

**PADT
REFORT**

**PROYECTOS ANDINOS
DE DESARROLLO
TECNOLOGICO EN EL
AREA DE LOS RECURSOS
FORESTALES TROPICALES**

INFLUENCIA DE DEFECTOS EN LA RIGIDEZ Y RESISTENCIA DE VIGAS DE 5 ESPECIES DE LA SUBREGION ANDINA

HUGO SCALETTI F.



**GRUPO
ANDINO**

**JUNTA DEL ACUERDO
DE CARTAGENA**

J. Calbi - up

JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA

**PROYECTOS ANDINOS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO
EN EL AREA DE LOS RECURSOS FORESTALES TROPICALES
(PADT – REFORT)**

T: **INFLUENCIA DE DEFECTOS EN LA RIGIDEZ
Y RESISTENCIA DE VIGAS DE CINCO ESPECIES
DE LA SUBREGION ANDINA**

Lima, Mayo 1983

Revisado Agosto de 1983

0809



INFLUENCIA DE DEFECTOS EN LA RIGIDEZ Y RESISTENCIA
DE VIGAS DE CINCO ESPECIES DE LA SUBREGION ANDINA

RESUMEN

Se presentan resultados de ensayos de vigas de 5 especies latifoliadas de la subregión andina: *Simarouba amara*, *Hura crepitans*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Brosimum uleanum* y *Myroxylon peruiferum*, cuyas densidades básicas están en el rango de 0.35 a 0.78.

El material estudiado incluyó desde vigas prácticamente sin defectos hasta elementos que serían rechazados según la práctica habitual de los aserraderos.

Se ensayaron un total de 526 vigas, de 4 cm x 14 cm de sección transversal y 3.00 m de luz, sometiéndolas a flexión por aplicación de cargas simétricas en los puntos tercios. Adicionalmente, se ensayaron probetas pequeñas libres de defectos, tomadas de las mismas vigas.

Para las especies estudiadas el defecto más importante, por su frecuencia e influencia en las propiedades mecánicas, es el grano inclinado. Las perforaciones de insectos son muy frecuentes en algunas especies. Estos defectos y otros tales como la inclusión de médula, nudos o escamaduras son particularmente desfavorables cuando están asociados con ataques de hongos xilófagos. Pueden citarse además el duramen quebradizo y las fallas de compresión. Otros defectos tienen menos influencia o son poco frecuentes.

Los resultados obtenidos indican que los defectos influyen más en el módulo de rotura que en el módulo de elasticidad. La influencia es también

mas apreciable en las vigas ensayadas en condición seca al aire que en aquellas ensayadas en condición verde.

La Regla de Clasificación Visual para Madera Estructural propuesta en el PADT-REFORT resulta efectiva para eliminar las vigas que tiene menor resistencia. Si se consideran los esfuerzos admisibles propuestos en el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino y los correspondientes factores de seguridad y duración de carga, se observa que el módulo de rotura de las vigas aceptadas por la clasificación es en todos los casos suficiente.

Dada la poca influencia de los defectos en el módulo de elasticidad, la clasificación visual no es tan efectiva para separar las vigas de menor MOE, excepto en casos extremos. Las vigas clasificadas muestran valores de MOE vigas/MOE probetas con una distribución similar a la de vigas rechazadas por la Regla de Clasificación.

Las vigas de una de las especies ensayadas, que por su densidad básica podría ubicarse en el límite inferior del grupo C, tuvieron módulos de elasticidad menores que los propuestos en el Manual de Diseño (tanto en su valor medio como a nivel del 5° percentil). Cualquier modificación a la Regla se Clasificación sería poco efectiva en este caso y resulta más conveniente reubicar a esta especie en un grupo inferior.

En términos generales la Regla de Clasificación Visual propuesta puede considerarse adecuada, requiriéndose sólo pequeñas modificaciones. Se proponen algunas alteraciones en lo relativo a médula, nudos sanos, ataques de hongos xilófagos, arqueaduras y escamaduras.

I N D I C E

Lista de Tablas	i
Lista de Figuras	vi
Reconocimiento	viii
1. Introducción	1
2. Material y Metodología de Ensayo	2
2.1 Alcances del estudio	2
2.2 Especies estudiadas	2
2.3 Colección de muestras	5
2.4 Condición de las vigas al ensayarse	7
2.5 Registro de defectos y clasificación	9
2.6 Metodología de ensayo	9
2.7 Ensayos complementarios	11
3. Resultados de los Ensayos	12
4. Rigidez y Resistencia de Vigas en Relación a las Propiedades Mecánicas Observadas en Probetas Pequeñas	29
4.1 Módulo de elasticidad en probetas vs. módulo de elasticidad en vigas	29
4.2 Módulo de rotura en probetas vs, módulo de rotura en vigas	36
4.3 Módulo de elasticidad como predictor del módulo de rotura.	43
5. Influencia de Defectos en la Rigidez y Resistencia de Vigas a Escala Natural	47
5.1 Defectos más significativos	47
5.2 Médula	49

- C.7 Propiedades físicas y mecánicas de 106 vigas de Manchinga (Brosi mum uleanum) ensayadas en condición seca al aire.
- C.8 Propiedades físicas y mecánicas de 67 vigas de Estoraque (Myroxylon peruvianum) ensayadas en condición seca al aire.
- D.1 Forma de falla y su relación con los defectos observados en las vigas de Marupá (Simarouba amara) ensayadas en condición verde.
- D.2 Forma de falla y su relación con los defectos observados en las vigas de Marupá (Simarouba amara) ensayadas en condición verde.
- D.3 Forma de falla y su relación con los defectos observados en las vigas de Catagua amarilla (Hura crepitans) ensayadas en condición verde.
- D.4 Forma de falla y su relación con los defectos observados en las vigas de Catagua amarilla (Hura crepitans) ensayadas en condición seca al aire.
- D.5 Forma de falla y su relación con los defectos observados en las vigas de Tornillo (Cedrelina catenaeformis) ensayadas en condición verde.
- D.6 Forma de falla y su relación con los defectos observados en las vigas de Tornillo (Cedrelina catenaeformis) ensayadas en condición seca al aire.
- D.7 Forma de falla y su relación con los defectos observados en las vigas de Manchinga (Brosimum uleanum) ensayadas en condición seca al aire.
- D.8 Forma de falla y su relación con los defectos observados en las vigas de Estoraque (Myroxylon peruvianum) ensayadas en condición seca al aire.
- E.1 Efecto de la médula en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.2 Efecto del duramen quebradizo en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.3 Efecto del grano inclinado en la zona central sobre la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.4 Efecto del grano inclinado en cualquier zona sobre la resistencia y rigidez de las vigas.

- E.5 Efecto de nudos sanos en la zona 2 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.6 Efecto de nudos sanos en la zona 8 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.7 Efecto de nudos sanos en las zonas 4 y 6 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.8 Efecto de nudos huecos en la zona 2 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.9 Efecto de nudos huecos en la zona 8 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.10 Efecto de nudos huecos en las zonas 4 y 6 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.11 Efecto de las fallas de compresión en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.12 Efecto de perforaciones pequeñas en la zona 2 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.13 Efecto de perforaciones pequeñas en la zona 8 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.14 Efecto de perforaciones pequeñas en las zonas 4 y 6 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.15 Efecto de perforaciones grandes en la zona 2 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.16 Efecto de perforaciones grandes en la zona 8 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.17 Efecto de perforaciones grandes en las zonas 4 y 6 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.18 Efecto de ataque de hongos en la zona 2 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.19 Efecto de ataque de hongos en la zona 8 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.20 Efecto de ataque de hongos en las zonas 4 y 6 en la resistencia y rigidez de las vigas.

- E.21 Efecto de la arqueadura en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.22 Efecto de grietas de secado en las zonas 4 y 6 en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.23 Efecto de rajaduras en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.24 Efecto de escamaduras (acebolladuras) en la resistencia y rigidez de las vigas.
- E.25 Efecto de la médula en la relación entre propiedades mecánicas de vigas.
- E.26 Efecto del duramen quebradizo en la relación entre propiedades mecánicas de vigas y probetas.
- E.27 Efecto del grano inclinado en la zona central en la relación de propiedades de vigas y probetas.
- E.28 Efecto del grano inclinado en cualquier zona en la relación de propiedades de vigas y probetas.
- E.29 Efecto de nudos sanos en la zona 2 en la relación entre propiedades de vigas y probetas.
- E.30 Efecto de nudos sanos en la zona 8 en la relación entre propiedades de vigas y probetas.
- E.31 Efecto de nudos sanos en las zonas 4 y 6 en la relación entre propiedades de vigas y probetas.
- E.32 Efecto de nudos huecos en la zona 2 en la relación entre propiedades de vigas y probetas.
- E.33 Efecto de nudos huecos en la zona 8 en la relación entre propiedades de vigas y probetas.
- E.34 Efecto de nudos huecos en las zonas 4 y 6 en la relación de propiedades de vigas y probetas.
- E.35 Efecto de las fallas de compresión en la relación entre propiedades mecánicas de vigas y probetas.
- E.36 Efecto de perforaciones pequeñas en la zona 2 en la relación de propiedades de vigas y probetas.

- E.37 Efecto de perforaciones pequeñas en la zona 8 en la relación de propiedades de vigas y probetas.
- E.38 Efecto de perforaciones pequeñas en zonas 4 y 6 en la relación de propiedades de vigas y probetas.
- E.39 Efecto de perforaciones grandes en la zona 2 en la relación de propiedades de vigas y probetas.
- E.40 Efecto de perforaciones grandes en la zona 8 en la relación de propiedades de vigas y probetas.
- E.41 Efecto de perforaciones grandes en zonas 4 y 6 en la relación de propiedades de vigas y probetas.
- E.42 Efecto de ataques de hongos en la zona 2 en la relación de propiedades de vigas y probetas.
- E.43 Efecto de ataques de hongos en la zona 8 en la relación de propiedades de vigas y probetas.
- E.44 Efecto de ataques de hongos en zonas 4 y 6 en la relación de propiedades de vigas y probetas.
- E.45 Efecto de la arqueadura en la relación entre propiedades de vigas y probetas.
- E.46 Efecto de grietas de secado en zonas 4 y 6 en la relación de propiedades de vigas y probetas.
- E.47 Efecto de rajaduras en la relación entre propiedades mecánicas de vigas y probetas.
- E.48 Efecto de escamaduras en la relación entre propiedades mecánicas de vigas y probetas.

Lista de Figuras

1. Zonas de extracción de la madera
2. Equipo de ensayo
3. Curvas típicas carga-deflexión para vigas a escala natural
Especie: Marupá (Simarouba amara)
4. Curvas típicas carga-deflexión para vigas a escala natural
Especie: Catagua amarilla (Hura crepitans)
5. Curvas típicas carga-deflexión para vigas a escala natural
Especie: Tornillo (Cedrelinga catenaeformis)
6. Curvas típicas carga-deflexión para vigas a escala natural
Especie: Manchinga (Brosimum uleanum)
7. Curvas típicas carga-deflexión para vigas a escala natural
Especie: Estoraque (Myroxylon perulferrum)
8. Histogramas del módulo de rotura en vigas y probetas de Marupá (Simarouba amara)
9. Histogramas del módulo de rotura en vigas y probetas de Catagua amarilla (Hura crepitans).
10. Histogramas del módulo de rotura en vigas y probetas de Tornillo (Cedrelinga catenaeformis)
11. Histogramas del módulo de rotura en vigas y probetas de Manchinga (Brosimum uleanum) y Estoraque (Myroxylon perulferrum)
12. Histogramas del módulo de elasticidad en vigas y probetas de Marupá (Simarouba amara)
13. Histogramas del módulo de elasticidad en vigas y probetas de Catagua amarilla (Hura crepitans)
14. Histogramas del módulo de elasticidad en vigas y probetas de Tornillo (Cedrelinga catenaeformis)

15. Histogramas del módulo de elasticidad en vigas y probetas de Manchinga (*Brosimum uleanum*) y Estoraque (*Myroxylon peruiferum*)
16. Histogramas del módulo de elasticidad en vigas y probetas. Vigas aceptadas por la Regla de Clasificación Visual vs. vigas rechazadas
17. Histogramas para la razón entre módulo de elasticidad en vigas y módulo de elasticidad en probetas, para cada una de las especies ensayadas
18. Histogramas para la razón entre módulo de elasticidad en vigas y módulo de elasticidad en probetas. Vigas ensayadas en condición verde vs. vigas ensayadas en condición seca al aire
19. MOE vigas vs. MOE probetas para 511 vigas ensayadas
20. MOE vigas vs. MOE probetas para vigas aceptadas según la Regla de Clasificación Visual
21. Histogramas para la razón entre módulo de rotura en vigas y módulo de rotura en probetas. Vigas aceptadas por la Regla de Clasificación Visual vs. vigas rechazadas
22. Histogramas para la razón entre módulo de rotura en vigas y módulo de rotura en probetas, para cada una de las especies estudiadas
23. Histogramas para la razón entre módulo de rotura en vigas y módulo de rotura en probetas. Vigas ensayadas en condición verde vs. vigas ensayadas en condición seca al aire
24. MOR vigas vs. MOR probetas para 511 vigas ensayadas
25. MOR vigas vs. MOR probetas para vigas aceptadas según la Regla de Clasificación Visual
26. MOR vs. MOE en probetas pequeñas libres de defectos
27. MOR vs. MOE para el conjunto de 526 vigas
28. MOR vs. MOE para vigas aceptadas según la Regla de Clasificación Visual
29. Zonas consideradas para la descripción de los defectos observados en cada viga

RECONOCIMIENTO

El programa de ensayos que es materia de este informe corresponde a la Segunda Fase del Estudio Integral de la Madera para la Construcción, que forma parte de los Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de los Recursos Forestales Tropicales (PADT-RFFORT) de la Junta del Acuerdo de Cartagena.

Este y otros estudios afines fueron posibles gracias al apoyo financiero del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá.

Los ensayos de vigas y el procesamiento de la información se realizaron en el Laboratorio Andino de Ingeniería de la Madera (LADIMA), con la participación de: Ana María Sibille de Parraga, Fernando Alvarez, Antonio Collao, Alberto Sato, Héctor Segura, Hugo Scaletti, Luis Vargas Loli y Manuel Villena. Los ensayos de probetas se hicieron en el Departamento de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria "La Molina", en Lima, con la supervisión de los ingenieros Antonio Aróstegui y Alberto Sato. El informe fue preparado por el Dr. Hugo Scaletti. Se agradece al Dr. Fred J. Keenan, de la Universidad de Toronto, quien revisó la versión preliminar de este informe e hizo valiosos comentarios y sugerencias.

1. INTRODUCCION

En la primera fase del Estudio Integral de la Madera para la Construcción del PADT-REFORT se estudiaron las propiedades físicas y mecánicas más importantes de 104 especies de la Subregión Andina. Para 46 de estas especies se hicieron ensayos de flexión con vigas a escala natural. Como resultado de estos ensayos, e incorporando la experiencia con especies latifoliadas de otras regiones, se ha propuesto una Regla de Clasificación Visual para Madera Estructural (1). Esta es una norma de control de calidad del material. Se han propuesto igualmente esfuerzos admisibles y módulos de elasticidad para la madera clasificada como estructural (2).

El programa de ensayos aquí considerado tuvo por objeto verificar la eficacia de esta Regla de Clasificación para rechazar las piezas de madera con rigidez y/o resistencia bajas y no rechazar aquellas con propiedades mecánicas aceptables. Todos los ensayos se hicieron a flexión.

Las maderas latifoliadas propias de la subregión Andina tienen por lo general resistencias mucho mayores que las maderas de coníferas, pero -a igual densidad- poseen módulos de elasticidad similares. El diseño de los elementos a flexión está controlado por deflexiones, a diferencia de lo que ocurre con otras maderas, para las que la resistencia es el factor limitante en la mayor parte de los casos.

Si se tratara de establecer una regla de clasificación específica para elementos a flexión debería ponerse especial énfasis en aspectos de durabilidad y en la posible influencia de defectos en el módulo de elasticidad aparente. Sin embargo, la Regla de Clasificación propuesta se refiere a elementos estructurales en general y no específicamente a vigas. Por lo tanto, aun reconociendo que los resultados obtenidos no son necesariamente aplicables a elementos con otros tipos de sollicitación, se justifica analizar no sólo la influencia de los defectos en la rigidez sino también sus efectos en la resistencia.

2.0 MATERIAL Y METODOLOGIA DE ENSAYO

2.1 Alcances del Estudio

La información analizada en los capítulos siguientes procede del ensayo de 526 vigas, de 5 especies, de aproximadamente 4 cm x 14 cm de sección transversal y 3.00 m de luz, sometidas a flexión por acción de cargas estáticas. También se consideraran resultados de ensayos de probetas libres de defectos tomadas de las mismas vigas.

Los resultados obtenidos son estrictamente aplicables sólo a elementos de las dimensiones indicadas sometidos a flexión. Aunque las conclusiones pueden extrapolarse a vigas de otras dimensiones, no son necesariamente válidas para elementos con otros tipos de sollicitaciones, como por ejemplo estados de tracción pura o flexocompresión.

2.2 Especies Estudiadas

Se ensayaron vigas de 5 especies representativas de diversos rangos de densidad:

- Simarouba amara. Esta especie, de la familia Simaroubaceae, existe en los cinco países de la Subregión Andina. Se conoce con los nombres vulgares: Marupa (Perú, Colombia), Amargo (Bolivia), Cedro Amargo (Ecuador) o Simaruba (Venezuela).

Los árboles de esta especie presentan fuste recto, cilíndrico y sin aleas. La altura comercial promedio es de 20 m; el diámetro a la altura del pecho es de 70 cm.

La madera es de baja densidad (Densidad Básica promedio = 0.35). La albura es de color blanco, con transición gradual a duramen de color blanco amarillento o crema. El grano es recto. La textura es media. Los poros y radios son visibles a simple vista.

Tanto la albura como el duramen son atacables por insectos. La madera es atacable por hongos xilófagos. La médula es particularmente susceptible a estos ataques.

- Hura crepitans. Es una especie de la familia Euphorbiaceae. Se conoce como Catahua Amarilla (Perú), Ochoó (Bolivia), Ceibo Lechoso (Colombia), Habilidad (Ecuador) o Jabillo (Venezuela). Los árboles tienen tronco recto cilíndrico, con base abultada. La altura comercial promedio es 10 m, con un diámetro a la altura del pecho de 90 cm. La madera es de densidad media (DB = 0.40). La albura es de color blanco cremoso, con transición gradual a duramen pardo amarillento claro o gris olivo. El grano es recto o levemente entrecruzado. La textura es media.

La albura es atacable por insectos que ocasionan perforaciones pequeñas. El siguiente defecto en importancia para esta especie es el grano inclinado. Las fallas de compresión son frecuentes.

- Cedrelinga catenaeformis. Es una especie de la familia Mimosaceae, que se conoce con los nombres vulgares: Tornillo (Perú), Achapo (Colombia) o Seique (Ecuador).

Los árboles de esta especie tienen fuste recto, cilíndrico, dominante, con una altura comercial promedio de 30 m. El diámetro promedio a la altura del pecho es de 65 cm.

La madera es de densidad media (DB = 0.50) */. La albura es de color crema amarillento, bien diferenciada del duramen, de color marrón rojizo pálido. El grano es entrecruzado. La textura es gruesa. Los poros son visibles a simple vista.

La albura es susceptible a los ataques biológicos. El duramen es poco susceptible al ataque de hongos e insectos. El defecto predominante en esta especie es el grano inclinado. Las fallas de compresión son muy frecuentes en Tornillo de ciertas procedencias, distintas de las consideradas para este estudio.

*/ Valor medio para las vigas estudiadas. La madera de la misma especie pero de otras procedencias tiene distinta densidad (3).

- Brosimum uleanum. Esta especie, de la familia Moraceae, se conoce con los nombres vulgares: Manchunga (Perú), Avichuri (Colombia) o Tillo (Ecuador).

En los árboles de esta especie el tronco es generalmente recto cilíndrico, con aletas pronunciadas, de hasta 3 m de altura. La altura comercial promedio es del orden de 15 m. El diámetro promedio por encima de las raíces tablares es de 50 cm.

La madera es de densidad alta (DB = 0.68). La albura es de color crema, con transición gradual a duramen de color pardo amarillento.

El grano es entrecruzado. La textura es fina.

Los defectos característicos de la especie son el grano inclinado y las perforaciones pequeñas de Ambrosia. La albura es atacable por hongos xilófagos.

- Myroxylon peruvianum. Es una especie de la familia Papilionaceae.

Los nombres vulgares utilizados en la Subregión son Estoraque (Perú, Venezuela), Palo Trébol (Bolivia), Balsamo (Colombia) o Sándalo (Ecuador).

Los árboles de esta especie son de tronco recto cilíndrico, con aletas tablares de hasta 2 m de altura. La altura comercial promedio es de 17 m; el diámetro promedio por encima de las raíces tablares es de 70 cm.

La madera es de densidad muy alta (DB = 0.78). La albura es de color marrón muy pálido, bien diferenciada del duramen, de color pardo rojizo.

El grano es entrecruzado. La textura es entre media y fina.

El defecto más importante en esta especie es también la inclinación del grano. La albura es atacable por insectos (perforaciones pequeñas) y hongos. El duramen presenta ocasionalmente perforaciones grandes.

Una descripción más detallada de las características anatómicas de las especies estudiadas puede encontrarse en la referencia (3).

En las referencias (4 a 9) se presentan resultados de ensayos de propiedades físicas y mecánicas de estas y otras especies de la Subregión.

2.3 Colección de Muestras

Toda la madera utilizada en los ensayos fue colectada directamente del bosque.

Las vigas de Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) procedieron de Tingo María (Huánuco - Perú). El mapa de la figura 1 muestra la zona de extracción que corresponde a bosque húmedo tropical.

Tanto las vigas de Marupá (*Simarouba amara*) como las de Catahua amarilla (*Hura crepitans*) procedieron de Pucallpa (Ucayali, Perú). Esta zona es de bosque muy húmedo premontano tropical en transición a bosque muy húmedo tropical.

La Manchinga (*Brosimum uleanum*) y el Estoraque (*Myroxylon peruiferum*) se colectaron en el Bosque Nacional Alexander Von Humbolt (Ucayali, Perú), que corresponde a bosque húmedo tropical.

Se colectaron un total de 12 árboles de Tornillo, 12 árboles de Catahua, 13 árboles de Marupá, 9 árboles de Manchinga y 7 de Estoraque. De cada árbol se sacaron entre una y tres trozas, tomándose entre tres y nueve vigas de cada troza.

La madera fue transportada desde las zonas de extracción al laboratorio de ensayos, ubicado en Lima, en cuartones de 7" x 7", de cada uno de los cuales se reaserraron 3 vigas. Excepción a lo anterior fueron la Manchinga y el Estoraque. Por ser estas especies moderadamente difíciles de aserrar, las piezas se prepararon directamente a 2 1/4" x 7". La longitud de las piezas fue en promedio de 4 m.

Las trozas de Catahua fueron preservadas por aspersión, para reducir el ataque de insectos. También se aplicaron preservantes (sales hidrosolubles) a las vigas de Marupá, Catahua y Manchinga, después del aserrío.

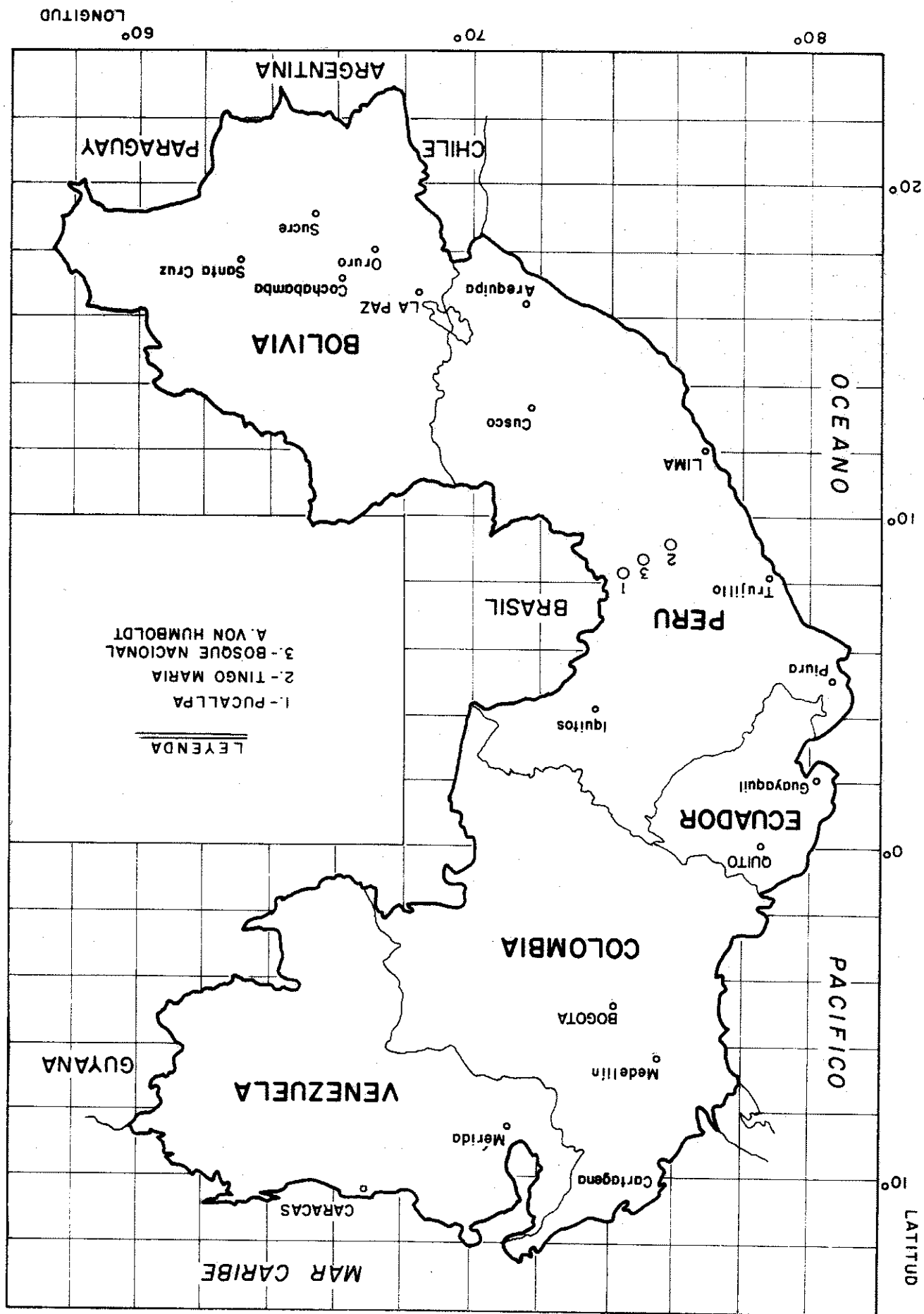


FIG. 1 ZONAS DE EXTRACCION DE LA MADERA

2.4 Condición de las Vigas al Ensayarse

Aproximadamente un tercio de las vigas se ensayaron en condición verde, es decir con un contenido de humedad superior al punto de saturación de las fibras. El resto se ensayó en condición seca al aire, es decir al contenido de humedad de equilibrio. (Apéndice C).

Excepto en el caso del Tornillo, las vigas ensayadas en condición verde procedieron de los mismos árboles y trozas que las vigas secas, repartiéndose la madera en proporción 1:2 para los ensayos en condición verde y seca al aire, respectivamente. Para el Tornillo ésto no fue posible, ya que la inclusión de vigas secas en el programa de ensayos se decidió después de completar los ensayos de esta especie en condición verde.

Para la Manchinga y el Estoraque se consideraron también dos grupos de vi-gas, para ser ensayadas en condición verde y seca al aire. Sin embargo, como resultado de demoras imprevistas en el transporte, la madera llegó al laboratorio de ensayos 4 meses después del aserrío y, dadas sus dimensiones relativamente pequeñas, con contenidos de humedad aproximadamente iguales al contenido de humedad equilibrio.

Las vigas programadas para ensayos en condición verde se mantuvieron en un ambiente saturado hasta el inicio de los ensayos, excepto por los periodos necesarios para el habilitado a las dimensiones finales y el registro de los defectos.

Las vigas para ser ensayadas en condición seca al aire se habilitaron a diensiones 10% mayores, en previsión de contracciones, y se apilaron adecuadamente para evitar alabeos excesivos durante el secado.

La tabla 2.1 indica el tiempo promedio transcurrido entre la habilitación preliminar y el ensayo. Los contenidos de humedad tabulados son también promedios. La tabla 2.2 indica el número de vigas de cada especie ensaya-das en cada condición.

Tabla 2.1 Tiempo Promedio de Aplado de las Vigas Ensayadas en Condición Seca al Aire.

Especie	CH inicial	CH final	T (meses)
Marupa	50.1%	12.7%	8
Catahua Amarilla	48.9%	11.9%	8
Tornillo		15.7%	5
Manchinga	18.9%	15.8%	4
Estoraque	16.5%	13.8%	4

Tabla 2.2 Número de Vigas de Cada Especie Ensayadas en Cada Condición.

Especies	Vigas Ensayadas en Condición Verde	Vigas en Condición Seca al Aire
Marupa	35	73
Catahua Amarilla	62	72
Tornillo	56	55
Manchinga	--	106
Estoraque	--	67
	153	373

2.5 Registro de Defectos y Clasificación

Se hizo un registro detallado de los defectos observados en cada viga, teniendo como referencia los defectos considerados en la Regla de Clasificación Visual para Madera Estructural del PADT-REFORT (1). Esta Regla de Clasificación se presenta en el apéndice A.

Las tablas del apéndice B indican el tipo y la importancia de los defectos observados en cada una de las vigas antes de ensayarse.

Para documentación adicional, se fotografiaron todas las vigas antes y después de los ensayos.

Con el fin de verificar la aplicabilidad de la regla de clasificación, las vigas se calificaron como aceptadas (A) o rechazadas (R). La calificación de cada viga se indica en el apéndice C. Dado que el material de ensayo se seleccionó y habilitó tratando de incluir defectos, sólo 182 de las 526 vigas estudiadas fueron calificadas como aceptables.

2.6 Metodología de Ensayo

Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D 1988-67 (1974) (10).

Las vigas se colocaron sobre apoyos simples, con 3m de luz, sometién^{do}se a flexión por acción de cargas simétricas en los puntos tercios.

Se utilizaron arriostres en dos secciones, intermedias entre los apoyos y los puntos de aplicación de carga, para restringir el pandeo lateral-torsional.

Las fotografías de la figura 2 muestran el equipo utilizado.

Vista del sistema de
aplicación de la carga

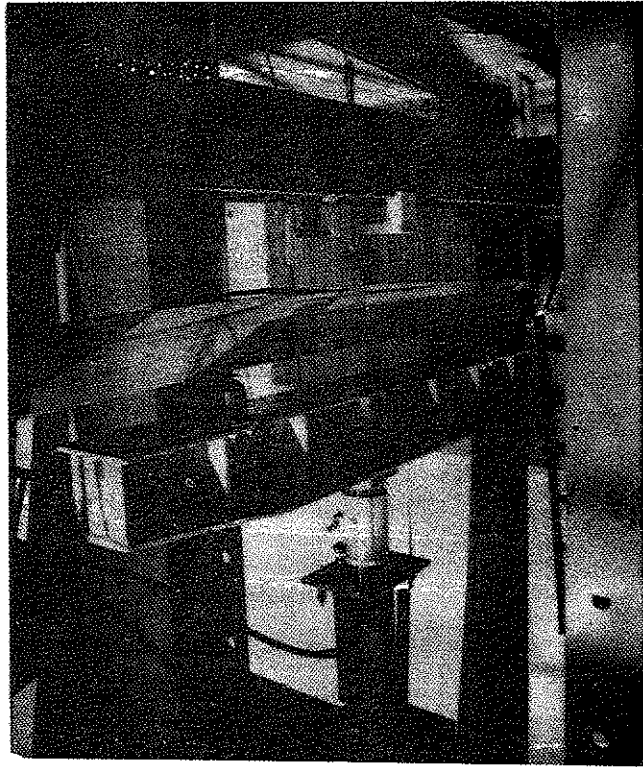
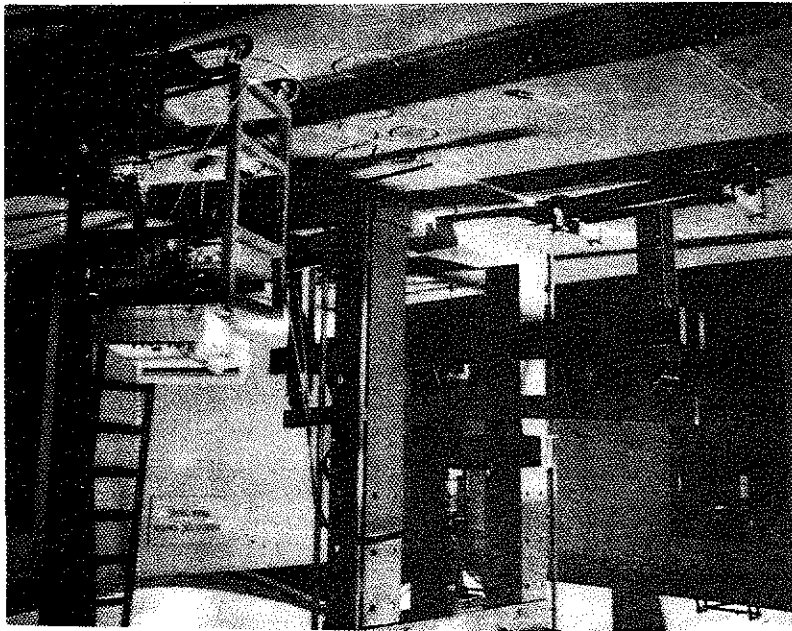


FIG. 2
EQUIPO DE ENSAYO

Marco de carga y equipo de medición
y registro de cargas y deflexiones



Durante cada ensayo, la velocidad de deformación se mantuvo aproximadamente constante, alcanzándose la carga máxima en no menos de 6 ni más de 20 minutos.

Se registraron cargas totales vs. deflexión al centro. Con esta información se determinaron módulos de elasticidad (MOE), esfuerzos al límite proporcional (ELP) y módulos de rotura (MOR).

Igualmente, se registraron las formas de falla y su posible relación con los defectos de las vigas.

2.7 Ensayos complementarios.

Flexión estática en probetas pequeñas libres de defectos: se tomaron dos probetas de 2.5 cm x 2.5 cm x 41 cm de zonas no afectadas por la falla, y en lo posible una del canto en tracción y otra del canto en compresión de la viga. Estas se ensayaron, en la misma condición de humedad de las vigas, según la norma ASTM D 143-52 (1972), parte II (11).

No fue posible obtener probetas libres de defectos en 15 vigas (7 de Marupá, 6 de Catahua Amarilla, 1 de Tornillo y 1 de Estoraque).

Para 37 vigas solo pudo obtenerse una probeta libre de defectos.

Determinación de la densidad y contenido de humedad: Se tomaron dos probetas de cada viga, de zonas próximas a la falla, realizándose los ensayos según las normas COPANT 460 y 461 (12,13). Para el caso de vigas ensayadas en condición verde, las densidades reportadas son densidades básicas (masa seca al horno entre volumen verde). Para las vigas secas las densidades reportadas corresponden al contenido de humedad de equilibrio.

3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

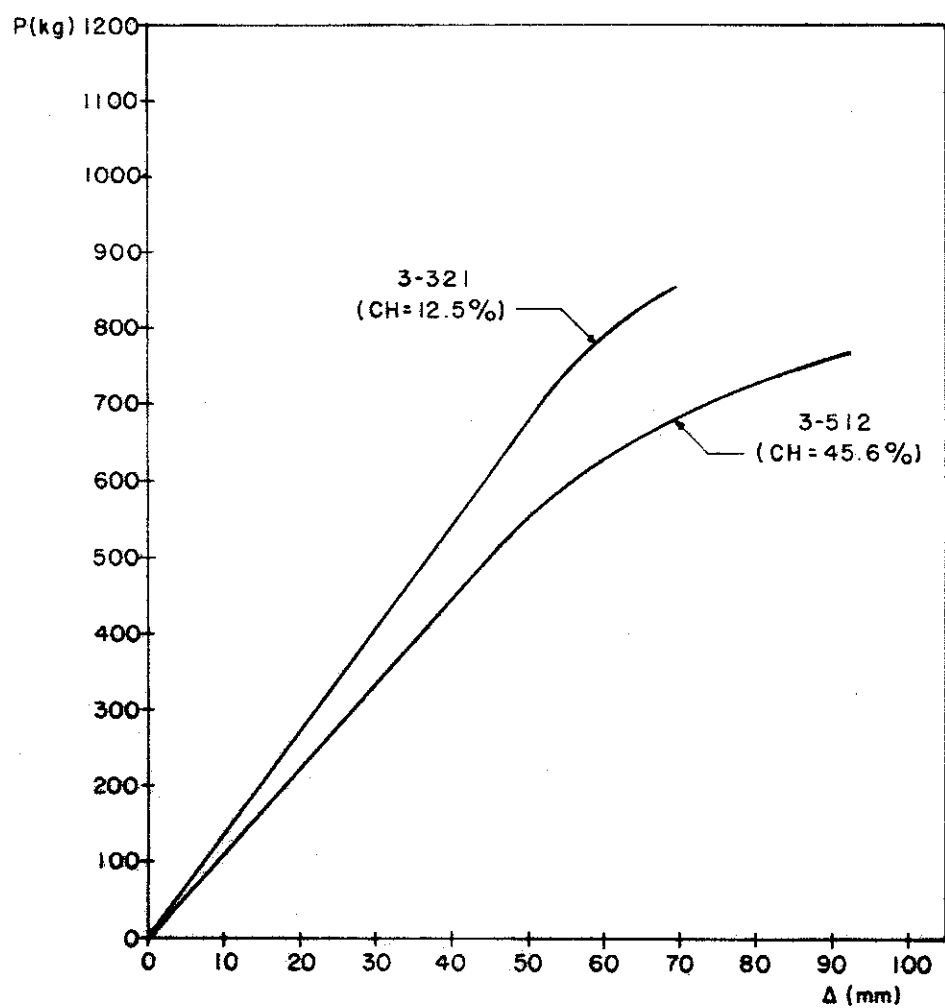
La información obtenida se refiere principalmente a las propiedades mecánicas de las vigas ensayadas y sus correspondientes probetas libres de defectos.

Las figuras 3 a 7 muestran curvas de carga vs. deflexión al centro de la luz que pueden considerarse típicas para las vigas de las especies estudiadas. En promedio, se obtuvieron mayores rigideces y resistencias con las vigas de mayor densidad y menor contenido de humedad.

En las vigas ensayadas en condición verde la mayor parte de las fallas se iniciaron en la zona sometida a máximos esfuerzos de compresión. En cambio, con las vigas ensayadas en condición seca al aire se tuvo mayor frecuencia de fallas originadas en el canto en tracción. Las excepciones más notorias se observaron en vigas donde los defectos tuvieron una relación muy clara con la forma de falla. Por lo general, la relación entre defectos y forma de falla fue más evidente en las vigas secas. También puede afirmarse que las vigas secas tuvieron menos redistribución de esfuerzos después de iniciarse la falla, con mayor frecuencia de fallas bruscas y ruidosas.

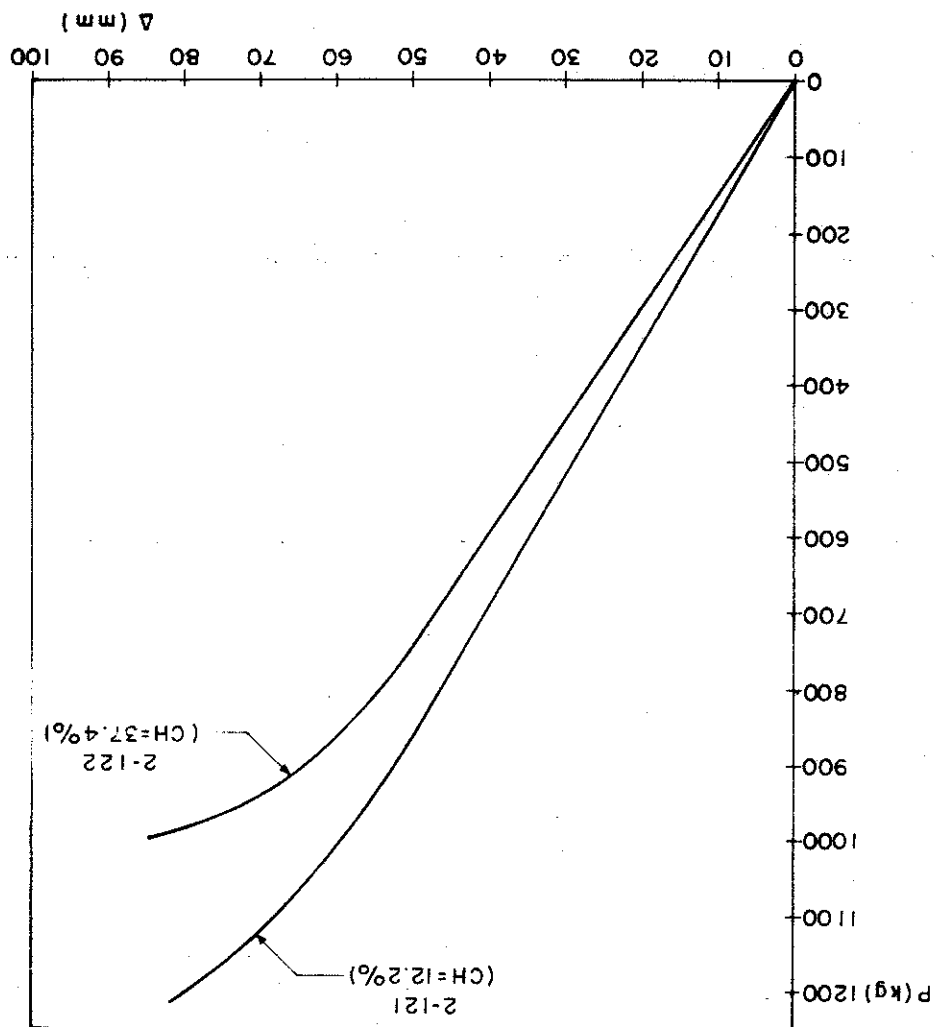
Las tablas del apéndice C resumen las propiedades mecánicas más importantes de cada una de las vigas ensayadas y promedios de las correspondientes probetas. En el apéndice D se indican las formas de falla y su posible relación con defectos observados antes de ensayar.

En las figuras 8 a 11 se presentan histogramas para el módulo de rotura en vigas y en probetas libres de defectos de cada especie, ensayadas en condición verde y en condición seca al aire. Las figuras 12 a 15 muestran histogramas para el módulo de elasticidad.



