



Impacto de las supervisiones de las concesiones forestales maderables sobre el cumplimiento de la Ley Forestal en el Perú

INFORME FINAL

David Solis¹

FECHA: 10 de Octubre de 2016

Auspicio:



FUNDACION
M.J. BUSTAMANTE DE LA FUENTE
Lima - Perú

¹ Con la eficiente asistencia de investigación de Yoserli Solis

Índice

1. Introducción	4
2. Marco Teórico	7
3. Revisión de literatura	9
4. Metodología	12
5. Datos y análisis de la estadística descriptiva	16
6. Resultados	34
7. Conclusiones	41
8. Recomendaciones de política	46
9. Plan de incidencia	50
Referencias bibliográficas	51
Anexos.....	55

Índice de Cuadros

Cuadro 1: Supervisiones de concesiones forestales con fines maderables.....	17
Cuadro 2: Identificación de concesionarios forestales del grupo tratamiento	18
Cuadro 3: Identificación de concesionarios forestales que forman el grupo control	18
Cuadro 4: Estadística descriptiva a nivel de concesión forestal.....	32
Cuadro 5: Estadística descriptiva a nivel árboles supervisados.....	33
Cuadro 6: Estimación de la probabilidad de ser supervisado en el periodo 2009-2012.....	36
Cuadro 7: Efecto Tratamiento sobre los tratados – Vecino más cercano.....	37
Cuadro 8: Resumen del test de balance de PSM con Vecino más cercano	38
Cuadro 9: Efecto Tratamiento sobre los tratados – <i>Kernel matching</i>	40
Cuadro 10: Resumen del test de balance de PSM con <i>Kernel matching</i>	40
Cuadro 11: Regresión lineal de efecto de la supervisión en el volumen de madera ilegal	41
Cuadro 12: Impacto total de las supervisiones de campo.....	43
Cuadro 13: Impacto en la reducción de deforestación.....	44

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Parcela Anual de Corta de las concesiones forestales supervisadas.....	21
Gráfico 2: Distancia desde la oficina regional de OSINFOR hacia las PCA supervisadas	22
Gráfico 3: Días de supervisión y árboles supervisados	23
Gráfico 4: Porcentaje de árboles supervisados con relación al total de árboles autorizados.....	25
Gráfico 5: Volumen de madera extraída según reporte de concesionario y supervisión	26
Gráfico 6: Volumen de madera extraída reportado y supervisado por especie	27
Gráfico 7: Volumen de madera no justificada.....	28
Gráfico 8: Comparación entre discrepancia de madera extraída y no justificada.....	30
Gráfico 9: Comparación de discrepancia de madera extraída, no justificada y muestra	31
Gráfico 10: Distribución del <i>propensity score</i> según grupo	39

Índice de Mapas

Mapa 1: Distribución espacial de las áreas de concesión del grupo tratamiento y control	20
---	----

Índice de Anexos

Anexo 1: Diagrama de la regulación de las concesiones forestales maderables.....	55
Anexo 2: Porcentaje de árboles supervisados respecto a los autorizados por especie	56
Anexo 3: Comparación entre discrepancia de madera extraída y no justificada por especie	57
Anexo 4: Balance check <i>Propensity Score Matching</i> con vecino más cercano.....	58
Anexo 5: Balance check <i>Kernel matching</i>	60

1. Introducción

El aprovechamiento ilegal de la madera sigue siendo el principal problema que afecta al sector forestal peruano. En la operación Amazonas 2014, realizado conjuntamente por el Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (OSINFOR), la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT) y la INTERPOL, se detectó la movilización ilegal de 213.982 metros cúbicos de madera, que a precios de mercado representa alrededor de S/. 84 millones (OSINFOR 2015). Asimismo, la operación determinó que el 67% de los títulos habilitantes evaluados de una muestra de 144 (concesiones forestales, permisos forestales en tierras de comunidades nativas y permisos privados en predios privados) presentan información falsa, debido a que declararon la extracción de 8208 árboles inexistentes. La misma operación se volvió a realizar nuevamente en el 2015 y detectó 432.764 metros cúbicos de madera ilegal, cuyo valor comercial es alrededor de S/. 170 millones (OSINFOR 2016). Igualmente, se constató la inexistencia de 20.895 árboles, siendo los contratos de administración de bosques locales los que concentraron el 61% de esta información fraudulenta.

