e. HURTADO

el corriente es de 110/220 V trifasico con 60 Hz

El IICI cuenta además con un amplio espacio al aire libre, limpio, plano y parcialmente con suelo de hormigón. Este espacio se presta bien para el importante secado de la madera sea al aire libre (en forma de pilas planas, c/u con su propio techo) o en un horno solar, una interesante alternativa para el secado de la madera en países tropicales.

El instituto cuenta con profesores en las diferentes especialidades y con un total de más que 1,000 alumnos.

La presentación del sistema ONUDI al Municipio y a la Secretaría de O.O.P.P. de Quibdo generó un fuerte interés por parte de ellos y podría resultar en una cooperación con la Regional de CV (después de un lanzamiento exitoso de 1 - 2 puentes demostrativos) respecto a la construcción de un galpón y la instalación de la maquinaria necesaria, tomando también en cuenta las posibilidades de producir cerchas prefabricadas para viviendas y aulas escolares, así como viviendas modulares de madera (sistema ONUDI), etc. en el mismo taller, aplicando tecnología apropiada, y desarrollando así la industria de madera en una zona altamente forestal.

### Sitios

El consultor visitó dos sitios, los cuales por su cercanía a Quibdo (1/2 hora en Jeep) y por su luz (12 y 12/15 m) se prestan bien para la instalación de Puentes ONUDI demostrativos.

Los sitios se encuentran al este de Quibdo en el camino vecinal a Guadalupe. Los ríos se llaman: 'Malageno' (12 m) y 'Duata' (12 o 15 m) y se encuentran en una distancia de unos



800 m uno del otro.

En el siguiente se da la especificación para la adquisición de la madera para estos dos sitios (27 metros lineales). Sería conveniente, de contratar la madera tan pronto que se toma la decisión de seguir con el proyecto, para el importante secado cual al aire libre tomará 3 - 4 meses, y de empezar la construcción de los estribos con los cabezales según los planos.

Largo (m)	Dimension (cm)	Pzas.	Elemento (ver planos)
4.0	6 x 11	700	Piso/4 T/Ariostres de postes/etc.
3.5	6 x 27	160	1 T/Tablas de rodaje/Transversals
3.5	6 x 17	110	Pasa Manos/3 T/Ariostres vert.
3.5	11 x 11	20	Postes/Espaceadores
2.5	6 x 22	160	2 T
2.5	15 x 15	60	Bordillos/Espaceadores

Después del secado (aprox. 20 % de humedad) hay que dimensionar la madera a medidas exactas según los planos.

Al fin de su misión, el consultor tuvo la oportunidad de visitar el Departamento de Choco una vez más (Choco Norte, Golfo de Uraba, Parque Los Katios).

De este viaje - en motocicleta - resulta el pedido urgente a la Regional de CV, de habilitar la trecha existente entre Unguia - Peyé - Sautata, cual, en tiempos de lluvia no es transitable sino en bestia. Falta un puente de 15 m sobre el Río Tilupo, cual podría ser del tipo ONUDI.

En el parque mismo falta un camino hacia Palo de Letras, conectándose también con la población de Bijao (Rio Cacarica), y - en conjunto con los ingenieros panameños Jorge Alberto Lore Walter Yi y Marco Lombardo del MOP se podría pensar en terminar la trecha ya existente hacia Paya - Boca de Cupe - Yaviza, para tener un 'Camino Vecinal Panamericano' en vez de esperar muchos años más para la realización de la 'Panamericana'.

Los Puentes ONUDI se prestan bien para la realización de un tal proyecto, como el consultor podría verificar en su viaje hacia Panamá.

8.4.

CAQUETA

Personas Contactadas

Ing. Reyes Espinel	Director de la Regional de CV
Ing. Eduardo Moreno	Jefe Tecnico "
Ing. William Moreno	Ing. Interventor "
Ing. forest Farith Lizcano	Empresario privado
Sr. Hernando Sandoval	Gerente 'Machihembradora Central'
Sr. Hernando Lopez	'Depósito de Maderas la Avenida'
Sr. Leonel Claros	'Maderas de Naniogua'

El Departamento de Caqueta en la parte oriental de los Andes cuenta con una gran riqueza forestal. La mayor parte de este gran Departamento es accesible solo por los numerosos ríos, sobre todo por el Río Caqueta. La parte accesible por vías principales, secundarias y de penetración se encuentra en la orilla de los Andes al Noreste y Suroeste de la capital Florencia.

Necesidad de Puentes

El programa de la Regional de CV en un Departamento de tal naturaleza es ambicioso y tiene aspectos pioneros. CV ya construyó aprox. 720 km de caminos de penetración y tiene aprox. 500 km en construcción y proyectados. La demanda de puentes es alta, y como en Choco, alcanza 1 puente/km. Una parte de estos puentes podría ser del tipo ONUDI, prefabricado en madera.

El sistema se presta sobre todo para las partes alejadas de la capital, donde el cemento tiene un alto costo, así que para la Sierra y para emergencias (producción en stock).

Costos

Según información en la Regional de CV los costos de un puente de hormigón armado (de dos vigas) resultan actualmente muy favorables en la zona de Florencia y comparan

entonces con los costos estimados de los puentes ONUDI (USD 500 - 600 / ml) de las mismas características - una vía, HS 20. Se mencionaron los siguientes precios para construcciones en hormigón armado (superestructura solamente y en las cercanías de Florencia):

puente de 10 m de luz : \$ 920,000 (USD 380/ml)

puente de 30 m de luz : \$ 6.25 mio (USD 850/ml)

Los costos de hormigón armado puesto en obra oscilan entre \$ 28,000 y \$ 50,000 / m<sup>3</sup> (USD 114 y 204 respectivamente) según la distancia desde Florencia y la luz del puente.

### La Madera

Caqueta es rico en maderas tropicales, y existe un comercio bien desarrollado en madera hacia otros Departamentos y Bogotá.

Los 'aserraderos del monte' cortan bloques en dimensiones, cuales por costumbre se fijaron alrededor de 10 x 30 cm con un largo de 3 m.

Sería algo difícil cambiar estas costumbres, para que la madera sirva en la fabricación de los elementos para Puentes ONUDI sin un exceso de desperdicios. Sin embargo, la cantidad relativamente grande de piezas con las mismas dimensiones, formando un típico pedido para un proyecto de Puentes ONUDI justifica un tal cambio ya en el monte.

Sería preciso que un ingeniero forestal (p.e. el Sr. F.Lizcano) con buenos contactos en el monte, se encargará del pedido y del control de calidad.