**FIGURA 3 CURVAS TÍPICAS CARGA-DEFLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL
ESPECIE: MARUPA (SIMAROUBA AMARA)**

FIGURA 4 CURVAS TÍPICAS CARGA-DEFLEXION PARA VIGAS A ESCALA NATURAL
 ESPECIE: CATAHUA AMARILLA (HURA CREPITANS)



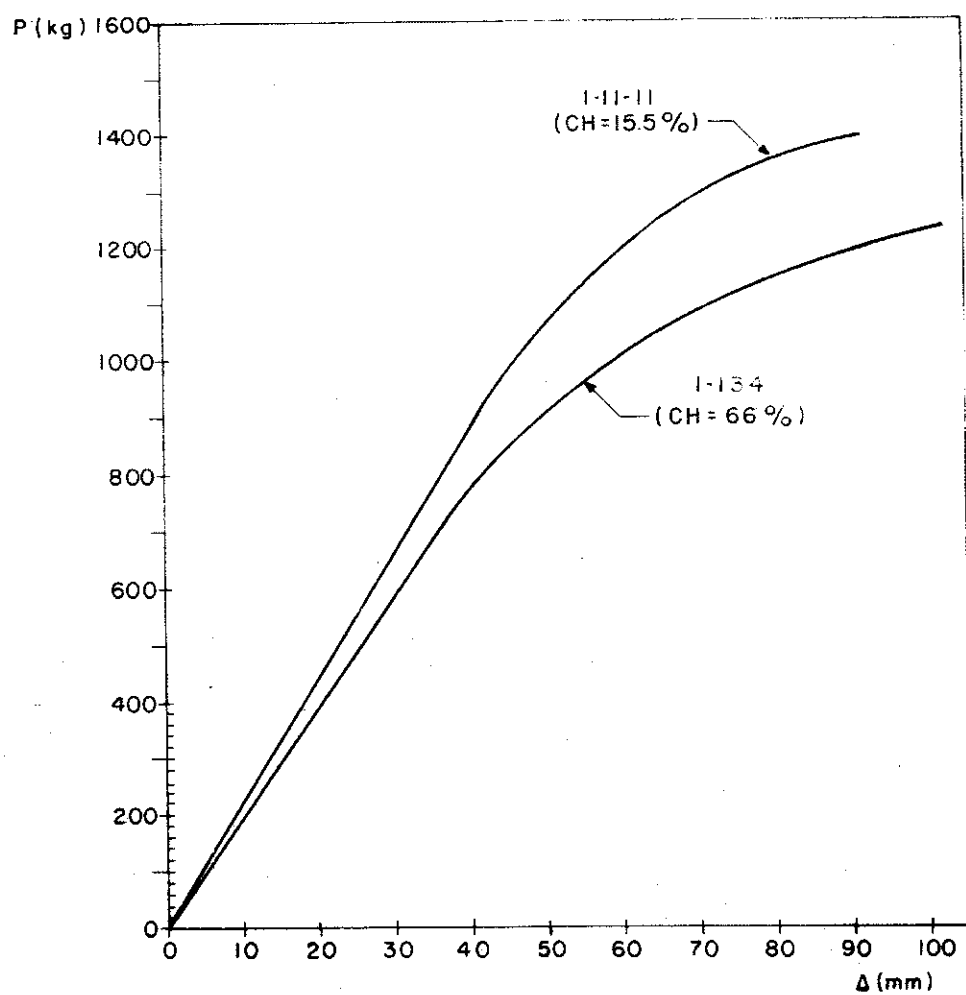
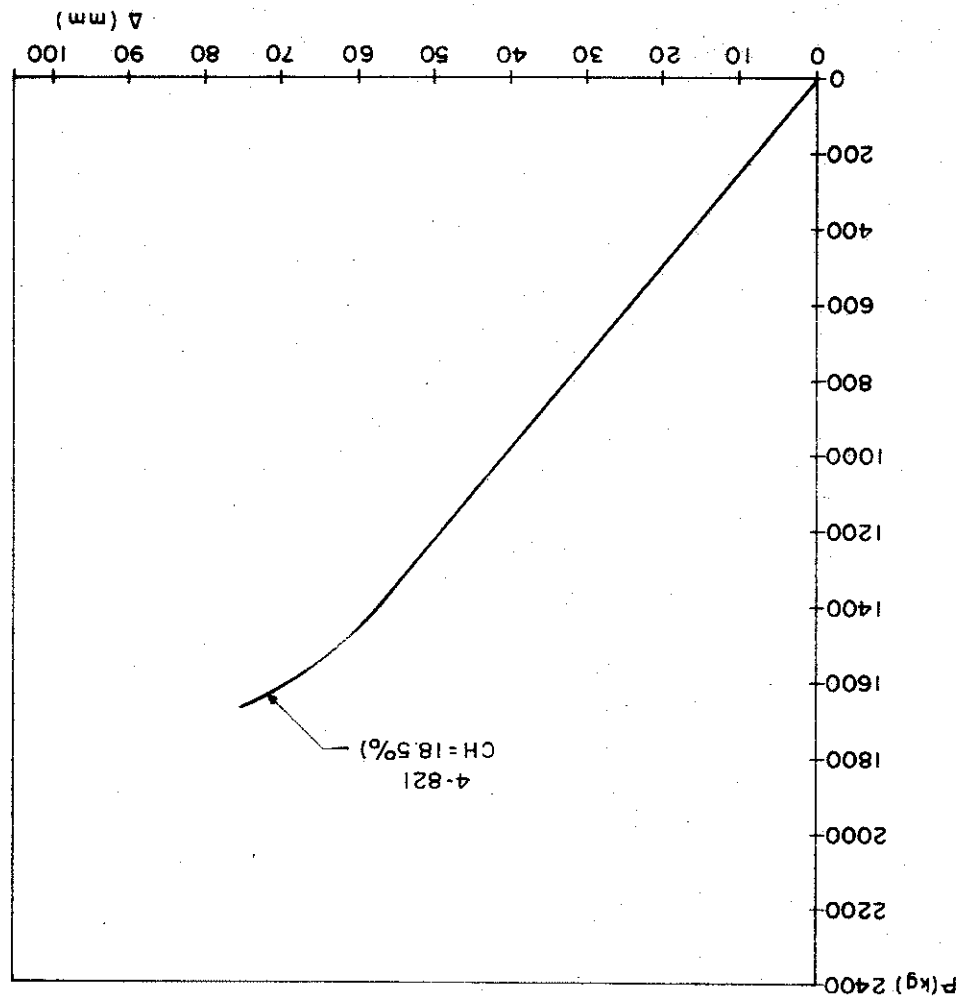


FIGURA 5 CURVAS TÍPICAS CARGA-DEFLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL
ESPECIE: TORNILLO (CEDRELINGA CATENAEFORMIS)

FIGURA 6 CURVA TIPICA CARGA-DEFLEXION PARA VIGA A ESCALA NATURAL
 ESPECIE: MANCHINGA (BROSIMUM ULEANUM)



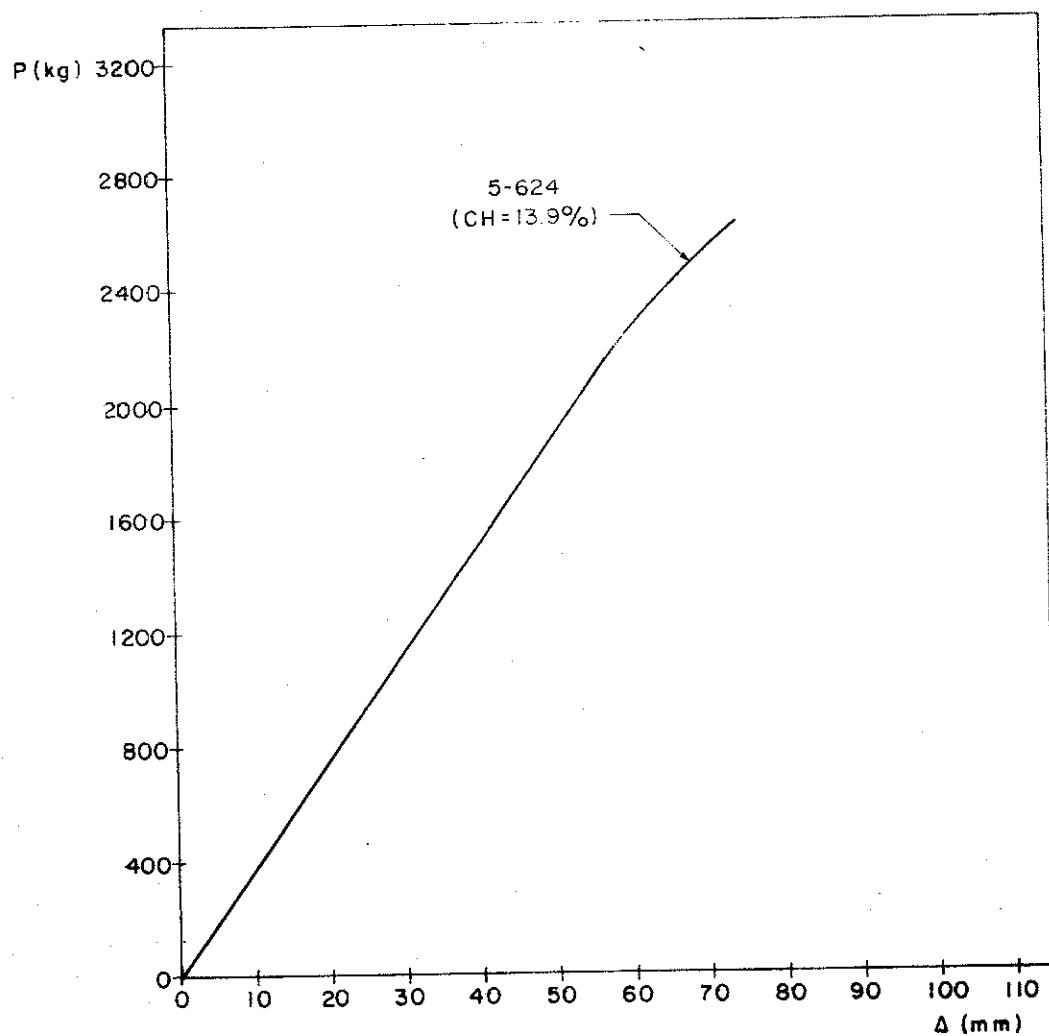
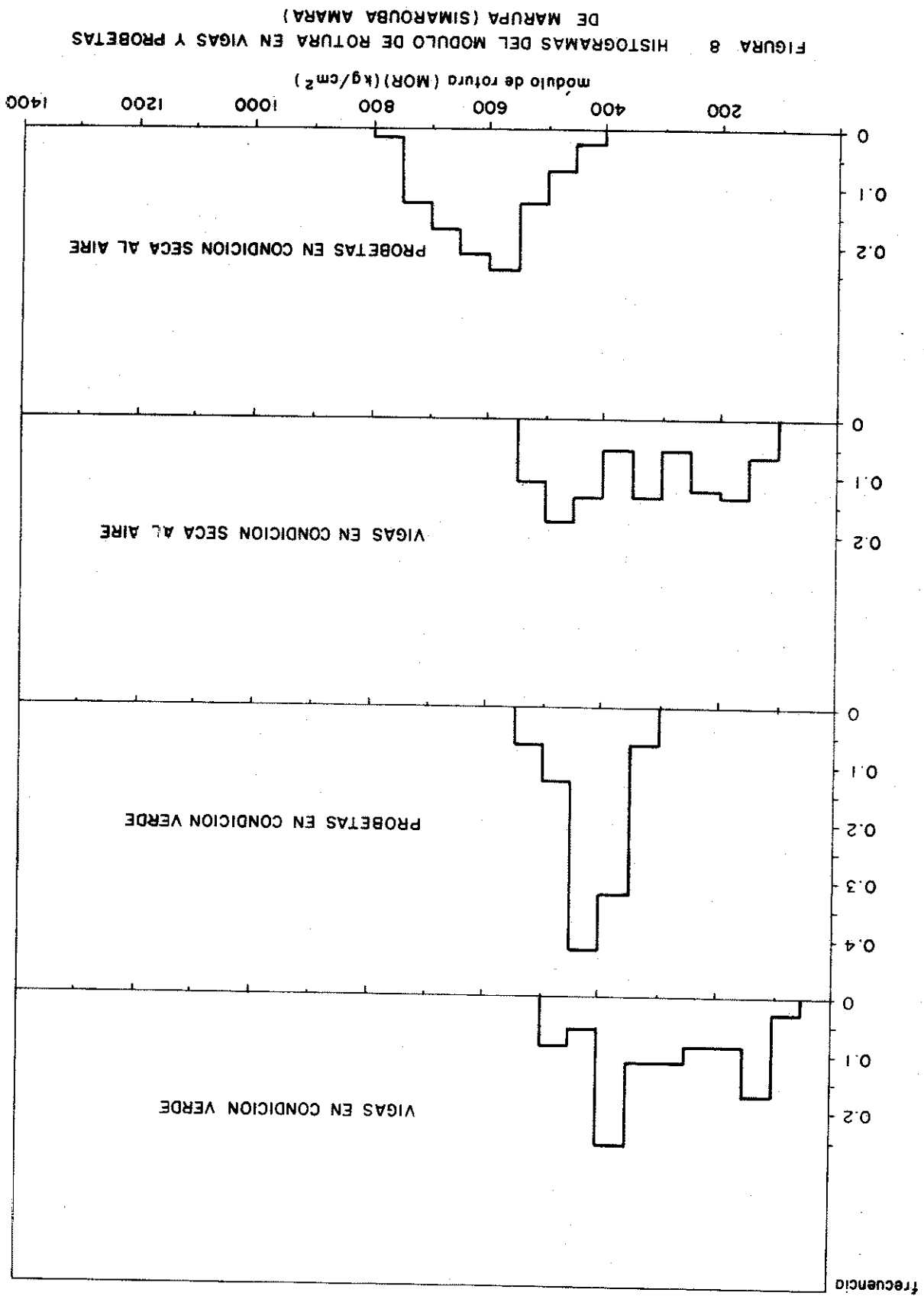


FIGURA 7 CURVA TIPICA CARGA-DEFLEXION PARA VIGA A ESCALA NATURAL
ESPECIE: ESTORAQUE (MYROXYLON PERUIFERUM)



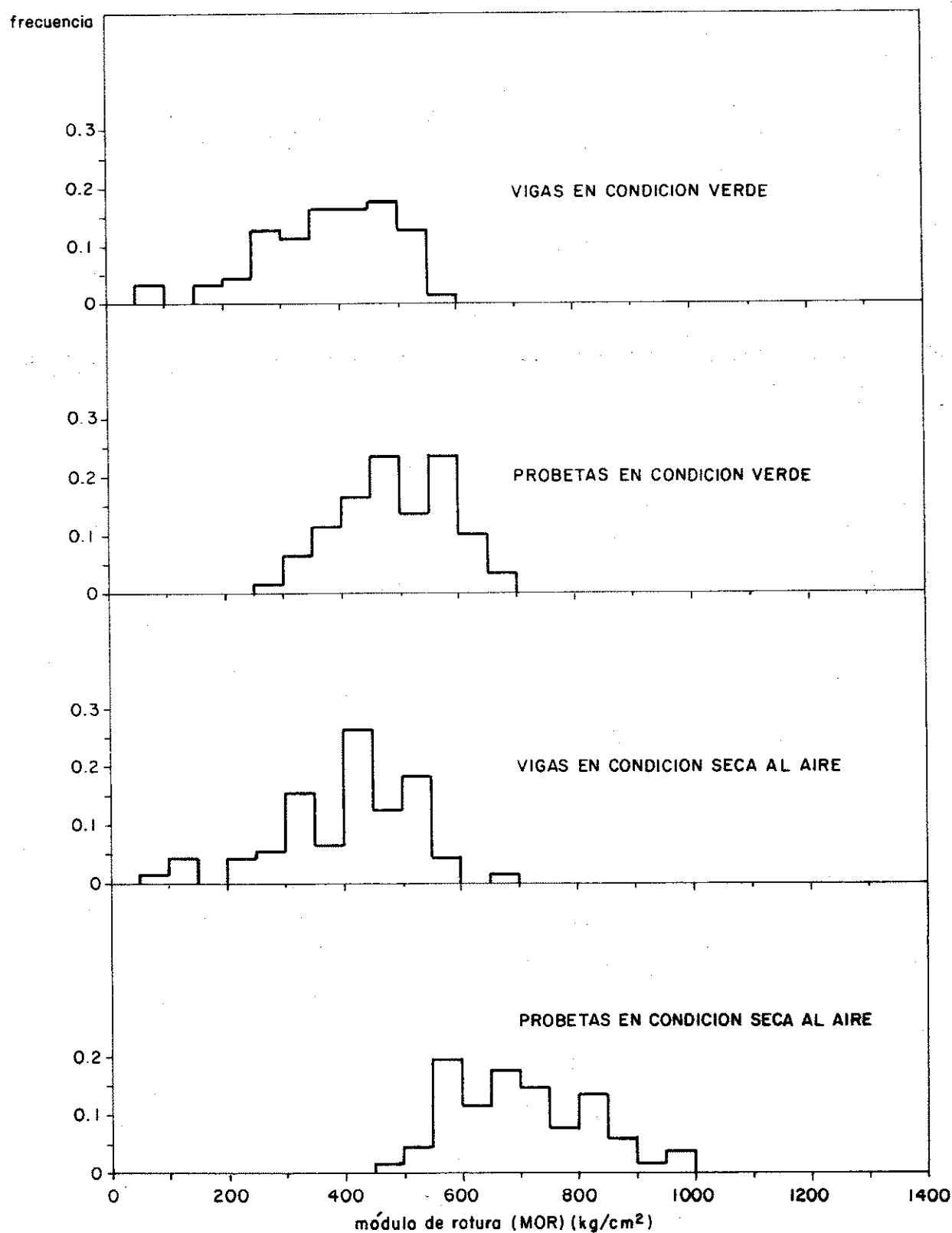
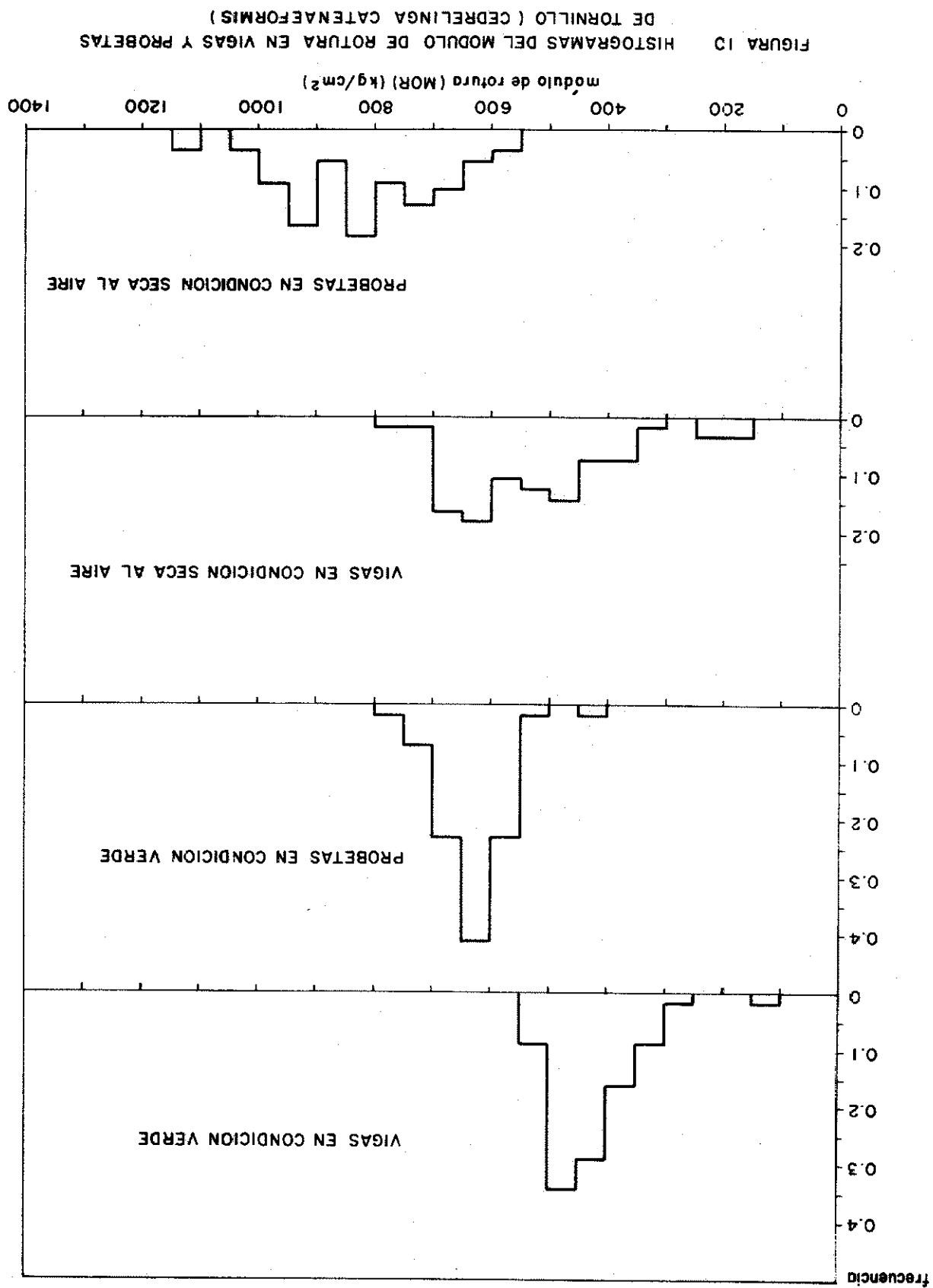


FIGURA 9 HISTOGRAMAS DEL MODULO DE ROTURA EN VIGAS Y PROBETAS DE CATAHUA AMARILLA (HURA CREPITANS)



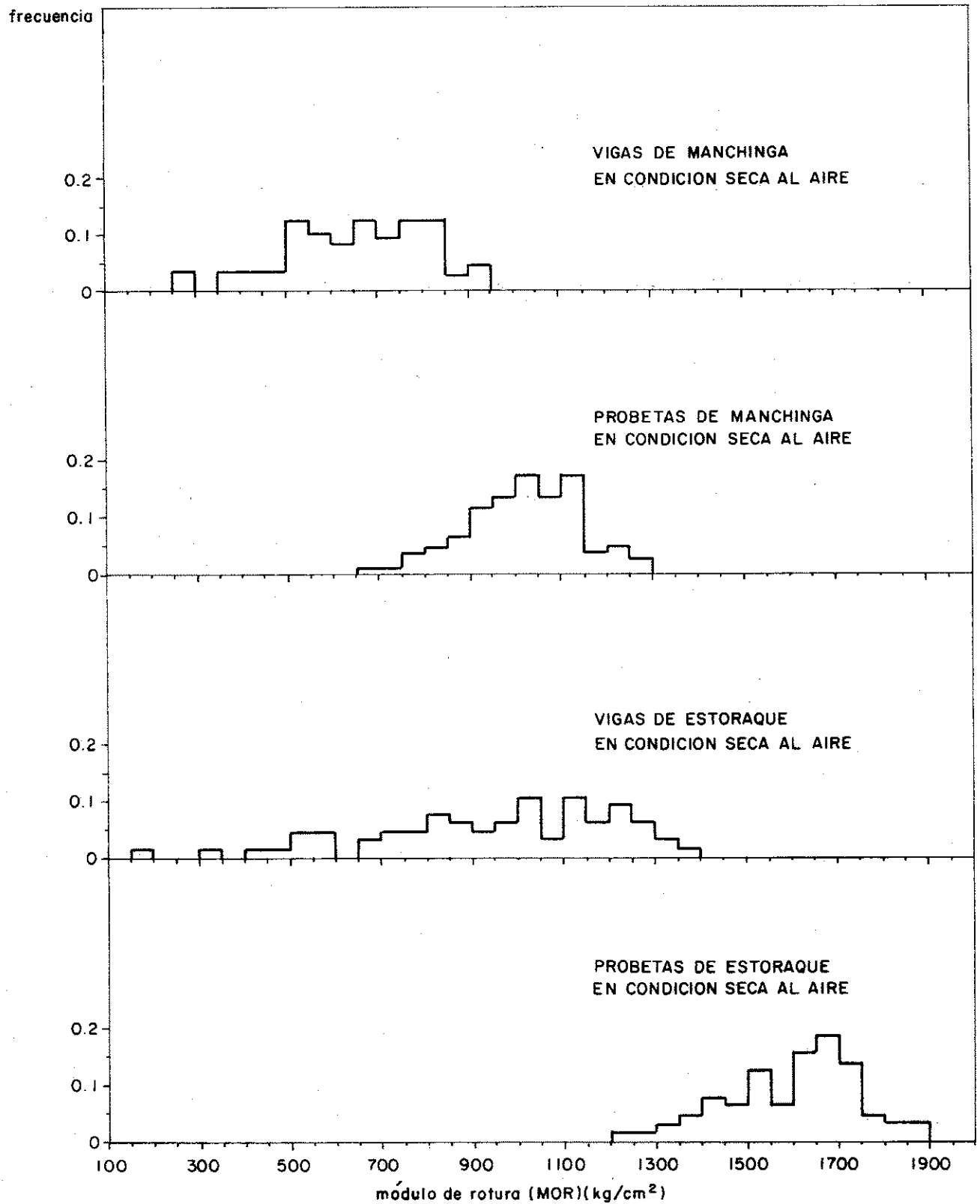
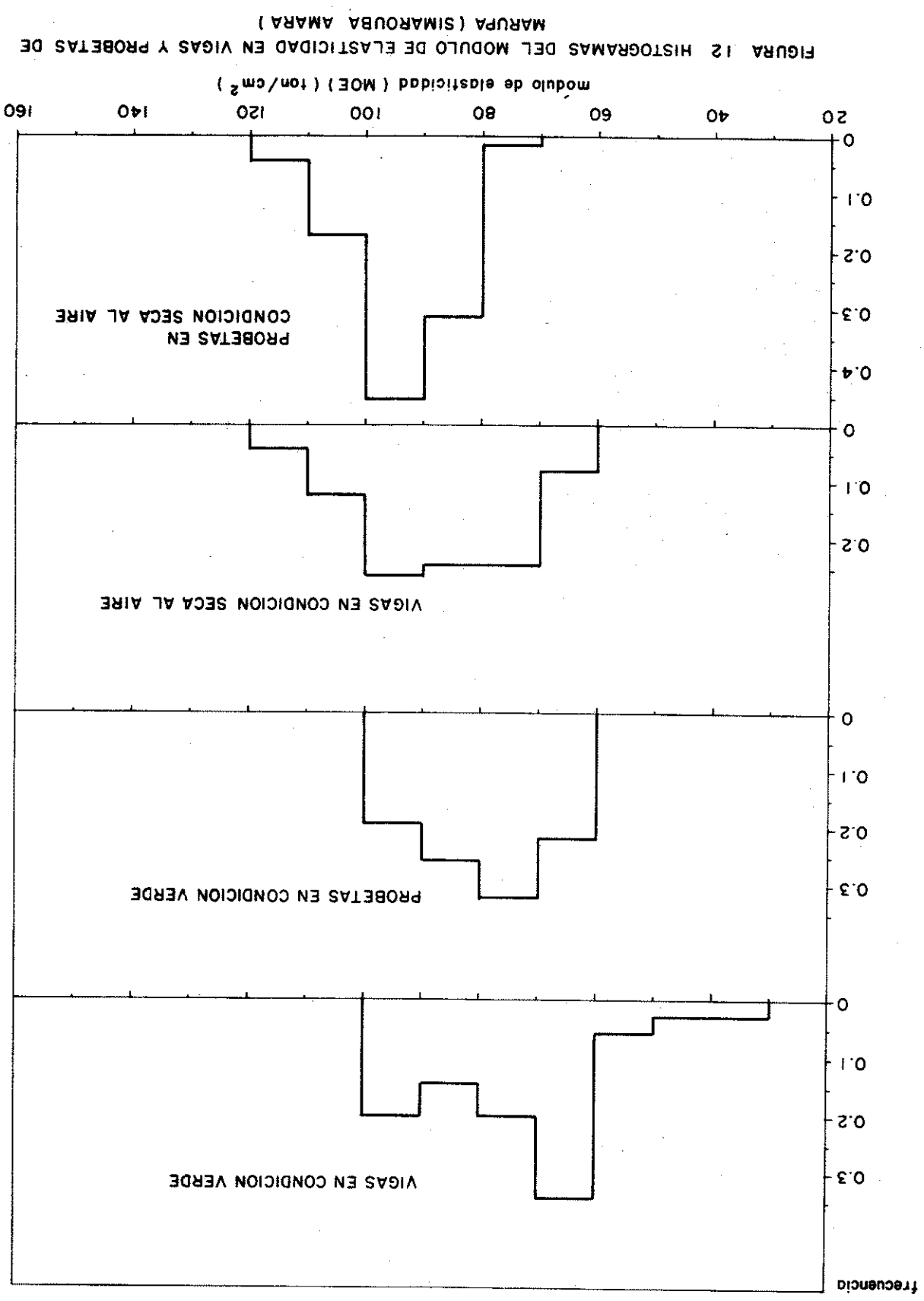


FIGURA II HISTOGRAMAS DEL MODULO DE ROTURA EN VIGAS Y PROBETAS DE MANCHINGA (*BROSIMUM ULEANUM*) Y ESTORAQUE (*MYROXYLON PERUIFERUM*)



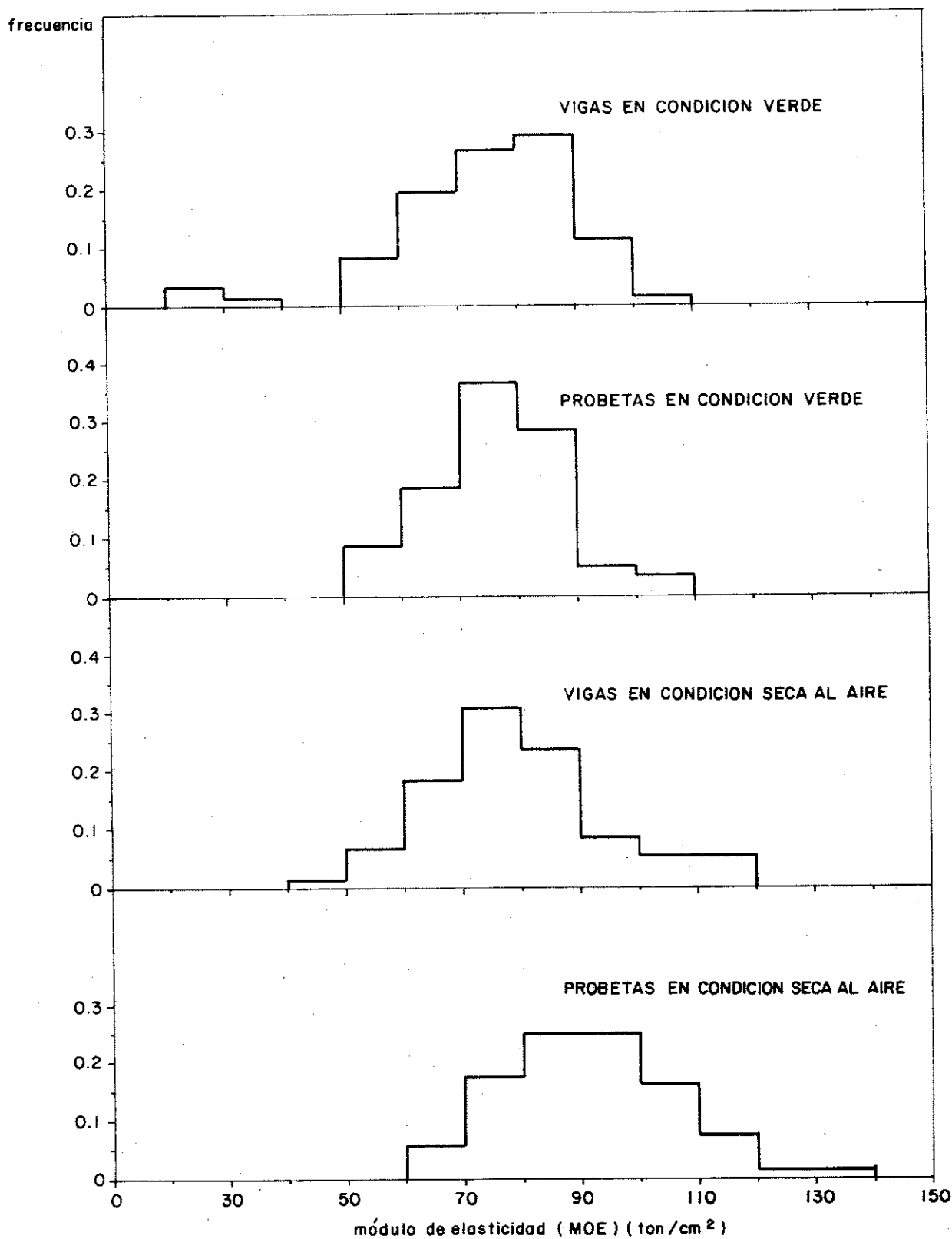
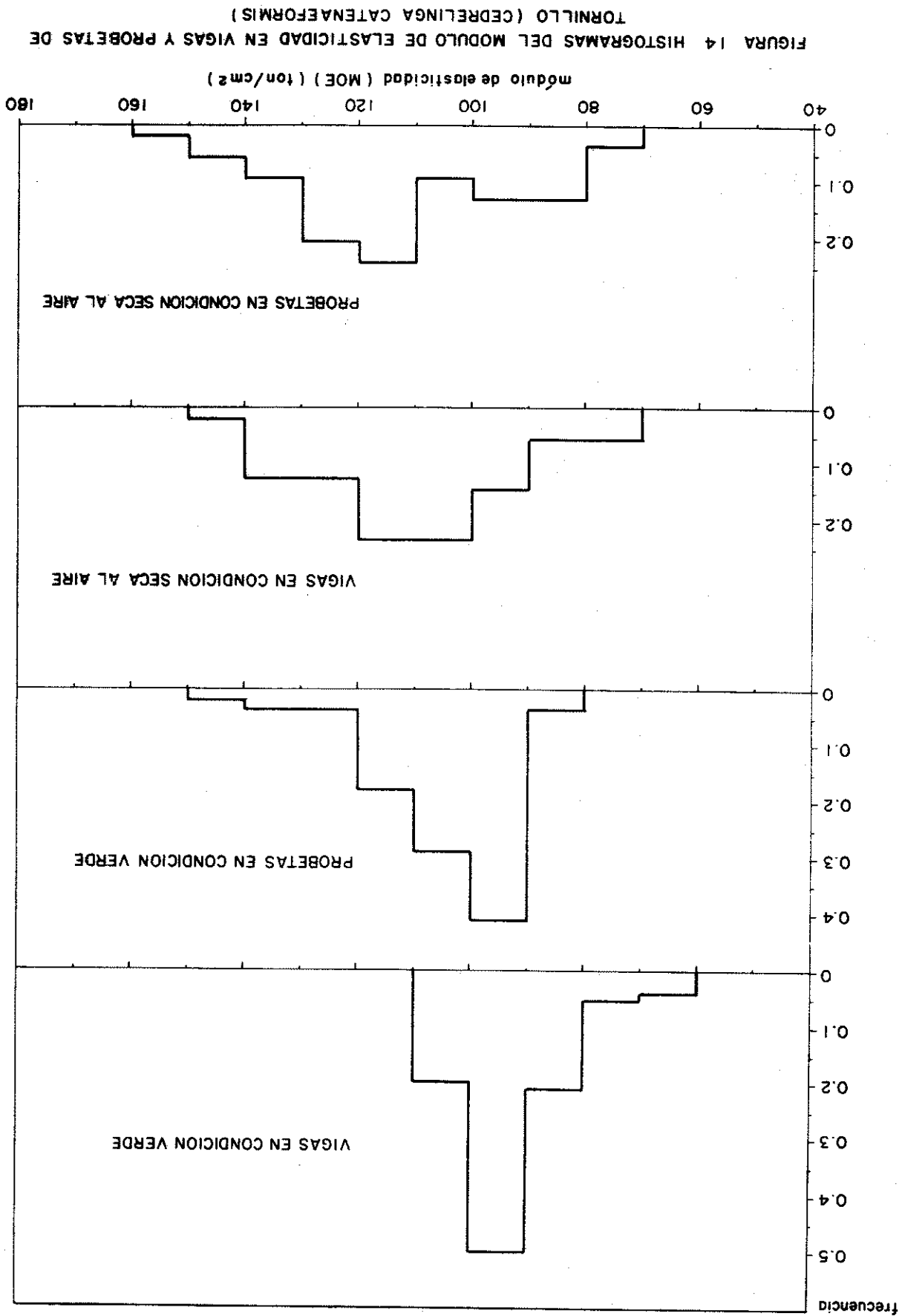


FIGURA 13 HISTOGRAMAS DEL MODULO DE ELASTICIDAD EN VIGAS Y PROBETAS DE CATAHUA AMARILLA (HURA CREPITANS)



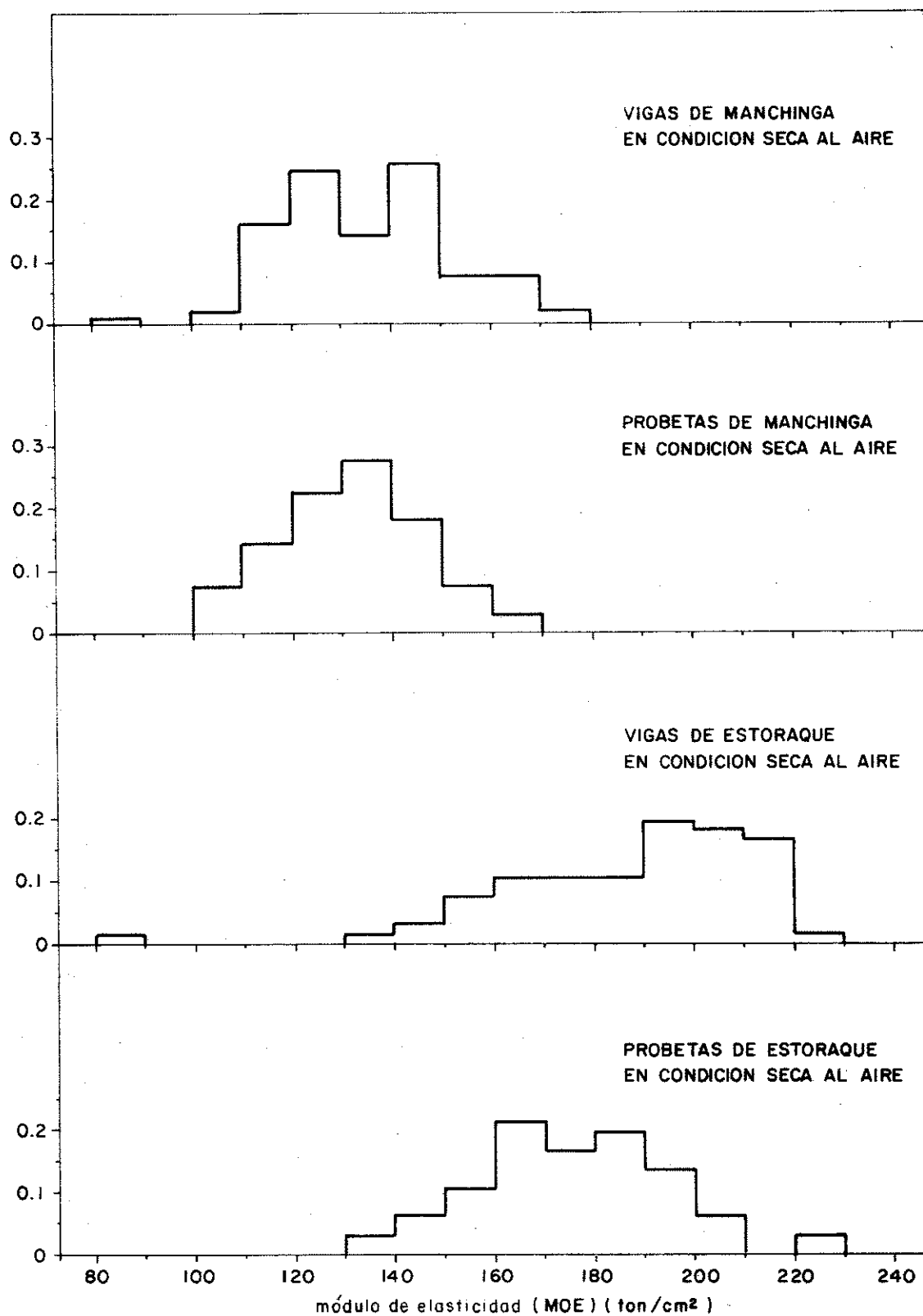


FIGURA 15 HISTOGRAMAS DEL MODULO DE ELASTICIDAD EN VIGAS Y PROBETAS DE MANCHINGA (*BROSIMUM ULEANUM*) Y ESTORAQUE (*MYROXYLON PERUIFERUM*)

En la tabla 3.1 se indican los valores medios de módulo de rotura (MOR), módulo de elasticidad (MOE), Factor de Calidad (MOR vigas/MOR probetas) y la razón MOR vigas/MOE probetas, obtenidos con las vigas de cada una de las 5 especies estudiadas, en condición verde o seca al aire. Se presentan separadamente los resultados correspondientes a vigas aceptadas por la Regla de Clasificación Visual y a aquellas rechazadas. El efecto de la Regla de Clasificación es más evidente en la tabla 3.2, en la que se comparan los valores mínimos de cada grupo.

Con pocas excepciones, el módulo de rotura en vigas fue menor que el de las correspondientes probetas. El "efecto de tamaño" puede en este caso explicar reducciones en el MOR del orden de 15% (14). Sin embargo, las diferencias observadas fueron por lo general mayores y demuestran la influencia de los defectos en la resistencia.

En promedio, el MOR obtenido para vigas y probetas ensayadas en condición seca al aire fue mayor que el MOR de vigas y probetas ensayadas en condición verde. Sin embargo, los resultados obtenidos para vigas secas muestran más dispersión, por lo que anivel del 5° percentil la influencia del contenido de humedad en el MOR de vigas es menos notoria.

En términos relativos a lo observado para el MOR, en el MOE se tienen diferencias menos apreciables entre vigas y probetas, lo que indica que los defectos tienen en general mayor efecto en la resistencia que en la rigidez.

TABLA 3.1 VALORES MEDIOS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS PARA LAS VIGAS DE LAS DIVERSAS ESPECIES ENSAYADAS

Especie	Marupá	Catahua	Tornillo	Manchinga	Estoraque
Condición (verde o seca al aire)	V S	V S	V S	S	S
Módulo de Rotura, MOR (kg/cm ²)					
Aceptadas	402	445	436	775	1089
Rechazadas	244	317	413	613	863
Todas	289	381	426	653	944
Módulo de elasticidad, MOE (ton/cm ²)					
Aceptadas	88	82	94	149	281
Rechazadas	69	68	92	133	179
Todas	74	75	93	135	187
Factor de Calidad (MOR vigas/MOR probetas)					
Aceptadas	.93	.85	.68	.74	.66
Rechazadas	.62	.72	.68	.61	.55
Todas	.72	.79	.68	.64	.59
Relación MOE vigas/MOE probetas					
Aceptadas	1.00	1.06	.91	1.06	1.12
Rechazadas	.92	.94	.89	1.02	1.03
Todas	.95	1.00	.90	1.03	1.06
Número de vigas					
Aceptadas	10	31	32	26	24
Rechazadas	25	31	24	80	43
Todas	35	62	56	106	67

TABLA 3.2 VALORES MINIMOS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS PARA LAS VIGAS DE LAS DIVERSAS ESPECIES ENSAYADAS

Especie	Marupá		Catahua		Tornillo		Manchinga	Estoraque
Condición (verde o seca al aire)	V	S	V	S	V	S	S	S
Módulo de Rotura, MOR (kg/cm ²)								
Aceptadas	349	385	331	367	325	430	584	1024
Rechazadas	76	115	78	60	126	178	259	150
Módulo de elasticidad, MOE (ton/cm ²)								
Aceptadas	69	81	60	59	65	84	118	158
Rechazadas	38	63	28	45	64	75	85	81
Factor de Calidad (MOR vigas/MOR probetas)								
Aceptadas	.80	.67	.62	.59	.54	.61	.61	.43
Rechazadas	.20	.19	.18	.06	.23	.21	.27	.09
Relación MOE vigas/MOE probetas								
Aceptadas	.34	.88	.74	.66	.58	.81	.92	.89
Rechazadas	.56	.71	.38	.42	.58	.73	.73	.49
Número de vigas								
Aceptadas	10	24	31	19	32	16	26	24
Rechazadas	25	49	31	53	24	39	80	43
Todas	35	73	62	72	56	55	106	67

4. RIGIDEZ Y RESISTENCIA DE VIGAS EN RELACION A LAS PROPIEDADES MECANICAS OBSERVADAS EN PROBETAS PEQUEÑAS.

4.1 Módulo de Elasticidad en Probetas vs. Módulo de Elasticidad en Vigas.

Las figuras 16 a 18 presentan histogramas para la razón entre el MOE en vigas y el MOE en probetas pequeñas libres de defectos. Para aproximadamente 80% de las vigas ensayadas esta razón estuvo entre 0.7 y 1.1, aun que se observaron valores en el rango entre 0.38 y 1.45.

Aproximadamente 44% de las vigas tuvieron un MOE superior al promedio de las correspondientes probetas. Las deformaciones de corte, no consideradas en el cómputo de los módulos de elasticidad, pero que tienen mayor importancia relativa en las probetas, podrían explicar parte de los valores obtenidos en el rango de 1.0 a 1.1 (26% de las vigas ensayadas). Los valores mayores sólo pueden ser explicados por la no uniformidad del material en algunas de las vigas.

Comparando los histogramas de MOE vigas/MOE probetas obtenidos para las vigas rechazadas y las vigas aceptadas por la Regla de Clasificación Visual (Fig. 16), se observan distribuciones similares. Esto puede explicarse porque la mayor parte de los defectos tienen poca influencia en la rigidez. El valor medio para la razón MOE vigas/MOE probetas resultó 0.98 considerando toda la población estudiada, 1.01 para las vigas aceptadas y 0.96 para las vigas rechazadas. El valor mínimo fue 0.38 para las vigas rechazadas y 0.57 para las aceptadas. Para el 5° percentil la diferencia fue menos marcada, obteniéndose 0.73 y 0.78, respectivamente.

En algunas especies la Regla de Clasificación Visual resultó un poco más eficaz para seleccionar las vigas de mayor rigidez (Fig. 17). Esto podría deberse a las distintas características anatómicas y a la mayor o menor frecuencia de ciertos defectos que sí influyen en el MOE.

La figura 18 muestra distribuciones similares para la razón MOE vigas/ MOE probetas de los especímenes ensayados en condición verde y aquellos ensayados en condición seca. Esto indica que el efecto del contenido de humedad en el MOE de vigas es similar al que se observa en probetas.

En términos generales, hay una buena correlación entre el MOE en vigas y el MOE de las correspondientes probetas libres de defectos. La figura 19 muestra resultados para 511 vigas, de las que fue posible obtener probetas libres de defectos, incluyéndose tanto las vigas aceptadas como las rechazadas por la Regla de Clasificación. La recta de regresión resulta:

$$\text{MOE vigas} = 1.075 \quad \text{MOE probetas} - 10.6 \text{ ton/cm}^2$$

con un coeficiente de correlación $r = 0.910$, lo que significa que aproximadamente 83% de la variabilidad observada en el MOE de vigas puede explicarse por la variabilidad del MOE en probetas, es decir por las propiedades mecánicas de la madera, independientemente de los defectos.

En la figura 20 se ha graficado MOE vigas vs. MOE en probetas considerando solo las vigas aceptadas. En este caso se tiene:

$$\text{MOE vigas} = 1.115 \quad \text{MOE probetas} - 11.4 \text{ ton/cm}^2$$

con un coeficiente de correlación $r = 0.935$ ($r^2 = 0.87$).

Esta expresión es similar a la anterior, mas aún si se considera la gran diferencia de calidad de las poblaciones comparadas.