En el 2012, otro estudio del Environmental Investigation Agency (EIA) identificó prácticas ilegales de empresas formales en el sector forestal peruano. Así, a través de un seguimiento a las exportaciones de caoba y cedro (especies forestales CITES²) a Estados Unidos, se identificó un total de 100 envíos ilegales en el periodo de enero de 2008 a mayo de 2010. Esto representa alrededor del 35% del total de envíos con permisos CITES a este mercado. En este reporte se encuentra que la primera empresa exportadora de madera en el Perú realizó alrededor de 152 envíos con permisos CITES, de los cuales el 45% podría provenir de origen ilegal (EIA 2012). Esto nos evidencia que las empresas madereras legales vienen utilizando el marco legal vigente para efectuar operaciones de lavado de madera ilegal.

En agosto de 2016, la Interagency Committee on Trade and Timber Products from Peru, denominado Comité de la Madera del Gobierno Americano, ha publicado un reporte donde se identifica que la madera enviada por la empresa peruana Inversiones La OROZA SRL en enero de 2015 y que se encuentra incautada en el Puerto de Houston tiene, casi en su totalidad, procedencia ilegal. Estas conclusiones se basan en las inspecciones de campo realizadas por OSINFOR a los títulos habilitantes, de donde se supone, documentariamente, provino la madera.

² Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

Para tener una idea de la magnitud del dinero involucrado en la tala ilegal, el Banco Mundial (Pautrat y Lucich 2006) estimó que los madereros ilegales en el Perú -en el año 2006- obtuvieron ingresos anuales entre US\$ 45 y US\$ 72 millones. En cambio, la industria maderera legal acumuló ingresos por US\$ 31.7 millones en el mismo año. Es decir, la industria maderera ilegal superó o, en el mejor de los casos, duplicó el nivel de ingresos de la industria legal. Estos datos nos evidencian que la actividad maderera ilegal es altamente lucrativa y que la institucionalidad forestal es débil para hacer cumplir la Ley Forestal. La extensión territorial también es determinante en la expansión de estas actividades ilegales y la capacidad de hacer cumplir la Ley Forestal.

El gobierno peruano viene afrontando esta problemática con políticas de comando y control³, que han sido desplegadas desde el año 2003 en el marco de la Ley Forestal N° 27308. Bajo este enfoque, entre los años 2004 y 2005, se otorgaron, mediante concurso público, 609 concesiones forestales con fines maderables en la Amazonía peruana. Asimismo, se dispuso la creación de OSINFOR, que empezó a operar con autonomía a partir del año 2009, como el ente encargado de supervisar el cumplimiento de la Ley Forestal en las empresas, personas o comunidades que cuentan con un título habilitante, el cual les otorga el derecho para realizar actividades de extracción de madera en los bosques naturales. La supervisión tiene el objetivo de verificar el cumplimiento del Plan Operativo Anual (POA) aprobado y constatar el volumen de madera extraído declarado por el poseedor del título habilitante. Sin embargo, la persistente y creciente actividad de aprovechamiento ilegal de madera en los bosques naturales en la Amazonía nos conlleva a reflexionar sobre la eficiencia de esta política para combatir esta problemática.

Las supervisiones forestales son costosas debido a que implica el despliegue, en muchos casos por río, de personal de OSINFOR y sus asistentes (que incluye a guías locales, apoyo para apertura de trochas y cocinero) hasta las concesiones forestales, que están localizadas en la Amazonía peruana (OSINFOR 2011). Luego de concluida esta labor, un equipo legal tiene que determinar las infracciones a la Ley Forestal y establecer las sanciones sobre la base de los informes de supervisión. Si bien, los costos de las supervisiones forestales pueden ser aproximados con relativa facilidad a partir del presupuesto asignado a OSINFOR, poco o nada conocemos acerca de los beneficios de implementar las supervisiones forestales. Estos

³ Bajo esta política, el Estado establece las reglas para las actividades en el sector forestal y luego supervisa el cumplimiento de las mismas.

beneficios podrían estar expresados en la reducción del aprovechamiento ilegal de la madera, el cual se encuentra directamente relacionado al grado de cumplimiento de la Ley Forestal.