Muchas maderas de la región se prestan para la fabricación de Puentes ONUDI. Algunos son:

AHUMADO NEGRO	(Minuartia guianensis)
TAMARINDO	(Dialium guianense)
ABICHURE	? Lauraceae
CHOCHO	(Ormosia towarensis)
TANGARE	(Carapa guianensis)

En excelentes dimensiones y abundantemente existe también ACHAPO (Cedrelinga catenaeoformis) en la zona. Esta madera

resulta algo suave y liviana para la confección de los módulos y las tablas de rodaje, pero por su buena resistencia natural y su buena trabajabilidad, la madera se presta bien para los otros elementos del puente (piso, pasa manos, etc.).

Los precios promedios para madera de construcción en las dimensiones deseadas, cotizados por depósitos de madera en Florencia son \$ 26,000 / m<sup>3</sup> (USD 106/m<sup>3</sup>). Estos son precios favorables comparados con otros Departamentos.

### Acero

Durante su estadía en Florencia, el consultor visitó el taller 'Italiano', uno de los talleres metal-mecánicos más importantes de la ciudad. Después de haber discutido el proyecto con el gerente, Sr. Alfonso Ramírez, se formó la opinión, que una producción de las necesarias placas metálicas en Florencia no resulta económica por las siguientes razones:

- el material de acero se transporta desde lugares lejanos y caminos difíciles a Caqueta lo que resulta en precios elevados (\$ 270 / kg)
- láminas de más de 1/4" (6 mm) de espesor no llegan y hay que pedir las especialmente
- hay que completar el equipo del taller para poder hacer el trabajo según los planos (brocas y equipo de corte)
- acetileno y sobre todo oxígeno, necesario para las cortes viene desde Bogotá y es consecuentemente muy caro (\$ 6,000 para una botella de oxígeno)
- el costo de la mano de obra en Caqueta es aprox. 20 % más alto que en otros Departamentos

Conviene entonces enviar las placas metálicas para los Puentes ONUDI previstos en Caqueta ya cortados y terminados desde un taller central.

### Taller de Puentes

En Florencia existen varias machihembradoras. Una de ellas, 'Maderas la Avenida' del Sr. Hernando Lopez, está equipada

con una sierra cinta y con maquinaria de carpintería de un tamaño suficiente para la confección de los elementos de Puentes ONUDI. Trabajan 10 personas, y el gerente tiene interés de iniciar los trabajos (1 o dos puentes) en el taller, donde existe un espacio con suelo de hormigón, cual podría dedicarse a la producción de los módulos utilizando un molde. Los trabajos serían ejecutados y supervisados por un carpintero profesional, Sr. Decimaco Loaiza.

En el caso, que después de una exitosa introducción del sistema se desee una continuación del programa y la fabricación de los elementos para Puentes ONUDI en serie, sería preciso encontrar un espacio más amplio (min. 200 m<sup>2</sup>).

Hay que verificar entonces las posibilidades en el SENA, cual en la fecha de la visita todavía no funcionó bien, y del taller de O.O.P.P., el cual al otro lado todavía no cuenta con la maquinaria adecuada.

### Sitios

El consultor tuvo la oportunidad de visitar, junto con el director y el jefe técnico de la Regional de CV varios posibles sitios.

1. Sitio 'La Raya' - situado a 1 hora al Sur de Florencia este sitio (luz probable: 18 m) se encuentra en una zona baja con regulares inundaciones. El camino carozable termina en el sitio por falta del puente. El río - al lado del sitio con una profundidad de 3 m - corre muy lento sin llevar trozas o ramas. Sin embargo, el sistema ONUDI, cual no está diseñado para estar inundado regularmente, necesita estribos suficientemente altos, los cuales - en este sitio con suelo poco portante - serían costosos.

Conviene, de aplicar aquí el sistema de hormigón armado, lo cual según información de la Regional puede soportar inundaciones periódicas.

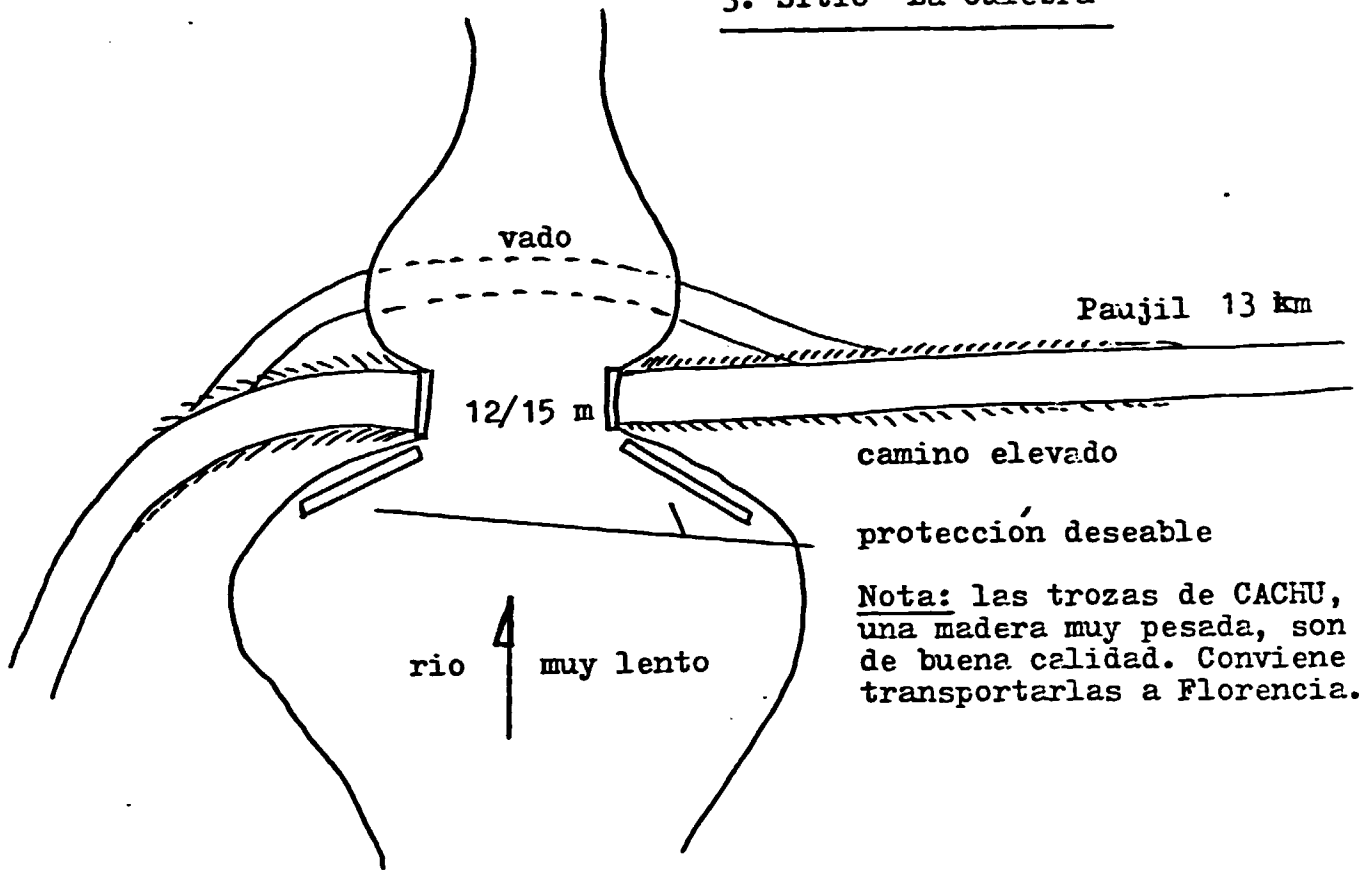
2. Sitio 'Carnicerías' km 13 - también situado al sur de Florencia (aprox. 1 hora) este sitio se presta menos para el Puente ONUDI demostrativo por su luz de 24 m, lo que