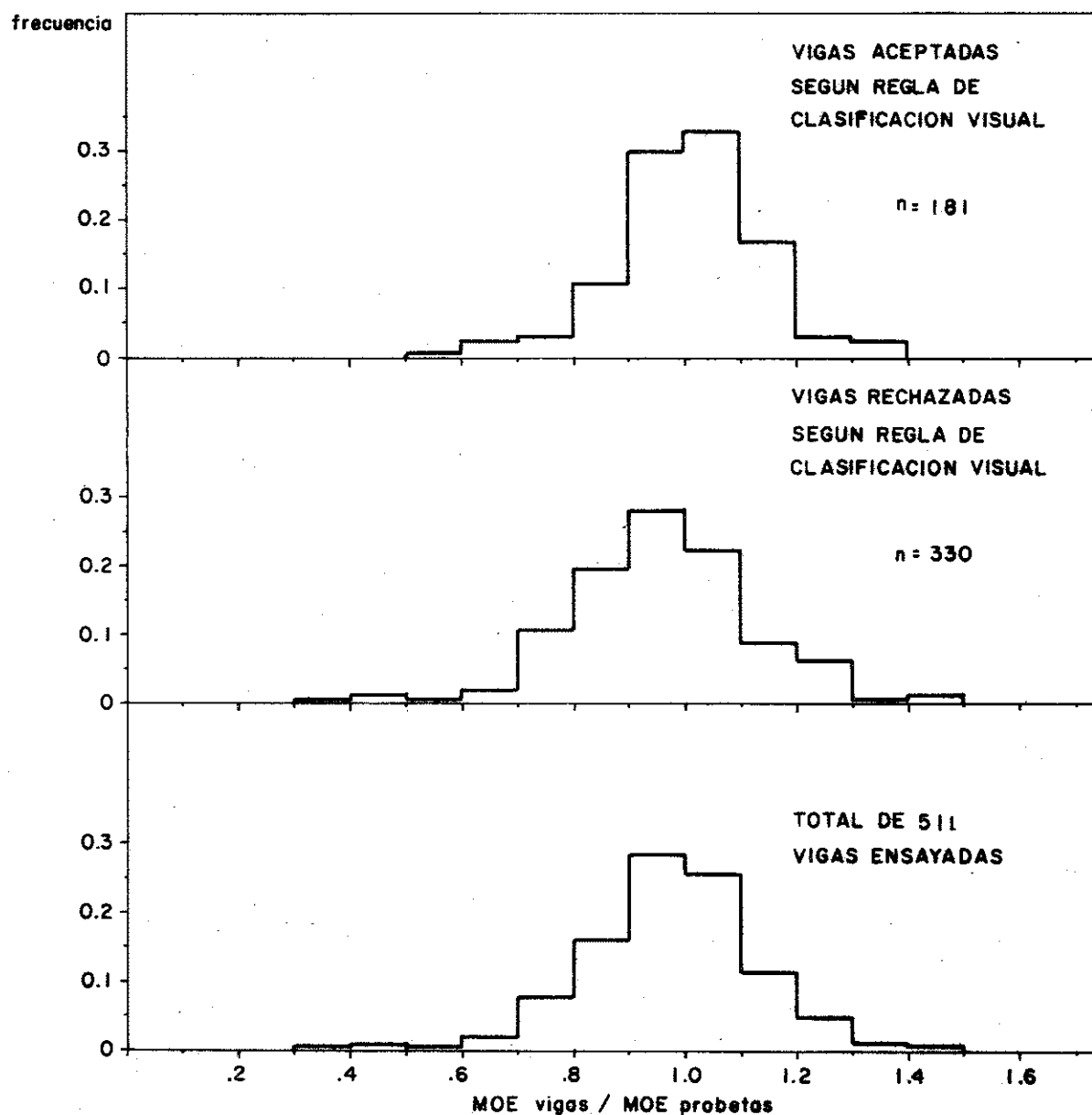
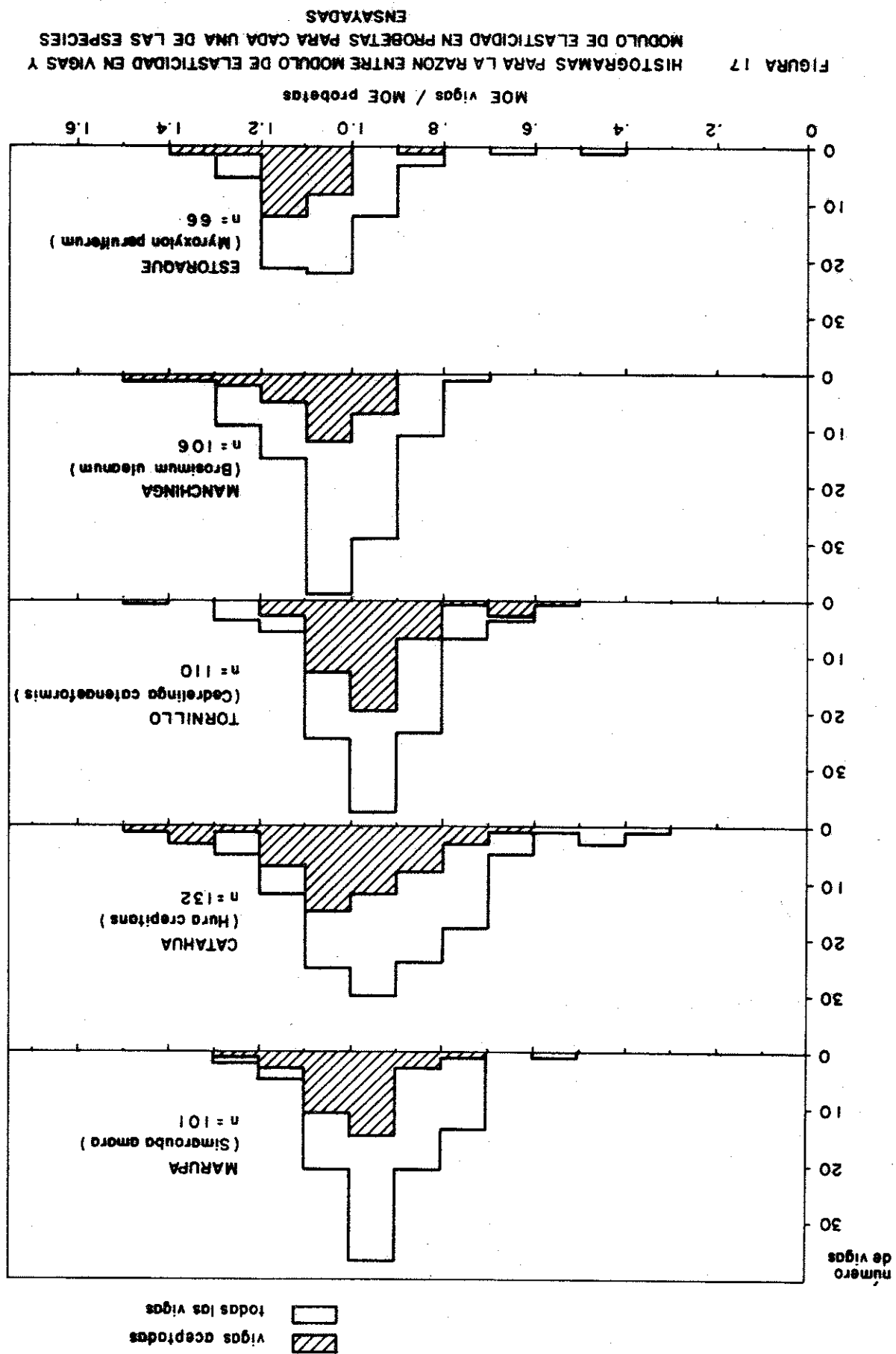


FIGURA 16 HISTOGRAMAS PARA LA RAZON ENTRE MODULO DE ELASTICIDAD EN VIGAS Y MODULO DE ELASTICIDAD EN PROBETAS
VIGAS ACEPTADAS POR LA REGLA DE CLASIFICACION VISUAL VS. VIGAS RECHAZADAS



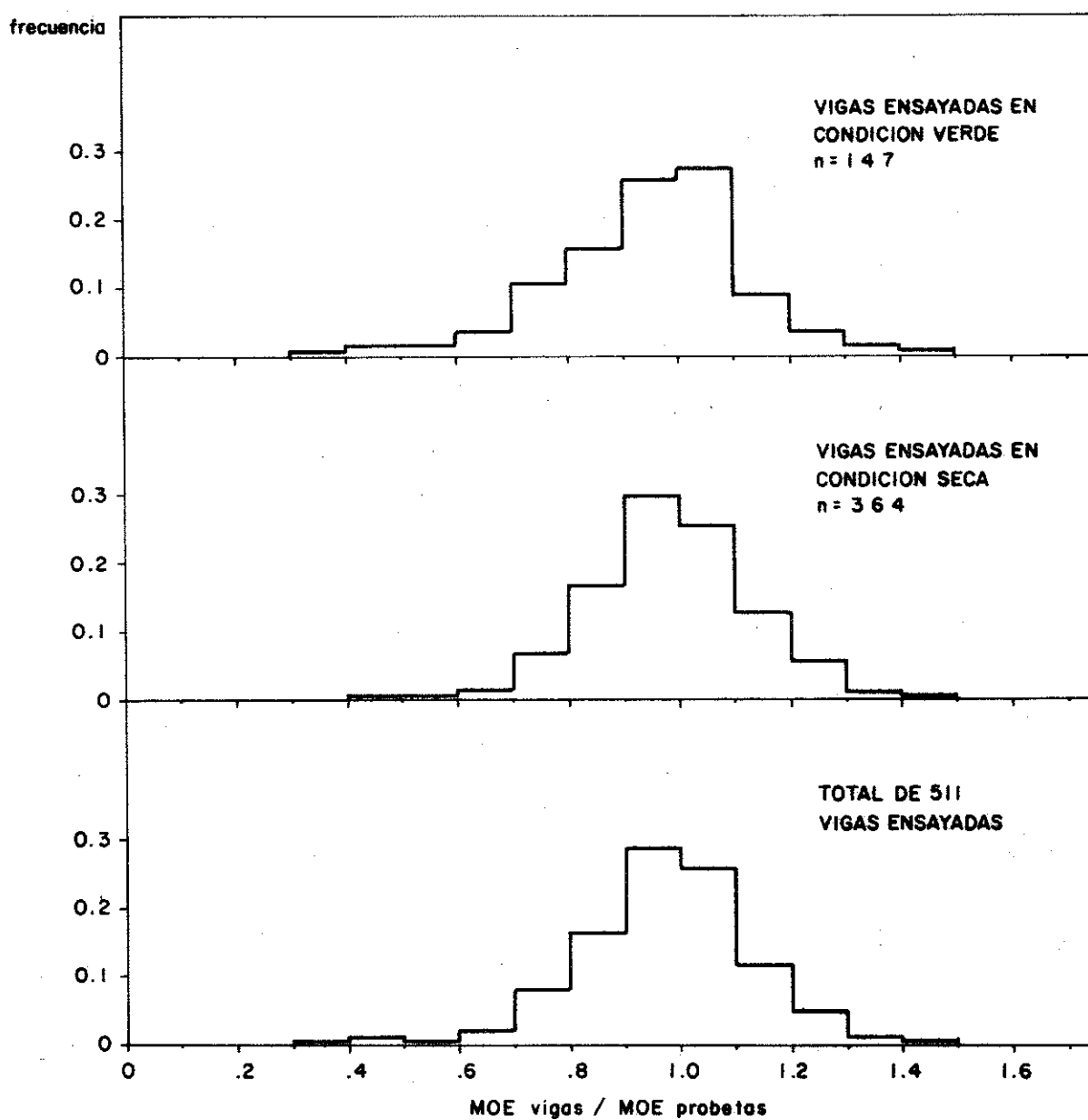
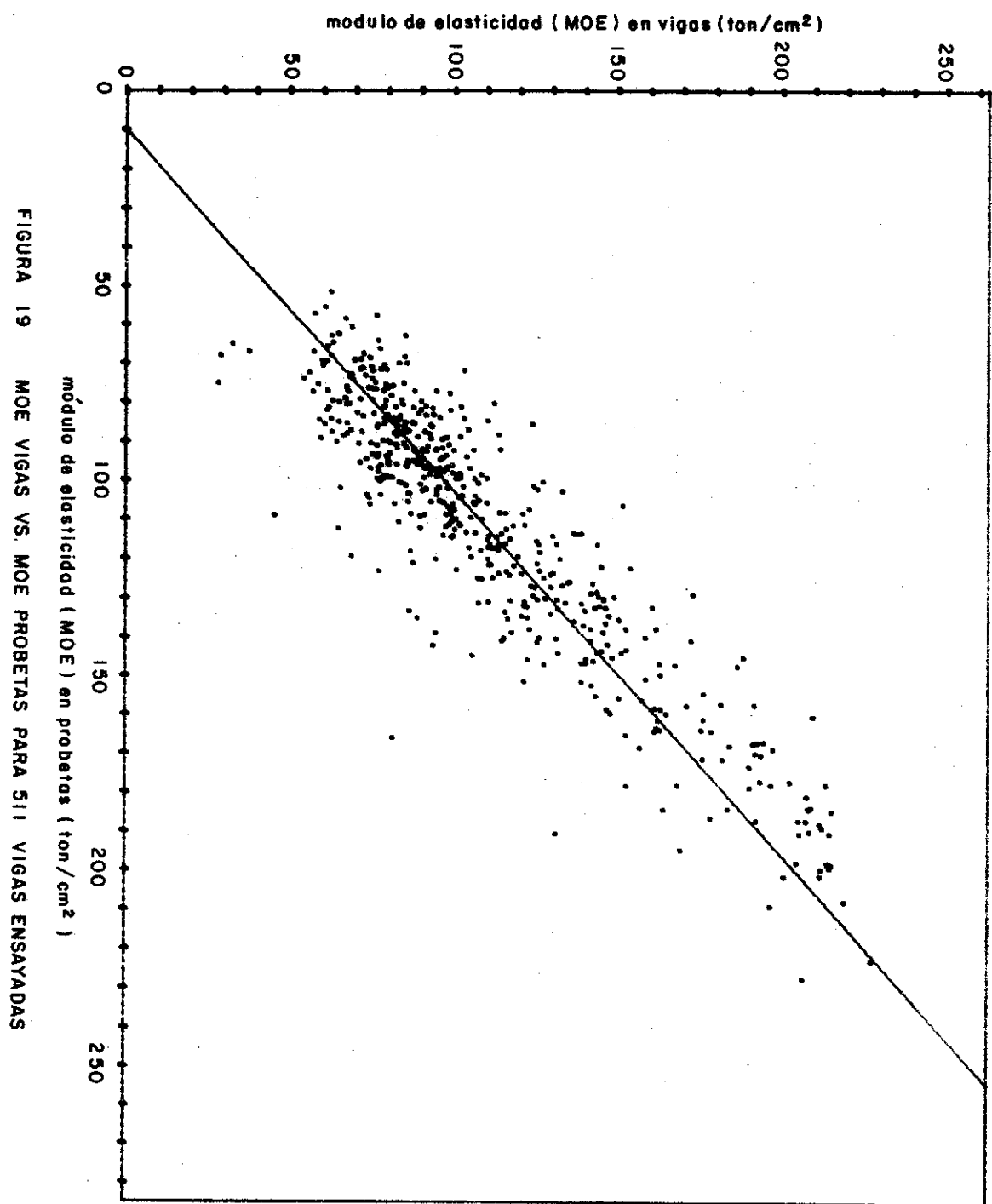


FIGURA 18 HISTOGRAMAS PARA LA RAZON ENTRE MODULO DE ELASTICIDAD EN VIGAS Y MODULO DE ELASTICIDAD EN PROBETAS
VIGAS ENSAYADAS EN CONDICION VERDE VS. VIGAS ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE



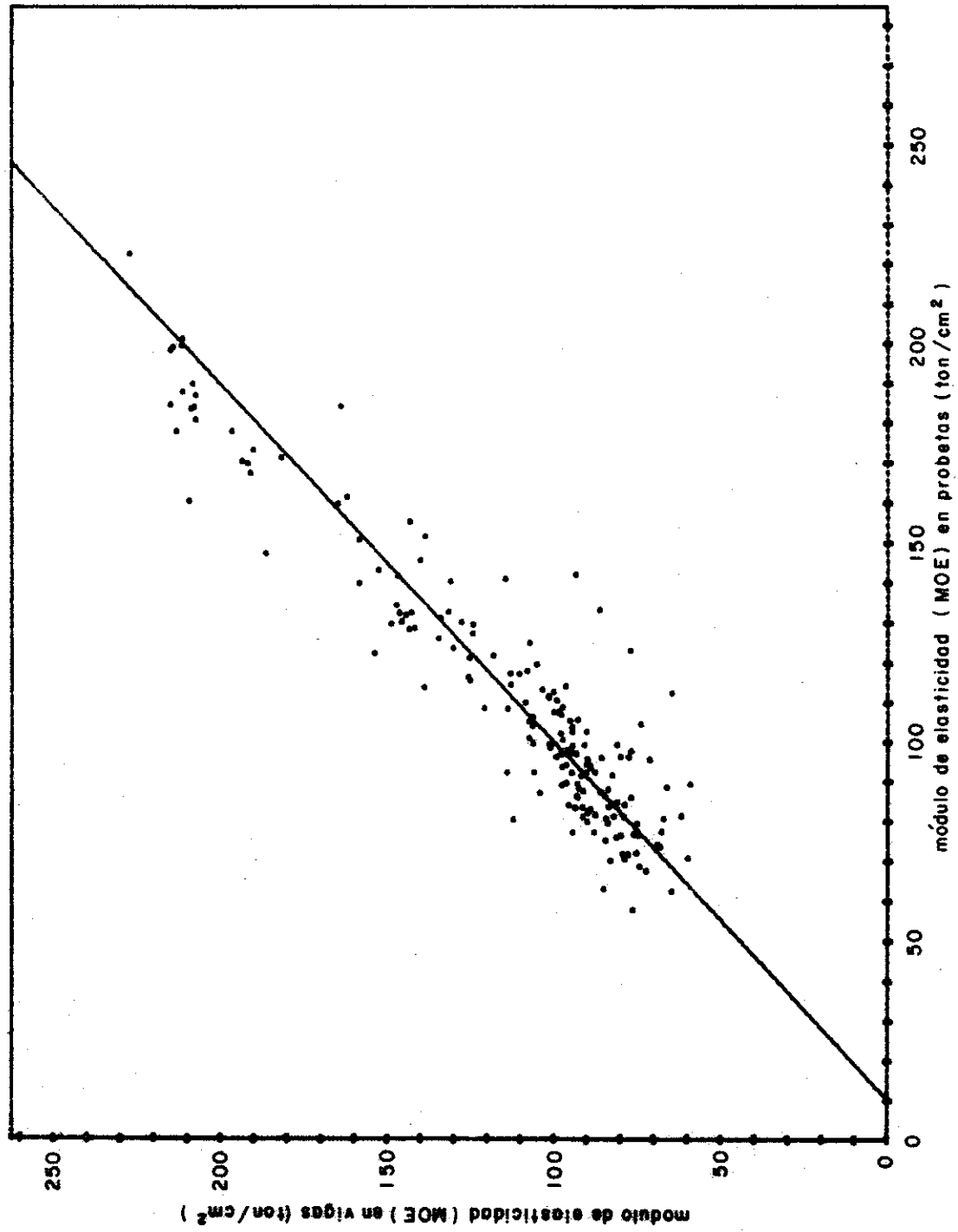


FIGURA 20 MOE VIGAS VS. MOE PROBETAS PARA VIGAS ACEPTADAS SEGUN LA REGLA DE CLASIFICACION VISUAL

4.2 Módulo de Rotura en Probetas vs. Módulo de Rotura en Vigas.

Las figuras 21 a 23 muestran histogramas para el "Factor de Calidad", es decir la razón entre el MOR de vigas y el MOR promedio de las correspondientes probetas. En 98.4% de las vigas se tuvieron factores de calidad menores que 1.

Comparando los histogramas para el factor de calidad de las vigas aceptadas por la Regla de Clasificación Visual y de aquellas rechazadas, se concluye que los defectos tienen un efecto importante en el módulo de rotura. Mas aun, la Regla de Clasificación es efectiva en eliminar una proporción apreciable de las vigas con factor de calidad más bajo.

El valor medio del factor de calidad para el conjunto de todas las vigas ensayadas fue 0.65. Para las vigas aceptadas el promedio fue 0.74, contra 0.60 para las vigas rechazadas. Las diferencias son más apreciables en los valores mínimos (0.43 para las vigas aceptadas, 0.06 para las rechazadas) o para el 5° percentil (0.59 y 0.24, respectivamente). Solo 2 vigas aceptadas (de Estoraque) tuvieron factor de calidad menor que 0.50.

Por otro lado, puede observarse que la Regla de Clasificación descarta algunas vigas con factor de calidad alto. Esto se debe a la presencia de defectos no aceptables en zonas poco esforzadas al someter al elemento a flexión, como en los ensayos aquí considerados. Sin embargo, para otros tipos de sollicitación-particularmente tracción pura y flexo-tracción-estos defectos podrían ser muy perjudiciales a la resistencia.

Los histogramas de la figura 22, que corresponden a factores de calidad para las vigas de cada especie consideradas por separado, muestran en cada caso un efecto de la Regla de Clasificación análogo al observado para todas las vigas como un conjunto.

El contenido de humedad tiene influencia notoria en los factores de calidad. En la figura 23 se muestran histogramas para las vigas ensayadas en condición verde y en condición seca al aire. Los valores medios y mínimos son menores para las vigas secas. Esto se explica porque, si bien la reducción del contenido de humedad tiene un efecto favorable tanto en el MOR de vigas como en el MOR de probetas, el incremento es mayor para estas últimas. Puede por lo tanto afirmarse que la influencia de los defectos en la resistencia es más importante en las vigas con menor contenido de humedad.

Al graficar el MOR de probetas libres de defectos contra el MOR en vigas (figura 24) se observa mucho mayor dispersión que en la gráfica análoga para el MOE. En este caso se tiene:

$$\text{MOR vigas} = 0.552 \text{ MOR probetas} + 65.4 \text{ kg/cm}^2$$

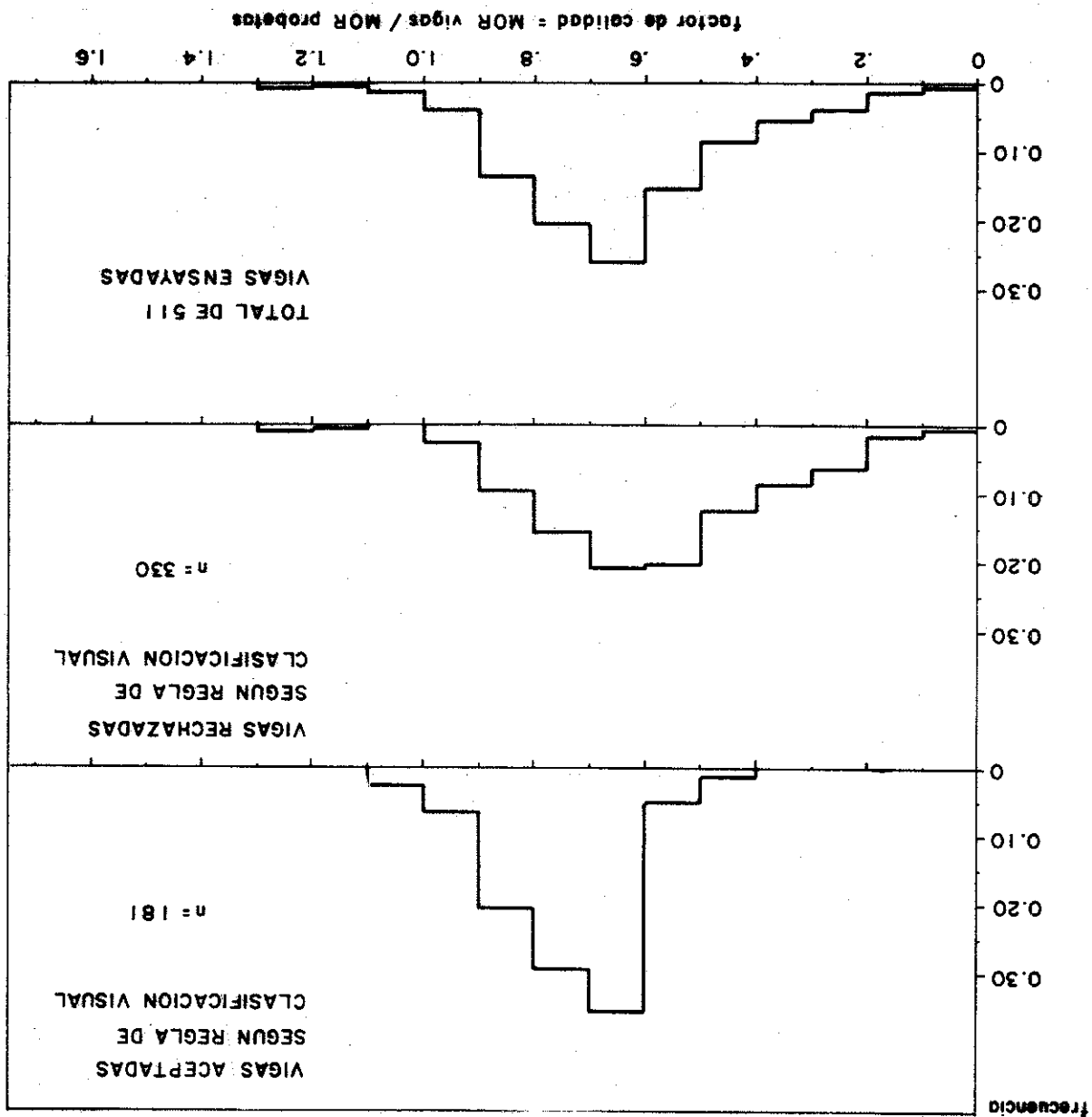
con un coeficiente de correlación $r = 0.809$ ($r^2 = 0.65$). Si se considera toda la población estudiada, el MOR de probetas no es un buen predictor del MOR de vigas.

Por otro lado, si sólo se consideran las vigas aceptadas por la Regla de Clasificación Visual (figura 25) se obtiene:

$$\text{MOR vigas} = 0.598 \text{ MOR probetas} + 102 \text{ kg/cm}^2$$

con un coeficiente de correlación $r = 0.942$ ($r^2 = 0.89$).

Estos resultados confirman la influencia de los defectos en la resistencia.



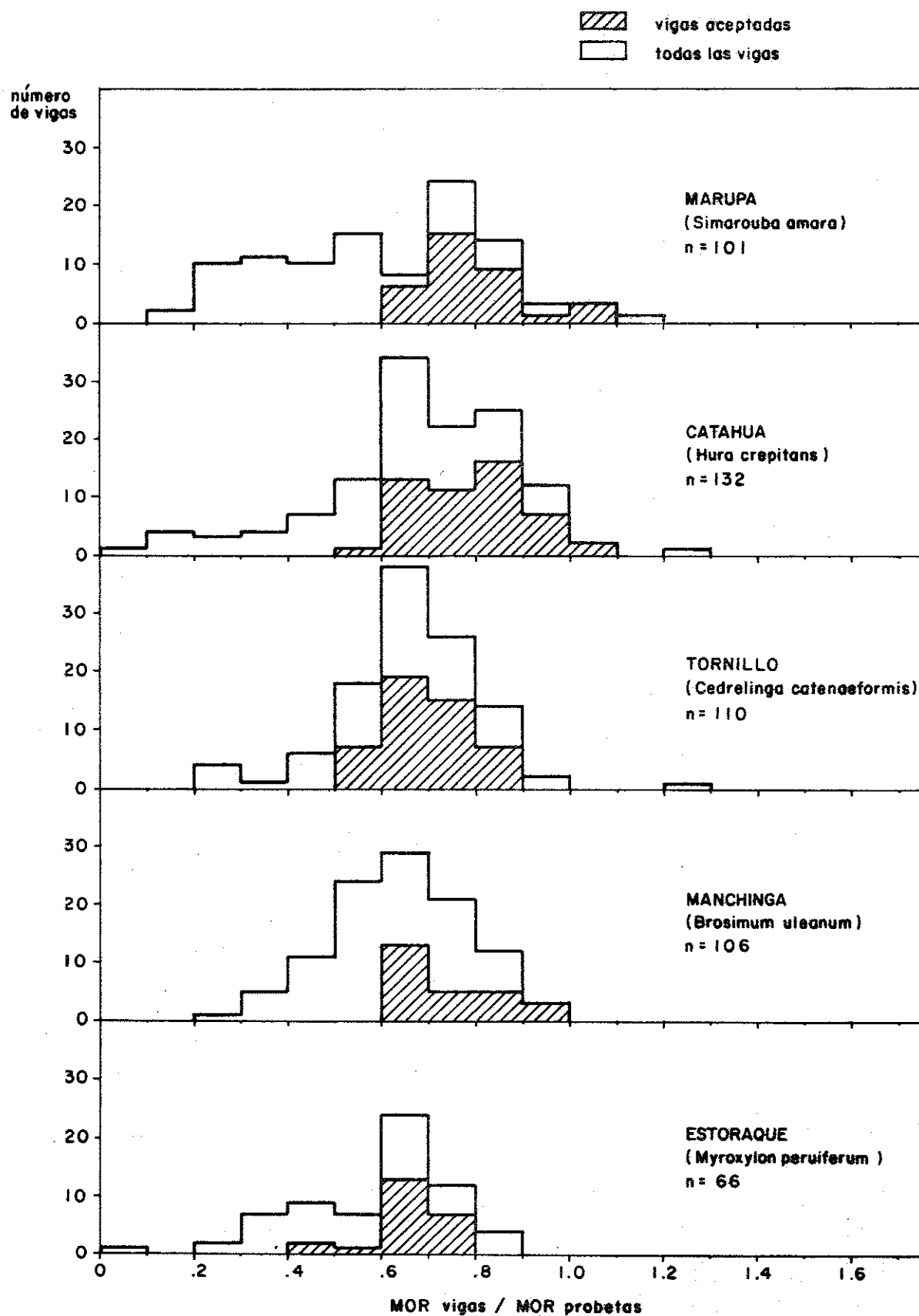
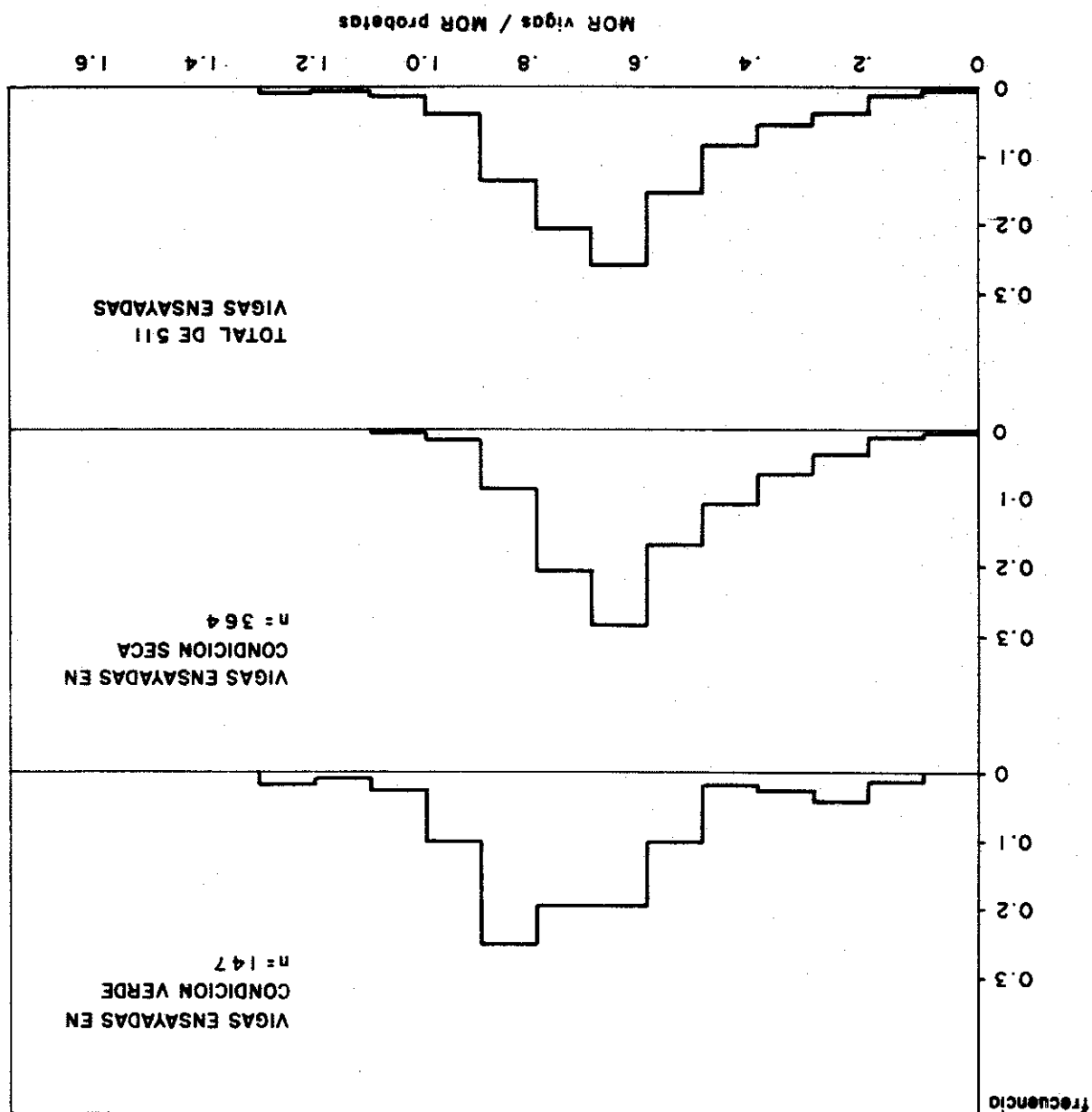


FIGURA 22 HISTOGRAMAS PARA LA RAZON ENTRE MODULO DE ROTURA EN VIGAS Y MODULO DE ROTURA EN PROBETAS PARA CADA UNA DE LAS ESPECIES ENSAYADAS

FIGURA 23 HISTOGRAMAS PARA LA RAZON ENTRE MODULO DE ROTURA EN VIGAS Y MODULO DE ROTURA EN PROBETAS



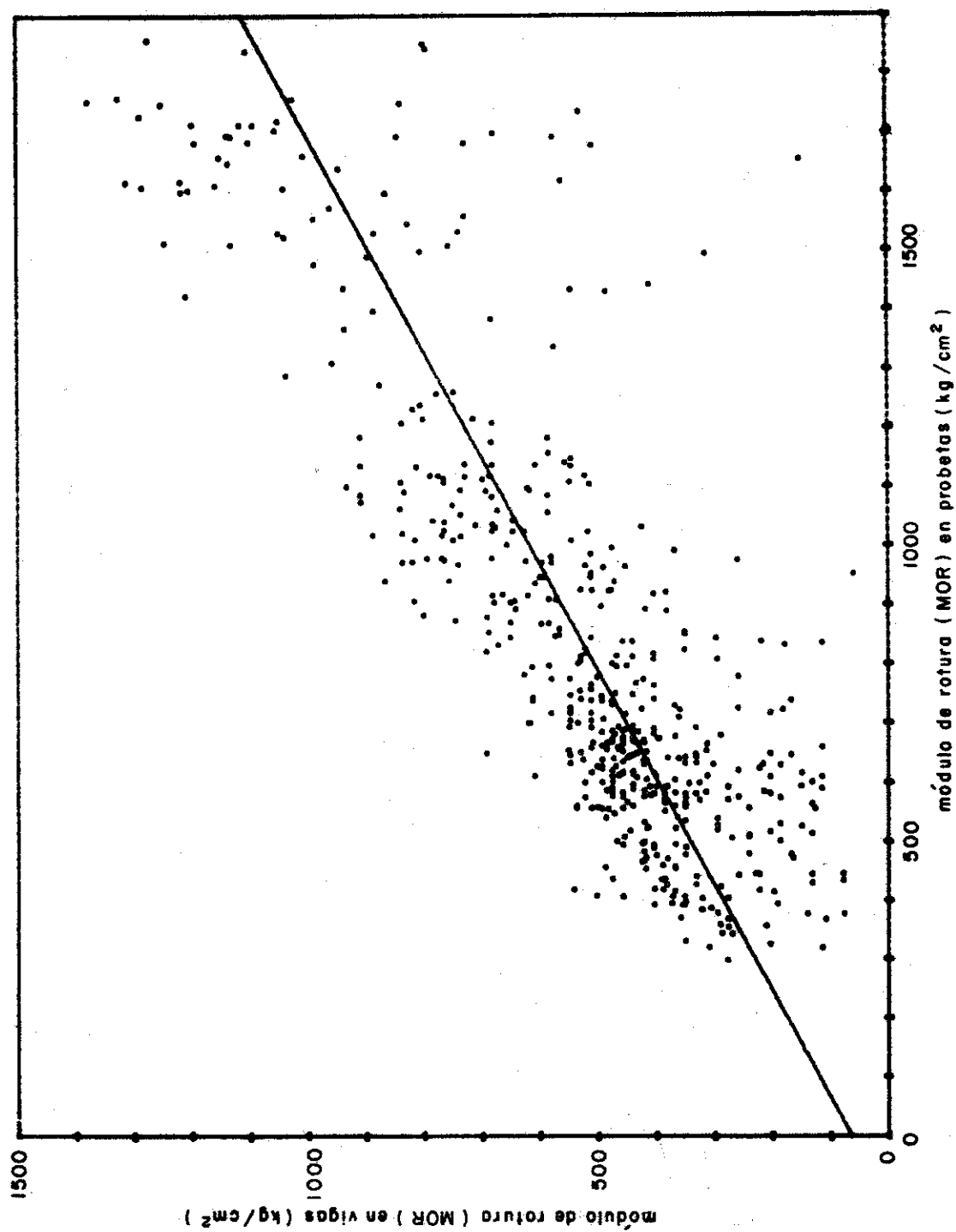


FIGURA 24 MOR VIGAS VS. MOR PROBETAS PARA 511 VIGAS ENSAYADAS

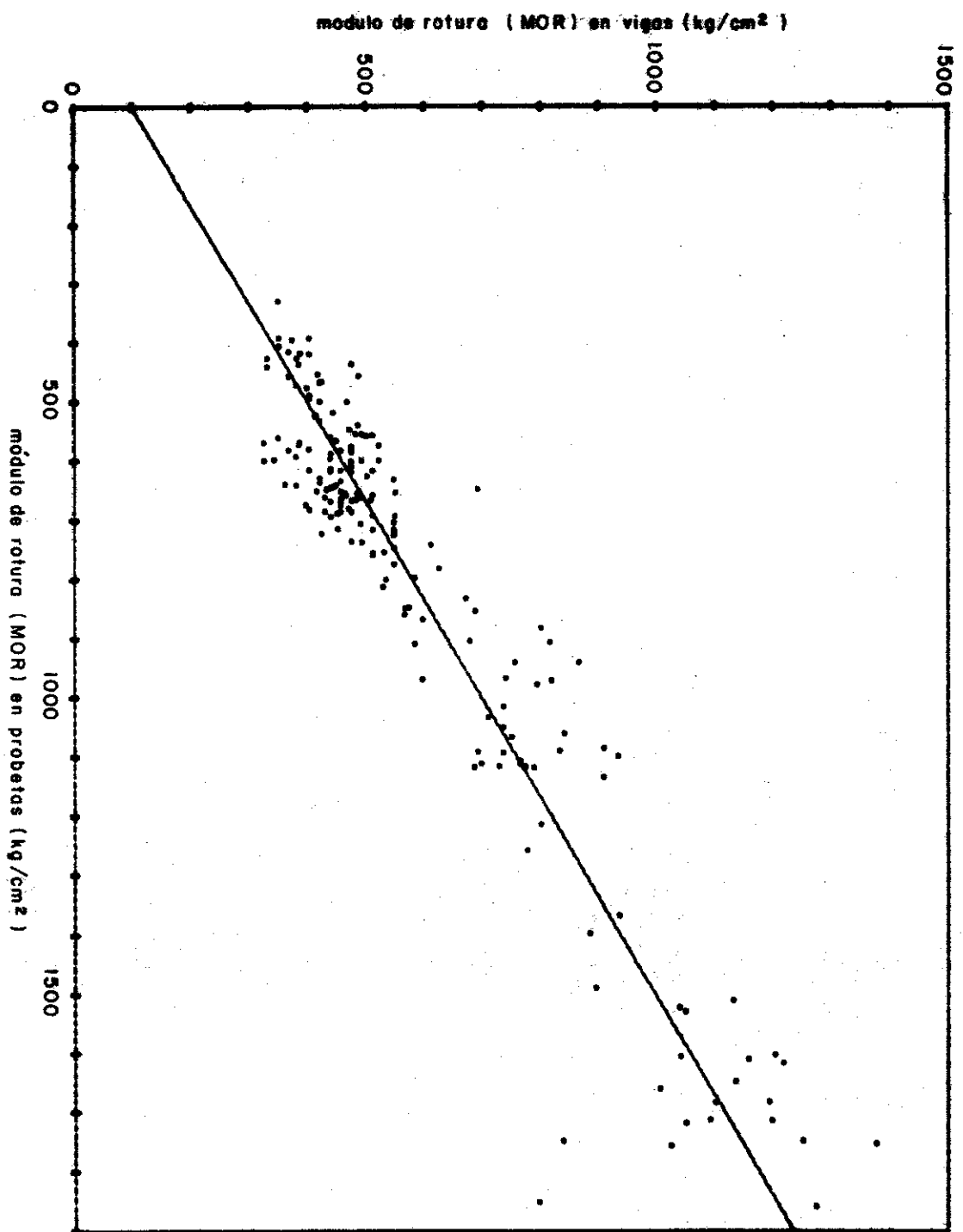


FIGURA 25 MOR VIGAS VS. MOR PROBETAS PARA VIGAS ACEPTADAS SEGUN LA REGLA DE CLASIFICACION VISUAL

4.3 Módulo de Elasticidad como Predictor del Módulo de Rotura.

En la figura 26 se muestran resultados para módulo de elasticidad en probetas pequeñas libres de defectos contra los respectivos módulos de rotura. Los puntos corresponden a promedios para las probetas de cada una de las vigas. Se observa una buena correlación entre ambas variables, obteniéndose:

$$\text{MOR probetas} = 1.011 \times 10^{-2} \quad \text{MOE probetas} = 302 \text{ kg/cm}^2$$

con un coeficiente de correlación $r = 0.934$ ($r^2 = 0.87$, $n = 511$)

Dado que los defectos influyen mucho más en la resistencia que en la rigidez, la correlación entre MOR y MOE de vigas a escala natural no es tan buena como para probetas libres de defectos. La figura 27 muestra resultados para 526 vigas ensayadas, para las que se tiene:

$$\text{MOR vigas} = 5.42 \times 10^{-3} \quad \text{MOE vigas} = 71.7 \text{ kg/cm}^2$$

El coeficiente de correlación en este caso resulta $r = 0.863$ ($r^2 = 0.74$). Estos resultados indican que el módulo de elasticidad en vigas no es buen predictor del correspondiente módulo de rotura, lo que tiene implicancias para la clasificación mecánica.

Por otro lado, si sólo se consideran las vigas aceptadas por la Regla de Clasificación Visual (figura 28) se obtiene:

$$\text{MOR vigas} = 5.40 \times 10^{-3} \quad \text{MOE vigas} = 15.9 \text{ kg/cm}^2$$

con un coeficiente de correlación $r = 0.926$ ($r^2 = 0.86$, $n = 181$).

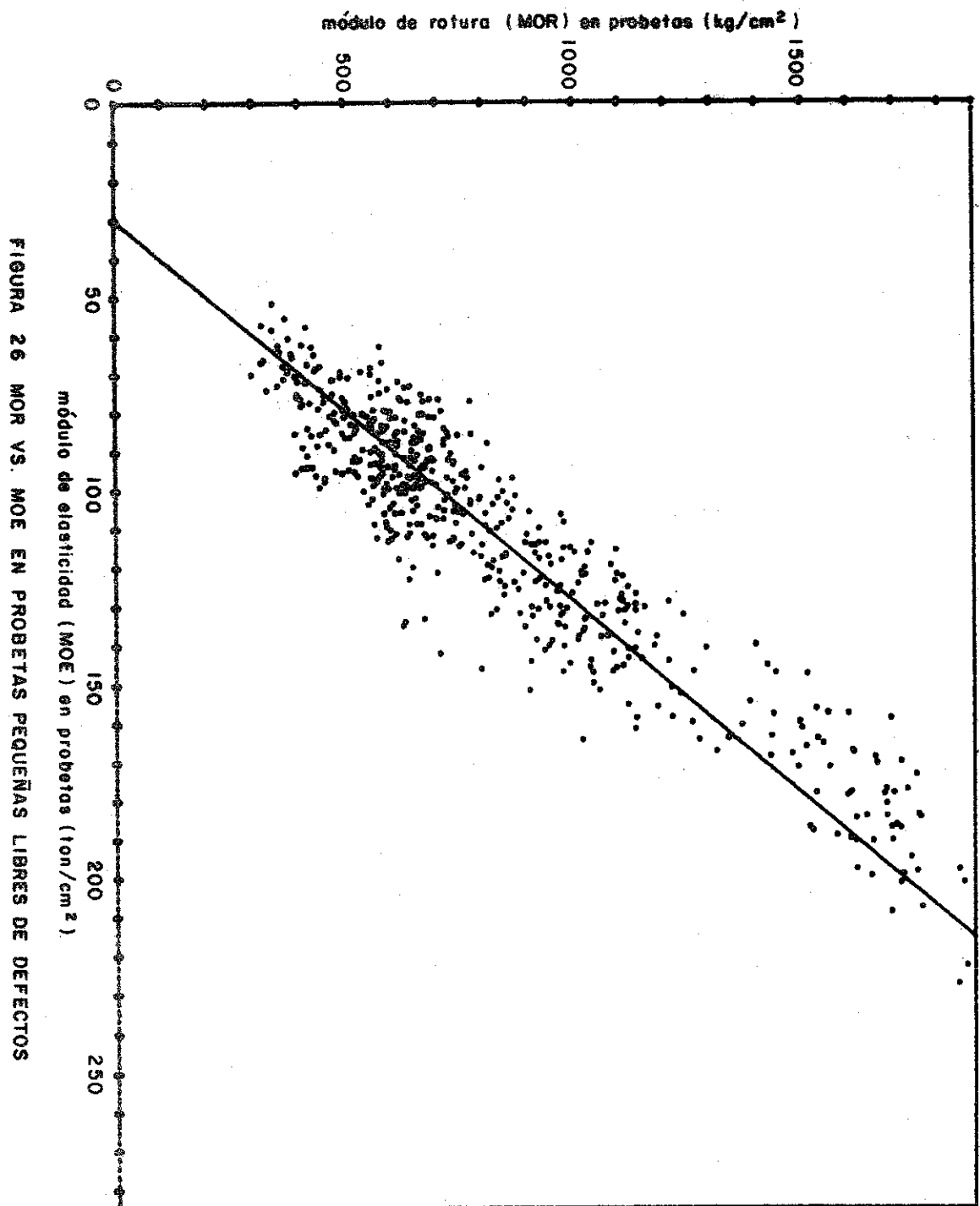


FIGURA 26 MOR VS. MOE EN PROBETAS PEQUEÑAS LIBRES DE DEFECTOS

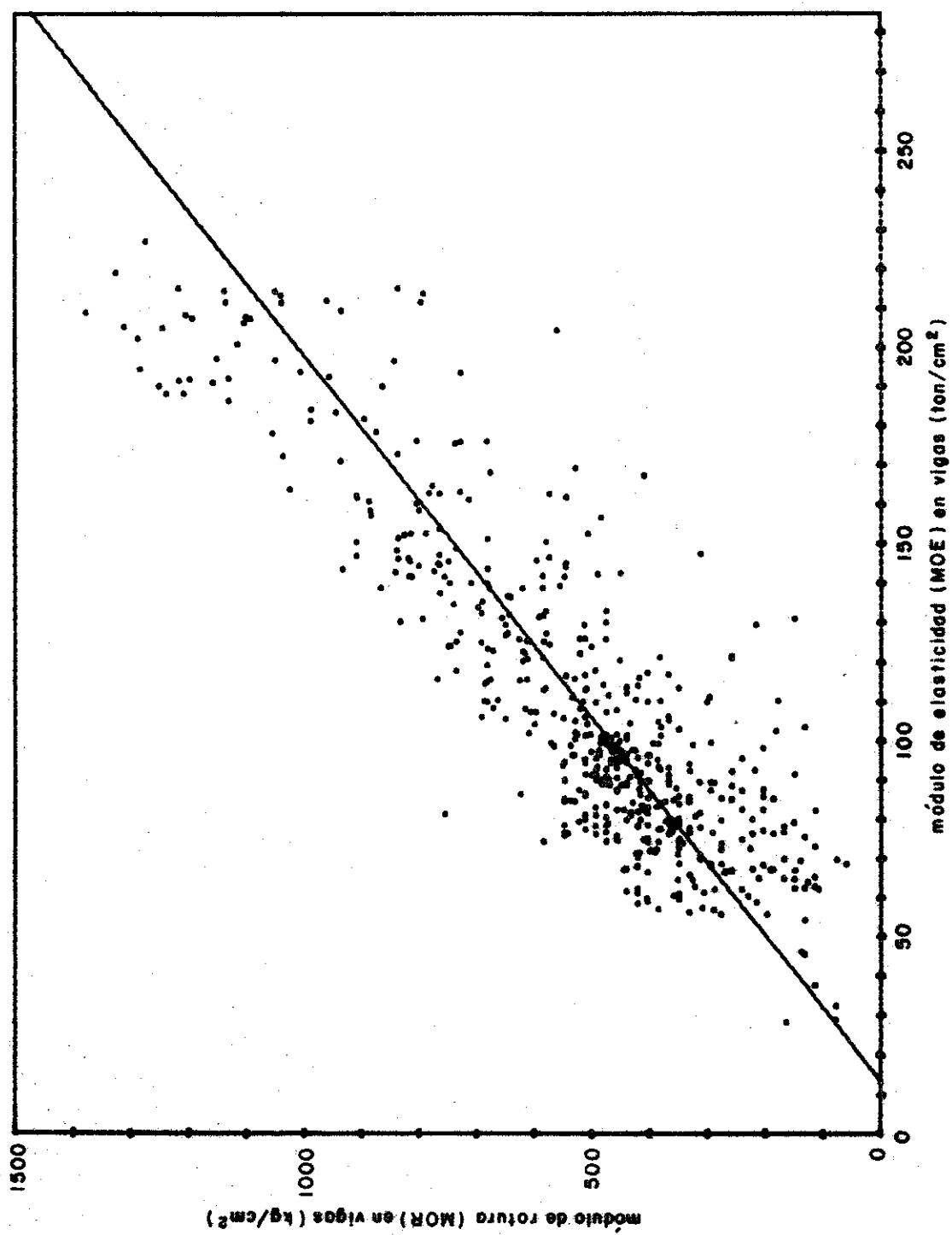
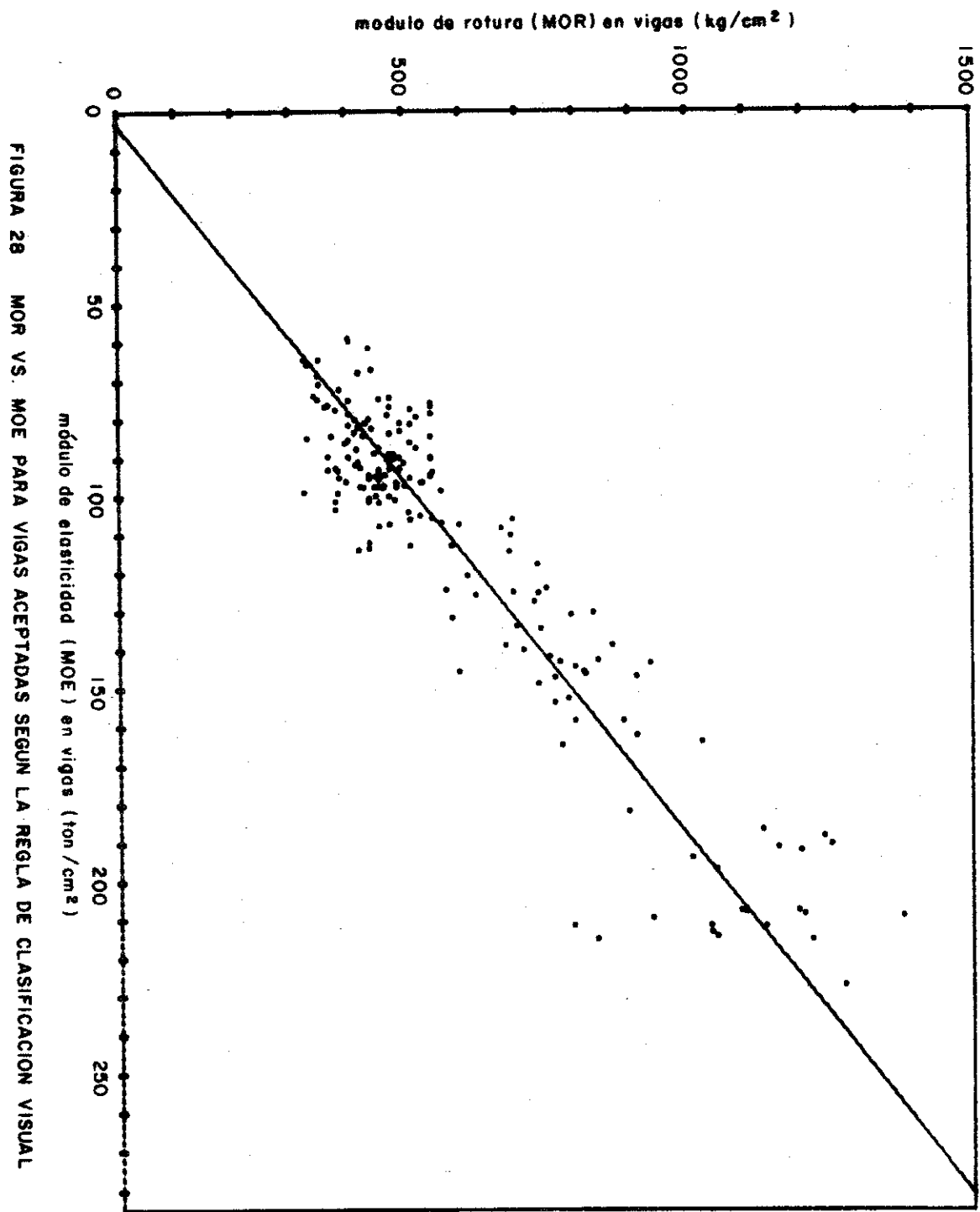


FIGURA 27 MOR VS. MOE PARA EL CONJUNTO DE 526 VIGAS



5. INFLUENCIA DE DEFECTOS EN LA RIGIDEZ Y RESISTENCIA DE VIGAS

5.1 Defectos más Significativos

Por su frecuencia e influencia en la resistencia y la rigidez, el defecto más importante en las vigas de las especies estudiadas es la inclinación del grano. Aproximadamente 70% de las vigas ensayadas presentaron inclinaciones del grano, en diversos grados de magnitud o extensión. Se incluyen en éstas las vigas en las que la inclinación del grano observado en la superficie fue una manifestación del grano entrecruzado. En 190 vigas (36% del total) se presentaron inclinaciones mayores que $1/8$, el máximo permitido por la Regla de Clasificación Visual. Sólo en 90 de éstas (17% del total) se presentaron inclinaciones mayores que $1/8$ en la zona central, más esforzada.