La presente investigación tiene como objetivo cuantificar estos beneficios. Es por ello que busca responder a la siguiente pregunta: ¿Cuál es el impacto de la supervisión de las concesiones forestales con fines maderables en la reducción del aprovechamiento ilegal de la madera en el Perú? Dada las características de las supervisiones forestales en el Perú, este estudio recurrirá a un enfoque metodológico de evaluación de impacto cuasi-experimental. El periodo de estudio abarca los años 2009 al 2014, el cual coincide con el inicio de operaciones de OSINFOR, el año 2009, como una entidad autónoma e independiente de la autoridad encargada de emitir las concesiones, permisos y autorizaciones forestales.

Esta evaluación de impacto es posible gracias a la disposición de OSINFOR para brindarnos acceso a los informes de supervisión de las concesiones forestales con fines maderables para el periodo 2009 al 2014. Asimismo, desde el año 2005, OSINFOR cuenta con manuales técnicos para ejecutar las supervisiones forestales y con formatos estandarizados de recojo de información en campo, lo que garantiza la comparabilidad de los informes de supervisión.

Es importante mencionar que las comunidades nativas son parte de la problemática de aprovechamiento ilegal de la madera, debido a que 10.6 millones de hectáreas de bosques naturales, 20% del total del Perú, se encuentran en territorio indígena (MINAM 2008). Esta área es manejada por 1,786 comunidades nativas, que tienen una población de 332.975 habitantes (INEI 2012), lo cual representa alrededor del 1% de la población peruana. Sin embargo, este estudio no considerará un análisis de las comunidades nativas, pues el aprovechamiento de los recursos forestales en las tierras de estas comunidades se realiza a través de permisos de aprovechamiento forestal, que tienen otro sistema de otorgamiento de derechos en el ámbito regional.

El presente estudio se organiza de la siguiente manera. En la siguiente sección, se desarrolla el marco teórico. Luego se presenta la revisión de literatura, metodología y resultados preliminares. Finalmente, en la última sección, se concluye y formulan recomendaciones de política.

2. Marco Teórico

La literatura relacionada al ejercicio y cumplimiento de las leyes y regulaciones ambientales establece que existen dos tipos de efectos disuasivos al aplicarse y hacer cumplir la ley (law enforcement en inglés). Un efecto disuasivo específico que se define como el impacto en el cumplimiento de la regulación ambiental en el agente supervisado o en el sitio inspeccionado y un efecto disuasivo general que se define como el impacto en el cumplimiento de la regulación ambiental en los agentes o sitios no supervisados que se encuentran localizados en zonas cercanas o que pertenecen a un sector, industria o gremio específico.

Becker (1968) estableció el marco teórico básico para abordar la problemática de cumplimiento de la Ley en su famoso paper “Crime and Punishment: An economic approach”. Stiglitz (1987) contribuyó al desarrollo de este marco teórico a través de un modelo de agente-principal. Nuestro marco teórico seguirá estas perspectivas para definir el comportamiento de los concesionarios forestales frente al cumplimiento de la Ley en el sector forestal peruano.

Asumamos que en el sector forestal existan dos participantes: un agente (en nuestro caso, un concesionario forestal) que tiene incentivos a cometer una infracción forestal que le resulta en un beneficio individual; sin embargo, estas infracciones imponen perjuicios a la sociedad (degradación de los bosques naturales o en el extremo extinción de una especie forestal específica). De otro lado, existe un principal (en nuestro caso, OSINFOR) que tiene el encargo de la sociedad para hacer cumplir la Ley Forestal. Por lo tanto, tiene la función de maximizar el bienestar de la sociedad, a través de la reducción o eliminación de las infracciones forestales previstas en la Ley Forestal.