precisa el sistema con 6 cerchas en vez del tipo standard con solo 4 cerchas. Además la construcción de los estribos en este sitio sería costosa. La creciente del río durante el invierno (aprox. 4 m) requiere estribos de unos 8 m de altura, y su construcción dependerá de la importancia del camino, cual - por falta del puente - termina en este sitio. La alta velocidad del río tampoco permite la instalación de un puente de hormigón 'inundable', y el sitio se podría preveer en la continuación del proyecto para un Puente ONUDI con 6 cerchas.

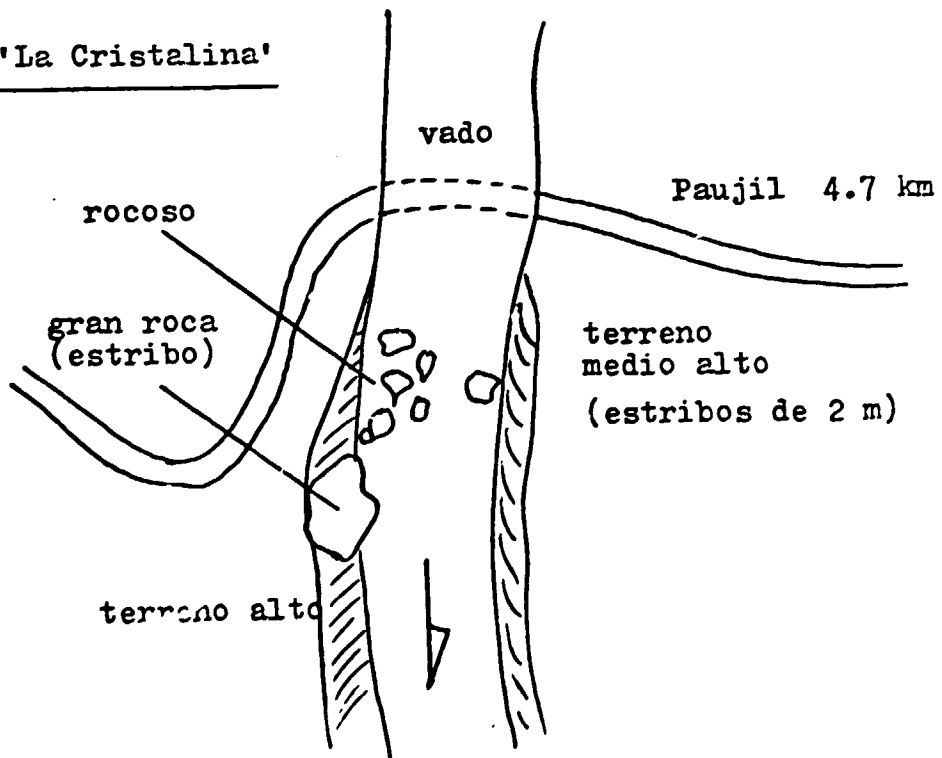
3. Sitio 'La Culebra' - situado al este de Florencia en el km 13 de la vía Paujil - Cartagena (Florencia - Paujil: 54 km en carretera asfaltada), este importante sitio cuenta con un puente de trozas de CACHU en estado de deterioración. El tráfico pasa por un vado río-abajo del sitio y está interrumpido en tiempos de lluvia. Las crecientes, sin embargo no son muy altas, y la velocidad del río es muy lenta. Aprovechando los accesos ya construidos, el sitio se presta bien para la instalación de un Puente ONUDI con una luz de 12 / 15 m. Los estribos tendrán una altura de aprox. 4 m, y material para su construcción se encuentra cerca del sitio. Conviene proteger el terraplen de los accesos al lado río-arriba mediante muros, gabiones o palos para evitar su socavamiento.

4. Sitio 'La Cristalina' - situado en el km 4.7 del camino Paujil - Sonora este lindo sitio se presta perfectamente para un Puente ONUDI demostrativo de 15 m. El sitio es rocoso con orillas altas. Al lado de Sonora existen rocas grandes, los cuales podrían constituir parte de los estribos. El actual tráfico pasa por un vado río-arriba del posible sitio.

3. Sitio 'La Culebra'



4. Sitio 'La Cristalina'



8.5.

CAUCA

Personas Encontradas

Ing. Dario Sandoval	Director de la Regional de CV
Ing. Elsa Campo de Velasco	Jefa Técnica "
Los Ingenieros Interventores de las Regionales de CV de: Cauca, Putumayo, Narino, Tolima, Valle	
Ing. Orlando Casas	Contratista
Arq. Mauricio Vega	Gerente de la Corporación 'El Minuto de Dios'
Sr. Andres Pantoja	Gerente 'Carton de Colombia' y socio en 'Concretabla de Occidente' 'Concretabla'
Ing. Reinaldo Mendez	Construcciones de madera
Arq. Carlos A. Valencia	Director SENA
Sr. Gustavo Wilche Chaux	Gerente Regional INDERENA
Ing. forest. Luis E. Otalora	INDERENA
Ing. Hugo Sanchez	Coordinador zona indigena (INDERENA)

El Departamento de Cauca está caracterizado por su geografía quebrada en la cordillera por una parte, y el litoral de la costa del Pacífico por la otra. La costa es prácticamente inaccesible por tierra, y a la población de Guapi solo se llega en avioneta o embarcación. Sin embargo, la Regional de CV está trabajando en esta zona, construyendo canales en vez de caminos. Pero existe también el proyecto de conectar Guapi con la red vial del Departamento mediante una carretera. Los principales proyectos viales de CV se encuentran en la Sierra al Noreste, Sur y Sureste de Popayan, donde el requerimiento de puentes con luces entre 12 y 24 m es alto. Un terreno quebrado normalmente se presta bien para la construcción de Puentes ONUDI y con la experiencia obtenida a través de un puente demostrativo en la zona (conviene seleccionar un sitio 'visible' con una luz entre 12 y 18 m) se podría



comparar el sistema ONUDI con los otros sistemas de puentes (hormigón) para incorporarlo al programa de puentes de la Regional para sitios seleccionados y apropiados.