Las distorsiones locales en la orientación del grano debidas a la presencia de nudos se consideran en la Regla de Clasificación como un defecto diferente. La tolerancia en este caso se refiere al diámetro (medio) del nudo, especificándose distintos límites para nudos sanos y para nudos huecos y/o atacados. Se observaron nudos sanos en 120 vigas (23%); en 40 de éstas los nudos fueron calificados como no aceptables. Los nudos huecos y/o atacados fueron menos frecuentes (13.5% de las vigas), con mayor incidencia en las vigas secas.

Después del grano inclinado, las perforaciones pequeñas son el defecto más frecuente, particularmente en algunas especies, como la Manchinga. En 96% de las vigas de esta especie se observaron perforaciones pequeñas. En el conjunto de vigas de las 5 especies estudiadas 53% tuvieron perforaciones pequeñas, frecuentemente con ataque de hongos. En 103 casos (20% del total de vigas ensayadas), las perforaciones fueron abundantes y/o alineadas como para considerarse no aceptables según la Regla de Clasificación Visual.

Se observaron perforaciones grandes en 45% de las vigas de Estoraque y en 40% de las vigas de Tornillo. Para otras especies este defecto

fue menos frecuente. De las 526 vigas ensayadas, 15% tuvieron perforaciones grandes aceptables y aproximadamente 6% el mismo defecto en grado no aceptable.

Con pocas excepciones, las fallas de compresión observadas antes de ensayar fueron muy perjudiciales a la resistencia. El efecto en la rigidez fue menos marcado. De las 526 vigas aquí estudiadas 30 tuvieron fallas de compresión antes de ensayarse (4 de Marupá, 18 de Catagua amarilla, 4 de Tornillo, 1 de Manchinga y 4 de Estoraque). La mayor o menor frecuencia de este defecto depende no sólo de la especie, sino también de la procedencia de la madera y de las técnicas de extracción y transporte.

Aproximadamente 8% de las vigas incluyeron médula, frecuentemente atacada por hongos xilófagos (60% de los casos). En 88% de las vigas con médula también se observaron nudos. La inclusión de médula fue más frecuente en las vigas de Marupá (23% de los ensayos) y Estoraque (11%). Este defecto puede afectar grandemente la resistencia por su asociación con ataques de hongos.

En 17 vigas (3% del total) se observó duramen quebradizo. En 71% de estas vigas se incluyó médula. Con pocas excepciones, el duramen quebradizo tuvo efecto notorio en la resistencia. Por otro lado, la presencia de albura incidió en una mayor frecuencia de ataques biológicos, no teniéndose evidencia de menor rigidez o resistencia por las propiedades mecánicas de la madera propiamente dicha.

Se tuvieron escamaduras en 4% de las vigas ensayadas en condición verde y 13% de aquellas ensayadas en condición seca. Este defecto fue particularmente desfavorable cuando se presentó simultáneamente en cara y canto (28% de los casos) o cuando se combinó con ataques de hongos (26%).

Se presentaron rajaduras en 10% de las vigas ensayadas en condición

verde y en 15% de las vigas secas. En total, 30 vigas tuvieron raja duras inaceptables según la Regla de Clasificación Visual; sin embar go, sólo en 3 casos las rajaduras fueron el defecto causante de la falla. Aproximadamente 10% de las vigas tuvieron grietas de secado. En 10 vigas las grietas fueron calificadas como no aceptables, pero en ningún caso causaron reducciones apreciables en la resistencia o la rigidez.

Diversos defectos de alabeo fueron corregidos con garlopa al habilitarse las vigas. No obstante esto, antes de los ensayos se observaron arqueaduras en 27% de las vigas y encorvaduras con una frecuencia de 12%. No se observaron torceduras o abarquillado. Como podía preverse, la encorvadura no tuvo efecto en las propiedades mecánicas de las vigas. La arqueadura tuvo posiblemente influencia en el pandeo lateral-torsional, aunque sólo 18% de las vigas con este defecto fallaron por pandeo.

En las secciones siguientes se analiza en mayor detalle la influencia de los defectos de cada tipo. Diversas tablas que comparan las propiedades mecánicas de vigas con y sin estos defectos se presentan en el apéndice E.

5.2 Médula

Este defecto se considera aceptable cuando la médula incluida es pequeña y no presenta deterioro, pudriciones, perforaciones o rajaduras. La Regla de Clasificación Visual no especifica dimensiones máximas para lo que puede considerarse médula pequeña. Sin embargo, el criterio utilizado para los ensayos que aquí se presentan (diámetro máximo 1 cm, longitud máxima 50 cm) parece ser adecuado (ver tablas E.1 y E.25).

Con excepción de una viga de Tornillo, cuya forma de falla no tuvo relación con este defecto, las vigas con médula aceptable tuvieron

MOR similar al MOR de vigas sin médula. Por otro lado, las vigas con médula no aceptable tuvieron MOR significativamente menor, con reducciones del orden de 50% en el promedio para algunas especies. Para el Factor de Calidad (razón MOR vigas/MOR probetas) los resultados fueron análogos. Comparando los resultados obtenidos para las vigas rechazadas pero sin médula, con los correspondientes a vigas con médula no aceptable, puede concluirse que este defecto debe ser catalogado entre los más perjudiciales a la resistencia. Es interesante anotar que la viga con Factor de Calidad más bajo, entre las 526 ensayadas, tuvo una falla directamente relacionada con la presencia de médula (y la inclinación del grano):

La influencia de la médula en el MOE y en la razón MOE vigas/MOE probetas es menos importante, aunque se aprecia también en vigas con médula aceptable.

Si se modificara la Regla de Clasificación para no permitir este defecto, la proporción de vigas rechazadas se incrementaría muy poco (0.4% para la población estudiada). Esto se debe a que las vigas con médula presentan por lo general otros defectos, frecuentemente no aceptables. Tal modificación parece conveniente, ya que evitaría la inclusión de una parte del árbol muy susceptible de ataques biológicos.

5.3 Duramen Quebradizo

Este defecto no se considera aceptable. Las tablas E.2 y E.26 comparan propiedades mecánicas de vigas con y sin duramen quebradizo.

Los resultados obtenidos para el MOR no son consistentes, observándose se reducciones en el MOR promedio de las vigas de Marupá y Estoraque, no así en las de Tornillo y Manchinga (en las vigas de Cathua amarilla no se presentó este defecto). Esta inconsistencia puede deberse

a la no calificación del defecto, ni por su gravedad ni por su ubicación. En promedio, las vigas con duramen quebradizo tuvieron un Factor de Calidad menor en 20% al del resto de la población estudiada, lo que indica la influencia de este defecto en la resistencia.

La influencia en la rigidez, caracterizada por el MOE, es menor. No se observaron diferencias significativas entre la razón MOE vigas/MOE probetas de las vigas con duramen quebradizo y los correspondientes resultados para vigas sin este defecto.

5.4 Grano Inclinado

Este defecto se considera aceptable si la inclinación no excede $1/8$. Sin embargo, para la situación particular de un elemento sometido a flexión la influencia del grano inclinado depende también, en gran medida, de su ubicación, siendo más desfavorable cuando se presenta en la zona de máximo momento.

La tabla E.3 compara módulos de rotura y módulos de elasticidad para vigas con grano recto, con inclinación de grano aceptable y con inclinación de grano no aceptable en la zona central. En los tres casos, la referencia es el mayor defecto presente en esa zona. La tabla E.4 es similar, excepto que se refiere a la inclinación del grano en cualquier parte de la viga. Las tablas E.27 y E.28 contienen información análoga para el Factor de Calidad y la razón MOE vigas/MOE probetas.

Las vigas con inclinación de grano mayor que $1/8$ en la zona central tuvieron MOR promedio entre 10% y 44% menor que el correspondiente promedio para vigas con grano recto. Defectos similares en las zonas laterales influyeron mucho menos en el MOR. Las inclinaciones de grano moderadas, independientemente de su ubicación, tuvieron poco efecto en el MOR.

El efecto de la inclinación del grano en el MOE fue menor que el ob-

servado para el MOR; sin embargo, éste es uno de los defectos con mayor influencia en la rigidez. Los promedios de MOE para las vigas con inclinación de grano mayor que 1/8 en la zona central fueron entre 9% y 28% menores que los correspondientes promedios para vigas con grano recto. También se observa menor influencia de la inclinación del grano en las zonas laterales.

Las vigas con grano inclinado moderado tuvieron Factores de Calidad muy similares a los de las vigas con grano recto. Para las vigas con inclinación de grano severa se observó una reducción de 9% en el promedio. Sin embargo, para 90 vigas en las que se tuvo una inclinación de grano no aceptable en la zona central, más esforzada, el Factor de Calidad promedio se redujo en 18% (14% para las vigas ensayadas en condición verde, 19% para aquellas ensayadas en condición seca al aire).

El efecto del grano inclinado en la razón MOE vigas/MOE probetas fue menor. Para vigas con grano inclinado no aceptable en la zona central, se tuvo un promedio 6% menor que para aquellas con grano recto. Esta reducción fue algo más pronunciada en las vigas ensayadas en condición verde (9%).

La orientación de corte de las vigas tuvo cierta influencia en el mayor o menor efecto de la inclinación del grano observado en las caras o en el canto. La tabla 5.1 presenta algunos resultados para vigas con grano inclinado no aceptable en la zona central. En las vigas con corte radial este defecto fue más crítico cuando se observó en las caras o simultáneamente en caras y canto en tracción. Las inclinaciones en los cantos fueron más desfavorables en las vigas con corte oblicuo (incluyéndose en este grupo cortes variables entre radial y oblicuo y entre tangencial y oblicuo). Sin embargo, las diferencias observadas son pequeñas y no justifican la adopción de reglas distintas para la inclinación del grano en cara o canto, o para las diversas orientaciones de corte de las vigas.

TABLA 5.1 VALORES MEDIOS DEL FACTOR DE CALIDAD Y LA RAZON MOE VIGAS/MOE PROBETAS PARA VIGAS CON DIVERSAS ORIENTACIONES DE CORTE Y CON GRANO INCLINADO EN LA ZONA CENTRAL

A. FACTOR DE CALIDAD (MOR vigas/MOR probetas)

Orientación de Corte	Radial		Tangencial		Oblicua *	
	n	Fc	n	Fc	n	Fc
Vigas con grano recto en la zona central	59	.66	118	.64	76	.65.
Vigas con inclinación de grano aceptable en caras	39	.72	61	.69	45	.71
Vigas con inclinación de grano aceptable en canto en compresión	27	.68	30	.65	28	.63
Vigas con inclinación de grano aceptable en canto en tracción	19	.65	24	.71	22	.67
Vigas con inclinación de grano no aceptable en caras	11	.45	30	.51	24	.55
Vigas con inclinación de grano no aceptable en canto en compresión	7	.55	9	.57	10	.50
Vigas con inclinación de grano no aceptable en canto en tracción	7	.51	5	.67	10	.48
Vigas con inclinación de grano no aceptable simultáneamente en cara y canto en compresión	2	.51	2	.46	7	.52
Vigas con inclinación de grano no aceptable simultáneamente en cara y canto en tracción	4	.43	3	.62	3	.53

TABLA 5.1 (Continuación)

B. RAZON MOE VIGAS/MOE PROJETAS

Orientación de Corte	Radial		Tangencial		Oblicua *	
	n	R	n	R	n	R
Vigas con grano recto en la zona central	59	.99	118	.99	76	.98
Vigas con inclinación de grano aceptable en caras	39	.98	61	.99	45	.97
Vigas con inclinación de grano aceptable en canto en compresión	27	.99	30	.99	28	.96
Vigas con inclinación de grano aceptable en canto en tracción	19	.99	24	.99	22	.95
Vigas con inclinación de grano no aceptable en caras	11	.94	30	.93	24	.89
Vigas con inclinación de grano no aceptable en canto en compresión	7	.95	9	1.02	10	.82
Vigas con inclinación de grano no aceptable en canto en tracción	7	1.01	5	.99	10	.93
Vigas con inclinación de grano no aceptable simultáneamente en cara y canto en compresión	2	.97	2	1.15	7	.82
Vigas con inclinación de grano no aceptable simultáneamente en cara y canto en tracción	4	.99	3	.93	3	.84

* Se incluyen en este grupo las vigas con orientación de corte entre radial y oblicua y entre tangencial y oblicua.

5.5 Nudos Sanos

La Regla de Clasificación permite nudos sanos con diámetro no mayor que $1/4$ del ancho de la cara o 4 cm . No se permiten nudos arracimados.

Para elementos sometidos a esfuerzos no uniformes, como es el caso para los ensayos aquí considerados, la influencia de los nudos en la rigidez y resistencia depende no sólo de su magnitud, sino también de su ubicación. En esta sección se hace referencia a la zona de máximos esfuerzos de compresión (zona 2), a la de máximos esfuerzos de compresión (zona 8) y a las de máximos esfuerzos cortantes (zonas 4 y 6). Las tablas E.5 a E.7 y E.29 a E.31 comparan algunos resultados.

Para las vigas ensayadas en condición verde los nudos sanos ubicados en la zona 2 tuvieron mayor efecto que nudos sanos de dimensiones similares en la zona 8; lo contrario ocurrió para las vigas en condición seca. Esto es consistente con la tendencia general observada en la forma de falla: las vigas verdes fallaron más frecuentemente en compresión que las vigas secas. El efecto de los nudos sanos ubicados en las zonas de máximos esfuerzos cortantes fue mayor en las vigas secas.

La información disponible es limitada y no permite cuantificar el efecto de los nudos en el MOR y el MOE.

El Factor de Calidad promedio de las vigas con nudos no aceptables en la zona 2 fue 37% menor que el de las vigas sin este defecto. Para la zona 8 la reducción fue 43%, mientras que para vigas con nudos en las zonas 4 ó 6 la reducción fue 20%. Los correspondientes porcentajes para la razón MOE vigas/MOE probetas fueron 14, 10 y 7%, respectivamente.

Las vigas con nudos sanos aceptables y el subconjunto de vigas acep-

tadas con nudos sanos (aceptables) tuvieron en promedio Factores de Calidad similares a los de vigas del mismo grupo pero sin nudos, excepto cuando los nudos se ubicaron en las zonas de máximo esfuerzo cortante. Para las vigas con nudos aceptables en estas zonas (4 y 6), el Factor de Calidad fue 12% menos que el de vigas de calidad similar pero sin nudos. Esto indica que la Regla de Clasificación es menos exigente para nudos (en ciertas ubicaciones) que para otros defectos y una revisión de las tolerancias para nudos podría ser conveniente.

5.6 Nudos Huecos, Deteriorados o Atacados

Se permiten nudos huecos o deteriorados con un diámetro no mayor que 2 cm ó 1/8 del ancho de la cara. Los nudos huecos fueron más desfavorables cuando se ubicaron en la zona de máximos esfuerzos de tracción (zona 8), tanto en las vigas en condición verde como en aquellas ensayadas en condición seca. También fueron apreciables los efectos de nudos huecos en la zona de máximos esfuerzos de compresión (zona 2) y en las zonas de máximos esfuerzos cortantes (4 y 6).

Las propiedades mecánicas de las vigas con y sin nudos huecos en las zonas antes mencionadas se comparan en las tablas E.8 a E.10 y E.32 a E.34. Para estas tablas los nudos han sido calificados como aceptables o no aceptables sólo en función de sus dimensiones, sin hacer distinción entre los nudos huecos sanos y aquellos incluidos en este grupo por ser atacados. Esto explica algunos valores relativamente bajos para el grupo de "vigas con nudos huecos aceptables", que en muchos casos corresponden a nudos pequeños pero con ataques de hongos xilófagos. Los resultados para el grupo de "vigas aceptadas con nudos huecos", que no tienen ataques de hongos xilófagos, si son similares a los de vigas aceptadas pero sin nudos.

En promedio, el Factor de Calidad de las vigas con nudos huecos no aceptables en la zona 8 fue 38% menor que el de vigas sin este defecto. Para vigas con el mismo defecto en la zona 2 la reducción fue

29%, mientras que si el defecto se presentó en las zonas 4 ó 6 se tuvo un promedio menor en 32%. En la razón MOE vigas/MOE probetas los porcentajes de reducción fueron 13, 9 y 14%. Es interesante observar que el efecto que sobre la rigidez tienen los nudos huecos en las zonas 4 ó 6 es más pronunciado que el de otros defectos con la misma ubicación (incluso ataques de hongos xilófagos).

5.7 Fallas de Compresión

Aunque la información disponible corresponde a pocas vigas, es evidente la influencia de este defecto en la resistencia y, en menor medida, en la rigidez (ver tablas E.11 y E.35).

Con pocas excepciones, el MOR de las vigas con este defecto fue muy inferior al correspondiente promedio para vigas de la misma especie en la misma condición. Las excepciones se dieron cuando las fallas de compresión estuvieron localizadas en zonas poco esforzadas. Sin embargo, debe tenerse presente que las fallas de compresión visibles son por lo general indicadores de defectos similares no visibles, que podrían ubicarse en zonas más esforzadas. Además, la Regla de Clasificación está orientada a un control de calidad del material, sin referirse a un uso específico. Por ello, las vigas con defectos de este tipo deben ser descartadas.

El Factor de Calidad de las vigas con fallas de compresión fue en promedio inferior en 30% al del resto de vigas, e incluso inferior en 23% al de las vigas rechazadas por otros defectos, con un mínimo de 0.09 (para una viga cuya falla estuvo relacionada directamente con una falla de compresión preexistente). La influencia de las fallas de compresión fue más notoria en las vigas ensayadas en condición seca al aire.

Se tuvo poca evidencia de interacción entre fallas de compresión y otros defectos. 57% de las vigas con fallas de compresión presen-

taron también otros defectos no aceptables. Estas tuvieron un Factor de Calidad 6% menor al obtenido para las vigas que, de no ser por las fallas de compresión, habrían sido aceptadas.

La influencia de las fallas de compresión en la rigidez es menor que en la resistencia. En promedio, la razón MOE vigas/MOE probetas para las vigas con este defecto fue 88% del promedio para todas las vigas. También en este caso se obtuvieron valores menores para las vigas secas.

5.8 Perforaciones Pequeñas

Sólo se permiten perforaciones pequeñas (de diámetro no mayor que 3 mm) si se presentan en forma moderada y no están alineadas. Se ha considerado aquí como tolerancia 10 perforaciones por decímetro cuadrado. Algunos resultados obtenidos para vigas con y sin este defecto en las zonas más esforzadas se resumen en las tablas E.12 a E.14 y E.36 a E.38.

La influencia de las perforaciones pequeñas en el MOR fue proporcionalmente más importante para las especies de menor densidad, particularmente la Marupá. Para las vigas de esta especie, la reducción en el MOR promedio que puede atribuirse a la presencia de perforaciones pequeñas no aceptables es entre 36% y 54%, dependiendo de la ubicación del defecto. En general, las perforaciones tuvieron mayor influencia cuando se presentaron en la zona de máximos esfuerzos de tracción (zona 8).

Los resultados obtenidos para el Factor de Calidad confirman la mayor influencia de las perforaciones en el canto en tracción. Los efectos de perforaciones en las zonas de máximos esfuerzos cortantes (4 y 6) son en cierta medida sorprendentes, si se considera que para vigas de las dimensiones ensayadas los esfuerzos en estas zonas son pequeños en proporción a los admisibles.

Aunque los Factores de Calidad son menores para las vigas secas, la reducción debida a perforaciones pequeñas parece ser mayor para las vigas verdes. También puede verse que, en promedio, las vigas con perforaciones aceptables tuvieron Factor de Calidad 8% menor que el correspondiente promedio para vigas sin perforaciones pequeñas. Esto se explica por la frecuente asociación de este defecto con ataques de hongos; si sólo se consideran los resultados para vigas aceptadas, con y sin perforaciones pequeñas, no se observan diferencias.

Los efectos de las perforaciones pequeñas en la rigidez fueron porcentualmente menores.

5.9 Perforaciones Grandes

La Regla de Clasificación permite hasta un máximo de tres perforaciones grandes (de insectos) por metro lineal. En las tablas E.15 a E.17 y E.39 a E.41 se comparan propiedades mecánicas de vigas con y sin este defecto en las zonas sometidas a los máximos esfuerzos de compresión, tracción o corte.

Excepto en los resultados para las vigas de Estoraque, la influencia que las perforaciones grandes tienen sobre el MOR es apreciable. En cambio, no se tuvieron reducciones significativas en las rigideces.

Los promedios de Factores de Calidad de las vigas con perforaciones grandes no aceptables fueron entre 5% y 26% menores que aquellos de vigas sin este defecto. Para las vigas ensayadas en condición verde los mayores efectos correspondieron al caso de perforaciones grandes ubicadas en el canto en compresión (zona 2). En las vigas secas el defecto fue más crítico en el canto en tracción (zona 8).

En la razón MOE vigas/MOE probetas no se observaron diferencias significativas, excepto cuando las perforaciones grandes estuvieron en las zonas de máximos esfuerzos cortantes (zonas 4 y 6). En este caso la reducción atribuible a perforaciones grandes no aceptables fue de 5%

5.10 Ataques de Hongos

La Regla de Clasificación no es suficientemente explícita en lo relativo a ataques de hongos. Por su naturaleza, los hongos cromógenos adecuadamente identificados deberían considerarse aceptables. Los elementos con ataques de hongos xilófagos deberían descartarse, aun cuando en apariencia el ataque sea sólo superficial.

Las vigas con hongos cromógenos tuvieron propiedades mecánicas comparables a las del resto de la población estudiada, no así aquellas con hongos xilófagos. Este defecto tuvo mayor incidencia cuando se ubicó en las zonas más esforzadas (ver tablas E.18 a E.20 y E.42 a E.44). Su influencia fue aun mayor cuando se combinó con otros defectos que facilitaron la penetración de los hongos xilófagos en la madera, tales como médula, nudos y escamaduras y en menor medida, perforaciones, grietas y rajaduras.

En promedio, las vigas con ataques de hongos xilófagos en las zonas de máximos esfuerzos de tracción o compresión tuvieron un Factor de Calidad 31% menor que el de vigas sin hongos o con hongos cromógenos. Cuando el ataque de hongos xilófagos se presentó en las zonas de máximos esfuerzos de corte el efecto fue algo menor (25%). Las reducciones observadas en la razón MOE vigas / MOE probetas fueron del orden de 8%.

5.11 Alabeos

La forma más frecuente de alabeo fue la arqueadura, es decir la curvatura del elemento en su dirección débil. Este defecto es permitido por la Regla de Clasificación si no excede 3 cm por cada 3 m. La encorvadura (curvatura en la dirección fuerte) se permite hasta un máximo de 1 cm por cada 3 m.

Para los ensayos de vigas aquí considerados la encorvadura no tuvo efectos apreciables en la rigidez o resistencia. La arqueadura sí afectó la resistencia, particularmente en las vigas de las especies más densas, pero prácticamente no influyó en la rigidez (ver tablas E.21 y E.45).

Numerosas vigas con arqueadura aceptable tuvieron MOR y Factor de Calidad bajos en términos relativos a los de vigas de la misma especie y calidad.

Algo similar se observa en el grupo de vigas cuya falla por pandeo podría relacionarse con una arqueadura calificada como aceptable. Esto indica que la tolerancia en la Regla de Clasificación es excesiva, más aún si se considera que la arqueadura no es tan crítica en un elemento sometido a flexión como lo sería en elementos a compresión o flexocompresión.

Si se hubiera considerado un límite de 1 cm por cada 3 m aproximadamente 42% de las arqueaduras habrían sido calificadas como no aceptables (contra 5.5% con la tolerancia actual). Esto implicaría rechazar sólo 3% más vigas, dado que la mayor parte de las vigas con arqueadura también tuvieron otros defectos, frecuentemente no aceptables. Por otro lado, aunque los valores medios de MOR y Factor de Calidad serían poco afectados, los valores mínimos aumentarían significativamente. Por ejemplo, el Factor de Calidad mínimo para vigas cuya forma de falla tuvo relación con arqueadura aceptable sería 0.53, en lugar del 0.30 actual.

Si la tolerancia fuera de 1.5 cm en 3 m, 25% de las arqueaduras habrían sido no aceptables y se habrían rechazado 1.5% más vigas que con la regla actual.

5.12 Grietas de Secado

Este defecto se permite si las grietas son escasas y poco profundas (máximo 2 mm). Las grietas fueron poco frecuentes en las vigas ensayadas; en ningún caso tuvieron relación directa con la falla. En las tablas E.22 y E.46 se comparan propiedades mecánicas de vigas con grietas en las zonas de máximo esfuerzo cortante con las correspondientes propiedades de vigas sin este defecto.

Aunque algunas vigas con grietas tuvieron baja resistencia, el efecto de este defecto fue en general poco importante. El MOE fue similar o aun mayor que para el resto de vigas de la misma especie y calidad.

5.13 Rajaduras

La Regla de Clasificación permite rajaduras sólo en un extremo del elemento y con una longitud no mayor que el ancho de la cara. Esto parece ser muy conservador para elementos sometidos a flexión (con la relación luz/peralte de las vigas ensayadas).

Las tablas E.23 y E.47 comparan propiedades mecánicas de las vigas con y sin rajaduras. En promedio, los MOR y MOE de las vigas con rajaduras aceptables fueron similares a los de otras vigas de la misma especie y calidad. Para las vigas con rajaduras no aceptables se obtuvieron valores medios apreciablemente menores (con reducciones de hasta 50%). Sin embargo, si se consideraran las vigas rechazadas sólo por rajaduras, o las 3 vigas cuya forma de falla tuvo una relación directa con las rajaduras, no se observarían tales reducciones. Esto podría explicarse por la poca influencia de las rajaduras per se, que en cambio podrían ser indicadores de condiciones en las que otros defectos son más frecuentes o desfavorables.

Los resultados obtenidos para el Factor de Calidad y para la razón MOE vigas/MOE probetas fueron cualitativamente similares a los obtenidos para MOR y MOE, con pocas excepciones. Contrariamente a lo observado para otros defectos, la "influencia de las rajaduras" fue más notoria para las vigas ensayadas en condición verde. Esto es consistente con la hipótesis del párrafo anterior, ya que las rajaduras no deberían presentarse en vigas con alto contenido de humedad.

5.14 Escamaduras o Acebolladuras

Este defecto es el más importante en el grupo de separaciones del leño. La Regla de Clasificación permite escamaduras superficiales, paralelas al eje de la pieza y no mayores que $1/4$ de su longitud. Las tablas E.24 y E.48 comparan propiedades mecánicas de las vigas sin escamadura y con este defecto en grado aceptable o no aceptable.

Las vigas con escamadura no aceptable tuvieron mucho menor MOR que las vigas de la misma especie y calidad ensayadas en igual condición, con reducciones de hasta 60%. También las vigas con escamaduras aceptables tuvieron, en promedio, resistencias menores que el resto de la población de la misma especie. Esto puede explicarse por la frecuente asociación de este defecto con ataques de hongos xilófagos (26% de los casos) y con inclinación de grano (74%, en 70% de éstas mayor que 1/8).

Los efectos en el MOE sólo fueron apreciables para escamaduras no aceptables. Se observaron reducciones entre 3% y 10%, excepto en dos vigas de Catahua amarilla, que tuvieron 75% y 38% del correspondiente MOE promedio.

Los resultados obtenidos para el Factor de Calidad y la razón MOE vigas/MOE probetas fueron similares a los obtenidos para MOR y MOE. En promedio, las vigas con escamaduras no aceptables tuvieron un Factor de Calidad 27% menor y una reducción de 8% en la razón MOE vigas/MOE probetas.

Es importante recalcar que las escamaduras fueron especialmente perjudiciales cuando tuvieron ataques de hongos xilófagos. Para vigas con esta combinación de defectos el Factor de Calidad promedio fue 0.39, contra 0.60 para las vigas con escamaduras (incluso no aceptables) pero sin ataques de hongos. Para las vigas con hongos xilófagos, pero sin escamaduras el promedio fue 0.49.

Las escamaduras que afectaron simultáneamente cara y canto (y por lo tanto no fueron superficiales), tuvieron mayor efecto en la resistencia. Por ejemplo, 8 vigas presentaron escamaduras que involucraron una cara y el canto en tracción; éstas tuvieron un Factor de Calidad promedio de 0.38. De estas vigas, 5 presentaron ataque de hongos xilófagos. El valor medio del Factor de Calidad en este último grupo fue 0.27.

6. CONCLUSIONES

Los defectos tienen más influencia en la resistencia que en la rigidez de vigas a escala natural. Esto se manifiesta en la buena correlación entre el módulo de elasticidad en probetas libres de defectos y el módulo de elasticidad en vigas, independientemente de su calidad. En la relación entre módulo de rotura en vigas y en probetas se observa mayor dispersión, excepto cuando sólo se consideran vigas previamente clasificadas. El módulo de elasticidad en probetas es un buen predictor del correspondiente módulo de rotura, pero no ocurre lo mismo entre la rigidez y la resistencia de vigas con defectos. También en este caso, si sólo se consideran las vigas aceptadas por la Regla de Clasificación Visual la correlación mejora apreciablemente.

El grano inclinado es el defecto más frecuente e importante desde el punto de vista de las propiedades mecánicas. Las perforaciones pequeñas son muy frecuentes en algunas especies y particularmente perjudiciales cuando se presentan asociadas con ataques de hongos. Otros defectos que favorecen los ataques de hongos xilófagos son la inclusión de médula, los nudos y las escamaduras. Las fallas de compresión tienen también un efecto muy importante en las propiedades mecánicas.

La Regla de Clasificación Visual del PADT-RFFORT resulta efectiva en eliminar un gran porcentaje de las vigas con Factor de Calidad bajo, es decir con módulo de rotura bajo en términos relativos a los módulos de rotura de las correspondientes probetas. Sin embargo, algunas modificaciones a la Regla de Clasificación propuesta parecen convenientes:

- No aceptar elementos que incluyan médula. Esto significaría incrementar muy poco el porcentaje de madera rechazada. Por otro lado, se eliminaría una zona del árbol muy susceptible de ataques biológicos.
- Revisar las tolerancias para nudos sanos. Esto es necesario, para ser consistentes con lo exigido para otros defectos. También debe-

rían evitarse los nudos en aristas, que por lo general implican discontinuidades en el grano.

- Limitar las arqueaduras a $1/300$ de la longitud del elemento. La tolerancia actual es excesiva, particularmente para elementos sometidos a compresión o flexocompresión.

La Regla de Clasificación debería ser también más explícita en rechazar ataques de hongos xilófagos, en albura o duramen, aun cuando sean superficiales.

Dada la poca influencia de los defectos en la rigidez, la Regla de Clasificación Visual no es igualmente eficaz para separar las vigas de menor MOE. Es importante señalar que cualquier modificación a la regla propuesta sería igualmente poco efectiva. El 5° percentil del MOE de vigas es del orden de 70% del correspondiente promedio, independiente de la calidad de las vigas. Esto es consistente con lo propuesto en el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (2) para el MOE.

Por otro lado, si se tratara de establecer una regla de clasificación visual exclusiva para elementos sometidos a flexión, que constituyen un alto porcentaje de los elementos utilizados en viviendas pequeñas y cuyo diseño está controlado por rigidez, ésta podría ser mucho más simple que la Regla de Clasificación actual, limitándose a aquellos defectos que pueden afectar la durabilidad.

REFERENCIAS

1. Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de los Recursos Forestales Tropicales (PADT-REFORT), 1982. "Manual de Clasificación Visual para Madera Estructural" 1ra. versión, Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC). Lima.
2. PADT-REFORT, 1982. "Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino". 3ra. edición preliminar. JUNAC. Lima.
3. PADT-REFORT, 1981. "Descripción General y Anatómica de 105 Maderas del Grupo Andino". JUNAC, Lima.
4. PADT-REFORT, 1980. "Estudio de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de 104 Especies de los bosques Tropicales de la Subregión Andina. Edición Preliminar, JUNAC. Lima.
5. PADT-REFORT, 1982. "Tablas de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de 20 Especies de Bolivia". JUNAC, Lima.
6. PADT-REFORT, 1982. "Tablas de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de 24 Especies de Colombia". JUNAC, Lima.
7. PADT-REFORT, 1982. "Tablas de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de 20 Especies de Ecuador". JUNAC. Lima.
8. PADT-REFORT, 1982. "Tablas de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de 20 Especies del Perú". JUNAC. Lima.
9. PADT-REFORT, 1982. "Tablas de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de 20 Especies de Venezuela". JUNAC. Lima.

10. American Society for Testing and Materials (ASTM), 1974. "Standard Methods of Static Tests of Timbers in Structural Sizes". ASTM D 198-67 (1974). Philadelphia.
11. American Society for Testing and Materials (ASTM), 1972. "Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber. Part II Secondary Methods". ASTM D 143-52 (1972). Philadelphia.
12. Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), 1972, "Método de Determinación del Contenido de Humedad". Norma COPANT 460.
13. COPANT, 1972. "Método de Determinación del Peso Específico Aparente" Norma COPANT 461.
14. Bohannon, B. 1966. "Effect of Size on Bending Strength of Wood Members". USDA Forest Service, Research Paper FPL. 56
15. U. S. Forest Products Laboratory, 1974. "Wood Handbook: Wood as an Engineering Material". USDA Agriculture Handbook N° 72, rev. Washington, D.C.

APENDICE A

REGLA DE CLASIFICACION VISUAL DEL PADT-REFORT *

<u>DEFECTOS</u>	<u>TOLERANCIAS</u>
1. ALABEOS	
- Abarquillado	No se permite
- Arqueadura	Se permiten 3 cm por cada 300 cm de longitud, o su equivalente: $h/L \leq 1\%$
- Encurvadura	Se permite 1 cm por cada 300 cm de longitud, o su equivalente: $h/L \leq 0.33\%$
- Torcedura	Se acepta sólo si es muy leve y en una sola arista
2. ALBURA**	Se permite albura sana no preservada hasta 25% de la pieza. Sin restricciones cuando está debidamente preservada. No se permite si está atacada por hongos xilófagos
3. ARISTA FALTANTE	Se permite en una sola arista, con un borde no mayor que 5 cm y una longitud máxima de 50 cm en elementos de 3 m, o su equivalente
4. DURAMEN QUEBRADIZO	No se permite
5. ESCAMADURA	Se acepta si es superficial, paralela al eje de la pieza y no mayor que 1/4 de su longitud
6. FALLAS DE COMPRESION	No se permiten
7. GRANO INCLINADO	Se permite en cara o canto hasta un máximo de 1/8
8. GRIETAS DE SECADO	Se permiten en forma moderada y con 2 mm de profundidad máxima
9. MEDULA**	Se acepta si es pequeña, sana y/o tratada
10. NUDOS	
- Nudos sanos	Se permiten con diámetro máximo de 4 cm o de 1/4 del ancho de la cara. No se aceptan nudos arracimados
- Nudos huecos	Se permiten con diámetro de hasta 2 cm o 1/8 del ancho de la cara

DEFECTOS	TOLERANCIAS
11. PARENQUIMA DE BANDAS ANCHAS	No se acepta en piezas que van a ser sometidas a esfuerzos de compresión
12. PERFORACIONES GRANDES	Se permiten hasta un máximo de 3 agujeros por metro, no pasantes ni alineados
13. PERFORACIONES PEQUEÑAS	Se permiten si su distribución es moderada. Máximo 6 agujeros en 100 cm ² , no alineados
14. RAJADURAS	Se permite sólo en uno de los extremos y de una longitud no mayor que el ancho de la cara de la pieza

(*) Esta versión de la Regla de Clasificación Visual, válida al momento de realizarse los ensayos, ha sido modificada posteriormente.

(**) Tolerancia modificada posteriormente a este estudio.

APENDICE B

DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS ENSAYADAS

Las tablas B.1 a B.5 indican los defectos observados en cada una de las vigas ensayadas.

El código de cada viga está compuesto por: especie, número de árbol, número de troza (de abajo hacia arriba) y número de viga (independientemente para cada troza). Los números asignados a cada especie son:

- 1 Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*)
- 2 Catahua amarilla (*Hura crepitans*)
- 3 Marupá (*Simarouba amara*)
- 4 Manchinga (*Brosimum uleanum*)
- 5 Estoraque (*Myroxylon peruiferum*)

Después del código de cada viga se indica su orientación de corte. Las letras R, T, O significan corte radial, tangencial u oblicuo, respectivamente. Donde figuran 2 letras se tuvo una orientación variable a lo largo de la viga. R* indica vigas con orientación radial en los extremos pero tangencial en la zona central.

Las columnas con encabezamientos A, B, ...N, O, corresponden a los diversos tipos de defectos considerados en la Norma de Clasificación Visual del PADT-REFORT (Apéndice A), en el orden siguiente:

- A Médula
- B Duramen quebradizo
- C Inclínación del grano
- D Nudo sano
- E Nudo hueco, suelto o deteriorado
- F Fallas de compresión
- G Perforaciones pequeñas
- H Perforaciones grandes
- I Hongos
- J Arqueadura

K Encorvadura
 L Grietas de secado
 M Rajaduras
 N Escamaduras o acebolladuras
 O Arista faltante

No se incluyen algunos defectos (parénquima bandeado, abarquillado, torcedura), que no se presentaron en las vigas estudiadas.

La información para defectos tales como nudos, perforaciones de insectos, ataque de hongos o grietas de secado se presenta en 9 columnas, que corresponden a 9 "zonas" de la viga. Estas zonas quedan definidas en una dirección por las secciones de apoyo y las secciones de aplicación de las cargas y en la otra dirección por dos planos que dividen a la viga en tres partes iguales (Figura 29).

Para la inclinación del grano la información se presenta en 15 columnas. Las tres primeras corresponden a 3 zonas del canto en compresión y las tres últimas a 3 zonas análogas del canto en tracción. En las 9 columnas intermedias se tiene información para 9 zonas de ambas caras.

Para escamaduras o acebolladuras se han considerado 9 columnas que corresponden a tres zonas del canto en compresión, 3 zonas de las caras y 3 del canto en tracción. Para rajaduras se presentan dos columnas, una para cada extremo.

En cada caso, los defectos observados han sido cuantificados. Un 1 indica un defecto aceptable según la Regla de Clasificación Visual, mientras que un 2 indica defectos de magnitud o extensión no aceptables. En el caso de nudos se ha considerado también el código 3, para indicar nudos arrancimados. No se indican números donde no se observó el defecto.

