

# **EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DEL SUELO EN LA EXPLOTACIÓN FORESTAL EN MISIONES, ARGENTINA.**

## **PENETRATION RESISTANCE EVOLUTION OF THE FOREST HARVESTING IN MISIONES, ARGENTINE.**

**Diego Erbetta<sup>1</sup>**  
**Patricio Mac Donagh<sup>2</sup>**  
**Roberto Fernández<sup>3</sup>**  
**Takeshi To ma<sup>4</sup>**

- <sup>1.</sup> Alumno Ingeniería Forestal. Fac. C. Ftales. UNaM. Misiones. Bertoni 124. [erbettad@facfor.unam.edu.ar](mailto:erbettad@facfor.unam.edu.ar)
- <sup>2.</sup> Fac. C. Ftales. UNaM. Misiones. [mdonagh@facfor.unam.edu.ar](mailto:mdonagh@facfor.unam.edu.ar)
- <sup>3.</sup> INTA, EEA Montecarlo. Fac. C. Ftales. UNaM. Misiones, [rfernandez@ceel.com.ar](mailto:rfernandez@ceel.com.ar)
- <sup>4.</sup> C.I.F.O.R: Forestry And Forest Products Research Institute

### **SUMMARY**

In the Guaraní preservation area 100 ha of forest land have been cut to evaluate harvest impact in natural subtropical forest. Improve harvest (RIL) and Commercial logging(CC). Each plot has 1 hectare. During June and July 1999 the entire area has been harvested. The trees were cut with chainsaw (STHILL 070), and logged with a rubber tire skidder of 10 tons and 140 cv power engine.

After the harvesting were registered data of cone index during four years. The conclusion was that the soil compaction persist four years after harvesting, and reaches until the 400 mm soil depth, in the three traffic intensities studied.

**Key words:** Cone Index, compaction, Harvesting tropical forest.

### **RESUMEN**

En la reserva experimental Guaraní se han conducido ensayos respecto del impacto de dos métodos de aprovechamiento. Cosecha de Impacto Reducido (RIL) y Cosecha Comercial (CC). Cada parcela tenía 1 ha. Durante Junio y Julio de 1999 se realizaron todas las operaciones con maquinaria. El corte fue realizado con motosierra (Sthill 070) y el arrastre y carga con un skidder de 10 Mg de peso total y 140 cv de potencia.

Luego de la cosecha se registraron datos de penetrometría durante cuatro años. Se concluye que la compactación alcanzó los 400 mm de profundidad en las tres intensidades de tránsito estudiadas. Esto demuestra que los sistemas de aprovechamiento para bosques subtropicales ocasionan un impacto en el suelo el cual perdura en el tiempo.

**Palabras clave:** Penetrometría, compactación, Cosecha de madera

## INTRODUCCIÓN

Los pesos y dimensiones de los productos a transportar y las maquinarias empleadas en las actividades forestales son marcadamente superiores a los empleados en tareas agrícolas. El peso de la maquinaria puede destruir la vegetación herbácea, dañar las raíces de los árboles y compactar el suelo hasta un grado tal que estas tendrán dificultades para colonizar nuevamente el perfil.

McNabb et al., (1997) argumentan que la estrategia más favorable para mantener la integridad de los bosques tropicales es desarrollar técnicas de manejo que promuevan una mezcla de productos maderables y no maderables. Sin embargo Dykstra y Heinrich (1992) citan que el éxito de la creación e implementación del manejo sustentable de los ecosistemas forestales tropicales es parcialmente dependiente del desarrollo de aquellas operaciones de cosecha que sean compatibles con la sustentabilidad.

Existen diversos parámetros para evaluar el grado de compactación alcanzado por un suelo: la densidad aparente es uno de los principales datos a tener en cuenta existiendo diferentes metodologías para su determinación, siendo las más comunes el muestreo para su posterior procesamiento en laboratorio (Erbach, D.C. 1987)

El segundo parámetro en importancia está dado por la resistencia a la penetración del suelo, medible a través de un penetrómetro de cono. Existe una gran variedad de estos y formas de medición aunque últimamente se ha generalizado el empleo de un penetrómetro estándar bajo la recomendación de la Sociedad Americana de Ingeniería Agrícola, bajo el número S 313.4 (ASAE 1994.)