Costos para construcciones en hormigón se cotizan actualmente (Julio 1987) en \$ 14,000 / m<sup>3</sup> para hormigón ciclópeo y entre \$ 25,000 y 35,000 / m<sup>3</sup> para hormigón armado.

### Madera

El Departamento cuenta con grandes áreas reforestadas con varias especies de Pino y Eucalipto para fines de pulpa y cartón. Además existen bosques naturales accesibles en alturas de 1800 - 2400 m.

Sin embargo, una gran parte de la madera para construcciones en el mercado de Popayan, proviene del Departamento Valle de Cauca (Buenaventura), desde donde se le transporta en forma de 'bloques' por camión para su dimensionamiento final por medio de reaserradoras de cinta.

Las especies adecuadas para Puentes ONUDI son entonces las mismas ya mencionadas en el Departamento de CHOCO. Entre otras:

CHANUL	- Humiria procera
CHILCO	- Oxalis lotoides
GUINO	- Carapa guianensis
CAIMITO	- Pouteria spp.
MORA	- Clarisia racemosa
GUAYACAN	- Minquartia guianensis
MOTILON	- Hieronyma columbiana
PANTANO	- Hieronyma chocoensis
ABARCO	- Cariniana pyriformis

Una especie muy comercial es ABARCO. El árbol tiene un diámetro de hasta 2 metros y una altura recta de hasta 25 m, lo que favorece su uso para la fabricación de Puentes ONUDI.

Precios obtenidos en el Depósito de Maderas 'Central'

CHANUL de	3 x 8 " x 3m	\$ 2300	(USD 204/m <sup>3</sup> )
Buenaventura	3 x 8" x 5m	\$ 3500	(USD 184/m <sup>3</sup> )

Para todos los asuntos de la madera hay que mantener contacto con la Regional de INDERENA. La dirección ofreció su colaboración donde sea necesario.

### Acero

Durante la visita del consultor no se podría identificar un taller metal-mecánico suficientemente equipado para fabricar las placas metálicas del sistema ONUDI en series. La maquinaria existente en el SENA tampoco fue suficientemente potente.

Los precios para planchas de acero dulce, puestas en Popayan fueron cotizados como sigue:

1/4" (6 mm)	4 x 8'	₡ 36,718	262/kg )
	1 x 2 m	26,461	281 )
3/8" (9mm)	4 x 8'	54,342	259 )
	1 x 2 m	37,616	266 )
			∅ 261 (USD 1.06)
1/2" (12mm)	4 x 8'	72,692	245 )
	1 x 2 m	50,068	251 )
			pro kg

eje de transmisión (acero 10/20) ₡ 518 / kg

acero estructural liso (1/2") ₡ 998 / varilla de 6 m

Estos precios son relativamente elevados, y por intermedio del contratista Ing. Orlando Casas se pidió una cotización para placas ya cortadas en COLAMINAS (Gerente: Aníbal Mejía, Tel. Cali 81 01 36) en Cali y también en CYRGO (Cali y Bogotá) donde se esperan precios mucho mas favorables.

### Taller

Mientras que la fabricación de las placas metálicas parece mejor ubicado en una otra zona (y transportar solamente las placas terminadas), las posibilidades para empezar la producción de Puentes ONUDI en Popayan parecen excelentes. Existe en Popayan una fábrica de casas prefabricadas de ma-

dera, dedicada a construcciones modulares de madera en general. Se trata de la Corporacion 'El Minuto de Dios' (MD). Esta corporacion tiene aspectos humanitarios, y aparte de un programa de casas lujosas, existe un 'Plan Social' bajo el cual se entregan viviendas modulares de bajos costos a las clases pobres sin utilidad ni lucro y a veces subsidiadas por donaciones.

El gerente Arg. Mauricio Vega, expresó interes en apoyar al proyecto mediante la prefabricación de algunos Puentes ONUDI (para los prototipos en Cauca, Valle, Tolima, Huila y posiblemente Narino) en la fábrica, y eventualmente de incorporar el sistema en el programa de la corporación para su fabricación en series.

MD trabaja mucho con ABARCO, una madera que se presta también para los Puentes ONUDI. El equipo, instalado en la fábrica constituye una configuración ideal para construir Puentes ONUDI en series (sin interrumpir el programa de casas prefabricadas):

- 2 hornos de secado de aprox. 50 m<sup>3</sup> c/u (trabajando con vapor, generado en una caldera la cual opera con los desperdicios de la producción) y Hygrometro GANN.
- 1 reaserradora de cinta ROBINSON
- 4 cepilladoras HURTADO (630 mm, tamaño industrial)
- 3 planeadoras HURTADO (tamaño industrial)
- varias sierras circulares de mesón HURTADO
- 2 sierras radiales de 18" HURTADO (tamaño industrial)
- 1 equipo de soldadura

Existen amplios espacios para el presecado de la madera al aire libre y para el almacenaje de los módulos y elementos de Puentes ONUDI.

Solo hay que entregarles las placas metálicas ya terminadas. En el caso que el sistema ONUDI arranque exitosamente en la región, esta fábrica podría fácilmente producir los elementos y módulos también para otros Departamentos en series.

El consultor visitó también las instalaciones del SENA, donde existe un gran interés en la tecnología del sistema ONUDI. Las facilidades y el equipo de los talleres, al otro lado, son destinados y dimensionados a la enseñanza de un alto número de estudiantes. Sería algo difícil de encontrar suficientemente espacio para producir los módulos del Puente ONUDI.

Sin embargo, en el caso que se realice una fabricación de Puentes ONUDI en la Corporación MD, conviene tal vez de incorporar el SENA respecto a la capacitación de algunos alumnos directamente en la fábrica, así solucionando también la cuestión del personal adicional, probablemente necesario.