Tabla B.1

DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE MARUPA (Simarouba amara)

viga	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
3 112 O	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 115 RT	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 122 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 212 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 312 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 322 R	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 412 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 512 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 515 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 522 R	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 612 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 622 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 712 RT	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 722 RT	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 725 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 812 R	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 825 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 826 OT	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 828 TR	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 82E T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 912 TR	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 922 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 925 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 932 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1012 TO	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1022 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1032 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1112 TO	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1122 R	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1125 R	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1212 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1222 TO	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1225 OT	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1232 T	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1312 RO	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 111 O	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla B.1
(continuación)

DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE MARUPA (Simarouba amara)

viga	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
3 827 OT	1	2	1, 2	1	2	1	1, 1, 1, 1, 1	1	2, 1	1	1, 1, 1, 1	1	1	1	1
3 829 TO	1	1	1, 1, 1, 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 824 O	2	1	1, 1, 1, 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 820 TO	1	1, 1, 1, 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 820 T	1	1, 1	1, 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 82F T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 911 OR	2, 2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 913 T	1	1	1, 1, 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 921 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 928 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 924 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 926 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 931 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 933 T	1	1	1, 2, 2, 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1011 OT	2	1	1, 2, 2, 1	2, 1, 1, 1	1, 2	1	1, 1, 1, 1	1	2, 2, 2, 2	1	1, 1, 1	1	1	1	1
3 1013 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1021 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1023 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1031 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1033 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1111 FO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1113 TO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1121 O	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1123 O	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1124 O	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1126 R	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1211 T	2	1	1, 1, 1, 2, 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1213 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1221 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1223 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1224 O	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1226 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1231 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1311 T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3 1313 OT	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla B.2
(continuación)

DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE CATAHUA AMARILLA (Hura crepitans)

B.8

viga	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
2 711 R	1	1	123	123456789	789	123456789	123456789	123456789	123456789	123456789	123456789	123456789	12	123456789	1
2 712 OR						2	222	1	2						
2 713 R			11	1		2	1								
2 718 O						2	2			11111	11	1			
2 722 OR			11												
2 725 RO			111	11	1	2									
2 812 O			11	11	1	2			1	2	1				
2 815 T			11	11	1										
2 818 O			11	11	1										
2 822 OR			11	11111111					1						
2 912 O				1		2									
2 915 OR															
2 922 R							222222111								
2 925 O							1	1							
2 928 R			111	11111111	1										
2 1012 O			1	11111111											
2 1015 TO			111	11	1										
2 1022 O			111	11	1										
2 1025 OR			1	1		2									
2 1112 TO			112	1121	2	112									
2 1115 RO			12	112	112	2									
2 1122 RO			11	11	11										
2 1211 R			1	1	1	2	12								
2 1212 R				11	11111										
2 1213 R				1111	1	2									
2 1215 O			21	21	12	22	122								
2 1222 O				1	11	11									
2 1225 OR			121	2111	21	21	22								
2 111 R			1	1											
2 113 R			11	1											
2 114 O			11												
2 116 TO			1												
2 121 OT			211	21	11	221	221								
2 123 O			11	1	1	112	112								

Tabla B. 2
(continuación)

DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE CATAHUA AMARILLA (Hura crepitans)

viga	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
2 817 R	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 819 OT			1	1											
2 821 CR															
2 823 R			1												
2 911 O	2		12 21111212	2											
2 913 T			11 1 111 11												
2 914 CR			1 1 1 211 1												
2 916 RT			11												
2 921 O															
2 923 R															
2 924 CR			11 1111111 1 1												
2 926 R			1 1 1 1 2												
2 927 R			11 11 1												
21011 CR			2 2 22 2212 212												
21013 O			111 1 11 11 1 21												
21014 T			2 1 11 1211												
21016 T			2 1 1 1 1 1 1												
21021 O			1 11111111												
21023 R			11												
21024 O			11 1 1 1												
21111 OT			211 1 1111 12 2 1												
21113 TR	1		212 12212212 212												
21114 OT			121 22211121 11												
21116 O			1 1 1												
21121 RT	2		11 12 21 21 21												
21123 R			1 1 2122112 2												
21214 O			21 211 2 11												
21216 TO			11 1 1211 1 2 2												
21221 O															
21223 R			21111111 11												
21224 R			11 2211112 21												
21226 O			21 2 1 11												

Tabla B.3 DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE TORNILLO (Cedrelinga catenaeformis)

viga	AB	C	D	E	F	G	H	I	JK	L	M	N	O
1 112 R	1 1	123	123456789	789	123456789	123456789	123456789	123456789	123456789	123456789	12	123456789	1
1 113 OR	2					11	1 1		1		2		
1 114 R						1	11 11	2 2	2				
1 121 T									1				
1 122 O									1				
1 123 TO	1	2 2 22	22			1 1 1							
1 124 T													
1 131 T						11 1							
1 132 T						1							
1 133 RO		2 21 21	1			1			1 1		2		
1 134 T		2							1				
1 211 O	2	11111 1	2	1		1	1	1 2 2	1 1				
1 212 O		12 22	22			11	1	2 2	1 1				
1 213 T		11				11 11 1		2 2	1 1				
1 221 TO			1 1			11 1	1		1				
1 223 O		11 1	1 1			1 1 11	1	1 1 11	1	1			
1 224 T		1				11 1				1			
1 231 T						1	1 1	1	1 1				
1 232 O							1 1	1 1	1 1				
1 233 T			11 1			1	1	1 1	1 1				
1 234 TO	1					11	1 1	1 2	1				
1 311 T			1										
1 312 T											1		
1 313 R											1		
1 314 O													
1 321 OR								22	1 1				
1 322 O									1				
1 323 O				1 33 3				2 22 2	1	2	1		
1 324 O		1											
1 331 T		2				11 1 11	2 2	11 1 11	1				
1 332 T						11 1121	1	11 1121	1		2		
1 333 T						11 1 1			1				
1 334 O		1 1				11 1			1				
1 411 O						1	1		1				
1 412 O						1 1 1	1		1				
1 413 OT						1	1		1				
1 414 T		12				1 1	1	2 1	1 2	1 1	22	1	
1 421 O						1			1		2	2	

Tabla B.4

DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE MANCHINGA (Brosimum alicatum)

Viga	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
4 111 R	1	1	123	123456789	789	123456789	123456789	123456789	123456789	1	123456789	123456789	123456789	123456789	1
4 112 R							111111111		11.111111						
4 121 O							111		111111111						
4 131 O			11	1.1			222222222		111111111						
4 211 R							121.11.11		11.11.						
4 221 R							111111111		11.1.1.						
4 231 R							1.1111111								
4 311 T			1.221				11111.1		111111111						
4 321 T			1.				11.11.1		111111111						
4 331 T							11.11111		111111111						
4 332 O	2	2					222222222		111111111						
4 411 O							121222		1.1.						
4 421 R							222222222		1.1.111						
4 431 RO							11.22121		111111111						
4 432 O			12.1.2				1111.1.1		11.1111.						
4 511 T	2		1.				1.11111								
4 521 O							1111111								
4 531 R							1111111								
4 532 R							1.1111111		111111111						
4 611 O							222222222		11.1.111						
4 612 O			12.12				111111111		111111111						
4 621 R			1.21.				111111111		111111111						
4 631 R*			222 22.221221				1.11111		11111.						
4 711 T							111111111		111111111						
4 712 O							222222222		111111111						
4 721 T			1.				1111111.1		11.11.11						
4 731 R							111111.1		112122222						
4 811 T			2.2.2				1.11111.11								
4 821 O			12.22.				222222222		221111111						
4 822 O							1.1111111								
4 831 O			1.				1.111.12		2.2.2						
4 911 R							11.11111		21212						
4 912 T			21.21.				121212222		1.11.1						
4 921 R			22				111.1.11		1111						
4 931 T			2.2.2.1112				112112112		22.22.22.1.11111.						

Tabla E. 4
(continuación)

DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE MANCHINGA (Brosimum alicatum)

viga	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
4 523 R	1	123	123456789	789	123456789	123456789	1	123456789	123456789	123456789	123456789	1	123456789	12	123456789
4 533 O			1				1111111		11	11	1				
4 534 R							1111111		1111111						
4 535 R		2.2	2111111	1			111222		1111111						
4 613 O							1.11.1		1111111	2					1
4 614 O			1				111111122		1111111	1					
4 615 T		2.1	1.2				11.1.1		1111111						
4 622 TO		1	1.1				1211111	11	1111111	1					1
4 623 R	2.2		22.21.211				11.1.1.1		111.111.1						
4 632 R			222222122		1.2		1.12								
4 633 O			1.1122				22222221		1.1						
4 634 O			1.2.2.211				222221111		11.111.11						
4 713 T			12.2				1.11.11		111111111						
4 714 O									111111111						
4 722 R			2.2.2				1.12		1.11.11.1						
4 723 T							222121.22								
4 724 OT							222122222								
4 732 OT			21				12112122		1.11						
4 733 R			1.1.11				111111.11		111111111	1					
4 812 T			11.11				11111111		111111111						
4 813 T							1.11.11		11.21.2	1					2
4 823 T							112222222		22						
4 824 O			2.1.1.2.1				111221111		1221.2						
4 825 T			1.1				222222222		11						
4 832 T	2.2	111	2.2.2.2	2			11.11.1								
4 833 R*		1	1.11.2	1			1.1.1.1		1						
4 834 RO	2.2	1	22222211	22											
4 913 R			11				111111111		111111111						
4 914 O							11111.11		1.1						
4 922 T		1					1.1.1111		111111111						
4 923 R			11				221.1.11	12.22.22	2.2	1					
4 924 O							121111.1	22122.22	11111.11						
4 932 O			12				11.1.1	22122.22	11111.11						
4 933 O			212222222	1			111111111	12.11							
4 934 O		2					1.11	1.2.2	1111.11.1						

Tabla B.5
(continuación)

DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE ESTORAQUE (Myroxylon peruliferum)

viga	A.B	C	D	E	F	G	H	I	J.K	L	M	N	O
5 222 TO	1	123	123456789	789	123456789	123456789	1	123456789	123456789	123456789	123456789	123456789	1
5 223 OT													
5 224 TO													
5 232 T	2	1. 2.	2.	1. 1.									
5 233 O	2	22. 2. 2. 21	21	22.									
5 312 O	2	21. 21.	21										
5 331 T	2	2. 2. 11.											
5 412 T													
5 413 T													
5 414 T	2	1.											
5 422 T	1.												
5 423 T													
5 424 T													
5 433 T	1. 1.		12										
5 434 T													
5 513 T													
5 514 T													
5 515 T													
5 522 T	1.												
5 523 O													
5 532 O													
5 533 R	2												
5 534 T													
5 612 R													
5 613 T													
5 614 T	2	22. 2. 12. 21											
5 615 T													
5 623 T	1. 1.												
5 624 T													
5 632 OT	112	11121. 1	22.										
5 722 O													
5 732 T	2. 1	2. 2. 2. 2. 1											
5 733 T	21. 1. 12. 1												

APENDICE C

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LAS VIGAS ENSAYADAS.

Las tablas C.1 a C.8 resumen las propiedades físicas y mecánicas más importantes de cada una de las vigas ensayadas. DB indica densidad básica, DSA in dica la densidad en condición seca al aire. CH indica el contenido de humedad. El código de cada viga indica: especie, número de árbol (1 ó 2 dígitos), nú mero de troza (de abajo hacia arriba) y número de vigas (independientemente para cada troza).

Las columnas siguientes indican la orientación de corte: radial (R), tangencial (T), oblicuo (O), variable entre radial y oblicuo (RO) o entre tangencial y oblicuo (TO) y en algunos casos variable entre radial y tangencial (RT, R*).

La clasificación de las vigas según la Regla de Clasificación Visual del PADT-REFORT (ver apéndice A y B) se indican en la columna siguiente. R co rresponde a vigas rechazadas y A a las aceptadas como de calidad estructural.

Los módulos de elasticidad (MOE), esfuerzos al límite proporcional (ELP) y módulos de rotura (MOR) han sido determinados con hipótesis de homogeneidad e isotropía, es decir con las fórmulas habituales de la teoría de vigas. Pa ra estos cálculos se utilizaron las dimensiones reales de los especímenes. En la determinación de los módulos de elasticidad, a partir de las cargas y deflexiones correspondientes al límite proporcional, no se han considerado deformaciones de corte. Esto significa que los valores de MOE que figuran en las tablas son ligeramente menores que los reales, posiblemente en un 5% a 10%.

Los resultados que se presentan para probetas pequeñas libres de defectos corresponden por lo general a promedios de 2 ensayos. En 37 vigas solo pu do obtenerse una probeta de flexión estática sin defectos. Para 15 de las vigas ensayadas no se pudieron obtener probetas libres de defectos.

Tabla C. 1
RESUMEN DE PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 35 VIGAS
DE MARUPA (Simarouba amara) ENSAYADAS EN CONDICION VERDE

Vigas a escala natural				Probetas pequenas libras de defectos				
Viga		MOE	ELP	MOR	DB	CH(%)	MOE	MUR
3 112	0	96710.	275.	488.	40	39.3	97820	456
3 115	RT	55740.	197.	197.	31	58.7	72280.	415
3 122	T	96410.	331.	486.	42	47.7	89520.	541
3 212	T	62170.	241	241.	34	40.1		
3 312	T	80080.	205.	223.	35	37.8	99350.	445
3 322	R	73830.	232.	277.	33	43.4	76400.	404
3 412	T	67160.	191	191.	41	34.7	76000.	394
3 512	T	62860.	223	322	33	45.6	64630.	384
3 515	T	76630.	241.	291.	31	45.7	64080.	359
3 522	R	87870.	241.	355.	36	56.5	85400.	392
3 612	T	81570.	277.	403.	30	53.9	84130.	420
3 622	T	93190.	259.	367.	37	52.1	97020.	458
3 712	RT	71080.	132.	351.	33	75.6	95520.	393
3 722	RT	37500.	78.	114	33	45.7	66930.	319
3 725	T	99260.	275.	385.	35	61.7	96260.	437
3 812	R	79580.	259.	373.	36	64.6	94100.	407
3 825	T	72240.	277.	277.	32	71.8	71270.	368
3 828	OT	78580.	287.	403.	35	49.2	70480.	393
3 828	TR	69850.	168.	313.	34	63.1		
3 828	T	83200.	258.	389.	34	48.5		
3 912	TR	46000.	138.	138.	34	43.9	64440.	460

Tabla C.1
(continuacion)

RESUMEN DE PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 35 VIGAS DE MARUPA (Simarouba amara) ENSAYADAS EN CONDICION VERDE									
		Vigas a escala natural				Probetas pequenas libras de defectos			
Viga		MOE	ELP	MOR	DB	CH(%)	MUE	MUR	
3 922	T A	68740.	349.	349.	33	53.0	74060.	331.	
3 925	T R	69850.	76.	76	33	63.8	69200.	377.	
3 932	T R	54110.	132.	132	37	52.5	73950.	445.	
31012	TO R	62390.	150.	150.	36	23.7	84250.	527.	
31022	T A	92820.	241.	381.	33	37.2	86000.	427.	
31032	T R	62210.	109.	109.	36	32.3	67900.	367.	
31112	TO A	96280.	260.	400.	38	26.0	89600.	477.	
31122	R R	69480.	96.	140.	34	71.8	69230.	376.	
31125	R R	66990.	149.	149.	37	45.0	79040.	443.	
31212	T R	66820.	259.	259.	37	59.0	77770.	407.	
31222	TO R	98600.	421.	458.	34	52.8	78350.	404.	
31225	OT R	80700.	277.	321.	33	53.1	69040.	436.	
31232	T R	71630.	241.	391.	38	43.0	85630.	447.	
31312	RO R	60450.	230.	230.	37	49.7			
valor medio		74074.	222.	289.	35	49.9	80311.	417.	
desv estandard		15116.	77.	116.	03	12.3	10821.	49.	
coef variacion		.20	.35	.40	08	.25	13	12	

Tabla C. 2

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 73 VIGAS DE MARUFA
(Simarouba amara) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIKE

Vigas a escala natural				Probetas pequenas libras de defectos				
Viga		MOE	ELF	MOR	Usa	CH(%)	MOE	MOR
3 111	O	85500.	331.	403.	40	11.7	96010.	582.
3 113	T	106290.	295.	367.	50	12.9	113360.	729.
3 114	O	76220.	223.	223.	44	12.6	94040.	418.
3 116	RO	69850.	168.	168.	45	12.1		
3 121	T	90180.	385.	548.	44	13.0	102660.	719.
3 123	OR	64930.	168.	168.	40	13.7	80030.	479.
3 211	T	73100.	115.	115.	43	12.6	94560.	610.
3 213	TO	92480.	331.	331.	41	13.6	98570.	634.
3 311	T	89490.	314.	314.	44	12.4	101160.	585.
3 313	TO	85780.	150.	205.	41	14.2	105560.	649.
3 321	O	74450.	310.	349.	38	12.5	90550.	575.
3 323	R	79850.	277.	277.	41	13.1	89900.	572.
3 411	TO	114110.	421.	421.	49	14.4	92330.	533.
3 413	T	76310.	187.	187.	43	11.9	86510.	501.
3 511	R	93430.	331.	385.	41	12.1	97130.	575.
3 513	T	79630.	349.	349.	42	12.8	83330.	582.
3 514	T	83660.	403.	476.	43	11.7	87960.	611.
3 516	TO	98230.	115.	205.	45	12.2	91060.	582.
3 521	O	100610.	323.	439.	42	12.2	99690.	597.
3 523	R	91180.	313.	421.	40	11.8	81030.	468.
3 611	T	87610.	150.	205.	38	12.7	92450.	518.
3 613	T	90960.	385.	476.	40	12.2	87610.	584.
3 621	TO	113780.	295.	439.	43	13.2	108320.	591.
3 623	TO	72500.	132.	226.	44	13.2		
3 711	R	85220.	187.	187.	36	12.4	96490.	530.

Tabla C.2
(continuación)

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 73 VIGAS DE MARUPA
(Simarouba amara) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	Vigas a escala natural				Probetas pequenas livres de defectos			
	MDE	ELF	MOR	Dsa	CH(%)	MDE	MOR	
3 713 T	109880.	313.	494.	44	13.2	105930.	624.	
3 721 OT	67280.	187.	187.	38	13.0	85330.	575.	
3 723 T	77910.	313.	313.	40	12.1	99480.	665.	
3 724 T	107360.	349.	476.	43	13.2	100910.	620.	
3 726 T	112990.	421.	512.	46	12.4	114510.	692.	
3 811 R	95400.	331.	439.	42	12.9	97000.	561.	
3 813 O	101650.	349.	458.	45	12.9	111500.	675.	
3 821 T	82370.	349.	458.	40	12.5	88640.	616.	
3 822 T	91440.	367.	494.	40	12.7	96490.	639.	
3 823 O	84490.	241.	331.	38	11.6	90560.	582.	
3 824 O	94610.	349.	548.	43	12.6	92310.	725.	
3 826 O	78130.	331.	421.	38	12.1	99670.	587.	
3 827 OT	70260.	331.	421.	37	13.0	82710.	483.	
3 829 TO	89780.	403.	403.	45	13.4	95770.	495.	
3 82A O	85720.	207.	331.	44	12.2	95100.	692.	
3 82C TO	92800.	403.	494.	46	12.9	105640.	738.	
3 82D T	75530.	132.	132.	38	12.8	82980.	514.	
3 82F T	64740.	132.	150.	40	12.4	85070.	616.	
3 911 OR	70920.	168.	313.	43	12.5	90600.	611.	
3 913 T	62860.	115.	115.	42	12.7	79650.	590.	
3 921 T	82380.	241.	241.	41	12.2	86620.	511.	
3 923 T	80980.	349.	494.	42	12.2	84760.	661.	
3 924 T	104180.	403.	509.	41	12.9	87190.	668.	
3 926 T	81620.	313.	313.	41	12.6	88000.	654.	
3 931 T	90630.	331.	476.	41	13.3	99320.	668.	

Tabla C.2
(continuación)

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 73 VIGAS DE MARIUPA
(Simarouba amara) ENSAYADAS EN CONDICIÓN SECA AL AIRE

Viga		Vigas a escala natural			Probetas pequeñas			Libres de defectos		
		MOE	ELF	MOR	Dsa	CH(%)	MOE	MOR		
3 933	T	82430.	205.	205.	48	13.2	85920.	610.		
31011	OT	62500.	132.	132.	48	12.6	87760.	600.		
31013	T	79830.	367.	367.	41	13.5	95340.	523.		
31021	T	79190.	150.	150.	42	12.9	93920.	594.		
31023	T	72240.	277.	277.	44	12.6	83630.	593.		
31031	T	76830.	168.	168.	44	12.6	93360.	738.		
31033	T	89010.	367.	367.	41	12.5	93110.	677.		
31111	RD	102250.	403.	530.	46	13.0	104040.	741.		
31113	TD	95200.	403.	512.	44	12.7	105500.	716.		
31121	O	103580.	132.	132.	47	12.5	94080.	430.		
31123	O	91500.	150.	150.	42	12.9				
31124	O	99730.	295.	295.	42	12.8	92420.	529.		
31126	R	95510.	241.	241.	41	12.3	94840.	509.		
31211	T	78140.	168.	168.	47	12.8	89820.	646.		
31213	T	76630.	241.	331.	44	12.1	96910.	643.		
31221	T	92770.	349.	476.	41	12.2	89340.	686.		
31223	T	87460.	367.	457.	43	12.1	92420.	652.		
31224	O	93140.	340.	458.	40	12.1	86300.	665.		
31226	T	101310.	403.	512.	46	12.4	104490.	704.		
31231	T	88530.	259.	259.	41	13.1	96000.	620.		
31233	T	94550.	421.	548.	47	13.3	103690.	774.		
31311	T	96720.	367.	439.	45	12.7	105810.	748.		
31313	OT	87310.	115.	241.	39	12.8	95080.	480.		
valor medio		87091.	280.	340.	42	12.7	94283.	608.		
desv. estándar		12471.	98.	133.	03	5	8093.	81.		
coef. variación		14	35	39	07	04	07	13		

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 62 VIGAS DE CATAHUA
AMARILLA (Hura crepitans) ENSAYADAS EN CONDICION VERDE

Tabla C.3

Viga	Vigas a escala natural				Probetas pequenas libras de defectos			
	MOE	ELF	MOR	DB	CH(%)	MOE	MOR	
2 112 R	85370.	168.	277.	37	90.2	70000.	298.	
2 115 R	95710.	259.	421.	35	99.2			
2 122 O	81910.	329.	421.	36	37.4	81250.	501.	
2 125 R	77200.	214.	363.	42	45.0	100250.	343.	
2 212 T	61300.	210.	306.	31	30.8	65650.	387.	
2 215 RO	66730.	205.	269.	32	36.0	58440.	342.	
2 222 T	57380.	176.	309.	31	49.3	57170.	320.	
2 225 O	62280.	205.	288.	32	53.4	51470.	344.	
2 315 R	97290.	343.	466.	39	34.6	108770.	658.	
2 412 TO	67090.	279.	444.	34	79.7	80580.	519.	
2 415 O	59820.	271.	404.	38	69.9	70670.	490.	
2 422 O	71420.	313.	418.	38	75.2	71590.	472.	
2 425 T	74650.	349.	456.	33	67.3	71020.	509.	
2 511 R	87140.	331.	458.	41	54.7	85270.	495.	
2 512 R	94410.	331.	463.	44	45.0	77190.	501.	
2 513 R	87750.	256.	418.	46	52.5	77210.	454.	
2 514 OR	89010.	367.	483.	46	49.5	82970.	556.	
2 515 T	78810.	331.	472.	46	40.2	80970.	548.	
2 516 T	89930.	394.	494.	46	47.2	79780.	600.	
2 522 R	76220.	223.	367.	38	85.9	57740.	416.	
2 523 R	84930.	205.	331.	42	79.7	62910.	428.	
2 525 R	65950.	205.	331.	41	99.2	88650.	442.	

Tabla C. 3
(continuación)

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 62 VIGAS DE CATAHUA
AMARILLA (Hura crepitans) ENSAYADAS EN CONDICIÓN VERDE

C. 8

		Vigas a escala natural			Probetas pequeñas libres de defectos			
Viga		MOE	ELP	MOR	DB	CH(%)	MOE	MOR
2 611	T	89810.	367.	548.	44	52.0	82040.	633.
2 612	T	81160.	385.	512.	46	51.2	75880.	558.
2 613	T	83090.	349.	494.	46	47.5	70000.	556.
2 614	R	84770.	341.	537.	46	40.7	68370.	558.
2 615	R	83820.	367.	476.	44	57.5	79420.	587.
2 616	R	86090.	349.	512.	44	47.8	87430.	617.
2 617	R	95550.	349.	458.	48	52.5	83940.	584.
2 618	R	82420.	361.	444.	44	46.8	91670.	645.
2 619	R	91270.	403.	501.	47	48.2	83410.	559.
2 621	0	79350.	394.	523.	46	52.8	71700.	576.
2 622	0	87460.	367.	523.	46	44.0	81480.	600.
2 623	OR	93680.	349.	551.	45	38.2	83390.	654.
2 711	R	77130.	132.	205.	45	49.6	66290.	325.
2 712	OR	32390.	78.	78.	44	47.9	64910.	434.
2 713	R	64960.	119.	212.	39	48.6	62550.	357.
2 718	0	76400.	268.	542.	47	50.0	91100.	419.
2 722	OR	77670.	295.	380.	38	46.2	71580.	472.
2 725	RO	74290.	331.	476.	34	38.3	68580.	437.
2 812	0	28880.	78.	78.	46	41.9	67970.	447.
2 815	T	60550.	150.	358.	30	44.1	55430.	370.
2 818	0	84490.	241.	374.	44	42.5	75160.	396.
2 822	OR	72270.	259.	389.	34	49.2	67390.	419.

T-11a C. 3
(continuacion)

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 62 VIGAS DE CATAHUA
AMARILLA (Hura crepitans) ENSAYADAS EN CONDICION VERDE

Vigas a escala natural				Probetas pequenas libras de defectos			
Viga	MOE	ELP	MOR	DB	CH(%)	MOE	MUR
2 912 O R	60930.	205.	349.	42	25.8	82140.	479.
2 915 OR R	55780.	277.	277.	40	48.4		
2 922 R R	102940.	150.	349.	31	71.7	71900.	398.
2 925 O R	56830.	245.	289.	38	50.4	77500.	424.
2 928 R A	64610.	241.	351.	34	64.8	62380.	406.
21012 O R	79020.	277.	367.	36	25.0	75520.	455.
21015 TO A	92510.	277.	425.	38	26.2	88230.	466.
21022 O R	68630.	150.	277.	43	44.1	72870.	354.
21025 OR R	68630.	150.	295.	44	38.7	60680.	379.
21112 TO R	79580.	259.	367.	39	30.1	76130.	496.
21115 RO R	71250.	325.	424.	46	29.1	79360.	498.
21122 RO R	28220.	165.	165.	39	36.0	75100.	472.
21211 R R	85220.	187.	187.	45	25.2	91610.	629.
21212 R A	74890.	241.	349.	41	18.3	79330.	562.
21213 R R	71900.	268.	400.	42	22.1	87730.	594.
21215 O R	66550.	270.	270.	40	29.1	78980.	507.
21222 O A	83490.	195.	414.	39	30.9	83680.	525.
21225 OR R	58820.	150.	215.	43	27.2	84700.	586.
valor medio	75316.	263.	381.	40	48.3	75951.	488.
desv estandard	15469.	85.	112.	05	18.2	11062.	93.
coef variacion	21	32	29	12	38	15	19

Tabla C. 4

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 72 VIGAS DE CATAPU
AMARILLA (Hura crepitans) ENSAYADAS EN CONDICION SELA

Vigas a escala natural Probetas pequenas libres de defectos

Viga	MOE	ELP	MOR	Dsa	CH(%)	MOE	MOR
2 111	R	168.	259.	44	11.9	96640.	576.
2 113	R	187.	349.	45	12.2	98970.	562.
2 114	O	187.	367.	46	11.7	95480.	584.
2 116	TO	241.	403.	55	11.2	99630.	764.
2 121	OT	367.	512.	47	12.1	92690.	738.
2 123	O	349.	494.	43	11.4	81240.	684.
2 124	R	314.	349.	50	12.2	103390.	857.
2 126	R	218.	403.	50	12.0	100490.	741.
2 211	T	199.	331.	39	12.6	69360.	536.
2 213	O	239.	349.	38	12.3	93330.	558.
2 214	OR	241.	241.	43	11.9	80390.	540.
2 216	OR	241.	295.	40	12.1	69460.	491.
2 221	T	259.	349.	35	11.9	75390.	668.
2 223	O	295.	421.	43	11.9	925.	925.
2 224	O	226.	331.	31	12.2	109930.	649.
2 311	R	403.	530.	61	11.5	99710.	567.
2 313	R	458.	692.	56	12.2	93130.	565.
2 314	T	223.	349.	46	12.1	81670.	532.
2 321	OT	205.	385.	46	12.4	103770.	558.
2 323	T	277.	403.	34	11.8	96890.	747.
2 324	O	241.	385.	45	11.9	85950.	716.
2 326	O	331.	458.	47	11.4	84070.	704.
2 411	TO	386.	548.	48	12.3	76690.	
2 413	O	367.	548.	44	12.1		
2 414	R	349.	548.	45	12.1		

Tabla C. 4
(continuacion)

Viga	Vigas a escala natural			Probetas pequenas libras de defectos		
	MOE	ELP	MOR	Dsa	CH(%)	MUE MOR
2 924 OR R	80450.	329.	476.	45	11.4	90600. 732.
2 926 R R	61220.	313.	421.	43	13.3	77150. 671.
2 927 R A	59120.	302.	403.	41	11.5	89330. 683.
21011 OR R	75840.	349.	458.	41	12.1	74960. 576.
21013 O R	78580.	379.	476.	44	11.4	85340. 674.
21014 T R	80080.	409.	512.	47	11.8	95200. 765.
21016 T R	86770.	406.	512.	49	11.9	108650. 844.
21021 O R	89300.	287.	439.	55	11.1	94110. 675.
21023 R R	87310.	287.	458.	55	11.4	121090. 838.
21024 O R	113510.	249.	349.	56	11.1	116550. 852.
21111 OT R	84570.	432.	530.	58	11.5	86540. 651.
21113 TR R	74290.	331.	385.	45	11.2	
21114 OT R	76270.	379.	494.	42	11.9	99670. 743.
21116 O A	76830.	337.	476.	44	11.3	97760. 736.
21121 RT R	102940.	150.	349.	51	11.2	84250. 359.
21123 R R	82210.	78.	114.	47	11.6	90990. 660.
21214 O R	67280.	187.	223.	42	11.9	76940. 623.
21216 TO R	88770.	295.	439.	57	11.7	88940. 686.
21221 O A	112200.	293.	439.	50	12.0	80330. 669.
21223 R R	74220.	260.	403.	50	11.9	106250. 808.
21224 R R	68360.	205.	205.	50	12.9	87150. 716.
21226 O R	65270.	114.	114.	47	11.9	101940. 835.
valor medio	79743.	282.	410.	46	11.9	91987. 698.
desv estandard	14498.	87.	113.	06	5	15192. 113.
coef variacion	18	30	29	14	04	17 16

Tabla C. 4
(continuación)

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 72 VIGAS DE CATAHUA
AMARILLA (Mura crepitans) ENSAYADAS EN CONDICIÓN SECA

Vigas a escala natural				Probetas pequeñas libres de defectos				
Viga		MOE	ELP	MOR	Dsa	CH(%)	MUE	MUR
2 416	OT	87440.	259.	295.	40	12.0	85290	521
2 421	O	77460.	331.	512.	47	11.8	96120.	756
2 423	O	74250.	439.	584.	50	12.1	97100.	869
2 424	T	67340.	403.	439.	50	11.6	88090.	812
2 426	T	84560.	349.	548.	47	12.0	86280.	725
2 524	R	78270.	286.	421.	47	11.6	77150.	774
2 717	T	94370.	476.	512.	60	11.9	138780.	953
2 721	TO	61660.	313.	439.	45	11.8	81300	693
2 723	O	67880.	295.	421.	40	12.0	77320	637
2 724	R	72780.	295.	349.	42	11.7	73220.	643
2 726	R	79830.	367.	439.	42	12.1	76330.	619
2 811	R	45320.	132.	132.	55	11.7	108890.	364
2 813	O	89430.	232.	295.	57	11.9	109390.	808
2 814	T	68030.	333.	421.	38	11.7	73500.	631
2 816	O	57080.	279.	385.	35	12.4	67020.	582
2 817	R	105140.	223.	530.	54	12.3	119540.	812
2 819	OT	113050.	314.	584.	52	12.0	117300.	797
2 821	OR	74800.	295.	458.	38	11.9	76560.	686
2 823	R	75180.	313.	403.	41	11.2	71970.	617
2 911	O	68540.	60.	60.	44	12.5	119280.	951
2 913	T	98600.	403.	566.	50	12.4	107550.	860
2 914	OR	62430.	333.	421.	37	12.0	62930.	578
2 916	RT	82950.	218.	403.	54	11.4	110700.	817
2 921	O	73340.	214.	349.	51	14.7	103730.	825
2 923	R	85230.	277.	548.	47	12.0	87720.	646

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 56 VIGAS DE TORNILLO
(Cedrelina catenaeformis) ENSAYADAS EN CONDICION VERDE

Tabla C. 5

Viga	Vigas a escala natural				Probetas pequenas libres de defectos			
	MOE	ELP	MDR	DB	CH(%)	MOE	MDR	
1 112 R	99920.	394.	451.	58	92.0	107520.	715.	
1 113 OR	90800.	298.	433.	53	82.2	109020.	667.	
1 114 R	98890.	379.	473.	49	76.5	108940.	640.	
1 121 T	97120.	316.	502.	48	67.7	100480.	626.	
1 122 O	97650.	367.	487.	50	58.8	97120.	661.	
1 123 TO	83820.	349.	349.	50	67.0	100830.	633.	
1 124 T	95140.	302.	386.	49	67.1	98000.	570.	
1 131 T	97870.	325.	464.	52	60.6	102210.	655.	
1 132 T	100030.	307.	475.	53	69.1	112690.	602.	
1 133 RO	86290.	321.	416.	50	61.8	103440.	607.	
1 134 T	81720.	298.	433.	47	66.0	106210.	610.	
1 211 O	98390.	295.	464.	51	59.5	111400.	613.	
1 212 O	82320.	295.	410.	50	67.1	95940.	579.	
1 213 T	99410.	298.	485.	51	74.4	106120.	587.	
1 221 TO	98950.	325.	325.	54	79.8	110470.	600.	
1 223 O	73900.	302.	343.	50	62.3	104510.	599.	
1 224 T	64630.	253.	325.	49	54.0	112420.	571.	
1 231 T	103430.	295.	379.	48	53.1	113360.	594.	
1 232 O	91810.	325.	416.	45	58.0	91390.	523.	
1 233 T	76870.	258.	361.	45	49.4	123150.	640.	

Tabla C.5
(continuación)

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 56 VIGAS DE TORNILLO
(Cedrelina catenaeformis) ENSAYADAS EN CONDICIÓN VERDE

Vigas a escala natural				Probetas pequeñas libras de defectos				
Viga		MOE	ELF	MOR	DB	CH(%)	MOE	MOR
1 234	TO	89490.	314.	416.	43	64.2	112230.	636
1 311	T	86220.	302.	397.	49	66.7	133250.	674
1 312	T	93480.	348.	491.	47	63.6	142060.	707
1 313	R	94850.	329.	451.	52	70.2	98000.	690
1 314	O	97630.	314.	424.	50	70.7	96740.	724
1 321	OR	89370.	271.	289.	50	77.2	112370.	679
1 322	O	97790.	321.	430.	55	67.7	106860.	685
1 323	O	98910.	361.	469.	46	66.1	114640.	750
1 324	O	101430.	348.	379.	50	66.3	111300.	642
1 331	T	88690.	369.	469.	47	102.1	135010.	626
1 332	T	64030.	126.	126.	49	73.6	90160.	556
1 333	T	79960.	333.	416.	49	92.7	96180.	652
1 334	O	81020.	343.	433.	51	81.2	99410.	649
1 411	O	107890.	331.	458.	50	72.3	117920.	617
1 412	O	106170.	349.	512.	50	92.0	104080.	658
1 413	OT	94150.	241.	331.	51	74.1	120040.	648
1 414	T	104910.	295.	385.	52	79.3	109580.	591
1 421	O	94410.	331.	439.	50	75.0	102580.	646
1 422	O	101360.	341.	439.	49	90.0	99370.	614
1 423	OR	97450.	331.	458.	49	82.3	93650.	671

Tabla C. 5
(continuacion)

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 56 VIGAS DE TORNILLO (Cedrelinga catenaeformis) ENSAYADAS EN CONDICION VERDE									
Tabla C.5 (continuacion)		Vigas a escala natural				Probetas pequenas libras de defectos			
		MCE	ELF	MOR	DB	CH(%)	MUE	MUR	
Viga									
1 424	O R	91340.	260.	367.	47	58.4	96660.	605.	
1 431	T A	88960.	344.	476.	50	74.2	93950.	578.	
1 432	O A	90150.	349.	484.	51	80.1	94370.	666.	
1 433	T A	88810.	341.	448.	48	83.3	93610.	642.	
1 434	O A	90220.	356.	472.	50	72.8	92130.	681.	
1 511	T R	95550.	349.	494.	50	69.1	98520.	626.	
1 512	T R	101650.	349.	476.	51	53.2	98400.	591.	
1 513	T R	101720.	383.	526.	51	68.6	99500.	639.	
1 514	T A	106170.	349.	512.	52	68.6	106370.	759.	
1 521	O A	94410.	331.	457.	49	73.9	99010.	636.	
1 522	OR A	97630.	314.	448.	49	44.0	89080.	567.	
1 523	OT R	94180.	306.	403.	51	26.0	92410.	582.	
1 524	O R	96370.	285.	403.	50	37.7	91820.	690.	
1 531	T R	89760.	295.	400.	52	71.0	93660.	611.	
1 533	O R	101650.	349.	503.	52	50.7	88890.	408.	
1 534	O R	91180.	313.	367.	50	76.4	102360.	561.	
valor medio		92999.	319.	426.	50	69.0	104311.	630.	
desv estandard		9298.	42.	68.	03	13.6	11364.	57.	
coef variacion		.10	.13	.16	05	.20	.11	09	

Tabla C. 6
 PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 55 VIGAS DE TORNILLO
 (Cedrelina catenaeformis) ENSAYADAS EN CONDICION SECA

Vigas a escala natural				Probetas pequenas livres de defectos				
Viga		MOE	ELF	MOR	Dsa	CH(%)	MOE	MOR
1 611	OT R	95240.	343.	468.	51	16.0	101880.	796.
1 612	TR R	86470.	418.	624.	57	15.6	118140.	974.
1 613	O R	92690.	183.	218.	56	16.2	97490.	838.
1 614	T R	123970.	415.	502.	54	16.1	85670.	777.
1 615	T R	110060.	232.	301.	49	15.9	84840.	631.
1 616	T R	104230.	476.	599.	56	15.5	117270.	947.
1 617	O R	74890.	287.	411.	44	15.9	73910.	594.
1 618	T R	101990.	379.	610.	56	16.7	81310.	612.
1 711	T R	110500.	477.	664.	62	16.7	114220.	918.
1 712	T R	132260.	529.	692.	63	16.6	120130.	821.
1 713	TD R	135370.	519.	690.	59	16.1	125810.	879.
1 714	O A	125820.	537.	626.	58	15.3	116420.	782.
1 715	T R	105700.	516.	651.	71	15.1	105800.	904.
1 716	T A	134640.	584.	741.	57	15.4	126050.	969.
1 717	T A	120860.	540.	611.	55	15.8	108660.	742.
1 718	R R	108280.	472.	616.	47	17.6	98570.	700.
1 811	T R	111790.	435.	470.	68	16.1	124840.	939.
1 812	T R	113520.	373.	581.	58	16.6	88440.	716.
1 813	T R	104550.	396.	434.	56	15.5	96980.	768.
1 814	T R	110080.	470.	683.	74	15.9	115140.	979.

Tabla C. 6
(continuación)
PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 55 VIGAS DE TORNILLO
(Cedrelina catenaeformis) ENSAYADAS EN CONDICION SEDA

Viga	Vigas a escala natural				Probetas pequenas libras de defectos			
	MOE	ELP	MOR	Dsa	CH(%)	MJE	MJR	
1 815 O R	130060.	275.	475.	54	15.8	114240.	800.	
1 816 O R	115770.	458	612.	51	15.7	112520.	737.	
1 817 O A	110240.	476.	688.	65	17.2	117210.	854.	
1 818 T A	105800.	445.	549.	46	15.5	92370.	693.	
1 911 T R	78250.	318.	355.	61	17.2			
1 912 OT R	79070.	360.	360.	61	16.2	79630.	711.	
1 913 T R	107420.	536.	607.	76	16.6	131190.	1137.	
1 914 TD R	110720.	285.	424.	69	15.5	116390.	1032.	
1 915 O R	98720.	399.	538.	67	16.9	82190.	561.	
1 916 T A	96250.	396.	534.	56	16.4	94240.	800.	
1 917 TD A	107410.	468.	597.	56	15.7	105190.	867.	
1 918 O A	108520.	464	672.	53	16.6	110030.	832.	
11011 T R	129580.	171.	216.	55	15.4	134080.	631.	
11012 R A	141770.	435.	757.	71	15.1	128770.	940.	
11013 T A	96430.	379.	531.	45	14.8	114150.	754.	
11014 O R	111150.	370.	534.	49	14.8	121530.	700.	
11015 T A	138790.	510.	679.	62	15.8	151570.	904.	
11016 T R	100550.	432.	467.	50	15.7	122840.	814.	
11017 T R	131810.	530.	643.	72	15.7	144110.	907.	
11018 T R	115500.	542.	626.	63	15.9	133470.	1024.	

Tabla C. 6
(continuación)

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 55 VIGAS DE TORNILLO
(Cedrelina catenaeformis) ENSAYADAS EN CONDICION SECA

Vigas a escala natural				Probetas pequenas livres de defectos				
Viga	MOE	ELF	MOR	Dsa	CH(%)	MOE	MOR	
11111	T A	107060.	434.	566.	53	15.5	124960.	849.
11112	T A	124430.	502.	573.	54	16.0	127370.	847.
11113	O R	115830.	437.	530.	56	16.1	123250.	805.
11114	T R	120590.	452.	452.	63	16.0	134490.	965.
11116	T A	100990.	364.	485.	45	15.1	98630.	655.
11117	T R	110410.	178.	178.	51	15.2	130910.	832.
11118	T R	97170.	393.	465.	45	14.9	111900.	693.
11211	T R	99540.	373.	571.	58	15.9	114350.	908.
11212	T A	114570.	494.	687.	67	14.9	140890.	1119.
11213	T R	102590.	181.	181.	53	15.2	101700.	722.
11214	O A	84210.	341.	430.	53	11.7	80610.	661.
11215	T R	132890.	476.	476.	67	15.4	126720.	997.
11216	T R	125300.	502.	608.	57	15.0	141330.	936.
11217	T R	84890.	359.	359.	63	15.3	85050.	722.
11218	O R	99400.	394.	394.	53	15.5	98160.	674.
valor medio		109756.	413.	528.	58	15.8	111993.	822.
desv estandard		15804.	101.	141.	08	8	18689.	133.
coef variacion		14	24	27	14	05	17	16

Tabla C 7
PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 106 VIGAS DE MANCHINGA
(Erosium oleum) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	Vigas a escala natural				Probetas pequenas libres de defectos			
	MOE	ELP	MOR	Dsa	CH(%)	MOE	MOR	
4 111	146350	673	819	85	17.5	132430	972	
4 112	147290	656	764	85	17.5	134530	1113	
4 121	163150	584	729	85	19.1	158480	1139	
4 131	140080	512	710	90	18.7	145570	1035	
4 211	125290	439	584	79	18.9	130360	1157	
4 212	131610	548	584	80	19.3	132750	910	
4 221	144420	512	800	79	19.4	131960	882	
4 231	162190	729	909	88	18.6	161370	1136	
4 311	144710	476	764	94	23.2	121920	1026	
4 321	151440	476	837	92	17.9	106490	972	
4 331	116860	444	511	82	18.0	130630	986	
4 332	137520	402	764	96	18.6	113740	1039	
4 411	116960	367	367	79	19.4	115100	992	
4 421	162790	476	764	85	19.0	146710	975	
4 431	122790	511	620	75	18.1	107500	700	
4 432	126040	313	512	79	18.9	140050	947	
4 511	146330	476	837	87	18.0	136280	1021	
4 521	153740	584	764	82	18.9	122370	1108	
4 531	125030	548	692	83	18.2	115610	1093	
4 532	158470	602	800	90	18.7	150770	1215	
4 611	127630	513	729	86	18.6	130100	1117	
4 612	138730	547	620	75	17.9	131410	1097	
4 621	131090	421	656	79	18.7	116230	1001	
4 631	105380	331	367	83	19.0	144660	991	
4 711	146930	692	909	84	20.2	141650	1087	
4 712	172780	656	837	92	18.9	129030	1209	
4 721	162890	512	782	87	19.3	149680	1043	
4 731	143070	681	773	92	19.2	155240	1119	

Tabla C. 7
(continuación)

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 106 VIGAS DE MANCHINGO
(Brosimum azeanum) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Vigas a escala natural				Probetas pequeñas libres de defectos				
Viga		MOE	ELP	MOR	Dsa	CH(%)	MUE	MUR
4 811	T	121540.	222.	259.	77	18.9	111480.	779
4 821	O	126960.	525.	650.	79	18.6	100460.	846
4 822	O	117480.	403.	403.	81	17.4	138660.	919
4 831	O	141610.	331.	548.	80	17.6	128760.	1108
4 911	R	125870.	331.	476.	79	18.6	123030.	925
4 912	T	120300.	474.	620.	82	19.1	123970.	916
4 921	R	113510.	348.	439.	88	24.0	123690.	838
4 931	T	85040.	186.	259.	72	18.4	101330.	725
4 113	O	138780.	675.	867.	75	16.0	113780.	940
4 114	R	148850.	538.	736.	82	16.4	129660.	1052
4 122	O	132900.	388.	580.	76	16.7	102800.	774
4 123	O	125910.	424.	521.	74	16.6	118280.	826
4 124	T	125350.	517.	613.	75	17.1	102400.	794
4 132	T	150430.	692.	909.	86	16.2	155660.	1184
4 133	O	161640.	617.	907.	81	17.2	137710.	1075
4 134	RO	130970.	698.	793.	86	16.7	140370.	979
4 213	R	122140.	519.	519.	80	20.8	132150.	818
4 214	OR	127320.	515.	579.	77	16.5	124800.	971
4 222	R	152560.	631.	815.	80	17.0	137750.	1010
4 223	O	145020.	641.	767.	77	16.7	122150.	1018
4 224	RO	145650.	622.	816.	80	17.0	130290.	907
4 232	R	127290.	549.	645.	85	23.0	146930.	1043
4 233	T	124050.	585.	746.	79	11.9	101540.	873
4 234	R	129520.	553.	650.	75	16.2	123950.	870
4 312	T	143650.	569.	681.	77	16.4	116390.	916
4 313	R	142200.	425.	490.	88	17.1	126240.	963
4 314	R	131360.	395.	592.	87	15.9	130380.	947
4 322	T	136710.	486.	646.	82	16.8	135840.	1024

Tabla C.7
(continuación)

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 100 VIGAS DE MANCHINGA
(Brosimum ulanum) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	Vigas a escala natural				Probetas pequenas libras de defectos			
	MDE	ELP	MOR	Dsa	CH(%)	MDE	MUR	
4 324 T	139820.	585.	682.	86	15.4	133180.	1026.	
4 333 O	145560.	523.	750.	87	14.9	138650.	1009.	
4 334 A	145820.	476.	596.	80	14.2	130190.	970.	
4 412 TO	110070.	386.	516.	80	16.0	120070.	1024.	
4 413 T	114440.	480.	480.	78	16.0	113690.	924.	
4 414 T	118040.	411.	495.	75	15.8	111530.	898.	
4 422 CR	141710.	551.	585.	85	16.2	137790.	1183.	
4 423 R	164830.	617.	777.	92	15.9	159740.	1259.	
4 424 R	141740.	720.	818.	87	15.5	152470.	1233.	
4 433 R	113300.	510.	510.	77	16.5	117880.	925.	
4 434 R	111300.	296.	296.	72	15.1	117320.	844.	
4 512 R	130300.	546.	833.	81	14.3	123760.	1091.	
4 513 R	140070.	553.	747.	88	15.2	146600.	1262.	
4 514 R	115100.	553.	683.	86	14.4	140120.	1176.	
4 522 R	148330.	679.	839.	85	15.2	145260.	1108.	
4 523 R	143430.	600.	934.	82	15.0	128520.	1100.	
4 533 O	142670.	680.	840.	83	15.9	132550.	1062.	
4 534 R	115690.	546.	676.	82	14.7	116160.	1030.	
4 535 R	115830.	546.	769.	81	15.4	108520.	979.	
4 613 O	150430.	426.	579.	80	14.7	135420.	982.	
4 614 O	119320.	553.	683.	77	15.9	119500.	1082.	
4 615 T	143570.	359.	681.	88	15.7	143900.	1036.	
4 622 TO	121270.	489.	585.	75	15.2	151510.	1056.	
4 623 R	123470.	553.	682.	89	14.5	126980.	1137.	
4 632 R	121340.	343.	382.	82	14.5	130990.	922.	
4 633 O	116600.	482.	545.	81	15.7	124130.	1009.	
4 634 O	108240.	489.	521.	80	15.2	125260.	1119.	