Algunos investigadores utilizan el penetrómetro porque provee una medida de la compactación en forma simple, rápida y económica. La interpretación de la resistencia a la penetración debe ser realizada cuidadosamente, ya que numerosos factores la afectan en forma significativa, incluyendo el tipo de suelo, la resistencia mecánica, el contenido de humedad, la velocidad de penetración y las características del cono utilizado (Perumpral, 1987)

Raper et al. (1994) asumen que para la compactación inducida por los neumáticos el mayor impacto en el suelo es la transmisión vertical de las fuerzas, en vez de otras direcciones.

Los mismos autores también establecieron compactación por debajo de los 500 mm como resultado de cargas por eje mayores a 10 Mg, y estas pueden permanecer hasta 7 años o más.

El objetivo del presente trabajo es evaluar la persistencia de la compactación utilizando la variable resistencia a la penetración luego de haber transcurrido un periodo de cuatro años desde la explotación del bosque.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La propiedad donde se llevo a cabo el trabajo pertenece a la Universidad Nacional de Misiones, se denomina Reserva Forestal de Uso Múltiple Guaraní y forma parte de la Reserva de Biosfera YABOTÍ..

Se localiza en la provincia de Misiones, Departamento Guaraní, Municipio El Soberbio, Fracción B, a 43 Km. de la localidad de San Pedro, por la ruta Nacional 14 y Provincial 15.

La reserva se encuentra entre los arroyos Paraíso y Soberbio, al este y oeste respectivamente, limitando con propiedades provinciales al norte y sur, también cubiertas con bosques naturales. Su posición geográfica es de 26 ° 56' de latitud sur y 54° 15' de longitud oeste.

A efectos de evaluar el impacto sobre el suelo se procedió a agrupar las vías de extracción, producidas por las actividades de cosecha, en tres Intensidades de Tránsito, de acuerdo al número de pasadas que realizó el tractor forestal, resultando en:

- 1- Baja Intensidad de Tránsito: áreas donde las vías de extracción soportaron entre 2 y 6 pasadas.
- 2- Media Intensidad de Tránsito: áreas donde las vías de extracción soportaron entre 8 y 12 pasadas.
- 3- Alta Intensidad de Tránsito: áreas donde las vías de extracción soportaron un número de pasadas superior a 12 (entre 14 y 56).

De acuerdo a la clasificación anteriormente establecida se registraron los datos de Resistencia a la Penetración en los Periodos 1.999, 2.000 y 2003 respectivamente.

La cosecha se realizó en 1999 y los árboles fueron cortados con motosierra Stihl 070. Luego el árbol era transformado en trozas de tamaño variable que eran lingadas con cable de acero, y entonces arrastradas hasta la planchada por un skidder de 10 tn de peso total, que poseía rodado 18.4\*34.

Los datos fueron registrados de la siguiente manera.

- 1) Resistencia a la Penetración cada 25 mm desde 0 hasta 600 mm (ASAE S 313.4, 1994)

Este parámetro se muestreó en el centro de la huella y terreno no disturbado. A su vez los muestreos se realizaron de acuerdo a la intensidad de tránsito.

- 2) Intensidad de tránsito y área disturbada. Para la intensidad de tránsito se realizaron mapas para cada parcela con el recorrido realizado por el tractor, y se cuantificó el peso de cada troza arrastrada.

Para analizar los resultados, se procedió a realizar un test de comparación de medias con el programa Statistica 5.0 (test de LSD), bajo un muestreo al azar con muestras apareadas.

## RESULTADOS

En la Tabla 1, se presentan los valores de resistencia a la penetración, demostrándose que la compactación perdura al transcurrir un periodo de cuatro años hasta los 400 mm de profundidad. Esta misma información se presenta en los gráficos 1,2 y 3. Se observa que en el intervalo de 300 a 400 mm de profundidad se dan valores de resistencia que serían limitantes para el crecimiento de las raíces, lo que podría provocar un cambio en la recuperación forestal de la vía de saca.

Tabla N°1 : Resistencia a la Penetración (Mpa) Test LSD 5%.