Otra (pequeña) fábrica de casas prefabricadas fue también visitada. Se trata de 'Concretabla de Occidente S.A.', cual trabaja con el sistema HERAKLIT de Alemania (lana de madera con cemento).

El taller cuenta con maquinaria especializada para la fabricación de los paneles modulares a base de cemento. Además existe maquinaria básica de carpintería de un tamaño artesanal/semi-industrial - suficiente para las maderas utilizadas (sobre todo Pino) en la prefabricación de cerchas. La fábrica tiene una secadora (sistema de convección) con un volumen de aprox. 10 m<sup>3</sup> y un autoclave de 1.20 x 5 m para preservar postes de madera a vacío/presión, utilizando una solución de sales CCA (Cobre, Cromo, Arsénico) con buen éxito.

La gerencia expresó interés en el programa de los puentes modulares e indicó que existen actualmente capacidades libres.

Mientras<sup>que</sup> el consultor prefería un convenio con la Corporación MD, existe la posibilidad de fabricar Puentes ONUDI también en el taller de 'Concretabla', sobre todo, si se podrían preveer algunas inversiones adicionales para equipo más pesado.

'Concretabla' tiene una succursal en Bogotá - tal vez interesante para producir Puentes ONUDI en esta región. Se trata de 'Conica' - km 23 Carretera Central de Norte la Caro/Cundinamarca. Tel. (985) 31025, Gerente: Sr. Peter Kraus.

8.6.

SANTANDER

Personas Contactadas

Ing Jesús Torres	Director de la Regional de CV
Ing. Otoniel Sabaïsa	Jefe Técnico "
Ing. Alvaro Mejía	Ing. Interventor "
Sr. Luis H. Gómez	Director técnico, Unidad de Tecnología Apropriada (Sociedad de Agricultores de Santander)
Sr. Elmer Ruiz	Gerente 'Aserrios El Opon' Ltda
Sr Gilberto Días	Gerente taller metal-mecánico 'El Cigesimal'
Sr. Jose Gonzáles	Director SENA
Sr. Gerente	'Laminas y Cortes' (Cra 12 24-4o Tel. 333 277)

El Departamento de Santander, por su localización geográfica en la Cordillera Oriental, tiene un terreno bastante quebrado, lo que normalmente favorece la instalación de Puentes ONUDI.

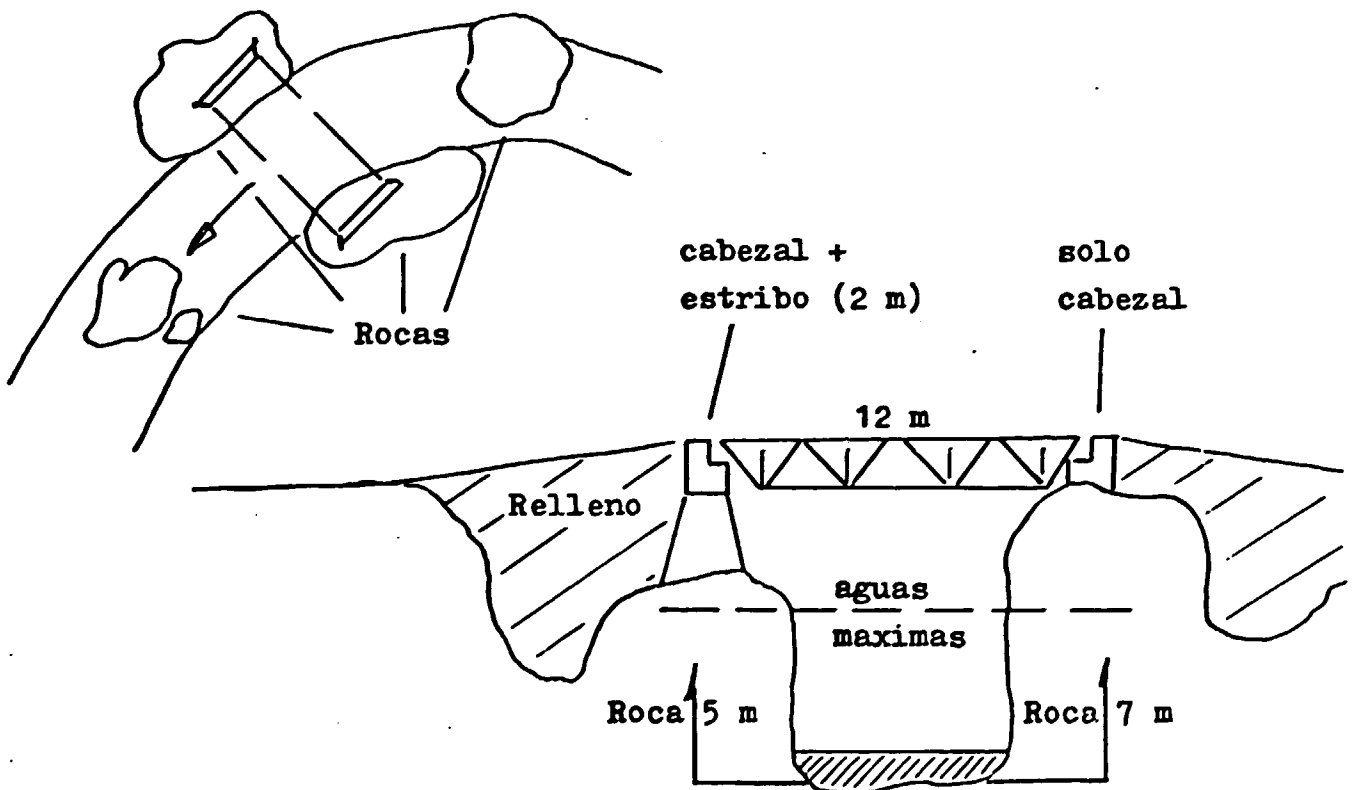
La Regional de CV de Santander tiene unos 200 km de caminos vecinales proyectados por año y mantiene una lista de las necesidades actuales en puentes con precios actualizados, estimados para su construcción. En Julio 1987 la necesidad de puentes en los caminos vecinales actualmente trabajados por la Regional es de 43 unidades, todos con luces entre 3 y 30 metros (12 m en promedio). Tales luces se prestan bien para Puentes ONUDI de tipo Standard con 4 cerchas (HS 20). Con la instalación de uno o dos Puentes ONUDI demostrativos hay que determinar los costos y ventajas de este sistema, para poder compararlo con los puentes de hormigón en sitios específicos.