El agente es racional, en el sentido económico, y su decisión de cometer una infracción forestal depende del beneficio económico de la infracción y los costos de ser descubierto por OSINFOR (sanciones económicas y -en el extremo- la pérdida de la concesión). Entonces, el agente maximiza el siguiente ingreso esperado:

$$\text{Max } E(I) = (1 - p)\text{Beneficio de la infracción} - (p)\text{Costos de ser detectado}$$

En la ecuación de maximización, p representa la probabilidad que la infracción sea detectada percibida por el agente. Para observar el rol de la probabilidad, asumamos que los beneficios y costos de una infracción son aproximadamente similares; entonces, sí la probabilidad de detectar la infracción es baja, la utilidad esperada será positiva, lo contrario sucederá cuando la probabilidad es alta. El nivel de probabilidad para el agente viene definido, en parte, por la

capacidad del principal (OSINFOR) de supervisar al total de concesiones forestales y por el número de supervisiones experimentadas por el agente.

El agente (concesionario) enfrenta las siguientes posibilidades: (1) que el ingreso esperado sea mayor a cero y decida cometer la infracción, (2) que el ingreso esperado se encuentre alrededor de cero y sea indiferente o (3) que el ingreso esperado sea negativo y sea desalentado a cometer la infracción. Las dos últimas opciones son las deseadas por la sociedad, sin embargo, no siempre son alcanzables. Por ejemplo, por razones presupuestales, el principal (OSINFOR) tiene que priorizar las áreas geográficas y el tipo de concesiones a supervisar, lo cual reduce las probabilidades de detectar una infracción. Asimismo, la gradualidad de una infracción forestal (es decir, reportar una cantidad no exagerada de madera extraída de árboles inexistente) podría acarrear menores sanciones económicas al ser detectado, de tal manera, que permitan que el beneficio esperado sea positivo. De ahí que es altamente probable observar infracciones a la Ley Forestal en los concesionarios forestales, independientemente de las veces que han sido supervisados. La única diferencia entre concesiones supervisadas previamente y concesiones no supervisadas provendría de la magnitud de la infracción forestal. Esto se debe a que las concesiones supervisadas previamente asignarían una mayor probabilidad a ser supervisados en el futuro. Por lo tanto, se espera que las concesiones forestales supervisadas presenten infracciones forestales menores (por ejemplo, un nivel menor de reporte de madera extraída de árboles inexistentes) y las concesiones no supervisadas presenten infracciones forestales más graves (por ejemplo, presentar Planes Operativos Anuales totalmente falsos). El análisis estadístico de la información de los reportes de supervisión de campo nos permitirá confirmar o refutar estas proposiciones.

Es importante mencionar que en nuestro modelo de agente-principal estamos asumiendo una situación de no corrupción de parte del principal (supervisores de OSINFOR). La introducción de este componente requeriría que la probabilidad de detectar una infracción se encuentre en función del nivel de corrupción de los funcionarios de OSINFOR. Asimismo, este modelo no considera el rezago de tiempo que existe entre la identificación de la infracción forestal en campo y la sanción efectiva. Para ello, se requería descontar, a través de una tasa de descuento que represente el valor del dinero actual frente al dinero futuro, las sanciones económicas por el lapso de tiempo promedio que transcurre entre la detección y la sanción.

Los tipos de impactos que las supervisiones de campo podrían generar en el comportamiento del agente (concesionario) son diversos. El impacto podría expresarse en la reducción de

presentación de información falsa en los Planes de Manejo Forestal y Planes Operativos Anuales. Asimismo, podría impactar en una mayor adopción de buenas prácticas de manejo forestal (asegurar la regeneración natural, evitar el daño en los bosques al momento de apertura de accesos, carriles de arrastre o campos de trabajo, mejorar el manejo del tratamiento de desechos en las operaciones, entre otros). De la misma forma, podría generar un impacto en la preservación de la biodiversidad dentro de las áreas concesionadas. Finalmente, podría ayudar a reducir el tráfico de madera ilegal, a través del uso de documentación oficial designado para las concesiones forestales. Este estudio medirá el impacto de las supervisiones de campo en este último aspecto en base a la información disponible en los informes de supervisión desde el 2009 al 2014.