Tabla C. 7
(continuación)

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE 106 VIGAS DE MANCHINGA
(Erosimum ulleanum) ENSAYADAS EN CONDICIÓN SECA AL AIRE

Vigas a escala natural				Probetas pequeñas libres de defectos				
Viga		MOE	ELP	MOR	Dsa	CH(%)	MOE	MOR
4 713	T	160880.	691.	887.	85	15.7	164190.	1018.
4 714	O	133820.	599.	698.	82	15.7	131100.	1113.
4 722	R	136450.	482.	641.	79	15.6	113620.	893.
4 723	T	151190.	553.	682.	79	16.6	143920.	1209.
4 724	OT	161240.	650.	714.	83	16.7	158350.	1216.
4 732	OT	178510.	553.	875.	88	15.7	164210.	1274.
4 733	R	117970.	545.	736.	88	15.7	121740.	1094.
4 812	T	152660.	724.	789.	82	15.9	143130.	1120.
4 813	T	121150.	259.	259.	75	16.3	131920.	975.
4 823	T	139360.	556.	556.	81	15.1	137010.	1142.
4 824	O	144110.	482.	545.	77	15.8	129570.	1135.
4 825	T	145100.	545.	545.	83	16.3	143390.	1149.
4 832	T	141560.	482.	812.	83	15.7	140860.	1134.
4 833	R*	138710.	310.	585.	83	15.0	146660.	1085.
4 834	RO	129420.	418.	513.	81	15.8	127130.	1105.
4 913	R	124100.	471.	750.	81	15.5	129540.	1068.
4 914	O	122280.	456.	521.	78	15.1	134900.	966.
4 922	T	125390.	513.	736.	78	16.3	121240.	1017.
4 923	R	142560.	450.	450.	74	13.9	146030.	797.
4 924	O	122880.	577.	672.	78	14.7	137870.	1059.
4 932	O	110350.	317.	381.	68	14.2	121580.	890.
4 933	O	122430.	521.	617.	79	14.8	145780.	1094.
4 934	O	116190.	323.	418.	75	14.4	135320.	893.
valor medio		134781.	510.	653.	82	16.9	131262.	1019.
desv estándar		16437.	116.	158.	05	2.0	14691.	122.
coef variación		12	23	24	06	12	11	12

Tabla C.8
PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 67 VIGAS DE ESTORAQUE
(Myroxylon peruvianum) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	Vigas a escala natural			Probetas pequenas libras de defectos			
	MUE	ELP	MOR	Dsa	CH(%)	MUE	MOR
5 111	193480.	728.	728.	94	15.6	177010.	1682.
5 121	175530.	738.	738.	97	15.8	163930.	1532.
5 122	130970.	96.	150.	94	17.0	190530.	1654.
5 131	183560.	945.	945.	91	15.7	184080.	1639.
5 211	208940.	1053.	1378.	94	15.8	183730.	1753.
5 212	191810.	981.	1197.	91	15.5	169850.	1715.
5 221	194520.	945.	1283.	89	15.6	167030.	1608.
5 231	188220.	908.	1208.	92	15.3	145090.	1424.
5 311	167330.	334.	410.	95	15.7	147160.	1442.
5 321	160340.	585.	805.	93	15.3	132200.	1239.
5 322	202390.	884.	1287.	95	15.3	177110.	1728.
5 411	205090.	949.	1244.	94	15.9	186970.	1513.
5 421	208400.	1025.	1203.	93	15.4	189880.	1603.
5 431	147490.	244.	312.	87	16.2	159600.	1494.
5 432	152400.	630.	826.	92	16.7	165240.	1546.
5 511	215100.	838.	838.	94	17.2	198270.	1750.
5 512	211640.	917.	1136.	94	17.2	199530.	1643.
5 521	205290.	1057.	1311.	94	16.6	190350.	1616.
5 531	190080.	863.	863.	92	18.1	173650.	1597.
5 611	213340.	967.	1040.	94	18.6	177880.	1606.
5 621	176020.	682.	682.	85	17.0	154460.	1384.
5 622	184240.	833.	988.	86	16.9	167960.	1477.
5 631	192480.	883.	956.	82	17.5	167210.	1311.
5 711	81270.	355.	755.	91	17.7	166050.	1507.

Tabla C. 8
(continuación)

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 67 VIGAS DE ESTORAQUE
(Myroxylon peruvianum) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Vigas a escala natural				Probetas pequenas livres de defectos			
Viga	MUE	ELF	MUR	Usa	CH(%)	MUE	MUR
5 712 T	158410.	772.	885.	93	17.9	139890.	1398
5 721 R	211530.	924.	1039.	96	18.0	187900.	1523
5 731 R	172330.	889.	1036.	87	18.0	140680.	1289
5 112 TU	191590.	1027.	1217.	98	15.2	157490.	1600
5 113 R	204480.	523.	560.	98	14.9	197660.	1619
5 123 T	196510.	843.	843.	93	14.1	208830.	1693
5 124 T	181290.	627.	988.	89	14.2	157370.	1555
5 132 O	152340.	400.	507.	93	14.9	178260.	1678
5 213 T	190220.	1038.	1252.	92	13.9	173250.	1748
5 214 T	163910.	1024.	1024.	93	13.9	184270.	1757
5 222 TU	193750.	1005.	1005.	89	14.1	170350.	1661
5 223 OT	207970.	960.	1101.	92	14.6	184060.	1684
5 224 TU	207520.	1050.	1194.	95	14.6	180830.	1683
5 232 T	168110.	477.	676.	91	13.6	177980.	1699
5 233 O	178230.	981.	1055.	94	13.7	186310.	1704
5 312 O	146510.	538.	574.	92	13.4	158670.	1692
5 331 T	171090.	865.	937.	88	12.9	157640.	1436
5 412 T	200750.	1048.	1116.	94	13.5	201300.	1713
5 413 T	214520.	1032.	1138.	94	13.5	190310.	1695
5 414 T	211540.	796.	796.	95	13.9	201180.	1850
5 422 T	197150.	1044.	1151.	93	13.2	168740.	1658
5 423 T	207510.	1057.	1092.	95	13.6	187090.	1713
5 424 T	188280.	1011.	1238.				
5 433 T	169150.	528.	528.	92	12.9	194700.	1736

Tabla C. 8
(continuación)

		PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE 67 VIGAS DE ESTORAQUE (Myroxylon peruvianum) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE					
		Vigas a escala natural			Probetas pequenas libres de defectos		
Viga		MOE	ELF	MUR	Dsa	CH(%)	MOR
5 434	T	192180.	960.	1131.	93	13.2	1693.
5 513	T	213890.	792.	792.	95	13.7	1841.
5 514	T	212060.	961.	961.	89	13.6	1573.
5 515	T	219120.	1005.	1326.	93	13.9	1759.
5 522	T	214400.	1049.	1049.	95	14.0	1719.
5 523	O	227250.	1020.	1274.	93	14.2	1856.
5 532	O	206360.	996.	1103.	97	14.8	1838.
5 533	R	156620.	448.	484.	92	13.6	1430.
5 534	T	209470.	936.	936.	91	13.6	1367.
5 612	R	215180.	1040.	1218.	86	13.7	1617.
5 613	T	191140.	977.	1157.	85	13.2	1611.
5 614	T	162620.	573.	573.	82	13.5	1337.
5 615	T	186490.	949.	1131.	80	13.4	1510.
5 623	T	181800.	894.	894.	84	14.0	1489.
5 624	T	196750.	941.	1049.	83	13.9	1530.
5 632	OT	161710.	544.	544.	81	13.7	1433.
5 722	O	175950.	656.	728.	89	14.3	1559.
5 732	T	157260.	707.	883.	88	13.5	1529.
5 733	T	176140.	695.	803.	88	13.9	1498.
valor medio		186884.	822.	944.	91	13.0	1598.
desv standard		25181.	229.	270.	04	1.6	142.
coef variacion		13	28	29	05	10	09

APENDICE D

FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS.

Esta información se presenta en las tablas D.1 a D.9, separadamente para cada especie y cada condición (verde o seca al aire), en orden creciente de módulo de rotura.

El código de cada viga indica la especie, árbol y troza de los que procede (ver apéndice B). La columna C se refiere a la clasificación visual según la Regla de Clasificación para Madera Estructural del PADT-REFORT: R indica una viga rechazada, A corresponde a una viga aceptada como de ca lidad estructural.

La columna F indica el modo de falla:

- C corresponde a una falla iniciada en el canto en compresión, por lo general en la zona central más esforzada
- T indica una falla iniciada en el canto en tracción
- P denota pandeo lateral-torsional.
- S indica una falla de corte, poco frecuente en las vigas ensayadas

Se listan a continuación los defectos directamente relacionados con la forma de falla. No figura esta información para las vigas en que la rela ción entre falla y defectos observados antes de los ensayos no fue eviden te. En las vigas que fallaron por pandeo habiendo tenido arqueadura antes del ensayo se ha listado este defecto como posible causa de la falla. La columna "m" indica la gravedad del defecto o los defectos causante de la fa lla, teniendo como referencia la Regla de Clasificación Visual del PADT-RE- FORT: 1 indica un defecto aceptable, 2 corresponde a un defecto mayor que lo permitido.

Las dos columnas finales dan el módulo de rotura (MOR), en kg/cm^2 , y el Factor de Calidad (FC), es decir la relación entre el MOR de la viga y el

MOR promedio de las correspondientes probetas pequeñas libres de defectos.

Puede observarse que por lo general la falla de las vigas ensayadas en condición verde se originó en el canto en compresión, a diferencia de las vigas secas, cuya falla fue por lo general de tracción. Hay excepciones notorias, pero es interesante anotar que en tales casos la forma de falla estuvo casi siempre asociada con un defecto importante.

La relación entre forma de falla y defectos observados antes del ensayo fue más evidente en las vigas de menor resistencia de cada grupo, lo que indica la influencia de los defectos en el MOR. También puede observarse que, con pocas excepciones, las vigas menos resistentes fueron vigas rechazadas por la Regla de Clasificación Visual.

Tabla D. 1

FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE MAKUPA (Simarouba amara) ENSAYADAS EN CONDICION VERDE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	MUR	FC
3 925	R	T	Perforaciones pequeñas y ataque de hongos xilofagos, zona 8.	2	76.	20
31032	R	T	Medula. Hongos xilofagos, zona 8.	2	109.	30
3 722	R	T	Medula. Hongos xilofagos, zona 8.	2	114.	36
3 932	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	132.	30
3 912	R	T	Medula. Ataque de hongos xilofagos, zonas 8 y 5.	2	138.	37
31122	R	T	Perforaciones pequeñas, zonas 8 y 9.	2	140.	37
31120	R	T	Perforaciones pequeñas, zonas 8 y 9.	2	149.	37
31012	R	T	Duramen quebradizo.	2	150.	29
3 412	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 7.	2	191.	49
3 115	R	T	Perforaciones pequeñas y ataque de hongos xilofagos, zona 7.	2	197.	48
3 312	R	T	Grano inclinado y perforaciones pequeñas, zona 8.	1	223.	50
31312	R	T	Hongos xilofagos, zonas 8 y 9.	2	230.	51
3 212	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	1	241.	58
31212	R	T	Medula. Ataque de hongos xilofagos, zona 8.	2	259.	69
3 322	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	2	277.	75
3 825	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	277.	75
3 515	R	T		2	291.	81
3 82B	R	C	Perforaciones grandes, zona 2.	1	313.	80
31225	R	C	Ataque de hongos xilofagos, zona 3.	2	321.	84
3 512	R	C	Duramen quebradizo.	2	322.	1.06
3 922	A	T		2	349.	89
3 712	A	C		2	351.	90
3 522	R	C		2	353.	80
3 622	A	C		2	367.	92
3 812	R	C		2	373.	89
31022	A	C		2	381.	88
3 725	A	C		2	385.	84
3 82E	R	C		2	389.	90
31232	R	T		2	391.	84
31112	A	C	Nudo hueco, zona 7.	2	400.	96
3 612	A	T		2	403.	1.03
3 828	A	C		2	403.	1.12
31222	R	T		2	438.	90
3 122	A	C		2	486.	1.07
3 112	A	C		2	488.	1.07

Tabla D.2
FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS
DE MARUPA (Simarouba amara) - ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	MUR	FC
3 211	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.....	2	115	19
3 913	R	T	Escamadura. Ataque de hongos xilofagos, zonas 8 y 9.....	2	115	19
31011	R	T	Grano inclinado, zona 8.....	2	132	22
3 820	R	T	Ataque de hongos xilofagos, zona 7.....	2	132	26
31121	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.....	2	132	31
31123	R	T	Perforaciones pequenas, zona 7.....	1	150	
3 82F	R	T	Ataque de hongos xilofagos, zona 9.....	2	150	24
31021	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.....	1	150	25
3 116	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.....	2	168	23
31031	R	T	Nudo hueco, zona 8.....	2	168	26
31211	R	T	Medula. Grano inclinado, zona 7.....	2	168	35
3 123	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.....	2	168	32
3 721	R	T	Grano inclinado, zona 8.....	2	187	35
3 711	R	S	Orietas de secado, zonas 8 y 9.....	2	187	37
3 413	R	T	Medula. Ataque de hongos xilofagos, zonas 8, 5 y 2.....	2	205	32
3 313	R	T	Nudo con ataque de hongos xilofagos, zona 7.....	2	205	34
3 933	R	T	Nudo con ataque de hongos xilofagos, zona 8.....	2	205	35
3 516	R	T	Ataque de hongos xilofagos, zonas 8 y 5.....	2	205	40
3 611	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.....	2	223	53
3 114	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.....	2	226	
3 623	R	T	Perforaciones pequenas, zona 6.....	2	241	47
31126	R	S	Escamadura en cara y canto en traccion.....	2	241	47
3 921	R	T	Medula.....	2	241	50
31313	R	T	Nudo con ataque de hongos xilofagos, zona 7.....	2	259	42
31023	R	T	Grano inclinado, zona 8.....	2	277	47
3 323	R	T	Perforaciones pequenas, zonas 8 y 9.....	2	277	48
31124	R	T	Perforaciones grandes, zona 8.....	2	295	56
3 723	R	T	Escamadura. Ataque de hongos xilofagos, zona 8.....	2	313	47
3 926	R	T	Ataque de hongos xilofagos, zona 9.....	2	313	48
3 911	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.....	2	313	51
3 311	R	T	Medula.....	1	314	54
3 82A	R	T	Nudo sano, zona 9.....	2	331	48
31213	R	T	Perforaciones pequenas, zonas 8 y 9.....	2	331	51
3 213	R	T	Escamadura en cara y canto en compresion.....	2	331	52
3 823	R	C	Medula.....	2	331	57
3 513	R	S	Medula.....	2	349	60

Tabla D.2
(continuación)
FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS
DE MARUPA (Simarouba amara) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	NOR	FC
3 321	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	2	349.	61
3 113	R	C	Escamadura en cara.	2	367.	50
3 1033	R	T	Nudo hueco, zona 8.	2	367.	54
3 1013	R	T	Medula.	1	367.	70
3 511	A	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	1	385.	67
3 111	A	C			403.	69
3 829	A	T			403.	81
3 826	R	T			421.	72
3 411	A	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	1	421.	79
3 827	R	T			421.	87
3 523	A	T	Grano inclinado, zona 7.	1	421.	90
3 1311	R	T	Perforaciones pequeñas y ataque de hongos xilofagos, zona 8.	2	439.	59
3 521	A	T			439.	74
3 621	A	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	1	439.	74
3 811	A	C			439.	78
3 1223	A	C			457.	70
3 813	A	C			458.	68
3 1224	A	C			458.	69
3 821	R	T			458.	74
3 1221	A	C			476.	69
3 931	A	C			476.	71
3 724	A	C			476.	77
3 514	A	T			476.	78
3 613	A	T			476.	81
3 820	A	T	Grano inclinado, zona 8.	1	494.	67
3 923	A	T			494.	75
3 822	R	C			494.	77
3 713	R	T	Escamadura en cara.	2	494.	79
3 924	A	T			509.	76
3 1113	A	C			512.	71
3 1226	R	C			512.	73
3 726	A	T			512.	74
3 1111	R	C			530.	71
3 1233	A	P			548.	71
3 121	A	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	1	548.	76
3 824	A	P	Arqueadura.	1	548.	76

FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS
DE CATAHUA AMARILLA (Hura crepitans) ENSAYADAS EN CONDICION VERDE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	MOR	FC
2 812	R	C	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	78.	17
2 712	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	78.	18
21122	R	T	Escamadura en cara y canto en traccion. Hongos kil. zona 8.	2	165.	35
21211	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	187.	30
2 711	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	205.	63
2 713	R	C	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	212.	59
21225	R	T	Grano inclinado, zona 8. Nudo sano, zona 5.	2	215.	37
2 215	R	C	Perforaciones pequenas, zona 2.	2	269.	79
21215	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	270.	53
2 915	R	C	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	277.	78
21022	R	C	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	277.	93
2 112	R	C	Perforaciones pequenas, zona 2.	2	277.	84
2 225	R	C		2	288.	68
2 925	R	C		2	289.	78
21025	R	C	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	295.	79
2 212	R	C	Perforaciones pequenas, zona 2.	1	306.	97
2 222	R	C		1	309.	75
2 525	A	T	Grano inclinado, zona 8.	1	331.	77
2 523	A	T	Grano inclinado, zonas 7 y 8.	1	331.	62
21212	A	C		3	349.	73
2 912	R	C	Nudos sanos arracimados, zona 2.	2	349.	88
2 922	R	C	Perforaciones pequenas, zona 2.	1	349.	86
2 928	A	C		1	351.	97
2 815	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	358.	67
2 125	R	C	Perforaciones pequenas, zona 2.	2	363.	74
21112	R	T	Grano inclinado, zona 9. Rajadura.	2	367.	81
21012	R	C		2	367.	81
2 522	A	C		2	367.	88
2 818	A	C		2	374.	94
2 722	A	C		2	380.	80
2 822	A	C		2	389.	93

Tabla D.3
(continuación)
FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS
DE CATAHUA AMARILLA (Hura crepitans) ENSAYADAS EN CONDICION VERDE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	MOR	FC
21213	R	C	Fallas de compresion presentes antes del ensayo	2	400.	.67
2 415	A	C			404.	.83
21222	A	C			414.	.79
2 422	R	C			418.	.88
2 513	A	T	Grano inclinado, zona 8	1	418.	.92
2 115	R	C			421.	
2 122	A	C			421.	.84
21115	R	C			424.	.85
21015	A	C			425.	.91
2 618	A	C			444.	.69
2 412	A	P	Arqueadura	1	444.	.86
2 425	R	C			456.	.90
2 617	A	C			458.	.78
2 511	R	T	Grano inclinado, zona 8	1	458.	.93
2 315	A	C			466.	.71
2 512	A	C			468.	.93
2 515	A	C			472.	.86
2 615	A	C			476.	.81
2 725	A	C			476.	1.09
2 514	A	T	Grano inclinado, zonas 8 y 9	1	483.	.87
2 516	A	C			494.	.82
2 613	A	T	Grano inclinado, zona 8	1	494.	.89
2 619	A	C			501.	.90
2 616	A	C			512.	.83
2 612	A	C			512.	.92
2 622	A	C			523.	.87
2 621	A	C			523.	.91
2 614	R	C			537.	.96
2 718	R	C	Fallas de compresion presentes antes del ensayo	2	542.	1.29
2 611	A	C			548.	.87
2 623	A	C			551.	.84

Tabla D. 4
FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE
CATAMBA AMARILLA (Hura crepitans) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	n	MOR	FC
2 911	R	T	Medula Grano inclinado, zona 8.	2	60.	06
21226	R	T	Escamadura en cara y canto en traccion.	2	114.	14
21123	R	T	Grano inclinado, zona 9.	2	114.	17
2 811	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	132.	23
21224	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	205.	29
21214	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	223.	36
2 214	R	T	Grano inclinado y perforaciones pequenas, zona 8.	2	241.	43
2 111	R	F	Arqueadura.	2	259.	45
2 813	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	295.	37
2 216	R	T	Perforaciones pequenas y ataque de hongos xilofagos, zona 7.	2	295.	55
2 416	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	295.	57
2 211	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	331.	
2 224	R	C	Perforaciones pequenas, zonas 1 y 4.	2	331.	41
2 124	R	T	Perforaciones pequenas y ataque de hongos xilofagos, zona 8.	2	349.	41
21024	R	T	Grano inclinado, zona 8.	1	349.	42
2 921	R	T	Perforaciones pequenas y ataque de hongos, zonas 2 y 5.	2	349.	54
2 724	R	T		2	349.	62
2 113	R	C		2	349.	62
2 314	R	F	Arqueadura.	1	349.	62
21121	R	T	Nudos sanos arracimados, zonas 8 y 5.	3	349.	62
2 213	R	T		2	349.	65
2 221	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	349.	71
2 114	A	C		2	367.	63
21113	R	T	Grano inclinado, zonas 8 y 9.	2	385.	
2 816	R	C		2	385.	66
2 321	R	C	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	385.	68
2 924	R	P		2	385.	70
2 323	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	403.	49
2 916	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	403.	50
21223	R	T	Grano inclinado, zona 8.	1	403.	53
2 116	R	P	Arqueadura.	1	403.	54
2 126	R	C	Perforaciones pequenas, zona 2.	2	403.	59
2 927	A	C		2	403.	65
2 823	A	T		2	421.	54
2 524	R	C		1	421.	63
2 223	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	1		

Tabla D.4
(continuación)

FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE
CATAHUA AMARILLA (Hura crepitans) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	NOR	FC
2 926	R	C			421.	63
2 723	A	P			421.	66
2 814	A	T	Grano inclinado, zona 8.	1	421.	67
2 914	R	T	Grano inclinado, zonas 7 y 8.	2	421.	73
2 424	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	439.	54
2 721	A	T	Grano inclinado, zona 8.	1	439.	63
21216	R	T	Grano inclinado, zona 7.	2	439.	64
21021	R	T	Grano inclinado, zona 8.	1	439.	65
21221	A	C			439.	66
2 726	A	P			439.	71
21023	R	C	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	458.	55
2 821	A	C			458.	67
21011	R	C			458.	79
2 326	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	458.	82
21116	A	C			476.	65
2 924	R	C			476.	65
21013	R	C			476.	71
21114	R	C			494.	66
2 123	R	T			494.	72
2 717	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	512.	54
21016	R	T	Grano inclinado, zona 8.	1	512.	61
21014	R	C			512.	67
2 421	A	T			512.	68
2 121	R	T	Grano inclinado, zonas 7 y 8.	2	512.	69
2 311	R	C	Perforaciones pequenas, zona 2.	2	530.	57
2 817	A	C			530.	65
21111	R	T	Grano inclinado, zona 8.	1	530.	81
2 411	A	T			548.	73
2 426	A	T	Grano inclinado, zona 8.	1	548.	76
2 413	A	T			548.	76
2 414	A	T			548.	78
2 923	R	C	Perforaciones pequenas, zona 2.	2	548.	85
2 913	A	T	Grano inclinado, zona 8.	1	566.	66
2 423	R	T			584.	67
2 819	A	C			584.	73
2 313	A	T	Grano inclinado, zona 8.	1	692.	1.07

Tabla D.5

FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS
DE TORNILLO (Cedrelinga catenaeformis) ENSAYADAS EN CONDICION VERDE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	MOR	FC
1 332	R	T	Ataque de hongos xilofagos, zona 8.	2	126.	23
1 321	R	T	Ataque de hongos xilofagos, zona 7.	2	289.	43
1 221	A	P	Arqueadura.	1	325.	54
1 224	A	C			325.	57
1 413	R	P	Arqueadura.	1	331.	51
1 223	A	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	1	343.	57
1 123	R	T	Grano inclinado, zonas 8 y 9.	2	349.	55
1 233	A	C			361.	56
1 424	R	T	Perforaciones grandes, zona 8.	2	367.	61
1 534	R	T	Grano inclinado, zona 9.	2	367.	63
1 324	A	T	Grano inclinado, zona 8.	1	379.	59
1 231	A	P	Arqueadura.	1	379.	64
1 414	R	C	Escamadura en cara y canto en compresion.	2	385.	65
1 124	A	C			386.	68
1 311	A	C			397.	59
1 531	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	400.	65
1 524	R	C	Perforaciones grandes, zona 2.	2	403.	58
1 523	R	C			403.	69
1 212	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	410.	71
1 333	A	C			416.	64
1 234	R	T	Perforaciones grandes y ataque de hongos, zona 8.	2	416.	65
1 133	R	P	Arqueadura.	1	416.	69
1 232	A	C			416.	79
1 314	A	C			424.	59
1 322	A	C			430.	63
1 113	R	C			433.	65
1 334	A	C			433.	67
1 134	R	T	Perforaciones pequenas, zona 9.	1	433.	71

Tabla D.5
(continuación)
FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS
DE TORNILLO (Cedrelinga catenaeformis) ENSAYADAS EN CONDICION VERDE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	MOR	FC
1 421	A	P	Arqueadura.	1	439.	68
1 422	A	C			439.	72
1 433	A	T	Grano inclinado, zona 8.	1	448.	70
1 522	A	C			448.	79
1 112	A	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	1	451.	63
1 313	A	C			451.	65
1 321	A	C			457.	72
1 423	A	C	Perforaciones pequenas, zona 1.	1	458.	68
1 411	A	P	Arqueadura.	1	458.	74
1 131	A	C			464.	71
1 211	R	C			464.	76
1 323	R	C	Nudo atacado por hongos kilofagos.	2	469.	63
1 331	R	C			469.	75
1 434	A	P	Arqueadura.	1	472.	69
1 114	R	C			473.	74
1 132	A	C			475.	79
1 312	R	P	Arqueadura.	1	476.	80
1 431	A	C			476.	82
1 432	A	C			484.	73
1 213	R	C	Perforaciones pequenas, zona 3.	1	485.	83
1 122	A	C			487.	74
1 312	A	C			491.	69
1 511	R	C	Perforaciones pequenas, zona 2.	1	494.	79
1 121	A	C			502.	80
1 533	R	C			503.	1.23
1 514	A	C			512.	67
1 412	A	C			512.	78
1 513	R	C	Nudo sano, zona 2.	1	526.	82

Tabla D. 6

FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE
TORNILLO (Cedrelinga catenaeformis) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	MOR	FC
11117	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	178.	21
11213	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	181.	25
11011	R	C	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	216.	34
1 613	R	T	Nudo hueco, zona 8.	2	218.	26
1 615	R	T			301.	48
1 911	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	355.	
11217	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	359.	50
1 912	R	T	Nudo atacado por hongos xilofagos, zona 8.	2	360.	51
11218	R	T			394.	58
1 617	R	C			411.	69
1 914	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	424.	41
11214	A	T			430.	65
1 813	R	P	Arqueadura.	2	434.	56
11114	R	T			452.	47
11118	R	T	Grano inclinado, zona 9.	2	465.	67
11016	R	T	Grano inclinado, zona 8.	1	467.	57
1 611	R	T	Grano inclinado, zonas 5 y 8.	2	468.	59
1 811	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	470.	50
1 815	R	T	Rajadura. Nudo sano, zona 9.	2	475.	59
11215	R	P	Arqueadura.	1	476.	48
11116	A	P			485.	74
1 614	R	P	Arqueadura.	1	502.	65
11113	R	T			530.	66
11013	A	C			531.	70
11014	R	C			534.	76
1 916	A	T			534.	67
1 915	R	T	Nudo sano, zona 8.	2	538.	96
1 818	A	C			549.	79

Tabla D. 6
(continuación)
FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE
TORNILLO (Cedrelina catenaeformis) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	MOR	FC
11111	A	C			566.	.67
11211	R	T	Fallas de compresión presentes antes del ensayo.	2	571.	.63
11112	A	T			573.	.68
11812	R	P			581.	.81
11917	A	T			597.	.69
11616	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	599.	.63
11913	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	2	607.	.53
11216	R	T			608.	.65
11618	R	C			610.	1.00
11717	A	T			611.	.82
11816	R	C			612.	.83
11718	R	C	Duramen quebradizo.	2	616.	.88
11612	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	624.	.64
11018	R	T			626.	.61
11714	A	T			626.	.80
11017	R	T	Grano inclinado, zona 8.	1	643.	.71
11715	R	T			651.	.72
11711	R	T			664.	.72
11918	A	T			672.	.81
11015	A	C			679.	.75
11814	R	T			683.	.70
11212	A	T			687.	.61
11817	A	T			688.	.81
11713	R	T	Ataque de hongos kilofagos, zonas 7 y 8.	2	690.	.78
11712	R	T	Ataque de hongos kilofagos, zona 8.	2	692.	.84
11716	A	T			741.	.76
11012	A	T			757.	.80

Tabla D. 7

FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE MANCHINGA (Brosimum azeanum) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	MOR	FC
4 813	R	T	Ataque de hongos xilofagos, zona 9.	2	259.	27
4 811	R	T	Escamadura. Ataque de hongos xilofagos, zonas 7 y 8.	2	259.	33
4 931	R	C	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	259.	36
4 434	R	T	Perforaciones grandes y pequenas, zona 7.	2	296.	35
4 411	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	367.	37
4 631	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	367.	37
4 932	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	381.	43
4 632	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	382.	41
4 822	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	403.	44
4 934	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	418.	47
4 921	R	T	Perforaciones grandes, zonas 7 y 8.	1	439.	52
4 923	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	450.	56
4 911	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	476.	51
4 413	R	T	Gruelas de secado y ataque de hongos, zona 9.	2	480.	52
4 313	R	S	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	490.	51
4 414	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	495.	55
4 433	R	T	Perforaciones pequenas, zona 9.	2	510.	55
4 331	R	T	Nudo sano, zona 7.	2	511.	52
4 432	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	512.	54
4 834	R	T	Grano inclinado, zona 7.	2	513.	46
4 412	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	516.	50
4 213	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	1	519.	63
4 634	R	T	Rajadura.	2	521.	47
4 914	R	S	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	521.	54
4 123	R	T	Ataque de hongos xilofagos, zona 3.	2	521.	63
4 825	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	545.	47
4 824	R	C	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	545.	48
4 633	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	545.	54
4 831	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	548.	49
4 823	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	556.	49
4 613	R	F	Arqueadura.	2	579.	59
4 214	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	579.	60
4 122	R	C	Perforaciones pequenas, zonas 1 y 2.	2	580.	75
4 211	R	T	Perforaciones pequenas, zona 2.	2	584.	50
4 212	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	1	584.	64
4 422	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	585.	49

Tabla D.7
(continuación)

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	MOR	FC
4 893	R	T	Nudo hueco, zona 5.	2	585.	54
4 622	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	2	585.	55
4 314	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	1	592.	62
4 334	A	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	1	596.	61
4 124	R	T			613.	77
4 933	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	617.	56
4 612	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	2	620.	56
4 912	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	2	620.	68
4 431	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	2	620.	89
4 722	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	2	641.	72
4 232	R	C	Nudo hueco, zona 1.	2	645.	62
4 322	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	2	646.	63
4 234	R	T	Grano inclinado, zona 8.	1	650.	75
4 821	R	C			650.	77
4 621	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	1	656.	66
4 924	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	2	672.	63
4 534	R	T			676.	66
4 615	R	C			681.	66
4 312	R	T	Grano inclinado, zona 8.	1	681.	74
4 324	R	T			682.	66
4 723	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	2	682.	56
4 623	R	T			682.	60
4 514	R	T			683.	58
4 614	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	1	683.	63
4 531	A	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	1	692.	63
4 714	A	C			698.	63
4 131	A	T	Grano inclinado, zona 8.	1	710.	69
4 724	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 7.	2	714.	59
4 121	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	2	729.	64
4 611	A	C			729.	65
4 733	A	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	1	736.	67
4 114	A	T	Escamadura, canto en tracción.	1	736.	70
4 922	A	C			736.	72
4 233	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	2	746.	85
4 513	R	T			747.	59
4 913	A	C			750.	70

Tabla D. 7
(continuación)FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIDAS
DE MANCHINGA (Brosimum uleanum) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	MOR	FC
4 333	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	2	750.	74
4 112	A	C			764.	69
4 521	A	C			764.	69
4 332	R	T			764.	74
4 311	R	T	Grano inclinado, zona 8.	1	764.	75
4 421	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	2	764.	78
4 223	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	1	767.	75
4 535	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	2	769.	79
4 731	A	C			773.	69
4 423	A	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	1	777.	62
4 721	R	T	Perforaciones pequeñas, zonas 7 y 8.	2	782.	75
4 812	A	T	Grano inclinado, zona 8.	1	789.	70
4 134	A	T			793.	81
4 532	A	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	1	800.	66
4 221	A	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	1	800.	91
4 832	R	T	Duramen quebradizo.	2	812.	72
4 222	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	1	815.	81
4 224	A	C			816.	90
4 424	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	1	818.	66
4 111	A	C			819.	84
4 512	A	T	Grano inclinado, zona 8.	1	833.	76
4 712	R	S	Orietas de secado, zona 7.	2	837.	69
4 511	R	T	Duramen quebradizo.	2	837.	82
4 321	R	C			837.	86
4 522	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.	2	839.	76
4 533	A	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	1	840.	79
4 113	A	C			867.	92
4 732	R	T	Perforaciones pequeñas, zona 8.	2	875.	69
4 713	R	C			887.	87
4 133	R	T	Nudo sano, zona 2.	1	907.	84
4 132	R	P	Arqueadura.	1	909.	77
4 231	A	C	Perforaciones pequeñas, zonas 1 y 3.	1	909.	80
4 711	A	C			909.	84
4 523	A	T			934.	85

Tabla D.8

FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE
ESTORAQUE (Myroxylon peruiferum) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	MOR	FC
5 122	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	150.	.09
5 431	R	T	Nudo sano, zona 8.	2	312.	.21
5 311	R	T	Medula.	2	410.	.28
5 533	R	T	Medula.	2	484.	.34
5 132	R	C	Medula.	2	507.	.30
5 433	R	P	Arqueadura.	1	528.	.30
5 632	R	T	Ataque de hongos xilofagos, zona 8.	2	544.	.38
5 113	R	T	Fallas de compresion presentes antes del ensayo.	2	560.	.35
5 614	R	T	Medula. Grano inclinado, zona 8.	2	573.	.43
5 312	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	574.	.34
5 232	R	T	Grano inclinado, zona 7.	2	676.	.40
5 621	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	682.	.49
5 111	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	728.	.43
5 722	R	P		2	728.	.47
5 121	R	T		2	738.	.48
5 711	R	P		2	755.	.50
5 513	R	P	Arqueadura.	2	792.	.43
5 414	A	T	Grano inclinado, zona 8.	1	796.	.43
5 733	R	T	Grano inclinado, zona 9.	1	803.	.54
5 321	R	T	Perforaciones grandes y ataque de hongos xilofagos, zona 8.	2	805.	.65
5 432	R	C	Perforaciones pequenas, zonas 1 y 2.	2	826.	.53
5 511	A	C	Escamadura.	1	838.	.48
5 123	R	T		2	843.	.50
5 531	R	T	Perforaciones grandes, zona 8.	2	863.	.54
5 732	R	P		2	883.	.58
5 712	A	P	Arqueadura.	1	885.	.63
5 623	A	P		1	894.	.60
5 534	A	P	Arqueadura.	1	936.	.68
5 331	R	T	Grano inclinado, zona 8.	2	937.	.65
5 131	R	T	Perforaciones pequenas, zona 8.	2	945.	.58
5 631	R	P		2	956.	.73
5 514	R	P	Arqueadura.	1	961.	.61
5 124	R	T		1	988.	.64
5 622	R	C		1	988.	.67

Tabla D.8
(continuación)

FORMA DE FALLA Y SU RELACION CON LOS DEFECTOS OBSERVADOS EN LAS VIGAS DE
ESTORAQUE (Myroxylon peruvianum) ENSAYADAS EN CONDICION SECA AL AIRE

Viga	C	F	Defectos causantes de la falla	m	MOR	FC
5 222	A	P			1005.	61
5 214	A	P			1024.	58
5 731	R	C			1036.	80
5 721	A	P			1039.	68
5 611	A	P			1040.	65
5 522	A	P	Arqueadura.....	1	1049.	61
5 624	A	P	Arqueadura.....	1	1049.	69
5 233	R	P			1055.	62
5 423	A	P			1092.	64
5 223	A	C			1101.	65
5 532	R	T			1103.	60
5 412	R	P	Nudo sano, zona 8.....	1	1116.	65
5 434	R	T	Grano inclinado, zona 8.....	1	1131.	67
5 615	A	P			1131.	75
5 512	A	T	Grano inclinado, zona 8.....	1	1136.	69
5 413	R	P			1138.	67
5 422	R	C	Perforaciones pequeñas, zona 2.....	2	1151.	69
5 613	A	P			1157.	72
5 224	A	T			1194.	71
5 212	A	P			1197.	70
5 421	A	C			1203.	75
5 231	R	T	Grano inclinado, zona 8.....	1	1208.	85
5 112	R	T	Grano inclinado, zonas 8 y 9.....	1	1217.	76
5 612	A	C			1218.	75
5 424	A	P			1238.	
5 411	R	T	Grano inclinado, zona 8.....	1	1244.	82
5 213	A	P			1252.	72
5 523	A	T			1274.	69
5 221	R	C	Perforaciones grandes, zona 2.....	2	1283.	80
5 322	R	T	Grano inclinado, zona 8.....	2	1287.	75
5 521	R	T			1311.	81
5 515	R	P			1326.	75
5 211	A	T			1378.	79

APENDICE E

TABLAS RELATIVAS A LA INFLUENCIA DE DEFECTOS EN LAS PROPIEDADES MECANICAS.

Se presentan en este apéndice dos grupos de tablas. Las tablas E.1 a E.24 consideran la influencia de los defectos más importantes en el módulo de rotura (MOR) y el módulo de elasticidad (MOE), separadamente para cada especie y cada condición de ensayo. Las tablas E.25 a E.48 se refieren a la influencia de los mismos defectos en el Factor de Calidad (MOR vigas/MOR probetas) y el cociente MOE vigas/MOE probetas, para las vigas ensayadas en condición verde y en condición seca y para el conjunto de todas las vigas ensayadas.

En cada tabla se comparan resultados obtenidos para el conjunto de todas las vigas ensayadas, para las vigas aceptadas según la Regla de Clasificación Visual y para las vigas rechazadas. En cada caso se consideran las vigas que no presentaron el defecto estudiado, aquellas con el defecto en grado aceptable y las vigas que tuvieron el defecto en grado no aceptable.

Si bien en cada uno de los grupos comparados se tienen vigas con otros defectos, en diversos grados de magnitud o extensión, puede suponerse que la frecuencia de estos otros defectos es similar en los diversos grupos comparados.

En algunas tablas se consideran defectos en una zona de la viga. Las zonas mencionadas son las descritas en el apéndice B.

Los valores de MOR y MOE que se presentan en las tablas E.1 a E.24 son promedios. Dado que en algunos casos los resultados corresponden a muy pocas vigas, pudiendo ser no representativos, se han indicado con * los valores correspondientes a una sola viga y con ~ los promedios de menos de 5 vigas.

Las tablas E.25 a E.48 presentan promedios y valores mínimos de los factores de calidad y los cocientes MOE vigas/MOE probetas. Las columnas n indican el número de vigas en cada grupo.

TABLA E.1 - EFECTO DE LA MEDULA EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A Efecto de la Medula en el MODULO DE ROTURA, MOR (kg/cm2)											
Especie	Marupa		Catagua		Torcillo		Manchigua		Estoraque		
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S	S		
Vigas sin medula	319	353	381	416	426	532	654	987			
Vigas con medula aceptable	310-	439-		385*	416*	301*	618-	896-			
Vigas con medula no aceptable	191	235		205-				457			
Vigas aceptadas y sin medula	402	464	445	492	436	608	775	1089			
Vigas aceptadas con medula		530-									
Vigas rechazadas solo por medula		295-									
Vigas rechazadas sin medula	264	285	317	387	412	500	613	919			
Vigas rechazadas con medula aceptable	310-	348-		385*	416*	301*	618-	896-			
Vigas rechazadas por medula y otros defectos	191	222		205-				457			
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con :											
a) Medula aceptable		367*									
b) Medula no aceptable	169-	255		60*				494-			
B Efecto de la Medula en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm2)											
Especie	Marupa		Catagua		Torcillo		Manchigua		Estoraque		
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S	S		
Vigas sin medula	80.2	87.0	75.3	79.6	93.1	110.	135.	190.			
Vigas con medula aceptable	66.0-	86.6-		74.3*	89.5*	110.*		172-			
Vigas con medula no aceptable	57.0	77.3		85.7-				157			
Vigas aceptadas y sin medula	87.5	95.8	82.3	83.2	93.5	114.	141	201			
Vigas aceptadas con medula		94.9-									
Vigas rechazadas solo por medula		83.5-									
Vigas rechazadas sin medula	75.3	84.8	66.3	76.2	92.5	108.	133.	183.			
Vigas rechazadas con medula aceptable	66.0-	78.3-		74.3*	89.5*	110.*		172-			
Vigas rechazadas por medula y otros defectos	57.0	75.9		85.7-				157-			

TABLA E.2.- EFECTO DEL DURAMEN QUEBRADIZO EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto del Duramen Quebradizo en el MODELO DE ROTURA, MOR (Kg/cm²)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S
Vigas sin duramen quebradizo	298	340	381	410	426	526	652	985
Vigas con duramen quebradizo	203~	313*				616*	662	535
Vigas aceptadas por Regla de Clasificacion	402	469	445	492	436	608	775	1089
Vigas rechazadas solo por duramen quebradizo							837*	
Vigas rechazadas sin duramen quebradizo	251	276	317	381	413	491	609	918
Vigas con duramen quebradizo en combinacion con otros defectos no aceptables	203~	313*				616*	618~	535
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con duramen quebradizo	236~					616*	825~	

B. Efecto del Duramen Quebradizo en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S
Vigas sin duramen quebradizo	75.7	87.3	75.3	79.7	93.0	110.	135.	190.
Vigas con duramen quebradizo	57.1~	70.9*				108.*	135.	155.
Vigas aceptadas por Regla de Clasificacion	87.5	95.7	82.3	83.2	93.5	114.	141.	201.
Vigas rechazadas solo por duramen quebradizo							146.*	
Vigas rechazadas sin duramen quebradizo	70.3	83.1	68.3	73.4	92.3	108.	133.	183.
Vigas con duramen quebradizo en combinacion con otros defectos no aceptables	57.1~	70.9*				108.*	132.~	155.

TABLA E.3 - EFECTO DEL GRANO INCLINADO EN LA ZONA CENTRAL SOBRE LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto del Grano inclinado en la zona central en el MODULO DE ROTURA, MOR (kg/cm²)

Especie	Marupa	Catahua	Tornillo	Manchinga	Estorague
Condicion	V	S	V	S	S
Vigas sin grano inclinado en zona central	304	370	375	438	437
Vigas con grano inclinado aceptable	298	323	402	419	409
Vigas con grano inclinado no aceptable	219	207	259	359	395
Vigas aceptadas y sin grano inclinado	410	476	474	496	448
Vigas aceptadas con grano inclinado	389-	448	431	489	400
Vigas rechazadas solo por grano inclinado	277*	277*	367-	367-	480-
Vigas rechazadas sin grano inclinado	240	302	234	380	417
Vigas rechazadas con grano inclinado aceptable	262	265	368	391	413-
V rechazadas por grano inclinado y otros def.	219	504	259	358	367
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con :					
a) grano inclinado aceptable	223	413	410	475	414
b) grano inclinado no aceptable	132	199	243	309	386
					526
					471
					738
					480
					1122
					817

B. Efecto del Grano inclinado en la zona central en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Marupa	Catahua	Tornillo	Manchinga	Estorague
Condicion	V	S	V	S	S
Vigas sin grano inclinado en zona central	79.2	90.8	75.7	82.5	94.8
Vigas con grano inclinado aceptable	74.3	84.6	76.6	80.7	91.6
Vigas con grano inclinado no aceptable	57.2	71.7	66.0	74.8	86.7
Vigas aceptadas y sin grano inclinado	91.6	96.0	85.0	90.5	94.9
Vigas aceptadas con grano inclinado	81.3-	94.6	80.9	78.9	89.3
Vigas rechazadas solo por grano inclinado	72.2*	72.2*	77.4-	77.4-	91.7-
Vigas rechazadas sin grano inclinado	71.7	87.4	62.4	74.5	94.5
Vigas rechazadas con grano inclinado aceptable	71.5	79.9	71.4	81.4	97.6-
V rechazadas por grano inclinado y otros def.	57.2	71.6	66.0	74.4	85.0
					114
					140
					133
					124
					145
					135
					199
					210
					179
					160
					172

TABLA E.4 - EFECTO DEL GRANO INCLINADO EN CUALQUIER ZONA SOBRE LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A Efecto del Grano inclinado en cualquier zona en el MODULO DE ROTURA, MOR (Kg/cm²)

Especie	Condicion	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga	Estoraque
		V	S	V	S	V	S		
Vigas sin grano inclinado en cualquier zona	Vigas con grano inclinado aceptable	292	347	345	399	434	561	701	1071
	Vigas con grano inclinado no aceptable	317	375	400	451	428	576	686	949
	Vigas con grano inclinado solo por grano inclinado	219	258	347	376	405	498	607	838
Vigas aceptadas y sin grano inclinado	Vigas aceptadas con grano inclinado	394	475	479	470~	447	597	776	1110
	Vigas rechazadas solo por grano inclinado	409	464	438	496	415	639~	775	1054
	Vigas rechazadas con grano inclinado aceptable	439~	439~	395	439	427~	533	728	975
Vigas rechazadas sin grano inclinado	Vigas rechazadas con grano inclinado aceptable	241	269	178~	356	404	453	626	998
	Vigas rechazadas por grano inclinado y otros def.	266	303	329	400	500~	513~	619	814
	Vigas rechazadas con grano inclinado aceptable	219	213	270	305	395	450	560	749
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con :	a) grano inclinado aceptable	223	435	410	475	414	526	738	1094
	b) grano inclinado no aceptable	132	191	284	332	375	470	483	797

B Efecto del Grano inclinado en cualquier zona en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Condicion	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga	Estoraque
		V	S	V	S	V	S		
Vigas sin grano inclinado en cualquier zona	Vigas con grano inclinado aceptable	78.0	89.8	72.7	79.6	95.2	111.	143.	202.
	Vigas con grano inclinado no aceptable	75.5	89.5	77.3	85.4	91.5	117.	136.	192.
	Vigas con grano inclinado solo por grano inclinado	60.9	77.2	70.9	74.8	89.5	107.	130.	172.
Vigas aceptadas y sin grano inclinado	Vigas aceptadas con grano inclinado	90.6	97.6	82.6	88.1~	95.3	111.	145.	201.
	Vigas rechazadas solo por grano inclinado	84.4	94.1	82.2	82.3	90.2	122~	137.	200.
	Vigas rechazadas con grano inclinado aceptable	91.9~	91.9~	71.7	75.0	89.3	110.	139.	178.
Vigas rechazadas sin grano inclinado	Vigas rechazadas con grano inclinado aceptable	71.5	85.0	60.3~	74.5	94.9	110~	142.	203.
	Vigas rechazadas por grano inclinado y otros def.	70.5	85.8	68.3	89.0	98.6~	112~	134.	181.
	Vigas rechazadas con grano inclinado aceptable	60.9	73.6	69.5	74.5	89.6	104	126.	168.