El primer día de la visita, el consultor tuvo la oportunidad de visitar un posible sitio para el puente demostrativo. Ubicado en la zona de San Vicente de Chucuri, unas dos horas al Suroeste de Bucaramanga se encuentra la quebrada 'Lorena'. El río es muy rocoso, y en el lugar previsto para el puente

existen dos rocas grandes, cuales podrían perfectamente servir como estribos naturales para un Puente ONUDI de 12 m de luz. El sitio tiene características ideales, y la comunidad de Altamira, compuesta de unos 30 fincas (café, cacao, leche) y pidiendo con urgencia la instalación de un puente, para poder transportar sus productos al mercado, tiene plena confianza en puentes de madera. Ellos apoyarán al proyecto con la madera, la mano de obra para la preparación del sitio y durante el lanzamiento, con gasolina para la maquinaria y con comida para los operadores.

Falta todavía abrir un camino carrozable de unos 2 km en terreno fácil para llegar al sitio, y probablemente la instalación de un segundo puente de 12/15 m sobre la quebrada 'La Hacienda', situada unos 700 m antes de llegar a 'La Lorena'. El segundo puente facilitará el acceso de las volquetas al sitio 'La Lorena', el cual requiere un significativo relleno. Los dos puentes podrían ser del tipo ONUDI.

Quebrada 'La Lorena'



## La Madera

El Departamento de Santander es rico en recursos forestales. Ingenieros forestales del INDERENA están dispuestos de ayudar a la Regional en la selección y calificación de la madera. Entre otras, las siguientes especies de madera se prestan bien para el proyecto:

ABARCO (Cariniana pyriformis)  
SAPAN (Clathrotropis brunnea)  
ACEITE MARIA (Calophyllum brasiliense) - tipo pesado  
SAINO (Goupia glabra)  
MAQUI (Vataireopsis spp - Fabaceae)  
CACHU (Astronium ?)  
AGUA PICHE  
GUAYACAN POLVILLO (Tabebuia serratifolia)

La madera constituye un apoyo gratuito al proyecto por parte de las comunidades interesadas. Ellos lo cortan con motosierras en 'bloques' según la especificación entregada, los cuales serán transportados en las volquetas de CV - idealmente hacia el terreno de CV en Bucaramanga para su secado al aire libre durante 3 - 4 meses (en pilas planas).

En el caso que se requiere un secado a celerado (p.e. de la madera destinada a la confección de los módulos), hay que ponerse en contacto con una empresa que opera un horno industrial (p.e. MUDESA - fábrica de muebles), o con SENA, donde planifican la instalación de un horno solar.

## Acero

Un taller metal-mecánico, 'El Cigesimal' fue identificado, donde existen las máquinas (taladros, tornos, etc.) necesarias para perforar las placas metálicas con la precisión requerida. La gerencia tiene interés en la ejecución de los trabajos. El espacio en el taller es algo limitado, y sería preciso de transferir las placas terminadas al taller de CV para su almacenaje.

Un otro taller , 'Láminas y Cortes' opera una cizalla, capaz de cortar acero hasta 16 mm (5/8") de espesor - ideal para las placas metálicas del sistema ONUDI.

Entre los dos talleres se podrían fabricar las placas fácilmente.

'Láminas y Cortes' cotizo las planchas de acero (1.22 x 2.44 m) puestas en Bucaramanga como sigue:

1/4"	(6 mm)	\$ 30,000	214/kg	} Ø 218 (USD 0.89) / kg
3/8"	(9 mm)	\$ 48,000	228/kg	
1/2"	(12 mm)	\$ 63,000	212/kg	

### Taller Puentes

Un taller, capaz de fabricar los módulos y los otros elementos de Puentes ONUDI fue encontrado en el Sur de Bucaramanga. Se trata del taller 'Opon'.

Este taller cuenta con una sierra cinta 'ROBINSON', cual funciona como reaserradora para dimensionar los 'bloques' entregados (después de su secado en el taller de CV). Además hay cepilladoras, una sierra circular de mesón y una (pequeña) sierra radial ROCKWELL. Falta un equipo de suelda, lo que hay que proporcionar).

Como el espacio físico en el taller es limitado, hay que transferir los módulos terminados al taller de CV para su almacenaje.

Una otra posibilidad consiste en el traslado de los trabajos de ensamblaje de módulos al taller de CV, donde existe un espacio bajo techo y con suelo de hormigón (mitad de un galpón) de 15 x 10 m. También hay equipo de suelda, y el personal de 'Opon' podría trabajar aquí, llevándose sus propias herramientas.



9. Conclusion

Las mejores facilidades para cortar planchas de acero a medidas de las placas fueron encontrados en Bogotá y en Bucaramanga.

Las mejores facilidades para perforar y terminar las placas fueron vistas en Quibdo, Bogotá y Bucaramanga.

Para la fase demostrativa del proyecto (aprox. 25 Puentes ONUDI = 375 ml = 500 módulos) conviene de contratar el corte, la perforación y la terminación en un solo taller central (o max. 3 en diferentes zonas), bien equipado con una cizalla y con taladros de un tamaño industrial.

Las placas terminadas serán enviadas por camión, en las cantidades necesarias, a las Regionales de CV construyendo Puentes ONUDI.

Para reducir los costos del material de acero conviene buscar un taller en Bogotá o en las proximidades de las principales siderúrgicas del país, cuales son:

- SIDELPA (Cali)
- Paz del Rio
- SIMESA (Medellín)

También para los otros materiales de acero conviene probablemente una compra central (varillas de 12 mm  $\phi$ , pernos, eje de transmisión y clavos - según especificación en el principio de este informe).

Una alternativa para las placas podría ser la importación directa de la cantidad total ya cortadas a medidas (ver lista) y solamente perforarlas y terminarlas en Colombia.

Para otro proyecto de la ONUDI la empresa DUPER S.A. en Sao Paulo / Brasil (Sr. Laercio Maciel, telex (011) 32862) hizo una oferta interesante - aprox. USD 400 / tonelada c + f Sta.Marta para acero dulce y cortado según especificación.

Facilidades para construir los módulos y otros elementos de los puentes fueron encontrados en todos los Departamentos visitados, con los mejores aspectos futuros talvez en Choco (con su abundancia forestal y la posibilidad de construir

un taller con maquinaria adecuada con la ayuda de la Municipalidad y de O.O.P.P.) y en Popayan / Cauca (por la existencia de la Corporacion MD y su eventual interes de empezar una fabricacion en series).