Transito	Profundidad (mm)														
	25			100			300			400			600		
	Testigo	Vía de Saca	a	Testigo	Vía de Saca	a	Testigo	Vía de Saca	a	Testigo	Vía de Saca	?	Testigo	Vía de Saca	a
1	0,29 (48%)	0,64 (44%)	0,00	0,69 (38%)	1,53 (40%)	0,00	1,41 (40%)	1,90 (38%)	0,00	1,76 (40%)	1,98 (38%)	0,22	2,25 (40%)	2,14 (38%)	0,57
2	0,31 (42%)	0,84 (43%)	0,00	0,76 (34%)	2,04 (30%)	0,00	1,38 (37%)	1,92 (35%)	0,00	1,82 (37%)	2,20 (35%)	0,02	2,39 (37%)	3,10 (35%)	0,00
3	0,37 (49%)	1,26 (46%)	0,00	0,77 (36%)	1,90 (36%)	0,00	1,55 (36%)	2,02 (40%)	0,00	1,98 (36%)	1,93 (40%)	0,77	2,34 (36%)	2,10 (40%)	0,21

Referencias: 1: 1 - 6 Pasadas de Tractor y Carga, 2: 8-12 Pasadas de Tractor y Carga, 3: mas de 12 Pasadas de Tractor y Carga. Valores entre paréntesis significan el valor de Humedad de la muestra en el momento de ser registrada.

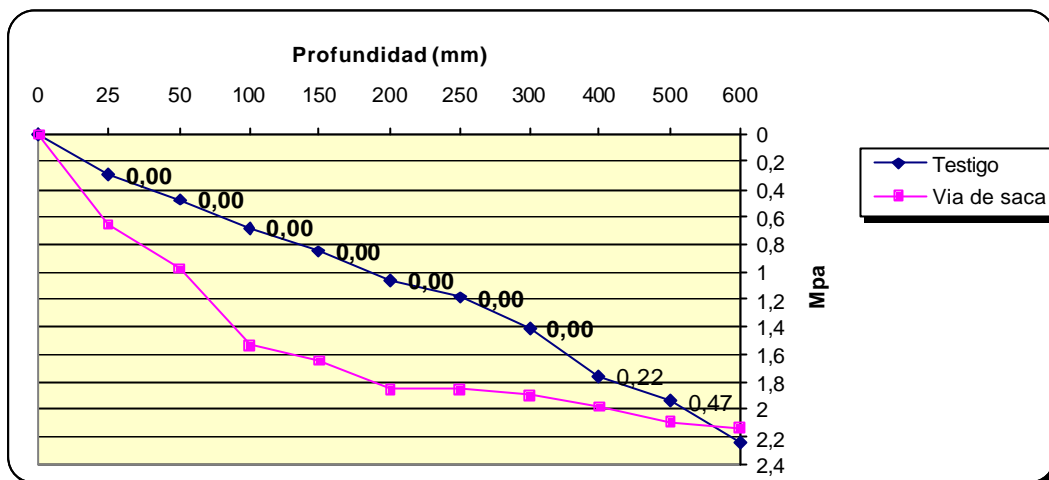


Gráfico N°1. Resistencia a la Penetración en la Intensidad de Tránsito N°1  
Figure N°1. Cone index in the traffic intensity N°1

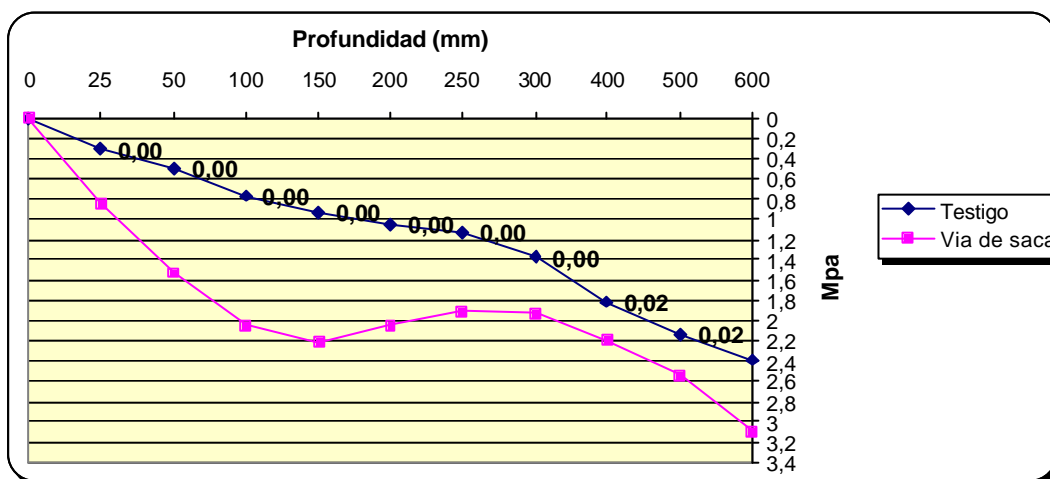


Gráfico N°2. Resistencia a la Penetración en la Intensidad de Tránsito N°2 .  
Figure N°1. Cone index in the traffic intensity N°2.