TABLE E.5. - EFECTO DE NUDOS SANOS EN LA ZONA 2 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

196

A. Efecto de Nudos sanos en la zona 2 en el MODULO DE ROTURA, MOR (Kg/cm2)

Especie	Marupa	Catahua	Tornillo	Manchigua	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	S
Vigas sin nudos sanos en zona 2	298	350	381	408	423
Vigas con nudos sanos aceptables	251~	229~	425*	512*	466~
Vigas con nudos sanos no aceptables	132*	160~	349*		360*
Vigas aceptadas y sin nudos sanos	402	469	446	492	436
Vigas aceptadas con nudos sanos			425*		608
Vigas rechazadas solo por nudos sanos			349*		
Vigas rechazadas sin nudos sanos	248	285	316	377	406
Vigas rechazadas con nudos sanos aceptables	251~	229~		512*	497
V. rechazadas por nudos sanos y otros def.	132*	160~			521~
					360*
					614
					632~
					513*
					871
					574*

Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa a) con nudos sanos aceptables
b) con nudos sanos no aceptables

349* 526* 887*

B. Efecto de Nudos sanos en la zona 2 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm2)

Especie	Marupa	Catahua	Tornillo	Manchigua	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	S
Vigas sin nudos sanos en zona 2	74.8	88.1	75.3	79.6	92.9
Vigas con nudos sanos aceptables	73.7~	79.2~	92.5*	86.8*	94.9~
Vigas con nudos sanos no aceptables	54.1*	64.9~	60.9*		79.1*
Vigas aceptadas y sin nudos sanos	87.5	95.7	82.0	83.2	93.7
Vigas aceptadas con nudos sanos			92.5*		114
Vigas rechazadas solo por nudos sanos			60.9*		
Vigas rechazadas sin nudos sanos	68.8	84.0	68.6	78.3	91.9
Vigas rechazadas con nudos sanos aceptables	73.7~	79.2~		86.8*	102*
V. rechazadas por nudos sanos y otros def.	54.1*	64.9~			79.1*
					133
					134
					129*
					179
					147*

TABLA E. 6. - EFECTO DE NUDOS SANOS EN LA ZONA 8 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto de Nudos sanos en la zona 8 en el MODULO DE ROTURA, MOR (Kg/cm2)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchigua	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S
Vigas sin nudos sanos en zona 8	285	343	386	424	426	535	655	952
Vigas con nudos sanos aceptables	336~		368~		397*	529	367*	1103*
Vigas con nudos sanos no aceptables		223~	78*	216		360~	682*	312*
Vigas aceptadas y sin nudos sanos	393	469	450	492	437	612	775	1089
Vigas aceptadas con nudos sanos	435~		368~		397*	549*		
Vigas rechazadas sin nudos sanos	249	279	324	397	412	498	615	872
Vigas rechazadas con nudos sanos aceptables	138*					526	367*	1103*
V. rechazadas por nudos sanos y otros def.		223~	78*	216~		360~	682*	312*
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa a) con nudos sanos aceptables b) con nudos sanos no aceptables								1103* 312*

B. Efecto de Nudos sanos en la zona 8 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm2)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchigua	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S
Vigas sin nudos sanos en zona 8	73.7	87.0	76.1	79.8	93.1	111	135	187.
Vigas con nudos sanos aceptables	78.5~		72.4~		86.2*	111.	105.*	206.*
Vigas con nudos sanos no aceptables		90.7~	32.4*	79.1		82.0~	140.*	147.*
Vigas aceptadas y sin nudos sanos	85.6	95.7	83.0	83.2	93.8	114	141.	201.
Vigas aceptadas con nudos sanos	94.8~		72.4~		86.2*	106.*		
Vigas rechazadas sin nudos sanos	69.7	82.6	69.4	78.5	92.2	110	133.	179.
Vigas rechazadas con nudos sanos aceptables	45.9*					112	105.*	206.*
V. rechazadas por nudos sanos y otros def.		90.7~	32.4*	79.1		82.0~	140*	147.*

TABLA E. 7. - EFECTO DE NUDOS SANOS EN LAS ZONAS 4 Y 6 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

15
8

A. Efecto de Nudos sanos en zonas 4 o 6 en el MODULO DE ROTURA, MOR (kg/cm ²)												
Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchigua		Estoraque			
	V	S	V	S	V	S	S	S	S	S	S	S
Condicion												
Vigas sin nudos sanos en zonas 4 y 6	297	350	383	424	427	530	654	945				
Vigas con nudos sanos aceptables	237~	284	215*	304~	352~	568	561~	940				
Vigas con nudos sanos no aceptables	259*	286		270	494*	360~	742~					
Vigas aceptadas y sin nudos sanos	402	469.	445	492	441	613	777	1084				
Vigas aceptadas con nudos sanos					352~	531*	736*	1194*				
Vigas rechazadas sin nudos sanos.	245	275	319	396	409	492	612	863				
Vigas rechazadas con nudos sanos aceptables	237~	284		304~		577~	503~	877~				
V. rechazadas por nudos sanos y otros defectos	259*	286	215*	270	494*	360~	742~					
B. Efecto de Nudos sanos en zonas 4 o 6 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm ²)												
Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchigua		Estoraque			
	V	S	V	S	V	S	S	S	S	S	S	S
Condicion												
Vigas sin nudos sanos en zonas 4 y 6	75.7	88.0	75.6	79.2	93.6	111.	135.	187.				
Vigas con nudos sanos aceptables	63.4~	84.6		89.2~	75.4~	110.	129~	187.				
Vigas con nudos sanos no aceptables	66.8*	79.4	58.8*	83.3	95.6*	82.0~	136~					
Vigas aceptadas y sin nudos sanos	87.5	95.7	82.3	83.2	94.8	115.	141.	200.				
Vigas aceptadas con nudos sanos					75.4~	96.4*	149.*	208.*				
Vigas rechazadas sin nudos sanos	69.8	83.1	68.7	77.5	92.0	109.	133.	179.				
Vigas rechazadas con nudos sanos aceptables	63.4~	84.6		89.2~		110~	122~	182.				
V. rechazadas por nudos sanos y otros defectos	66.8*	79.4	58.8*	83.3	95.6*	82.0~	136~					

TABLA E. 8. - EFECTO DE NUDOS HUECOS EN ZONA 2 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto de Nudos huecos en la zona 2 en el MODULO DE ROTURA, MOR (Kg/cm²)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga		Estoraque	
Condicion	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S
Vigas sin nudos huecos en zona 2	290	346	381	410	425	530	455	655	942	942
Vigas con nudos huecos aceptables	313*	223-			469*	548-			1092*	1092*
Vigas con nudos huecos no aceptables	259*	187*				360*		382*		
Vigas aceptadas y sin nudos huecos	402	469	445	492	436	604	775		1088	1088
Vigas aceptadas con nudos huecos						672*			1092*	1092*
Vigas rechazadas sin nudos huecos	241	282	317	381	410	500	616		864	864
Vigas rechazadas con nudos huecos aceptables	313*	223-			469*	424*				
V. rechazadas por nudos huecos y otros def.	259*	187*				360*		382*		
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con nudos huecos aceptables en zona 2					469*					

B. Efecto de Nudos huecos en la zona 2 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga		Estoraque	
Condicion	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S
Vigas sin nudos huecos en zona 2	74.4	87.9	75.3	79.7	92.9	110.	135.		187.	187.
Vigas con nudos huecos aceptables	69.8*	69.7-			98.9*	110.-			208.*	208.*
Vigas con nudos huecos no aceptables	66.8*	67.3*				79.1*		121.*		
Vigas aceptadas y sin nudos huecos	87.5	95.7	82.3	83.2	93.5	114.	141.		200.	200.
Vigas aceptadas con nudos huecos						109.*			208.*	208.*
Vigas rechazadas sin nudos huecos	68.7	83.8	68.3	78.4	92.1	108.	133.		180.	180.
Vigas rechazadas con nudos huecos aceptables	69.8*	69.7-			98.9*	111.*				
V. rechazadas por nudos huecos	66.8	67.3*				79.1*		121.*		

TABLA E. 9. - EFECTO DE NUDOS HUECOS EN ZONA 8 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

E.10

A. Efecto de Nudos huecos en la zona 8 en el MODULO DE ROTURA, MOR (kg/cm ²)									
Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchigua		Estoraque
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S	
Vigas sin nudos huecos en zona 8	302	344	384	414	426	539	653	944	
Vigas con nudos huecos aceptables	230*	249*				477*			
Vigas con nudos huecos no aceptables	123~	247~	165*	114*		372~			
Vigas aceptadas y sin nudos huecos	402	469	445	492	436	608	775	1089	
Vigas rechazadas solo por nudos huecos						538*			
Vigas rechazadas sin nudos huecos	257	277	321	386	413	507	613	863	
Vigas rechazadas con nudos huecos aceptables	230*	349				477~			
V. rechazadas por nudos huecos y otros def.	123~	247~	165*	114*		289~			
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con nudos huecos no aceptables	247~				372~				
B. Efecto de Nudos huecos en la zona 8 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm ²)									
Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchigua		Estoraque
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S	
Vigas sin nudos huecos en zona 8	76.3	87.4	76.1	79.7	93.0	111.	135.	187.	
Vigas con nudos huecos aceptables	60.4*	79.6*				113.			
Vigas con nudos huecos no aceptables	45.8~	82.8~	28.2*	82.2*		90.2~			
Vigas aceptadas y sin nudos huecos	87.5	95.7	82.3	83.2	93.5	114.	141.	201.	
Vigas rechazadas solo por nudos huecos						98.7*			
Vigas rechazadas sin nudos huecos	71.2	83.0	69.7	78.4	92.3	110.	133.	179.	
Vigas rechazadas con nudos huecos aceptables	60.4*	79.6*				113~			
V. rechazadas por nudos huecos y otros def.	45.8~	82.8~	28.2*	82.2*		86.0~			

TABLA E. 10. - EFECTO DE NUDOS HUECOS EN ZONAS 4 Y 6 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto de Nudos huecos en zonas 4 o 6 en el MODULO DE ROTURA, MOR (Kg/cm²)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchanga	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S
Vigas sin nudos huecos en zonas 4 y 6	296	342	385	414	423	526	653	944
Vigas con nudos huecos aceptables	318~	373	358*	385*	494*	605~		988*
Vigas con nudos huecos no aceptables	205~	281	165*	114*	469*	450~		
Vigas aceptadas y sin nudos huecos	402	466	445	492	436	598	775	1089
Vigas aceptadas con nudos huecos		512~				757*		
Vigas rechazadas sin nudos huecos	243	274	321	385	404	495	613	861
Vigas rechazadas con nudos huecos aceptables	318~	304~	358*	385*	494*	529~		
V. rechazadas por nudos huecos y otros def.	205~	281	165*	114*	469*	450~		

B. Efecto de Nudos huecos en zonas 4 o 6 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchanga	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S
Vigas sin nudos huecos en zonas 4 y 6	75.2	88.2	76.3	80.0	92.8	109.	135.	187.
Vigas con nudos huecos aceptables	66.4~	83.6	60.6*	74.3*	95.6*	129.~		184.*
Vigas con nudos huecos no aceptables	68.2~	77.8	28.2*	65.3*	98.9*	107.~		
Vigas aceptadas y sin nudos huecos	87.5	96.3	82.3	83.2	93.5	112.	141.	201.
Vigas aceptadas con nudos huecos		89.1~				142.*		
Vigas rechazadas sin nudos huecos	69.1	83.7	69.9	78.8	91.8	108.	133.	179.
Vigas rechazadas con nudos huecos aceptables	66.4~	80.9~	60.6*	74.3*	95.6*	123.~		184*
V. rechazadas por nudos huecos y otros def.	68.2~	77.8	28.2*	65.3*	98.9*	107.~		

TABLA E.11. - EFECTO DE LAS FALLAS DE COMPRESION EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

E.12

A. Efecto de las Fallas de compresion en el MODULO DE ROTURA, MOR (kg/cm2)

Especie	Marupa	Catagua	Tornillo	Manchigua	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	S
Vigas sin fallas de compresion	290	347	405	414	426
Vigas con fallas de compresion	277*	187~	255	374	546
					287~
Vigas aceptadas por Regla de Clasificacion	402	469	445	492	436
V. rechazadas solo por fallas de compresion	277*	205*	338~	364	608
					197~
Vigas rechazadas sin fallas de compresion	243	283	346	381	413
Vigas con fallas de compresion en combinacion con otros defectos no aceptables		175~	234	404~	518
					377~
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con fallas de compresion originales	277*	160~	255	367	287~
					259*
					355~

B. Efecto de las Fallas de compresion en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm2)

Especie	Marupa	Catagua	Tornillo	Manchigua	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	S
Vigas sin fallas de compresion	74.1	87.2	77.7	79.3	93.0
Vigas con fallas de compresion	72.2*	85.4~	63.0	83.6	110.
					111.~
Vigas aceptadas por Regla de Clasificacion	87.5	95.7	87.3	83.7	93.5
Vigas rechazadas solo por fallas de compresion	72.2*	87.6*	70.3~	80.8	114.
					120.~
Vigas rechazadas sin fallas de compresion	68.5	82.8	70.9	77.7	92.3
Vigas con fallas de compresion en combinacion con otros defectos no aceptables					108.
					102.~
					133.
					138.
					173.~
					201.
					204.*
					180.
					158.~

TÁBLA E.12. - EFECTO DE PERFORACIONES PEQUEÑAS EN ZONA 2 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto de Perforaciones pequeñas en zona 2 en el MÓDULO DE ROTURA, MOR (Kg/cm²)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga		Estoraque	
	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S
Vigas sin perforaciones pequeñas en zona 2	307	367	392	413	427	528		669		941
Vigas con perforaciones pequeñas aceptables	216~	297	297~	376	416	525		664		1011
V. con perforaciones pequeñas no aceptables	197~	196~	293	409				608		874~
Vigas aceptadas y sin perforaciones pequeñas	402	472	445	492	435	612		784		1081
Vigas aceptadas con perforaciones pequeñas		460			441~	578~		769		1145~
V. rechazadas solo por perforaciones pequeñas			277*					622~		
Vigas rechazadas sin perforaciones pequeñas	257	304	324	370	414	493		609		857
V. rechazadas con perf. pequeñas aceptables	216~	239	297~	376	404	504		619		911~
V. rechazadas por perf. pequeñas y otros def.	197~	196~	297~	409				605		874~
Vigas cuya forma de falla tuvo una relación directa con :										
a) perf. pequeñas aceptables		548*	306*		494*			751		989~
b) perf. pequeñas no aceptables	277*		315~	458~				671		

B. Efecto de Perforaciones pequeñas en zona 2 en el MÓDULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga		Estoraque	
	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S
Vigas sin perforaciones pequeñas en zona 2	74.9	87.7	75.2	79.9	93.5	110.		136.		186.
Vigas con perforaciones pequeñas aceptables	64.7~	87.0	61.8~	81.4	90.2	106.		135.		197.
V. con perforaciones pequeñas no aceptables	72.6~	73.0~	81.9	78.4				133.		175.~
Vigas aceptadas y sin perforaciones pequeñas	87.5	96.3	82.3	83.2	94.2	115.		142.		200.
Vigas aceptadas con perforaciones pequeñas		93.9			87.0~	105.~		141.		205.~
V. rechazadas solo por perforaciones pequeñas			85.4*					127.~		
Vigas rechazadas sin perforaciones pequeñas	68.3	82.0	66.0	78.1	92.4	108.		133.		178.
V. rechazadas con perf. pequeñas aceptables	64.7~	84.6	61.8~	81.4	91.8	106.		132.		191.~
V. rechazadas por perf. pequeñas y otros def.	72.6~	73.0~	81.0~	78.4				134.		175.~

TABLA E.13 -

EFFECTO DE PERFORACIONES PEQUEÑAS EN ZONA 8 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

E.14

A. Efecto de Perforaciones pequeñas en zona 8 en el MODULO DE ROTURA, MOR (kg/cm²)

Especie	Marupa	Catahua	Tornillo	Manchinga	Estorague
Condicion	V S	V S	V S	S	S
Vigas sin perforaciones pequeñas en zona 8	313	378	385	416	435
Vigas con perforaciones pequeñas aceptables	242	305	353	432	406
V. con perforaciones pequeñas no aceptables	144	215	288*	304	126*
Vigas aceptadas y sin perforaciones pequeñas	392	479	444	491	446
Vigas aceptadas con perforaciones pequeñas	488*	432	476*	494*	381
V. rechazadas solo por perforaciones pequeñas	168*				605*
Vigas rechazadas sin perforaciones pequeñas	271	307	317	386	420
V. rechazadas con perf. pequeñas aceptables	201	256	322	404	448
V. rechazadas por perf. pequeñas y otros def.	144	221	288*	304	126*
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con : a) perf. pequeñas aceptables	180*	358	421*	397*	607*
b) perf. pequeñas no aceptables	145	235	327		661

B. Efecto de Perforaciones pequeñas en zona 8 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Marupa	Catahua	Tornillo	Manchinga	Estorague
Condicion	V S	V S	V S	S	S
Vigas sin perforaciones pequeñas en zona 8	75.0	88.4	75.3	78.9	94.2
Vigas con perforaciones pequeñas aceptables	72.2	87.4	78.4	84.2	89.6
V. con perforaciones pequeñas no aceptables	68.2	79.5	62.3*	77.9	64.0*
Vigas aceptadas y sin perforaciones pequeñas	86.4	94.0	82.2	79.8	94.8
Vigas aceptadas con perforaciones pequeñas	96.7*	102	83.8*	96.2	87.0
V. rechazadas solo por perforaciones pequeñas	64.9*				118
Vigas rechazadas sin perforaciones pequeñas	69.0	84.5	67.3	78.5	93.4
V. rechazadas con perf. pequeñas aceptables	68.1	81.8	77.1	78.9	93.9
V. rechazadas por perf. pequeñas y otros def.	68.2	81.3	62.3*	77.9	64.0*

TABLA E. 14. - EFECTO DE PERFORACIONES PEQUEÑAS EN ZONAS 4 Y 6 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto de Perforaciones pequeñas en zonas 4 o 6 en el MODULO DE ROTURA, MOR (Kg/cm²)

Especie	Marupa		Catabua		Tornillo		Manchanga		Estoraque	
	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S
Condicion										
V. sin perforaciones pequeñas en zonas 4 y 6	311	378	393	412	436	526	643		944	
Vigas con perforaciones pequeñas aceptables	212~	299	305	458	391	540	686		1009~	
V. con perforaciones pequeñas no aceptables	197~	211	309~	353		520~	560		894~	
Vigas aceptadas y sin perforaciones pequeñas	405	481	446	491	437	412	755		1087	
Vigas aceptadas con perforaciones pequeñas	367*	436	404*	494~	432	582~	780		1136*	
Vigas rechazadas sin perforaciones pequeñas	266	314	324	382	435	490	596		862	
V. rechazadas con perf. pequeñas aceptables	135~	231	289	422~	325	519~	643		882*	
V. rechazadas por perf. pequeñas y otros def.	197~	211	309~	353		520~	560		894~	
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con perf. pequeñas no aceptables	241*									
									331*	

B. Efecto de Perforaciones pequeñas en zonas 4 o 6 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Marupa		Catabua		Tornillo		Manchanga		Estoraque	
	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S
Condicion										
V. sin perforaciones pequeñas en zonas 4 y 6	74.0	87.3	75.8	78.9	93.7	110.	134.		187.	
Vigas con perforaciones pequeñas aceptables	76.7~	88.1	68.6	91.4	90.6	112.	136.		184~	
V. con perforaciones pequeñas no aceptables	72.6~	83.8	84.8~	74.2		106~	130.		182~	
Vigas aceptadas y sin perforaciones pequeñas	86.9	93.3	83.0	79.8	93.4	113.	142.		200.	
Vigas aceptadas con perforaciones pequeñas	93.2*	103.	59.8*	96.2~	93.9	120~	141.		212.*	
Vigas rechazadas sin perforaciones pequeñas	67.9	83.6	66.4	78.6	94.1	109.	131.		180.	
V. rechazadas con perf. pequeñas aceptables	68.5~	80.7	70.1	86.6~	85.3	108~	134.		156.*	
V. rechazadas por perf. pequeñas y otros def.	72.6~	83.8	84.8~	74.2		106~	130.		182~	

TABLA E.15 - EFECTO DE PERFORACIONES GRANDES EN ZONA 2 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

E.16

A. Efecto de Perforaciones grandes en zona 2 en el MODULO DE ROTURA, MOR (kg/cm²)

Especie	Marupa	Catahua	Tornillo	Manchinga	Estorague
Condicion	v	s	v	s	s
Vigas sin perforaciones grandes en zona 2	288	339	381	410	424
Vigas con perforaciones grandes aceptables	343~	394~	467~	483	534
V. con perforaciones grandes no aceptables	223*	314*	403*	427~	468~
Vigas aceptadas y sin perforaciones grandes	402	470	445	492	435
Vigas aceptadas con perforaciones grandes		458*			448*
V. rechazadas solo por perforaciones grandes					558~
Vigas rechazadas sin perforaciones grandes	236	275	317	381	409
V. rechazadas con perf. grandes aceptables	343~	330*			486*
V. rechazadas por perf. grandes y otros def.	223*	314*			453
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con : a) perf. grandes aceptables	313*				623
b) perf. grandes no aceptables					427~
					846
					946~
					968~
					1080
					1183~
					1283*

B. Efecto de Perforaciones grandes en zona 2 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Marupa	Catahua	Tornillo	Manchinga	Estorague
Condicion	v	s	v	s	s
Vigas sin perforaciones grandes en zona 2	73.8	86.9	75.3	79.7	92.9
Vigas con perforaciones grandes aceptables	74.7~	93.7~			111.
V. con perforaciones grandes no aceptables	80.1*	89.5*			94.1~
Vigas aceptadas y sin perforaciones grandes	87.5	95.4	82.3	83.2	93.7
Vigas aceptadas con perforaciones grandes		102.*			116.
V. rechazadas solo por perforaciones grandes					88.8*
Vigas rechazadas sin perforaciones grandes	67.6	82.7	69.3	78.4	91.8
V. rechazadas con perf. grandes aceptables	74.7~	83.4*			102.
V. rechazadas por perf. grandes y otros def.	80.1*	89.5*			102.
					134.
					115.
					141.
					199.
					217.
					178.
					189.
					189.

TABLA E. 16. - EFECTO DE PERFORACIONES GRANDES EN ZONA 8 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto de Perforaciones grandes en zona 8 en el MODULO DE ROTURA, MOR (Kg/cm2)

Especie	Marupa		Catabua		Tornillo		Manchinga	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S
Vigas sin perforaciones grandes en zona 8	289	342	381	414	424	528	661	924
Vigas con perforaciones grandes aceptables		241*		268~	452~	610~		1160~
V. con perforaciones grandes no aceptables		295*			418~	357~	435~	1022~
Vigas aceptadas y sin perforaciones grandes	402	469	445	492	436	608	775	1087
Vigas aceptadas con perforaciones grandes		295*			416*			1105
V. rechazadas solo por perforaciones grandes								
Vigas rechazadas sin perforaciones grandes	244	277	317	385	404	489	622	827
V. rechazadas con perf. grandes aceptables		241*		268~	464~	610~		1215~
V. rechazadas por perf. grandes y otros def.					418~	357~	435~	1022~
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con : a) perf. grandes aceptables					416*			
b) perf. grandes no aceptables		295*			367*		450*	834~

B. Efecto de Perforaciones grandes en zona 8 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm2)

Especie	Marupa		Catabua		Tornillo		Manchinga	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S
Vigas sin perforaciones grandes en zona 8	74.1	86.8	75.3	80.0	92.9	111.	135.	185.
Vigas con perforaciones grandes aceptables		95.5*		71.4~	95.5~	115.~		216.~
V. con perforaciones grandes no aceptables		99.7*			90.0~	81.6~	117.~	190.~
Vigas aceptadas y sin perforaciones grandes	87.5	95.7	82.3	83.2	93.6	114.	141.	199.
Vigas aceptadas con perforaciones grandes					91.8*			218.~
V. rechazadas solo por perforaciones grandes		99.7*						
Vigas rechazadas sin perforaciones grandes	68.7	82.3	68.3	78.8	91.8	110.	133.	177.
V. rechazadas con perf. grandes aceptables		95.5*		71.4~	96.7~	115.~		214.~
V. rechazadas por perf. grandes y otros def.					90.0~	81.6	117.~	190.~

TABLA E. 17. - EFECTO DE PERFORACIONES GRANDES EN ZONAS 4 o 6 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

E. 18

A. Efecto de Perforaciones grandes en zonas 4 o 6 en el MODULO DE ROTURA, MOR (kg/cm²)

Especie	Marupa	Catahua	Tornillo	Manchinga	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	S
V. sin perforaciones grandes en zonas 4 y 6	292	341	383	409	422
Vigas con perforaciones grandes aceptables	282~	361~	380*	436	483
V. con perforaciones grandes no aceptables	223*	259~	269*	295*	503*
Vigas aceptadas y sin perforaciones grandes	404	469	445	492	438
Vigas aceptadas con perforaciones grandes	381*	476~	445	492	415~
Vigas rechazadas sin perforaciones grandes	246	280	319	378	398
V. rechazadas con perf. grandes aceptables	233~	181*	269*	295*	503*
V. rechazadas por perf. grandes y otros def.	223*	259~	269*	295*	503*
					630
					521~
					377~
					1110
					940~
					852
					893~
					1084~
					1094~

B. Efecto de Perforaciones grandes en zonas 4 o 6 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Marupa	Catahua	Tornillo	Manchinga	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	S
V. sin perforaciones grandes en zonas 4 y 6	73.8	87.1	75.5	79.6	92.0
Vigas con perforaciones grandes aceptables	75.0~	86.3~	100.0*	98.8	103.0
V. con perforaciones grandes no aceptables	80.1*	87.6~	66.7*	67.9*	102.0*
Vigas aceptadas y sin perforaciones grandes	86.9	96.1	82.3	83.2	93.0
Vigas aceptadas con perforaciones grandes	92.8*	91.7~	82.3	83.2	98.4~
Vigas rechazadas sin perforaciones grandes	68.4	82.8~	68.5	78.3	90.5
V. rechazadas con perf. grandes aceptables	66.1~	75.5*	66.7*	67.9*	99.1~
V. rechazadas por perf. grandes y otros def.	80.1*	87.6~	66.7*	67.9*	102.0*
					134
					121~
					114~
					202
					193~
					177
					178~
					208~

TABLA E. 18. - EFECTO DE ATAQUE DE HONGOS EN ZONA 2 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto de Hongos en zona 2 en el MODULO DE ROTURA, MOR (Kg/cm²)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga		Estoraque	
	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S
Vigas sin hongos en zona 2	283	352	379	412	430	525	648		947	
Vigas con hongos aceptables	304	341	418	418	351	681	669		1002	
Vigas con hongos no aceptables	244	197		322	427	359*	501		559	
Vigas aceptadas y sin hongos	396	475	445	487	435	604	772		1088	
Vigas aceptadas con hongos	414	444		584*	558*	672*	777		1092	
Vigas rechazadas sin hongos	217	286	306	363	422	493	622		857	
Vigas rechazadas con hongos aceptables	274	282	418	377	248	690*	609		968	
Vigas rechazadas por hongos y otros def.	244	197		322	427	359*	501		559	
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con hongos no aceptables	187*		349*	469*						

B. Efecto de Hongos en zona 2 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga		Estoraque	
	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S
Vigas sin hongos en zona 2	73.8	87.9	74.8	79.3	93.2	110.	135.		187.	
Vigas con hongos aceptables	75.9	89.3	85.5	88.9	83.4	122.	135.		189.	
Vigas con hongos no aceptables	63.6	72.4		70.6	102.	84.9*	134.		162.	
Vigas aceptadas y sin hongos	89.8	95.9	82.3	81.6	93.4	114.	145.		199.	
Vigas aceptadas con hongos	82.1	94.9		113.*	97.5*	109.*	139.		211.	
Vigas rechazadas sin hongos	64.5	83.6	66.5	73.4	92.9	108.	133.		179.	
Vigas rechazadas con hongos aceptables	74.2	86.1	85.5	82.9	76.4	135.*	133.		181.	
Vigas rechazadas por hongos y otros defectos	63.6	72.4		70.6	102.	84.9*	134.		162.	

TABLA E. 19. - EFECTO DE ATAQUE DE HONGOS EN ZONA 8 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto de Hongos en zona 8 en el MODULO DE ROTURA, MOR (kg/cm²)

Especie	Marupa		Catagua		Tornillo		Manchinga	Estoraque
	V	S	V	S	V	S	S	S
Vigas sin hongos en zona 8	315	370	382	418	435	524	654	971
Vigas con hongos aceptables	324	329	542*	390~	426		672	763
Vigas con hongos no aceptables	190	225	165*	253~	277~	581~	395~	817
Vigas aceptadas y sin hongos	395	474	445	492	439	608	806	1089
Vigas aceptadas con hongos	411~	450			406~		753	
Vigas rechazadas solo por hongos	458*	439*			416*			
Vigas rechazadas sin hongos	262	294	315	387	429	487	624	885
Vigas rechazadas con hongos aceptables	281	282	542*	390~	446~		614	763
Vigas rechazadas por hongos y otros def.	152	201	165*	253~	208~	581~	395~	817
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con hongos no aceptables	162	244	165*	349*	271~	581~	259*	675~

B. Efecto de Hongos en zona 8 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Marupa		Catagua		Tornillo		Manchinga	Estoraque
	V	S	V	S	V	S	S	S
Vigas sin hongos en zona 8	77.3	89.5	76.1	79.9	94.1	109.	135.	189.
Vigas con hongos aceptables	78.1	85.4	76.4*	77.3~	90.8		135.	177.
Vigas con hongos no aceptables	61.9	79.2	28.2*	78.7~	81.0~	116.~	130.~	172.
Vigas aceptadas y sin hongos	88.7	97.7	82.3	83.2	94.1	114.	149.	201.
Vigas aceptadas con hongos	85.7~	88.1			87.7~		136.	
Vigas rechazadas solo por hongos	98.6*	96.7*			89.5*			
Vigas rechazadas sin hongos	69.7	83.5	69.5	78.5	94.1	107.	132.	180.
Vigas rechazadas con hongos aceptables	74.3	84.4	76.4*	77.3~	93.9~		134.	177.
Vigas rechazadas por hongos y otros def.	56.7	77.3	28.2*	78.7~	76.8~	116.~	130.~	172.

TABLA E.20. - EFECTO DE ATAQUE DE HONGOS EN ZONAS 4 Y 6 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto de Hongos en zonas 4 o 6 en el MODULO DE ROTURA, MOR (Kg/cm²)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga		Estoraque	
	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S
Vigas sin hongos en zonas 4 y 6	331	345	383	423	428	524	647		952	
Vigas con hongos aceptables	291	365	403~	336~	369		680		776~	
Vigas con hongos no aceptables	195	280	165*	223~	463	692*	429		972~	
Vigas aceptadas y sin hongos	375	474	445	495	436	608	821		1089	
Vigas aceptadas con hongos	428	461		439*	432~		764			
Vigas rechazadas solo por hongos	313*								988*	
Vigas rechazadas sin hongos	304	278	309	395	413	489	623		865	
Vigas rechazadas con hongos aceptables	229	269	403~	302~	327~		632		776~	
Vigas rechazadas por hongos y otros def.	171	280	165	223~	463	692*	429		956*	

B. Efecto de Hongos en zonas 4 o 6 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MDE (ton/cm²)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga		Estoraque	
	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S
Vigas sin hongos en zonas 4 y 6	77.2	88.4	75.9	80.0	93.0	109.	134.		187.	
Vigas con hongos aceptables	74.9	90.6	79.3~	80.4~	89.9		136.		178~	
Vigas con hongos no aceptables	65.1	76.1	28.2*	73.2~	96.2	132.*	133.		188~	
Vigas aceptadas y sin hongos	78.6	96.4	82.3	81.6	93.5	114.	151.		201.	
Vigas aceptadas con hongos	96.3	94.6		112.*	94.7~		139.			
Vigas rechazadas solo por hongos	69.8*								184.*	
Vigas rechazadas sin hongos	76.3	84.3	68.3	79.4	92.1	107.	132.		178.	
Vigas rechazadas con hongos aceptables	65.2	86.6	79.3~	69.9~	86.7~		134.		178~	
Vigas rechazadas por hongos y otros def.	64.2	76.1	28.2*	73.2~	96.2	132.*	133.		192.*	

TABLA E. 21. - EFECTO DE LA ARQUEADURA EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto de la Arqueadura en el MODULO DE ROTURA, MOR (Kg/cm²)

Especie	Marupa	Catahua	Tornillo	Manchanga	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	S
Vigas sin arqueadura	294	327	384	409	436
Vigas con arqueadura aceptable	288	371	376	443	418
Vigas con arqueadura no aceptable			349~	434*	434*
Vigas aceptadas y sin arqueadura	366~	477	457	495	436
Vigas aceptadas con arqueadura	410	462	426	480~	607
Vigas rechazadas solo por arqueadura			259*	436	613~
Vigas rechazadas sin arqueadura	270	281	297	380	436
Vigas rechazadas con arqueadura aceptable	237	262	336	413	488
V. rechazadas por arqueadura y otros defectos			379~	395	569~
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con :					434*
a) Arqueadura aceptable	548*	444*	376~	412	489~
b) Arqueadura no aceptable			259*	434*	484*

B. Efecto de la Arqueadura en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Marupa	Catahua	Tornillo	Manchanga	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	S
Vigas sin arqueadura	72.5	85.7	75.1	76.7	93.6
Vigas con arqueadura aceptable	74.5*	90.3	75.7	97.7	92.5
Vigas con arqueadura no aceptable			84.8~	92.5	105.*
Vigas aceptadas y sin arqueadura	82.0~	94.4	82.3	77.4	93.4
Vigas aceptadas con arqueadura	88.8	97.0	82.2	105.~	93.7
Vigas rechazadas solo por arqueadura			92.2*		112.~
Vigas rechazadas sin arqueadura	69.3	83.0	66.6	76.5	107.
Vigas rechazadas con arqueadura aceptable	68.5	82.3~	70.5	91.9	129.~
V. rechazadas por arqueadura y otros defectos			82.3~	91.0	107.*

TABLA E.22. - EFECTO DE LAS GRIETAS DE SECADO EN ZONAS 4 Y 6 EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto de las Grietas en zonas 4 o 6 en el MODULO DE ROTURA , MOR (Kg/cm2)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S
Vigas sin grietas en zonas 4 y 6	289	337	381	414	427	528	653	952
Vigas con grietas aceptables		390-		394-	393-		617*	848
Vigas con grietas no aceptables				114*	469*		714*	
Vigas aceptadas y sin grietas	402	466	445	492	489	608	775	1084
Vigas aceptadas con grietas		503			325*			1194*
Vigas rechazadas sin grietas	244	277	317	384	410	495	612	874
Vigas rechazadas con grietas aceptables		277-		394-	385*		617*	762-
V. rechazadas por grietas y otros defectos				114*	469*		714*	

B. Efecto de las Grietas en zonas 4 o 6 en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm2)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	V	S	S	S
Vigas sin grietas en zonas 4 y 6	74.1	87.0	75.3	79.2	93.2	110.	135.	188.
Vigas con grietas aceptables		88.5-		95.9-	84.8-		122.*	175.
Vigas con grietas no aceptables				82.2*	98.9*		161.*	
Vigas aceptadas y sin grietas	87.5	95.7	82.3	83.2	94.5	114.	141.	200.
Vigas aceptadas con grietas		95.9-			64.6*			208.*
Vigas rechazadas sin grietas	68.7	83.0	68.3	77.7	91.4	108.	132.	181.
Vigas rechazadas con grietas aceptables		81.0-		95.9-	105.*		122.*	167.-
V. rechazadas por grietas y otros defectos				82.2*	98.9*		161.*	

TABLE E.23 - EFECTO DE RAJADURAS EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto de Rajaduras en el MODULO DE ROTURA, MOR (Kg/cm²)

Especie	Marupa	Catagua	Tornillo	Manchigua	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	S
Vigas sin rajaduras	294	351	388	414	437
Vigas con rajadura aceptable		270	353~	439*	385~
Vigas con rajadura no aceptable	150*	211~	271~	250~	338
Vigas aceptadas y sin rajaduras	402	469	446	492	441
Vigas aceptadas con rajaduras			425*		385~
Vigas rechazadas solo por rajaduras			367*		331*
Vigas rechazadas sin rajaduras	249	282	321	384	431
Vigas rechazadas con rajadura aceptable		270	317~	439*	488
V. rechazadas por rajadura y otros defectos	150*	211~	223~	250~	340~
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con rajadura (no aceptable)					409~
					475*
					521*

B. Efecto de Rajaduras en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm²)

Especie	Marupa	Catagua	Tornillo	Manchigua	Estoraque
Condicion	V	S	V	S	S
Vigas sin rajaduras	74.4	88.0	75.5	79.9	93.9
Vigas con rajadura aceptable		78.7	84.4~	88.8*	87.0~
Vigas con rajadura no aceptable	62.4*	80.4~	62.5~	69.8~	88.0
Vigas aceptadas y sin rajaduras	87.5	95.7	82.0	83.2	94.2
Vigas aceptadas con rajaduras			92.5*		112~
Vigas rechazadas solo por rajaduras			79.0*		87.0~
Vigas rechazadas sin rajaduras	68.9	83.5	68.0	78.6	93.4
Vigas rechazadas con rajadura aceptable		78.7	80.4~	88.8*	105
V. rechazadas por rajadura y otros defectos	62.4*	80.4~	54.3~	62.8~	121
					147~
					133
					126~
					147~
					178*
					198
					208
					178*
					180
					178
					176

TABLA E.24. - EFECTO DE ESCAMADURAS EN LA RESISTENCIA Y RIGIDEZ DE LAS VIGAS

A. Efecto de la Escamadura en el MODULO DE ROTURA , MOR (Kg/cm2)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga		Estoraque	
	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S
Condicion										
Vigas sin escamadura	287	349	388	418	428	519	658		995	
Vigas con escamadura aceptable	367*	295	212*	415~	331*	570	645		606	
Vigas con escamadura no aceptable		309	237~	211~	385*		259*		728*	
Vigas aceptadas y sin escamadura	405	473	492	492	436	609	779		1102	
Vigas aceptadas con escamadura	367*	430~				605~	736~		939~	
Vigas rechazadas solo por escamadura		367*								
Vigas rechazadas sin escamadura	245	275	325	388	416	487	618		930	
Vigas rechazadas con escamadura aceptable		205~	212*	415~	331*	542	615		495	
V. rechazadas por escamadura y otros defectos		302	237~	211~	385*		259*		728*	
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con : a) escamadura aceptable										
b) escamadura no aceptable	304		165~	114~	385~		736*		838*	
							259*			

B. Efecto de la Escamadura en el MODULO DE ELASTICIDAD, MOE (ton/cm2)

Especie	Marupa		Catahua		Tornillo		Manchinga		Estoraque	
	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S
Condicion										
Vigas sin escamadura	73.5	87.1	76.6	79.6	92.8	109.	135.		188.	
Vigas con escamadura aceptable	93.2*	90.4	65.0*	77.7~	94.1*	114.	134.		180.	
Vigas con escamadura no aceptable		84.9	42.8~	85.8~	105.*	113.*	122*		176.*	
Vigas aceptadas y sin escamadura	84.8	95.3	82.3	83.2	93.6	116.*	142.		199.	
Vigas aceptadas con escamadura	93.2*	100~			93.7		137~		214~	
Vigas rechazadas solo por escamadura		106.*								
Vigas rechazadas sin escamadura	68.7	82.3	70.3	78.1	91.6	107.	133.		181otr	
Vigas rechazadas con escamadura aceptable		83.8~	45.0*	77.7~	94.1*	113.	132.		168.	
V. rechazadas por escamadura y otros defectos		82.2	42.8~	85.8~	105.*		122.*		176.*	

TABLA E. 25. -

EFFECTO DE LA MEDULA EN LA RELACION ENTRE PROPIEDADES MECANICAS DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto de la Medula en el Factor de Calidad (relacion MOR vigas / MOR probetas)

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min
Vigas sin medula	138	.74	.18	336	.62	.09	474	.66	.09
Vigas con medula aceptable	3	.69	.51	7	.63	.48	10	.65	.48
Vigas con medula no aceptable	6	.47	.29	21	.41	.06	27	.42	.06
Vigas aceptadas y sin medula	73	.79	.54	106	.72	.43	179	.74	.43
Vigas aceptadas con medula				2	.71	.71	2	.71	.71
Vigas rechazadas solo por medula				2	.55	.50	2	.55	.50
Vigas rechazadas sin medula	65	.70	.18	230	.58	.09	295	.61	.09
Vigas rechazadas con medula aceptable	3	.69	.51	5	.60	.48	8	.63	.48
Vigas rechazadas por medula y otros defectos	6	.47	.29	19	.39	.06	25	.41	.06
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con :									
a) Medula aceptable				1	.70	.70	1	.70	.70
b) Medula no aceptable	2	.44	.30	10	.37	.06	12	.37	.06

B. Efecto de la Medula en la relacion $R = \text{MOE vigas} / \text{MOE probetas}$

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	R	min	n	R	min	n	R	min
Vigas sin medula	138	.96	.38	336	.99	.42	474	.98	.38
Vigas con medula aceptable	3	.85	.71	7	1.01	.79	10	.96	.71
Vigas con medula no aceptable	6	.80	.56	21	.91	.58	27	.89	.56
Vigas aceptadas y sin medula	73	.98	.58	106	1.03	.66	179	1.01	.58
Vigas aceptadas con medula				2	.91	.90	2	.91	.90
Vigas rechazadas solo por medula				2	.94	.92	2	.94	.92
Vigas rechazadas sin medula	65	.93	.38	230	.97	.42	295	.96	.38
Vigas rechazadas con medula aceptable	3	.85	.71	5	1.05	.79	8	.97	.71
Vigas rechazadas por medula y otros defectos	6	.80	.56	19	.91	.58	25	.89	.56

TABLA E.26. - EFECTO DEL DURAMEN QUEBRADIZO EN LA RELACION ENTRE PROPIEDADES MECANICAS DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto del Duramen quebradizo en el Factor de Calidad (relacion MOR vigas / MOR probetas)												
Condicion de las vigas al ensayarse												
	verde			seca al aire			todas					
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min
Vigas sin duramen quebradizo	145	73	18	351	61	06	496	65	06			
Vigas con duramen quebradizo	2	56	29	13	51	09	15	52	09			
Vigas aceptadas por Regla de Clasificacion	73	79	54	108	72	43	181	74	43			
Vigas rechazadas solo por duramen quebradizo				1	82	82	1	82	82			
Vigas rechazadas sin duramen quebradizo	72	68	18	243	57	06	315	59	06			
Vigas con duramen quebradizo en combinacion con otros defectos no aceptables	2	56	29	12	49	09	14	50	09			
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con duramen quebradizo	2	56	29	3	81	72	5	71	29			
B. Efecto del Duramen quebradizo en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas												
Condicion de las vigas al ensayarse												
	verde			seca al aire			todas					
	n	R	min	n	R	min	n	R	min	n	R	min
Vigas sin duramen quebradizo	145	95	38	351	99	42	496	98	38			
Vigas con duramen quebradizo	2	86	74	13	98	69	15	97	69			
Vigas aceptadas por Regla de Clasificacion	73	98	58	108	103	66	181	101	58			
Vigas rechazadas solo por duramen quebradizo				1	107	107	1	107	107			
Vigas rechazadas sin duramen quebradizo	72	92	38	243	97	42	315	96	38			
Vigas con duramen quebradizo en combinacion con otros defectos no aceptables	2	86	74	12	98	69	14	96	69			

TABLA E. 27. EFECTO DEL GRANO INCLINADO EN ZONA CENTRAL EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

19.28

A. Efecto del Grano inclinado en zona central en el Factor de Calidad (MOR vigas / MOR probetas)											
Condicion de las vigas al ensayarse	verde				seca al aire				todas		
	n	FC	min		n	FC	min		n	FC	min
Vigas sin grano inclinado en zona central	67	.71	.17		165	.63	.09		232	.65	.09
Vigas con grano inclinado aceptable	61	.79	.30		128	.65	.06		189	.69	.06
Vigas con grano inclinado no aceptable	19	.61	.23		71	.51	.17		90	.53	.17
Vigas aceptadas y sin grano inclinado	40	.76	.56		75	.71	.48		115	.73	.48
Vigas aceptadas con grano inclinado	33	.82	.54		33	.72	.43		66	.77	.43
Vigas rechazadas solo por grano inclinado	2	.77	.71		4	.54	.47		6	.62	.47
Vigas rechazadas sin grano inclinado	27	.64	.17		90	.56	.09		117	.57	.09
Vigas rechazadas con grano inclinado aceptable	28	.77	.30		95	.62	.06		123	.65	.06
V. rechazadas por grano inclinado y otros def.	17	.59	.23		67	.51	.17		84	.52	.17
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con : a) grano inclinado aceptable	10	.79	.50		28	.69	.41		38	.71	.41
b) grano inclinado no aceptable	6	.52	.30		31	.50	.06		36	.51	.06
B. Efecto del Grano inclinado en zona central en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas											
Condicion de las vigas al ensayarse	verde				seca al aire				todas		
	n	R	min		n	R	min		n	R	min
Vigas sin grano inclinado en zona central	67	.95	.43		165	1.00	.42		232	.99	.42
Vigas con grano inclinado aceptable	61	.98	.38		128	.98	.57		189	.98	.38
Vigas con grano inclinado no aceptable	19	.86	.56		71	.95	.71		90	.93	.56
Vigas aceptadas y sin grano inclinado	40	.97	.62		75	1.05	.81		115	1.02	.62
Vigas aceptadas con grano inclinado	33	.99	.57		33	.98	.66		66	.99	.57
Vigas rechazadas solo por grano inclinado	2	.90	.77		4	.90	.76		6	.90	.77
Vigas rechazadas sin grano inclinado	27	.92	.43		90	.96	.42		117	.95	.42
Vigas rechazadas con grano inclinado aceptable	28	.96	.38		95	.98	.57		123	.98	.38
V. rechazadas por grano inclinado y otros def.	17	.86	.56		67	.96	.71		84	.94	.56