En los Departamentos interesados de producir Puentes ONUDI se procede - una vez que el proyecto está aprobado - a la compra de la madera en cantidad suficiente para los puentes previstos en la fase demostrativa.

La cooperación de un Ing. forestal o del asesor mismo sería muy deseable para asegurar la entrega correcta respecto a las especies, calidades, dimensiones y respecto al importante secado.

Despues se instala - con la ayuda práctica del asesor de la ONUDI - un molde para la fabricación de los módulos. Paralelamente se construyen los estribos y los accesos en los sitios seleccionados.

El Documento de Proyecto prevee la suministración de 5 equipos completos de lanzamiento por parte de la ONUDI. Estos equipos (especificación en el Documento de Proyecto) serán entregados a las Regionales de CV, donde se prevee ya una producción continua de Puentes ONUDI, y en la fase demostrativa(2 años) los equipos serán prestados a las Regionales vecinas para sus lanzamientos.

Los módulos y elementos previstos para el transporte aéreo a los Territorios Nacionales se preparan en Bogotá.

Mientras que la política de CV prevee la contratación de la mayoría de las actividades en empresas privadas, el consultor propone que el lanzamiento mismo se efectuará siempre bajo la supervisión y responsabilidad de un Ingeniero de la respectiva Regional de CV, después del entrenamiento práctico por el asesor de la ONUDI. El lanzamiento durará sólo 1 - 2 días. La terminación del puente es otra vez trabajo de carpintería y podría ser contratado.

El proyecto podría empezar a la brevedad posible, después de la aprobación del Documento de Proyecto por parte del Gobierno (Fondo Nacional de Caminos Vecinales del Ministerio de O.O.P.P.) el PNUD en Bogotá puede indicar los pasos a seguir por parte de PNUD/ONUDI.

A N E X O

DOCUMENTO DE PROYECTO (borrador)

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO - PNUD/ONU  
PROYECTO DEL GOBIERNO DE COLOMBIA

**Titulo:** Puentes Modulares de Madera - Tipo ONUDI  
**Numero:** DP/COL/87/XXX  
**Duracion:** Dos años y medio  
**Funcion Primaria:** Asistencia directa  
**Funcion Secundaria:** Empleo de nuevas tecnologías de construcción  
**Sector:** (clasific. y Cod. PNUD)  
05 Industria  
**Subsector:** (clasific. y Cod. PNUD)  
0520 Industria manufacturera  
**Organismo**  
**Gubernamental:** Fondo Nacional de Caminos Vecinales (O.O.P.P.)  
**Organismo Internac.**  
**de Ejecucion:** Organización de las Naciones Unidas para el  
Desarrollo Industrial - ONUDI  
**Fecha estimada**  
**de iniciacion:** tan pronto como sea posible  
**Insumos del**  
**Gobierno:** USD 500,000 (en especies y costos compartidos)  
**Contribucion**  
**PNUD/ONUUDI:** USD 262,000 (en moneda convertible)  
**Valor total del**  
**proyecto:** USD 762,000

-----  
por el Gobierno de Colombia

-----  
Fecha

-----  
por la ONUDI

-----  
Fecha

-----  
por el PNUD

-----  
Fecha

## CONTEXTO LEGAL

1. Este documento de proyecto será el instrumento contemplado en el acuerdo suscrito entre el Gobierno de Colombia y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, referente a la asistencia técnica proporcionada por el sector de Fondo Especial del PNUD.

### 1.1. Objetivos del Desarrollo

Los objetivos del desarrollo a largo plazo son:

1.1.1. Ayudar al Gobierno a mejorar el sistema vial nacional con énfasis sobre el desarrollo rural y mejorar los caminos secundarios y vecinales.

Esto puede lograrse mediante un sistema de puentes modulares, utilizando materiales locales (madera) y tecnología sencilla a costos menores que los de las construcciones convencionales y con ahorros considerables de divisas.

1.1.2. Promover el uso de la madera como material de construcción, sustituyendo los materiales importados.

1.1.3. Abrir la posibilidad al Fondo Nacional de Caminos Vecinales de contribuir en forma continua y valiosa a los proyectos de construcción y mejora de caminos vecinales.

### 1.2. Objetivos Inmediatos

Los objetivos inmediatos del proyecto son:

1.2.1. Preparación e instalación de talleres en diferentes Departamentos de Colombia, y asesoría práctica a talleres privados interesados en la fabricación de Puentes ONUDI para capacitarles a atender la demanda inmediata del Fondo Nacional de Caminos Vecinales, y de los proyectos en las diferentes regiones.

1.2.2. Transferencia de la tecnología a talleres estatales, institucionales y privados mediante asistencia directa, así como demostraciones y presentaciones, incluyendo tecnologías de secado, preservación y explotación de la madera.

### 1.3. Consideraciones Especiales

1.3.1. El proyecto pretende establecer relaciones más estrechas entre la promoción industrial y las organizaciones de promoción de industrias pequeñas y medianas, específicamente con respecto al sector maderero.

1.3.2. El proyecto está conforme a la Declaración de Lima y al plan de Acción en lo concerniente al desarrollo de la cooperación industrial.

## 2. Antecedentes y Justificación

Los inviernos y las inundaciones han causado destrucciones de la infraestructura básica, y el aislamiento casi total de las áreas más afectadas, produciendo daños económicos para los habitantes.

El programa ambicioso del Fondo Nacional de Caminos Vecinales en los 25 Departamentos del territorio nacional respecto a la construcción de nuevos caminos vecinales requiere un alto número de puentes de todo tamaño.

Los costos de las obras de arte siempre constituyen un factor dominante en la construcción de caminos.

El Gobierno ha investigado soluciones para la construcción y rehabilitación de los caminos vecinales, para permitir el transporte de los productos agrícolas hacia los mercados importantes, para así crear o reconstituir las bases económicas y sociales para la población rural.

Siendo la madera un producto abundante en la mayoría de los Departamentos, su utilización en la construcción de puentes modulares de madera es justificable en aquellos sitios donde el costo de puentes convencionales resulta demasiado elevado.

Los módulos de madera son de poco peso, y por lo tanto serán fácilmente movilizables en cualquier medio de transporte, a aquellos sitios donde se requiera la construcción de uno de estos puentes.

La explotación técnica de las maderas así como la elaboración de los elementos de los puentes y el lanzamiento y terminación de los puentes en el campo generara empleos por utilización de mano de obra.

Este diseño de puentes, el que utiliza la madera como material principal de construcción, genero un fuerte interés durante la misión preparatoria en los diferentes Departamentos e se considera necesario implementar un proyecto práctico y de asesoría durante dos años para poder lanzar puentes demostrativos en cada Departamento.