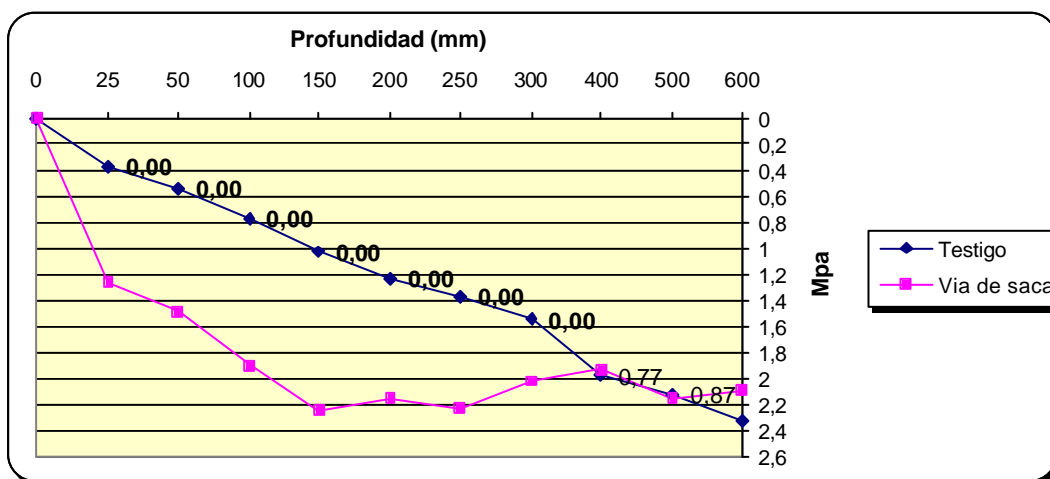


Gráfico N°3. Resistencia a la Penetración en la Intensidad de Tránsito N°3 .

Figure N°1. Cone index in the traffic intensity N°3.

## CONCLUSIÓN

Luego de cuatro años posteriores al aprovechamiento se detectó compactación desde la superficie hasta los 400 mm de profundidad en las tres intensidades estudiadas en este trabajo.

Considerando las intensidades estudiadas, es esperable que estos valores de compactación sean muy frecuentes en los sistemas aprovechamiento de bosques subtropicales, por lo cual se recomienda realizar algunas planificaciones previas para disminuir el impacto ocasionado en el suelo y la vegetación.

## AGRADECIMIENTO

Este proyecto está parcialmente financiado por CIFOR- Japan Research Project: Rehabilitation of Degraded Tropical Forest. Se les agradece a los alumnos de Ingeniería Forestal que participaron en las actividades de campo. Fosco, I; Juarez, G; Gonzalez, J.

## BIBLIOGRAFÍA

ASAE 1994 ASAE Standard, S.313.4.

**ERBACH, D.C.** 1987. *Measurement of soil bulk density y moisture*. Review. Trans.of ASAE Vol 30 (4)pp 922-931.

**PERUMPRAL, J.V** 1987. *Cone penetrometer applications*. A Review. Transactions of the ASAE 30(4):939-944.

**DYKSTRA D.P. AND HEINRICH, R.** 1992. *Sustaining tropical forest trthrough environmentally sound harvesting practices*: Unasylava 43 (169) 9-15.

**RAPER R L ; JHONSON C E AND BAILEY A C** 1994. *Coupling normal and shearing stresses to use in finite element análisis of soils compaction*. Transactions of the ASAE, 37 (5): 1417-1422.

**MC NABB K.L., M.S. MILLER, B.G. LOCKABY, B.J. STOKES, R.G. CLAWSON, J.A. STANTURF AND J.N.M. SILVA.** 1997. *Selection harvest in Amazonian rainforest: long-term impacts on soil properties*. Forest Ecology and Management 93 153-160.