3. Revisión de literatura

En el ámbito internacional, varios estudios realizados en diferentes sectores en los Estados Unidos, Canadá y algunos países europeos encuentran efectos disuasivos de la aplicación de la Ley. Shimshack y Ward (2005) midieron el efecto de disuasión específico y general de sanciones pecuniarias (multas) en el sector del agua en los Estados Unidos. Estos autores evalúan el efecto de la reducción de contaminantes del agua en las plantas específicas sancionadas y en el sector en su conjunto. Sus resultados muestran que una multa en una planta específica aumenta la credibilidad del regulador y amplifica el efecto sobre el conjunto del sector. Esto significa que las otras plantas de la misma jurisdicción responden de igual manera que la planta sancionada. Desde una perspectiva del hacedor de política, una mejor calidad del agua se podría lograrse a partir de un pequeño aumento de la inversión en supervisión. En promedio, el efecto desbordamiento (“spillover effect” en inglés) hace posible que una multa marginal a una planta induzca a una reducción de dos tercios de la tasa de contaminación un año después de la multa impuesta.

Gray y Shadbegian (2007) estudian el efecto disuasivo general de la contaminación atmosférica en el contexto de la localización específica de las plantas. Sus resultados indican que existen correlaciones positivas significativas en el cumplimiento de la regulación ambiental entre las plantas inspeccionadas y las plantas cercanas no inspeccionadas. En promedio, las plantas (inspeccionadas y no inspeccionadas) tienen similares tasas de cumplimiento de la regulación ambiental; sin embargo, estos resultados no se sostienen para las plantas localizadas en las fronteras con otros estados. De otro lado, Deily y Gray (2007) estudiaron la relación entre la aplicación de la ley y el cumplimiento de los límites de la contaminación atmosférica en el

sector siderúrgico. Estos autores encontraron que las plantas de acero que fueron inspeccionadas hace dos años aumentan su probabilidad de cumplimiento en un 33%, en comparación con las plantas que no recibieron la inspección.

Telle (2013) evaluó el efecto de disuasión específica de varias estrategias aplicadas por la Agencia Noruega de Protección Ambiental. Este estudio utilizó un experimento natural que le permitió hacer una comparación estadística robusta entre las diferentes estrategias aplicadas. Sus resultados muestran que los agentes tienden a sub reportar sus faltas a la regulación ambiental en comparación con las supervisiones *in situ* cuando se utiliza la estrategia de auto reporte de los agentes. Así, el 80% de los agentes sub reportaron sus faltas ambientales. Una medición realizada un año posterior muestra que los agentes inspeccionados redujeron sus faltas ambientales en un 68%, en cambio los que no fueron supervisados redujeron sus faltas en 29%. Finalmente, comparan los efectos de enviar cartas de notificación a los agentes indicando una alta probabilidad de ser supervisados. De acuerdo a sus resultados, no existe evidencia estadística que la comunicación anticipada mejore el comportamiento de cumplimiento de regulación ambiental de los agentes. En las supervisiones *in situ*, se encontró que 33% de los agentes que no recibieron las cartas de notificación cometieron faltas ambientales, mientras esto alcanzó a un 41% de los agentes que recibieron las cartas de notificación.

Este estudio se centra en el efecto disuasivo general, dado que comparará, con una metodología estadística, a dos grupos (tratamiento y control) de concesiones forestales con fines maderables, con el objetivo de establecer si existe alguna diferencia estadísticamente significativa en el aprovechamiento ilegal de la madera entre estos dos grupos de concesiones.

En el ámbito local, la limitada disponibilidad de información de campo de las supervisiones forestales no ha permitido hasta la fecha la ejecución de estudios cuantitativos de evaluación de impacto en el sector forestal en el Perú y en Latinoamérica. En muchos países, incluido el Perú, esta información es considerada legalmente sensible. Sin embargo, se cuenta con estudios descriptivos que detallan la naturaleza, *modus operandi* y estrategias utilizadas en el aprovechamiento ilegal de la madera en el Perú.