### 3. Resultados del Proyecto

3.1. Varios talleres en diferentes Departamentos, capacitados de producir módulos y elementos para Puentes ONUDI en serie.

3.2. Aproximadamente 25 puentes demostrativos con luces de un promedio de 15 m, lanzados en caminos vecinales de los diferentes Departamentos.

3.3. Personal de contraparte capacitado en la identificación de sitios idóneos, y en el lanzamiento de Puentes ONUDI

3.4. Estudios para determinar la idoneidad de las especies forestales (con énfasis a las menos conocidas) en los diferentes Departamentos, en colaboración con universidades y el Instituto de Recursos Naturales (INDERENA)

3.5. Un informe de las conclusiones y recomendaciones finales, así como informes intermedios sobre aspectos especiales.

### 4. Actividades

Todas localizadas en Bogotá, en los talleres y Regionales de



Caminos Vecinales en los diferentes Departamentos, así como en las zonas rurales y forestales de Colombia.

4.1. Ayuda en la consecución de la madera.

4.2. Preparación y asesoría práctica a los talleres encargados con la fabricación de los elementos.

4.3. Ayuda en la consecución del material de acero y control de la producción de las placas metálicas.

4.4. Iniciar la producción de componentes para Puentes ONUDI en varios Departamentos.

4.5. Lanzamiento de los puentes prefabricados en los sitios seleccionados y preparados (estribos con accesos) por las respectivas Regionales de Caminos Vecinales.

4.6. Frecuentes viajes por el campo, junto con los ingenieros contrapartes en los diferentes Departamentos para supervisar la construcción de los estribos y para recibir la madera contratada por el proyecto.

5. Contribuciones al Proyecto (insumos)

5.1 Contribuciones del Gobierno

5.1.1. El Fondo Nacional de Caminos Vecinales coordinara las actividades del proyecto, asistido por el Asesor Técnico Principal de la ONUDI.

5.1.2. Entregará al PNUD los fondos necesarios en dólares de E.E.U.U. (o en Pesos Colombianos al cambio oficial de la ONU) para que éste puede proceder con la contratación del equipo a especificar - p. e. un vehículo Toyota Jeep. La entrega de fondos se hace bajo el sistema de 'Costos Compartidos' y según el presupuesto respectivo, e incluirá los gastos administrativos del PNUD (13.5 %).

5.1.3. Se encargará de todo transporte en camiones y otros medios que se requiere para el proyecto, y asegurará la movilización de los expertos nacionales.

5.1.4. Contratará o ejecutará la construcción de los estribos y accesos en los sitios seleccionados, así como la fabricación de las placas metálicas y elementos de madera.

5.1.5. Comprará todos los materiales necesarios (madera, acero, pernos, clavos, etc.) según especificación entregada por el ATP.

5.1.6. Asignará al proyecto un ingeniero contraparte en cada Departamento (un Ing. Interventor normalmente), quien será encargado con la supervisión de las actividades del proyecto en su respectiva Regional.

## 5.2. Contribuciones del PNUD / ONUDI

Los fondos administrados por PNUD/ONUDI se utilizarán para:

5.2.1. La contratación de un experto internacional (11-01), familiarizado con el sistema de los Puentes ONUDI como Asesor Técnico Principal (24 m/h).

Un experto nacional (Ing. Forestal) en construcciones de madera (17-01 con 24 m/h) y un experto nacional (Ing. civil), familiarizado con la construcción de estribos y puentes (17-02 con 24 m/h).\*

5.2.2. La compra y envío del equipo importado según especificación.

5.2.3. Cobertura de ciertos gasto de operación del proyecto mediante un fondo de operación, el que estará a disposición del ATP

5.2.4. Gastos de los viajes del ATP dentro del país

\* ONUDI buscará la posibilidad de reforzar el equipo asignando al proyecto ya sea un Voluntario o Experto Asociado por dos años.

6. Plan de trabajo

Se indica un plan de trabajo tentativo bajo el punto 4 (actividades). Un plan de trabajo más específico será preparado por el ATP en conjunto con las contrapartes durante la fase inicial del proyecto. Será lo suficientemente flexible para cubrir los varios aspectos del proyecto (práctico, demostrativo, orientación hacia la transferencia de la tecnología).

7. Marco para la Participación Eficiente del Personal Local

Todas las actividades en cumplimiento de los objetivos inmediatos del proyecto serán realizadas por el personal nacional y el experto de la ONUDI en base a trabajo de equipo.

8. Marco Institucional

Todas las actividades del proyecto serán coordinadas por el Fondo Nacional de Caminos Vecinales y sus Regionales en los diferentes Departamentos. Otras instituciones públicas o gubernamentales apoyarán al proyecto, de ser necesario.

9. Obligaciones y Condiciones Previas

No hay ninguna, excepto las contribuciones por parte del Gobierno.

10. Asistencia Futura del PNUD/ONUDI

Una asistencia futura dependerá de las necesidades determinadas antes de la terminación del proyecto. Podrá existir la posibilidad de diversificar las actividades, para cubrir otros productos prefabricados de madera (p.e. viviendas modulares de bajos costos - tipo ONUDI, cerchas prefabricadas, galpones modulares para la industria, tecnología de madera laminada, etc.)

11. Evaluación e Informes

El proyecto será evaluado en forma permanente para determinar las acciones futuras. El ATP elaborará informes sobre puntos específicos, según fuere necesario. El informe final incluirá las conclusiones del proyecto y las recomendaciones.



Especificación del equipo

Equipo de lanzamiento (5 juegos completos)

- 3 TIRFOR winches TU 40
- 1 cable  $\phi$  16 mm, L = 60 m (on drum w/ hook)
- 2 cables  $\phi$  16 mm, L = 40 m (on drum w/ hook)
- 2 wire rope slings w/soft eyes 5/8", L = 8 m
- 2 wire rope slings w/soft eyes 5/8", L = 2.5 m
- 4 secondary cables 1/2", L = 40 m (on drum w/ hook)
- 2 double sheave snatch blocks (3 t)
- 1 sheave block w/ hook (3t)
- 10 clamps for cable 5/8"
- 10 clamps for cable 1/2"
- 1 chain hoist (2t)
- 2 hydraulic jacks (5 t)
- 1 gasoline generator (4500 W, 110/220 V) portable
- 1 cable drum w/ electric cable (30 m)
- 2 power drills (one heavy duty, one medium weight)
- 1 circular power saw (heavy duty)
- 10 shackles (2 t)

Valor estimado: USD 7,500 c/u

37,500