TABLA E.28. - EFECTO DEL GRANO INCLINADO EN CUALQUIER ZONA EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto del Grano inclinado en cualquier zona en el Factor de Calidad (MOR vigas / MOR probetas)											
Condicion de las vigas al ensayarse			verde			seca al aire			todas		
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min	n	FC
Vigas sin grano inclinado en cualquier zona	52	69	18	102	64	19	154	65	18		
Vigas con grano inclinado aceptable	63	80	30	109	64	21	172	70	21		
Vigas con grano inclinado no aceptable	32	67	23	153	57	06	185	59	06		
Vigas aceptadas y sin grano inclinado	31	74	56	54	71	48	85	72	48		
Vigas aceptadas con grano inclinado	42	82	54	54	72	43	96	76	43		
Vigas rechazadas solo por grano inclinado	12	77	53	64	65	37	76	67	37		
Vigas rechazadas sin grano inclinado	21	61	14	48	55	19	69	57	19		
Vigas rechazadas con grano inclinado aceptable	21	76	17	55	56	21	76	62	21		
V. rechazadas por grano inclinado y otros def.	20	61	19	89	51	06	109	53	37		
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con :											
a) grano inclinado aceptable	12	80	50	32	70	41	44	72	41		
b) grano inclinado no aceptable	9	56	30	40	51	06	48	52	06		
B. Efecto del Grano inclinado en cualquier zona en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas											
Condicion de las vigas al ensayarse			verde			seca al aire			todas		
	n	R	min	n	R	min	n	R	min	n	R
Vigas sin grano inclinado en cualquier zona	52	94	42	102	1.01	42	154	99	42		
Vigas con grano inclinado aceptable	63	99	38	109	98	66	172	98	38		
Vigas con grano inclinado no aceptable	32	89	56	153	97	49	185	95	49		
Vigas aceptadas y sin grano inclinado	31	96	62	54	1.06	81	85	1.02	62		
Vigas aceptadas con grano inclinado	42	1.00	57	54	1.00	66	96	1.00	57		
Vigas rechazadas solo por grano inclinado	12	94	73	64	97	49	76	97	49		
Vigas rechazadas sin grano inclinado	21	93	43	48	97	42	69	96	42		
Vigas rechazadas con grano inclinado aceptable	21	96	38	55	96	66	76	96	38		
V. rechazadas por grano inclinado y otros def.	20	86	62	89	97	49	109	95	49		

TABLA E. 29. - EFECTO DE NUDOS SANOS EN LA ZONA 2 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

E. 30

A. Efecto de Nudos sanos en la zona 2 en el Factor de Calidad (relacion MOR vigas / MOR probetas)											
Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas				
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min		
Vigas sin nudos sanos en la zona 2	138	.74	.18	350	.62	.06	488	.65	.06		
Vigas con nudos sanos aceptables	7	.69	.37	9	.55	.26	16	.62	.26		
Vigas con nudos sanos no aceptables	2	.51	.30	5	.37	.22	7	.41	.22		
Vigas aceptadas y sin nudos sanos	70	.79	.54	108	.72	.43	178	.74	.43		
Vigas aceptadas con nudos sanos	3	.75	.56				3	.75	.56		
Vigas rechazadas solo por nudos sanos	1	.73	.73				1	.73	.73		
Vigas rechazadas sin nudos sanos	68	.68	.18	242	.57	.06	310	.60	.06		
Vigas rechazadas con nudos sanos aceptables	4	.65	.37	9	.55	.26	13	.58	.26		
V. rechazadas por nudos sanos y otros defectos	1	.30	.30	5	.37	.22	6	.36	.22		
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con: a) nudos sanos aceptables	1	.82	.82	1	.87	.87	2	.85	.82		
b) nudos sanos no aceptables	1	.73	.73				1	.73	.73		
B. Efecto de Nudos sanos en la zona 2 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas											
Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas				
	n	R	min	n	R	min	n	R	min		
Vigas sin nudos sanos en la zona 2	138	.95	.38	350	.99	.42	488	.98	.38		
Vigas con nudos sanos aceptables	7	.94	.62	9	.92	.73	16	.93	.62		
Vigas con nudos sanos no aceptables	2	.74	.73	5	.89	.71	7	.84	.71		
Vigas aceptadas y sin nudos sanos	70	.99	.58	108	1.03	.66	178	1.01	.58		
Vigas aceptadas con nudos sanos	3	.90	.62				3	.90	.62		
Vigas rechazadas solo por nudos sanos	1	.74	.74				1	.74	.74		
Vigas rechazadas sin nudos sanos	68	.92	.38	242	.97	.42	310	.96	.38		
Vigas rechazadas con nudos sanos aceptables	4	.97	.81	9	.92	.73	13	.94	.73		
V. rechazadas por nudos sanos y otros defectos	1	.73	.73	5	.89	.71	6	.86	.71		

TABLA E.30. -- EFECTO DE NUDOS SANOS EN LA ZONA 8 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto de Nudos sanos en la zona 8 en el Factor de Calidad (relacion MOR vigas / MOR probetas)											
Condicion de las vigas al ensayarse		verde			seca al aire			todas			
		n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min	
Vigas sin nudos sanos en la zona 8											
Vigas con nudos sanos aceptables		141	73	18	345	62	409	486	65	09	
Vigas con nudos sanos no aceptables		5	83	59	8	65	37	13	72	37	
Vigas con nudos sanos no aceptables		1	18	18	11	38	06	12	37	06	
Vigas aceptadas y sin nudos sanos											
Vigas aceptadas con nudos sanos		68	78	54	107	71	43	175	74	43	
Vigas aceptadas con nudos sanos		5	83	59	1	79	79	6	82	59	
Vigas rechazadas sin nudos sanos											
Vigas rechazadas con nudos sanos aceptables		73	68	18	238	57	09	311	60	09	
V. rechazadas por nudos sanos y otros defectos		1	18	18	11	39	06	12	37	06	
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con: a) nudos sanos aceptables											
b) nudos sanos no aceptables		1			1	60	60	1	60	60	
					2	42	21	2	42	21	
B. Efecto de Nudos sanos en la zona 8 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas											
Condicion de las vigas al ensayarse		verde			seca al aire			todas			
		n	R	min	n	R	min	n	R	min	
Vigas sin nudos sanos en la zona 8											
Vigas con nudos sanos aceptables		141	95	38	345	99	42	486	98	38	
Vigas con nudos sanos no aceptables		5	98	65	8	1.00	73	13	99	65	
Vigas con nudos sanos no aceptables		1	50	50	11	91	58	12	88	50	
Vigas aceptadas y sin nudos sanos											
Vigas aceptadas con nudos sanos		68	98	58	107	1.03	66	175	1.01	58	
Vigas aceptadas con nudos sanos		5	98	65	1	1.15	1.15	6	1.01	65	
Vigas rechazadas sin nudos sanos											
Vigas rechazadas con nudos sanos aceptables		73	93	38	238	97	42	311	96	38	
V. rechazadas por nudos sanos y otros defectos		1	50	50	11	91	58	12	88	50	

TABLA E. 31. - EFECTO DE NUDOS SANOS EN ZONAS 4 Y 6 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

132

A. Efecto de Nudos sanos en zonas 4 o 6 en el Factor de Calidad (relacion MOR vigas / MOR probetas)												
Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas					
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min			
Vigas sin nudos sanos en zonas 4 y 6	139	74	18	328	62	09	467	65	09			
Vigas con nudos sanos aceptables	5	60	48	21	58	29	26	58	29			
Vigas con nudos sanos no aceptables	3	58	37	15	51	06	18	52	06			
Vigas aceptadas y sin nudos sanos	71	79	54	105	72	43	176	75	43			
Vigas aceptadas con nudos sanos	2	57	56	3	70	70	5	65	56			
Vigas rechazadas sin nudos sanos	68	69	18	223	57	09	291	60	09			
Vigas rechazadas con nudos sanos aceptables	3	62	48	18	56	29	21	57	29			
V. rechazadas por nudos sanos y otros defectos	3	58	37	15	51	06	18	52	06			
B. Efecto de Nudos sanos en zonas 4 o 6 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas												
Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas					
	n	R	min	n	R	min	n	R	min			
Vigas sin nudos sanos en zonas 4 y 6	139	96	38	328	99	42	467	98	38			
Vigas con nudos sanos aceptables	5	79	62	21	99	78	26	95	62			
Vigas con nudos sanos no aceptables	3	84	70	15	93	58	18	91	58			
Vigas aceptadas y sin nudos sanos	71	99	58	105	1.03	66	176	1.01	58			
Vigas aceptadas con nudos sanos	2	67	62	3	1.05	85	5	89	62			
Vigas rechazadas sin nudos sanos	68	93	38	223	97	42	291	96	38			
Vigas rechazadas con nudos sanos aceptables	3	88	77	18	98	78	21	96	77			
V. rechazadas por nudos sanos y otros defectos	3	84	70	15	93	58	18	91	58			

TABLA E.32. - EFECTO DE NUDOS HUECOS EN LA ZONA 2 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto de Nudos huecos en la zona 2 en el Factor de Calidad (Relacion MOR vigas / MOR probetas)									
Condicion de las vigas al ensayarse					seca al aire				
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min
Vigas sin nudos huecos en zona 2	145	73	18	356	61	06	501	65	06
Vigas con nudos huecos aceptables	1	63	63	5	51	20	6	53	20
Vigas con nudos huecos no aceptables	1	58	58	3	42	33	4	46	33
Vigas aceptadas y sin nudos huecos	73	79	54	106	72	43	179	74	43
Vigas aceptadas con nudos huecos				2	72	64	2	72	64
Vigas rechazadas sin nudos huecos	72	68	18	250	57	06	322	59	06
Vigas rechazadas con nudos huecos aceptables	1	63	63	3	37	20	4	44	20
V. rechazadas por nudos huecos y otros defectos	1	58	58	3	42	33	4	46	33
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con nudos huecos aceptables en zona 2	1	63	63				1	63	63

B. Efecto de Nudos huecos en la zona 2 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas									
Condicion de las vigas al ensayarse					seca al aire				
	n	R	min	n	R	min	n	R	min
Vigas sin nudos huecos en zona 2	145	95	38	356	99	42	501	98	38
Vigas con nudos huecos aceptables	1	86	86	5	93	79	6	92	79
Vigas con nudos huecos no aceptables	1	85	85	3	90	79	4	89	79
Vigas aceptadas y sin nudos huecos	73	98	58	106	103	66	179	101	58
Vigas aceptadas con nudos huecos				2	105	99	2	105	99
Vigas rechazadas sin nudos huecos	72	92	38	250	97	42	322	96	38
Vigas rechazadas con nudos huecos aceptables	1	86	86	3	84	79	4	85	79
V. rechazadas por nudos huecos y otros defectos	1	85	85	3	90	79	4	89	79

TABLE E. 33 - EFECTO DE NUDOS HUECOS EN LA ZONA 8 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

E. 34

A. Efecto de Nudos huecos en la zona 8 en el Factor de Calidad (relacion MPR vigas / MOR probetas)											
Condicion de las vigas al ensayarse	Verde				seca al aire				todas		
	n	FC	min		n	FC	min		n	FC	min
Vigas sin nudos huecos en zona 8	143	74	18		354	62	06		497	65	06
Vigas con nudos huecos aceptables	1	51	51		3	56	41		4	53	41
Vigas con nudos huecos no aceptables	3	34	30		7	43	17		10	40	17
Vigas aceptadas y sin nudos huecos	73	79	54		108	72	43		181	74	43
Vigas rechazadas solo por nudos huecos					1	96	96		1	96	96
Vigas rechazadas sin nudos huecos	70	70	18		246	57	06		316	60	06
Vigas rechazadas con nudos huecos aceptables	1	51	51		3	56	41		4	55	41
V. rechazadas por nudos huecos y otros def.	3	34	30		6	34	17		9	34	17
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con nudos huecos no aceptables.					6	47	23		6	47	23
B. Efecto de Nudos huecos en la zona 8 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas											
Condicion de las vigas al ensayarse	Verde				seca al aire				todas		
	n	R	min		n	R	min		n	R	min
Vigas sin nudos huecos en zona 8	143	96	43		354	99	42		497	98	42
Vigas con nudos huecos aceptables	1	71	71		3	95	94		4	89	71
Vigas con nudos huecos no aceptables	3	56	38		7	97	82		10	85	38
Vigas aceptadas y sin nudos huecos	73	98	58		108	1.03	66		181	1.01	58
Vigas rechazadas solo por nudos huecos					1	1.20	1.20		1	1.20	1.20
Vigas rechazadas sin nudos huecos	70	94	43		246	97	42		316	96	42
Vigas rechazadas con nudos huecos aceptables	1	71	71		3	95	94		4	89	71
V. rechazadas por nudos huecos y otros defectos	3	56	38		6	93	82		9	81	38

TABLA E.34 - EFECTO DE NUDOS HUECOS EN ZONAS 4 Y 6 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto de Nudos huecos en zonas 4 o 6 en el Factor de Calidad (relacion MOR vigas / MOR probetas)											
Condicion de las vigas al ensayarse		verde			seca al aire			todas			
		n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min	
Vigas sin nudos huecos en zonas 4 y 6											
Vigas con nudos huecos aceptables		140	74	18	346	62	06	486	65	06	
Vigas con nudos huecos no aceptables		3	87	79	10	60	23	13	66	23	
		4	44	29	8	44	14	12	44	14	
Vigas aceptadas y sin nudos huecos											
Vigas aceptadas con nudos huecos		73	79	54	105	71	43	178	74	43	
					3	76	71	3	76	71	
Vigas rechazadas sin nudos huecos											
Vigas rechazadas con nudos huecos aceptables		67	69	18	241	57	06	308	60	06	
V. rechazadas por nudos huecos y otros def.		3	87	79	7	53	23	10	63	23	
		4	44	29	8	44	14	12	44	14	
B. Efecto de Nudos huecos en zonas 4 o 6 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas											
Condicion de las vigas al ensayarse		verde			seca al aire			todas			
		n	R	min	n	R	min	n	R	min	
Vigas sin nudos huecos en zonas 4 y 6											
Vigas con nudos huecos aceptables		140	96	43	346	99	42	486	98	42	
Vigas con nudos huecos no aceptables		3	1.01	97	10	92	78	13	95	78	
		4	70	38	8	88	64	12	82	38	
Vigas aceptadas y sin nudos huecos											
Vigas aceptadas con nudos huecos		73	98	58	105	1.03	66	178	1.01	58	
					3	99	91	3	99	91	
Vigas rechazadas sin nudos huecos											
Vigas rechazadas con nudos huecos aceptables		67	93	43	241	97	42	308	96	42	
V. rechazadas por nudos huecos y otros def.		3	1.01	97	7	90	78	10	93	78	
		4	70	38	8	88	64	12	82	38	

TABLA E. 35. - EFECTO DE LAS FALLAS DE COMPRESION EN LA RELACION ENTRE PROPIEDADES MECANICAS DE VIGAS Y PROBETAS

FE 36

A. Efecto de las Fallas de compresion en el Factor de Calidad (relacion MOR vigas / MOR probetas)

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min
Vigas sin fallas de compresion	137	.74	.20	346	.62	.06	483	.66	.06
Vigas con fallas de compresion	10	.62	.18	18	.39	.09	28	.47	.09
Vigas aceptadas por Regla de Clasificacion	73	.79	.54	108	.72	.43	181	.74	.43
Vigas rechazadas solo por fallas de compresion	3	.74	.67	9	.40	.21	12	.49	.21
Vigas rechazadas sin fallas de compresion	64	.69	.20	238	.58	.06	302	.60	.06
Vigas con fallas de compresion en combinacion con otros defectos no aceptables	7	.56	.18	9	.38	.09	16	.46	.09
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con fallas de compresion originales	10	.61	.17	14	.36	.09	24	.46	.09

B. Efecto de las Fallas de compresion en la relacion $R = \text{MOR vigas} / \text{MOR probetas}$

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	R	min	n	R	min	n	R	min
Vigas sin fallas de compresion	137	.96	.38	346	.92	.42	483	.98	.38
Vigas con fallas de compresion	10	.88	.43	18	.85	.42	28	.86	.42
Vigas aceptadas por Regla de Clasificacion	73	.98	.58	108	1.03	.66	181	1.01	.58
Vigas rechazadas solo por fallas de compresion	3	.93	.82	9	.85	.42	12	.87	.42
Vigas rechazadas sin fallas de compresion	64	.93	.38	238	.98	.49	302	.97	.38
Vigas con fallas de compresion en combinacion con otros defectos no aceptables	7	.86	.43	9	.85	.68	16	.86	.43

TABLA E.36 - EFECTO DE PERFORACIONES PEQUEÑAS EN LA ZONA 2 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto de Perforaciones pequeñas en la zona 2 en el Factor de Calidad (MOR vigas / MOR probetas)											
Condición de las vigas al ensayarse		verde			seca al aire			todas			
		n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min	
Vigas sin perforaciones pequeñas en zona 2											
Vigas con perforaciones pequeñas aceptables		127	.74	.18	233	.61	.06	360	.66	.06	
Vigas con perforaciones pequeñas no aceptables		12	.68	.23	92	.61	.19	104	.61	.19	
		8	.68	.37	39	.60	.30	47	.61	.30	
Vigas aceptadas y sin perforaciones pequeñas											
Vigas aceptadas con perforaciones pequeñas		70	.79	.54	82	.71	.43	152	.75	.43	
V. rechazadas solo por perforaciones pequeñas		3	.70	.64	26	.73	.61	29	.73	.61	
		1	.93	.93	4	.58	.51	5	.65	.51	
Vigas rechazadas sin perforaciones pequeñas											
V. rechazadas con perf. pequeñas aceptables		57	.68	.18	151	.56	.06	208	.59	.06	
V. rechazadas por perf. pequeñas y otros def.		9	.68	.23	66	.56	.19	75	.57	.19	
		7	.65	.37	35	.60	.30	42	.61	.30	
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con : a) perf. pequeñas aceptables											
b) perf. pequeñas no aceptables		2	.79	.79	7	.66	.62	9	.69	.62	
		5	.79	.67	18	.65	.42	23	.68	.42	
B. Efecto de Perforaciones pequeñas en la zona 2 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas											
Condición de las vigas al ensayarse		verde			seca al aire			todas			
		n	R	min	n	R	min	n	R	min	
Vigas sin perforaciones pequeñas en zona 2											
Vigas con perforaciones pequeñas aceptables		127	.95	.38	233	.98	.42	360	.97	.38	
Vigas con perforaciones pequeñas no aceptables		12	.89	.66	92	1.00	.75	104	.99	.66	
		8	1.06	.77	39	.97	.68	47	.99	.68	
Vigas aceptadas y sin perforaciones pequeñas											
Vigas aceptadas con perforaciones pequeñas		70	.99	.58	82	1.02	.66	152	1.01	.58	
V. rechazadas solo por perforaciones pequeñas		3	.85	.82	26	1.03	.88	29	1.01	.82	
		1	1.22	1.22	4	.92	.80	5	.98	.80	
Vigas rechazadas sin perforaciones pequeñas											
V. rechazadas con perf. pequeñas aceptables		57	.90	.38	151	.96	.42	208	.94	.38	
V. rechazadas por perf. pequeñas y otros def.		9	.91	.66	66	.99	.75	75	.98	.66	
		7	1.04	.77	35	.98	.68	42	.99	.68	

TABLA E. 37. - EFECTO DE PERFORACIONES PEQUEÑAS EN LA ZONA 8 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

FI
38

A. Efecto de Perforaciones pequeñas en la zona 8 en el Factor de Calidad (MOR vigas / MOR probetas)												
Condicion de las vigas al ensayarse	verde				seca al aire				todas			
	n	FC	min		n	FC	min		n	FC	min	
Vigas sin perforaciones pequeñas en zona 8	125	.75	.18		220	.62	.06		345	.67	.06	
Vigas con perforaciones pequeñas aceptables	19	.66	.20		98	.61	.21		117	.62	.20	
Vigas con perforaciones pequeñas no aceptables	3	.48	.23		46	.55	.22		49	.54	.22	
Vigas aceptadas y sin perforaciones pequeñas	66	.80	.56		77	.70	.43		143	.75	.43	
Vigas aceptadas con perforaciones pequeñas	7	.70	.54		31	.75	.61		38	.74	.54	
V. rechazadas solo por perforaciones pequeñas					1	.35	.35		1	.35	.35	
Vigas rechazadas sin perforaciones pequeñas	59	.70	.18		143	.58	.06		202	.62	.06	
V. rechazadas con perf. pequeñas aceptables	12	.64	.20		67	.55	.21		79	.56	.20	
V. rechazadas por perf. pequeñas y otros def.	3	.48	.23		45	.55	.22		48	.55	.22	
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con :												
a) perf. pequeñas aceptables	4	.48	.20		17	.66	.25		21	.62	.20	
b) perf. pequeñas no aceptables	1	.37	.37		27	.55	.31		28	.54	.31	
B. Efecto de Perforaciones pequeñas en la zona 8 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas												
Condicion de las vigas al ensayarse	verde				seca al aire				todas			
	n	R	min		n	R	min		n	R	min	
Vigas sin perforaciones pequeñas en zona 8	125	.96	.38		220	.98	.42		345	.97	.38	
Vigas con perforaciones pequeñas aceptables	19	.92	.58		98	1.00	.71		117	.99	.58	
Vigas con perforaciones pequeñas no aceptables	3	.98	.71		46	.98	.71		49	.98	.71	
Vigas aceptadas y sin perforaciones pequeñas	66	.99	.62		77	1.02	.66		143	1.01	.62	
Vigas aceptadas con perforaciones pequeñas	7	.89	.58		31	1.04	.79		38	1.01	.58	
V. rechazadas solo por perforaciones pequeñas					1	.81	.81		1	.81	.81	
Vigas rechazadas sin perforaciones pequeñas	59	.91	.38		143	.96	.42		202	.95	.38	
V. rechazadas con perf. pequeñas aceptables	12	.94	.66		67	.98	.71		79	.97	.66	
V. rechazadas por perf. pequeñas y otros def.	3	.98	.71		45	.98	.71		48	.98	.71	

TABLA E.38. - EFECTO DE PERFORACIONES PEQUEÑAS EN ZONAS 4 Y 6 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto de Perforaciones pequeñas en zonas 4 o 6 en el Factor de Calidad (MOR vigas / MOR probetas)												
Condicion de las vigas al ensayarse												
	verde			seca al aire			todas					
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	n	FC	min	
Vigas sin perforaciones pequeñas en zona 4 y 6	119	.75	.18	224	.61	.06	343	.66		.66	.06	
Vigas con perforaciones pequeñas aceptables	23	.65	.20	101	.64	.19	124	.64		.64	.19	
Vigas con perforaciones pequeñas no aceptables	5	.64	.37	39	.54	.25	44	.55		.55	.25	
Vigas aceptadas y sin perforaciones pequeñas	63	.80	.54	74	.70	.43	137	.75		.75	.43	
Vigas aceptadas con perforaciones pequeñas	10	.72	.57	34	.74	.61	44	.74		.74	.57	
Vigas rechazadas sin perforaciones pequeñas	56	.70	.18	150	.56	.06	206	.60		.60	.06	
V. rechazadas con perf. pequeñas aceptables	13	.60	.20	67	.59	.19	80	.59		.59	.19	
V. rechazadas por perf. pequeñas y otros def.	5	.64	.37	39	.54	.25	44	.55		.55	.25	
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con perforaciones pequeñas no aceptables				1	.47	.47	1	.47		.47	.47	
B. Efecto de Perforaciones pequeñas en zonas 4 o 6 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas												
Condicion de las vigas al ensayarse												
	verde			seca al aire			todas					
	n	R	min	n	R	min	n	R	n	R	min	
Vigas sin perforaciones pequeñas en zona 4 y 6	119	.95	.38	224	.98	.42	343	.97		.97	.38	
Vigas con perforaciones pequeñas aceptables	23	.92	.58	101	1.02	.71	124	1.00		1.00	.58	
Vigas con perforaciones pequeñas no aceptables	5	1.07	.81	39	.95	.71	44	.96		.96	.71	
Vigas aceptadas y sin perforaciones pequeñas	63	.99	.62	74	1.02	.66	137	1.01		1.01	.62	
Vigas aceptadas con perforaciones pequeñas	10	.92	.58	34	1.04	.79	44	1.01		1.01	.58	
Vigas rechazadas sin perforaciones pequeñas	56	.90	.38	150	.96	.42	206	.94		.94	.38	
V. rechazadas con perf. pequeñas aceptables	13	.93	.71	67	1.00	.71	80	.99		.99	.71	
V. rechazadas por perf. pequeñas y otros def.	5	1.07	.81	39	.95	.71	44	.96		.96	.71	

TABLA E. 39 - EFECTO DE PERFORACIONES GRANDES EN LA ZONA 2 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

E. 40

A. Efecto de Perforaciones grandes en la zona 2 en el Factor de Calidad (MOR vigas / MOR probetas)											
Condicion de las vigas al ensayarse	verde						seca al aire				
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min	n	FC
Vigas sin perforaciones grandes en zona 2	142	73	18	342	61	06	484	65	06		
Vigas con perforaciones grandes aceptables	3	81	70	14	61	28	17	65	28		
Vigas con perforaciones grandes no aceptables	2	54	50	8	53	34	10	53	34		
Vigas aceptadas y sin perforaciones grandes	72	79	54	103	72	43	175	75	43		
Vigas aceptadas con perforaciones grandes	1	70	70	5	65	61	6	66	61		
V. rechazadas solo por perforaciones grandes	1	58	58				1	58	58		
Vigas rechazadas sin perforaciones grandes	70	68	18	239	57	06	309	59	06		
V. rechazadas con perf. grandes aceptables	2	87	83	9	58	28	11	64	28		
V. rechazadas por perf. grandes y otros def.	1	50	50	8	53	34	9	53	34		
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con perf. grandes no aceptables	1	58	58	1	80	80	2	69	58		
B. Efecto de Perforaciones grandes en la zona 2 en la relacion R = MCE vigas / MCE probetas											
Condicion de las vigas al ensayarse	verde						seca al aire				
	n	R	min	n	R	min	n	R	min	n	R
Vigas sin perforaciones grandes en zona 2	142	95	38	342	98	42	484	97	38		
Vigas con perforaciones grandes aceptables	3	91	85	14	1.03	81	17	1.01	81		
Vigas con perforaciones grandes no aceptables	2	93	81	8	96	84	10	95	81		
Vigas aceptadas y sin perforaciones grandes	72	98	58	103	1.03	66	175	1.01	58		
Vigas aceptadas con perforaciones grandes	1	95	95	5	98	81	6	98	81		
V. rechazadas solo por perforaciones grandes	1	1.05	1.05				1	1.05	1.05		
Vigas rechazadas sin perforaciones grandes	70	92	38	239	97	42	309	95	38		
V. rechazadas con perf. grandes aceptables	2	87	85	9	1.06	90	11	1.03	85		
V. rechazadas por perf. grandes y otros def.	1	81	81	8	96	84	9	94	81		



TABLA E. 40 - EFECTO DE PERFORACIONES GRANDES EN LA ZONA 8 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto de Perforaciones grandes en la zona 8 en el Factor de Calidad (MOR vigas / MOR probetas)

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min
Vigas sin perforaciones grandes en zona 8	141	.73	.18	343	.61	.06	484	.65	.06
Vigas con perforaciones grandes aceptables	4	.86	.65	11	.64	.43	15	.70	.43
Vigas con perforaciones grandes no aceptables	2	.68	.61	10	.58	.36	12	.60	.36
Vigas aceptadas y sin perforaciones grandes	72	.79	.54	106	.72	.43	178	.74	.43
Vigas aceptadas con perforaciones grandes	1	.80	.80	2	.69	.69	3	.72	.69
V. rechazadas solo por perforaciones grandes				1	.56	.56	1	.56	.56
Vigas rechazadas sin perforaciones grandes	69	.67	.18	237	.56	.06	306	.59	.06
V. rechazadas con perf. grandes aceptables	3	.88	.65	9	.63	.43	12	.69	.43
V. rechazadas por perf. grandes y otros def.	2	.68	.61	9	.58	.36	11	.60	.36
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con : a) perf. grandes aceptables	1	.65	.65				1	.65	.65
b) perf. grandes no aceptables	1	.61	.61	4	.58	.54	5	.58	.54

B. Efecto de Perforaciones grandes en la zona 8 en la relacion R = MDE vigas / MDE probetas

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	R	min	n	R	min	n	R	min
Vigas sin perforaciones grandes en zona 8	141	.95	.38	343	.98	.42	484	.97	.38
Vigas con perforaciones grandes aceptables	4	.96	.80	11	.99	.73	15	.99	.73
Vigas con perforaciones grandes no aceptables	2	.80	.66	10	1.04	.84	12	1.00	.66
Vigas aceptadas y sin perforaciones grandes	72	.98	.58	106	1.02	.66	178	1.01	.58
Vigas aceptadas con perforaciones grandes	1	1.01	1.01	2	1.16	1.02	3	1.11	1.01
V. rechazadas solo por perforaciones grandes				1	1.08	1.08	1	1.08	1.08
Vigas rechazadas sin perforaciones grandes	69	.92	.38	237	.97	.42	306	.96	.38
V. rechazadas con perf. grandes aceptables	3	.95	.80	9	.96	.73	12	.96	.73
V. rechazadas por perf. grandes y otros def.	2	.80	.66	9	1.04	.84	11	.99	.66



TABLA E. 41. - EFECTO DE PERFORACIONES GRANDES EN ZONAS 4 Y 6 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

E. 42

A. Efecto de Perforaciones grandes en zonas 4 y 6 en el Factor de Calidad (MOR vigas / MOR probetas)												
Condicion de las vigas al ensayarse	Verde			seca al aire			todas					
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min			
Vigas sin perforaciones grandes en zonas 4 y 6	135	.73	.18	335	.61	.06	470	.65	.06			
Vigas con perforaciones grandes aceptables	9	.68	.29	20	.60	.26	29	.62	.26			
Vigas con perforaciones grandes no aceptables	3	.84	.50	9	.50	.32	12	.58	.32			
Vigas aceptadas y sin perforaciones grandes	69	.79	.54	100	.72	.48	169	.75	.48			
Vigas aceptadas con perforaciones grandes	4	.74	.63	8	.66	.43	12	.69	.43			
Vigas rechazadas sin perforaciones grandes	66	.67	.18	235	.57	.06	301	.59	.06			
V. rechazadas con perf. grandes aceptables	5	.63	.29	12	.55	.26	17	.58	.26			
V. rechazadas por perf. grandes y otros def.	3	.84	.50	9	.50	.32	12	.58	.32			
B. Efecto de Perforaciones grandes en zonas 4 y 6 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas												
Condicion de las vigas al ensayarse	Verde			seca al aire			todas					
	n	R	min	n	R	min	n	R	min			
Vigas sin perforaciones grandes en zonas 4 y 6	135	.95	.38	335	.99	.42	470	.98	.38			
Vigas con perforaciones grandes aceptables	9	.94	.74	20	1.02	.84	29	.99	.74			
Vigas con perforaciones grandes no aceptables	3	1.03	.81	9	.90	.81	12	.93	.81			
Vigas aceptadas y sin perforaciones grandes	69	.98	.58	100	1.02	.66	169	1.01	.58			
Vigas aceptadas con perforaciones grandes	4	.98	.91	8	1.06	.91	12	1.03	.91			
Vigas rechazadas sin perforaciones grandes	66	.92	.38	235	.97	.42	301	.96	.38			
V. rechazadas con perf. grandes aceptables	5	.90	.74	12	.99	.84	17	.96	.74			
V. rechazadas por perf. grandes y otros def.	3	1.03	.81	9	.90	.81	12	.93	.81			

TABLA E. 42. - EFECTO DE ATAQUES DE HONGOS EN LA ZONA 2 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto de Hongos en la zona 2 en el Factor de Calidad (MOR vigas / MOR probetas)											
Condicion de las vigas al ensayarse						seca al aire					
verde						todas					
	n	FC	min	n	FC	n	FC	min	n	FC	min
Vigas sin hongos en zona 2	125	.73	.18	277	.61	402	.65	.06			
Vigas con hongos aceptables	18	.76	.23	74	.64	92	.66	.23			
Vigas con hongos no aceptables	4	.59	.51	13	.41	17	.45	.22			
Vigas aceptadas y sin hongos	69	.78	.54	83	.71	152	.74	.43			
Vigas aceptadas con hongos	4	.92	.68	25	.74	29	.77	.61			
Vigas rechazadas sin hongos	56	.67	.18	194	.57	250	.60	.06			
V. rechazadas con hongos aceptables	14	.72	.23	49	.58	63	.61	.23			
V. rechazadas por hongos y otros defectos	4	.59	.51	13	.41	17	.45	.22			
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con hongos no aceptables	1	.63	.63	2	.40	3	.47	.37			
B. Efecto de Hongos en la zona 2 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas											
Condicion de las vigas al ensayarse						seca al aire					
verde						todas					
	n	R	min	n	R	n	R	min	n	R	min
Vigas sin hongos en zona 2	125	.95	.38	277	.98	402	.97	.38			
Vigas con hongos aceptables	18	.97	.66	74	1.02	92	1.01	.66			
Vigas con hongos no aceptables	4	.84	.71	13	.89	17	.88	.71			
Vigas aceptadas y sin hongos	69	.98	.58	83	1.02	152	1.01	.58			
Vigas aceptadas con hongos	4	.97	.74	25	1.03	29	1.03	.74			
Vigas rechazadas sin hongos	56	.91	.38	194	.96	250	.95	.38			
V. rechazadas con hongos aceptables	14	.97	.66	49	1.01	63	1.00	.66			
V. rechazadas por hongos y otros defectos	4	.84	.71	13	.89	17	.88	.71			

TABLA E. 43. - EFECTO DE ATAQUES DE HONGOS EN LA ZONA 8 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto de Hongos en la zona 8 en el Factor de Calidad (MOR vigas / MOR probetas)												
Condicion de las vigas al ensayarse	verde				seca al aire				todas			
	n	FC	min		n	FC	min		n	FC	min	
Vigas sin hongos en zona 8	118	75	18		277	62	06		395	66	06	
Vigas con hongos aceptables	18	81	48		63	62	25		81	66	25	
Vigas con hongos no aceptables	11	46	20		24	46	17		35	46	17	
Vigas aceptadas y sin hongos	66	78	54		88	71	43		154	74	43	
Vigas aceptadas con hongos	7	84	57		20	74	63		27	76	57	
Vigas rechazadas solo por hongos	2	89	65		1	59	59		3	79	59	
Vigas rechazadas sin hongos	52	70	18		189	58	06		241	61	06	
V. rechazadas con hongos aceptables	11	79	48		43	56	25		54	61	25	
V. rechazadas por hongos y otros defectos	9	36	20		23	45	17		32	43	17	
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con hongos no aceptables	7	40	20		13	48	19		20	45	19	
B. Efecto de Hongos en la zona 8 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas												
Condicion de las vigas al ensayarse	verde				seca al aire				todas			
	n	R	min		n	R	min		n	R	min	
Vigas sin hongos en zona 8	118	97	43		277	99	42		395	98	42	
Vigas con hongos aceptables	18	92	66		63	99	70		81	98	66	
Vigas con hongos no aceptables	11	79	38		24	96	76		35	91	38	
Vigas aceptadas y sin hongos	66	99	58		88	1.03	66		154	1.01	58	
Vigas aceptadas con hongos	7	95	71		20	1.02	88		27	1.00	71	
Vigas rechazadas solo por hongos	2	1.03	80		1	91	91		3	99	80	
Vigas rechazadas sin hongos	52	95	43		189	96	42		241	96	42	
V. rechazadas con hongos aceptables	11	90	66		43	98	70		54	97	66	
V. rechazadas por hongos y otros defectos	9	74	38		23	96	76		32	90	38	

TABLA E. 44. - EFECTO DE ATAQUES DE HONGOS EN ZONAS 4 Y 6 EN LA RELACION DE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto de Hongos en zonas 4 o 6 en el Factor de Calidad (MDR vigas / MDR probetas)

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min
Vigas sin hongos en zonas 4 y 6	114	.75	.18	259	.61	.06	373	.65	.06
Vigas con hongos aceptables	23	.74	.20	82	.64	.09	105	.66	.09
Vigas con hongos no aceptables	10	.54	.29	23	.47	.14	33	.49	.14
Vigas aceptadas y sin hongos	66	.78	.54	77	.71	.43	143	.74	.43
Vigas aceptadas con hongos	7	.88	.79	31	.73	.61	38	.76	.61
V. rechazadas solo por hongos				1	.67	.67	1	.67	.67
Vigas rechazadas sin hongos	48	.71	.18	182	.57	.06	230	.60	.06
V. rechazadas con hongos aceptables	16	.68	.20	51	.59	.09	67	.61	.09
V. rechazadas por hongos y otros defectos	10	.54	.29	22	.46	.14	32	.49	.14

B. Efecto de Hongos en zonas 4 o 6 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	R	min	n	R	min	n	R	min
Vigas sin hongos en zonas 4 y 6	114	.96	.43	259	.98	.42	373	.97	.42
Vigas con hongos aceptables	23	.97	.56	82	1.03	.69	105	1.01	.56
Vigas con hongos no aceptables	10	.82	.38	23	.93	.64	33	.89	.38
Vigas aceptadas y sin hongos	66	.98	.58	77	1.02	.66	143	1.00	.58
Vigas aceptadas con hongos	7	1.05	.99	31	1.05	.88	38	1.05	.88
V. rechazadas solo por hongos				1	1.10	1.10	1	1.10	1.10
Vigas rechazadas sin hongos	48	.93	.43	182	.96	.42	230	.95	.42
V. rechazadas con hongos aceptables	16	.94	.56	51	1.01	.69	67	1.00	.56
V. rechazadas por hongos y otros defectos	10	.82	.38	22	.92	.64	32	.89	.38

TABELA E.45. - EFECTO DE LA ARQUEADURA EN LA RELACION ENTRE PROPIEDADES MECANICAS DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto de la Arqueadura en el Factor de Calidad (relacion MOR vigas / MOR probetas)											
Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas				
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min		
Vigas sin arqueadura	67	.75	.18	306	.61	.06	373	.63	.06		
Vigas con arqueadura aceptable	80	.72	.18	52	.62	.19	132	.68	.18		
Vigas con arqueadura no aceptable				6	.58	.43	6	.58	.43		
Vigas aceptadas y sin arqueadura	35	.80	.57	85	.71	.43	120	.74	.43		
Vigas aceptadas con arqueadura	38	.78	.54	23	.73	.61	61	.76	.54		
Vigas rechazadas solo por arqueadura				3	.49	.43	3	.49	.43		
Vigas rechazadas sin arqueadura	32	.70	.18	221	.57	.06	253	.59	.06		
Vigas rechazadas con arqueadura aceptable	42	.66	.18	29	.54	.19	71	.61	.18		
Vigas rechazadas por arqueadura y otros defectos				3	.67	.56	3	.67	.56		
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con :	9	.68	.51	12	.61	.30	21	.64	.30		
b) Arqueadura no aceptable				4	.51	.43	4	.51	.43		
B. Efecto de la Arqueadura en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas											
Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas				
	n	R	min	n	R	min	n	R	min		
Vigas sin arqueadura	67	.96	.38	306	.98	.42	373	.98	.38		
Vigas con arqueadura aceptable	80	.95	.50	52	1.00	.68	132	.97	.50		
Vigas con arqueadura no aceptable				6	.99	.80	6	.99	.80		
Vigas aceptadas y sin arqueadura	35	.99	.58	85	1.02	.66	120	1.01	.58		
Vigas aceptadas con arqueadura	38	.97	.62	23	1.04	.88	61	1.00	.62		
Vigas rechazadas solo por arqueadura				3	1.05	.95	3	1.05	.95		
Vigas rechazadas sin arqueadura	32	.92	.38	221	.97	.42	253	.96	.38		
Vigas rechazadas con arqueadura aceptable	42	.92	.50	29	.96	.68	71	.93	.50		
Vigas rechazadas por arqueadura y otros defectos				3	.94	.80	3	.94	.80		

6080

6080

E.47

TABLA E. 46. - EFECTO DE LAS GRIETAS DE SECADO EN ZONAS 4 Y 6 EN LA RELACION ENTRE PROPIEDADES DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto de las Grietas en zonas 4 o 6 en el Factor de Calidad (relacion MOR vigas / MOR probetas)

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min
Vigas sin grietas en zonas 4 y 6	144	73	18	350	61	06	494	65	06
Vigas con grietas aceptables	2	61	57	12	56	34	14	57	34
Vigas con grietas no aceptables	1	63	63	2	38	17	3	46	17
Vigas aceptadas y sin grietas	72	79	54	105	72	43	177	75	43
Vigas aceptadas con grietas	1	57	57	3	72	68	4	68	57
Vigas rechazadas sin grietas	72	68	18	245	57	06	317	60	06
Vigas rechazadas con grietas aceptables	1	65	18	9	51	34	10	53	18
Vigas rechazadas por grietas y otros defectos	1	63	63	2	38	17	3	46	17

B. Efecto de las Grietas en zonas 4 o 6 en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	R	min	n	R	min	n	R	min
Vigas sin grietas en zonas 4 y 6	144	95	38	350	99	42	494	98	38
Vigas con grietas aceptables	2	77	58	12	97	84	14	94	58
Vigas con grietas no aceptables	1	86	86	2	96	90	3	93	86
Vigas aceptadas y sin grietas	72	99	62	105	103	66	177	101	62
Vigas aceptadas con grietas	1	58	58	3	98	88	4	88	58
Vigas rechazadas sin grietas	72	92	38	245	97	42	317	96	38
Vigas rechazadas con grietas aceptables	1	96	58	9	97	84	10	97	50
Vigas rechazadas por grietas y otros defectos	1	86	86	2	96	90	3	93	86

TABLA E. 47. - EFECTO DE RAJADURAS EN LA RELACION ENTRE PROPIEDADES MECANICAS DE VIGAS Y PROBETAS

E. 48

A. Efecto de Rajaduras en el Factor de Calidad (relacion MOR vigas / MOR probetas)

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min
Vigas sin rajaduras	133	.75	.18	311	.62	.06	444	.66	.06
Vigas con rajadura aceptable	5	.66	.57	38	.61	.28	38	.62	.28
Vigas con rajadura no aceptable	9	.53	.18	20	.51	.09	29	.52	.09
Vigas aceptadas y sin rajaduras	69	.79	.54	96	.72	.43	165	.75	.43
Vigas aceptadas con rajaduras	4	.68	.57	12	.70	.48	16	.69	.48
Vigas rechazadas solo por rajaduras	2	.66	.51	3	.67	.54	5	.67	.51
Vigas rechazadas sin rajaduras	64	.70	.18	215	.57	.06	279	.60	.06
Vigas rechazadas con rajadura aceptable	1	.59	.59	21	.56	.28	22	.56	.28
Vigas rechazadas por rajadura y otros defectos	7	.49	.18	17	.49	.09	24	.49	.09
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con rajadura no aceptable	1	.74	.74	2	.56	.54	3	.62	.54

B. Efecto de Rajaduras en la relacion R = MOE vigas / MOE probetas

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	R	min	n	R	min	n	R	min
Vigas sin rajaduras	133	.96	.38	311	.98	.42	444	.97	.38
Vigas con rajadura aceptable	5	.91	.58	33	1.02	.78	38	1.01	.58
Vigas con rajadura no aceptable	9	.82	.43	20	1.00	.64	29	.95	.43
Vigas aceptadas y sin rajaduras	69	.99	.62	96	1.02	.66	165	1.01	.62
Vigas aceptadas con rajaduras	4	.88	.58	12	1.05	.81	16	1.00	.58
Vigas rechazadas solo por rajaduras	2	.92	.78	3	1.10	.91	5	1.02	.78
Vigas rechazadas sin rajaduras	64	.93	.38	215	.96	.42	279	.95	.38
Vigas rechazadas con rajadura aceptable	1	1.04	1.04	21	1.01	.78	22	1.01	.78
Vigas rechazadas por rajadura y otros defectos	7	.79	.43	17	.98	.64	24	.93	.43

TABLA E 48. - EFECTO DE ESCAMADURAS EN LA RELACION ENTRE PROPIEDADES MECANICAS DE VIGAS Y PROBETAS

A. Efecto de Escamaduras (Acebolladuras) en el Factor de Calidad (relacion MOR vigas / MOR probetas)

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	FC	min	n	FC	min	n	FC	min
Vigas sin escamadura	141	.74	.18	317	.62	.06	458	.66	.06
Vigas con escamadura aceptable	3	.64	.51	33	.57	.09	36	.58	.09
Vigas con escamadura no aceptable	3	.66	.35	14	.44	.14	17	.48	.14
Vigas aceptadas y sin escamadura	72	.79	.54	98	.72	.43	170	.75	.43
Vigas aceptadas con escamadura	1	.80	.80	10	.70	.48	11	.71	.48
Vigas rechazadas solo por escamadura				1	.50	.50	1	.50	.50
Vigas rechazadas sin escamadura	69	.68	.18	219	.58	.06	288	.60	.06
Vigas rechazadas con escamadura aceptable	2	.55	.51	23	.52	.09	25	.52	.09
Vigas rechazadas por escamadura y otros defectos	3	.66	.35	13	.43	.14	16	.47	.14
Vigas cuya forma de falla tuvo una relacion directa con :									
a) Escamadura aceptable				2	.59	.48	2	.59	.48
b) Escamadura no aceptable	4	.50	.35	11	.42	.14	15	.44	.14

B. Efecto de Escamaduras (Acebolladuras) en la relacion $R = \text{MOE vigas} / \text{MOE probetas}$

Condicion de las vigas al ensayarse	verde			seca al aire			todas		
	n	R	min	n	R	min	n	R	min
Vigas sin escamadura	141	.96	.43	317	.99	.42	458	.98	.42
Vigas con escamadura aceptable	3	.93	.78	33	1.00	.69	36	1.01	.69
Vigas con escamadura no aceptable	3	.78	.38	14	.92	.64	17	.90	.38
Vigas aceptadas y sin escamadura	72	.98	.58	98	1.02	.66	170	1.01	.58
Vigas aceptadas con escamadura	1	.96	.96	10	1.04	.85	11	1.03	.85
Vigas rechazadas solo por escamadura				1	.94	.94	1	.94	.94
Vigas rechazadas sin escamadura	69	.93	.43	219	.97	.42	288	.96	.42
Vigas rechazadas con escamadura aceptable	2	.91	.78	23	.99	.69	25	.98	.69
Vigas rechazadas por escamadura y otro defectos	3	.78	.38	13	.92	.64	16	.89	.38

En setiembre de 1974, la Comisión del Acuerdo de Cartagena —su máximo organismo— aprobó la Decisión 89 constituyendo los Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de los Recursos Forestales Tropicales (PADT—REFORT). Los PADT son uno de los instrumentos de política tecnológica del Acuerdo de Cartagena dentro del área de asimilación y generación de tecnología destinado a solucionar problemas subregionales de interés común y de importancia económica y social.

Los PADT—REFORT están constituidos por un conjunto de proyectos orientados a la utilización racional de la madera proveniente de los bosques tropicales de la Subregión y se realizan con la participación de instituciones nacionales con la coordinación de la Junta del Acuerdo de Cartagena. En los países la ejecución de las actividades de los PADT—REFORT es responsabilidad de las siguientes instituciones:

Bolivia	:	Centro de Desarrollo Forestal
Colombia	:	Instituto Nacional de Recursos Naturales y del Ambiente. INDERENA.
Ecuador	:	Programa Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería.
Perú	:	Instituto Nacional Forestal y de Fauna. INFOR.
Venezuela	:	Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.

La presente publicación es un informe de las investigaciones realizadas en el Laboratorio Andino de Ingeniería de la Madera (LADIMA) por el personal técnico de la Junta del Acuerdo de Cartagena.