Finer et. al. (2014) en un reporte científico, publicado en la revista Nature, señala que el sistema de concesiones forestales con fines madereros en el Perú está facilitando la expansión de la extracción de maderera ilegal, aprovechándose de los permisos legales vigentes. De acuerdo al estudio, la estrategia es simple: las concesiones forestales con fines maderables

sobre declaran la cantidad de árboles de cedro y caoba en sus concesiones, luego solicitan los permisos de extracción y transporte. Con ello, obtienen el permiso necesario para legalizar la madera ilegal extraída de las áreas naturales protegidas y de los territorios indígenas. El transporte de la madera ilegal, con Guía de Transporte Forestal, es facilitado por la dificultad de trazar la madera hasta su fuente de origen. Finalmente, para cerrar el círculo de impunidad, cualquier inspección de la madera en tránsito se realiza a través de un control documentario, que poco o nada puede hacer para identificar la naturaleza ilegal de la madera, una vez que estos cuentan con documentos oficiales. Paradójicamente, estos permisos establecidos en el ordenamiento jurídico forestal, que deberían de promover la sostenibilidad del recurso forestal, están siendo mal utilizados para depredar los recursos forestales con mayor énfasis de las especies amenazadas como el cedro y la caoba.

El mismo estudio señala que ni siquiera la firma del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos en el 2009, que contiene un anexo forestal donde se establece el fortalecimiento de la gobernanza del sector forestal peruano y el manejo sostenible de los recursos forestales, ha podido detener, y menos revertir, la crisis de la tala ilegal en bosques naturales en la Amazonía peruana. La estadística para la región Loreto respecto a las violaciones de la Ley Forestal es contundente, el 79.4% ha fallado con el cumplimiento del Plan General de Manejo Forestal, el 63.7% de los concesionarios madereros ha declarado información falsa o incompleta para la aprobación de su Plan Operativo Anual, el 57.8% ha extraído madera fuera de los límites de su concesión y el 79.4% ha extraído madera fuera de la parcela anual de corta (PCA) autorizada al interior de sus concesiones. De acuerdo a los autores, estas violaciones a la Ley Forestal han generado la cancelación del 30% de concesiones forestales con fines maderables de un total de 609 concesiones otorgadas bajo esta Ley.

Pérez (2014) realiza un análisis de la estructura de las redes de corrupción que operan en el aprovechamiento ilegal de la madera en la provincia de Coronel Portillo en la región Ucayali para los años 2008 y 2011. Su estudio encuentra que algunos concesionarios forestales son parte de las red de corrupción para el blanqueamiento de madera ilegal y actúan en conjunto con taladores ilegales, funcionarios de la autoridad regional forestal y la policía. El aprovechamiento ilegal de la madera se agrava por la permisibilidad de los habitantes en el área de estudio que depende de esta actividad económica.

Pinedo y Calsina (2014) presentan una descripción de la situación de la extracción de madera en el distrito de Sepahua provincia de Atalaya en la región de Ucayali. En base a entrevistas con pobladores locales, quienes están inmersos en las actividades de extracción de madera,

concluyen que la extracción de madera se realiza mayoritariamente de forma ilegal. La corrupción en las entidades competentes del sector forestal es institucionalizada en la localidad y ha generado que las comunidades nativas exploten sus recursos forestales intensamente, en algunos casos a través de contratos con empresas forestales, para evitar el aprovechamiento de terceros.

Mathews (2006) aborda la problemática del tráfico ilegal de leña y madera en México. El estudio encuentra que el desconocimiento, u omisión voluntaria, de la magnitud de tala ilegal para leña de parte de la entidad forestal oficial (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca - SEMARNAP) ha contribuido a agravar el problema, debido a que estas no se encuentran presentes en las estadísticas oficiales, de ahí, que su regulación no ha sido discutida con suficiente profundidad. Asimismo, el documento revela que existe una discrepancia entre la cifra oficial de producción de madera y el consumo industrial de madera de 13.3 millones de metros cúbicos para el año 2000, descontando la importación. El documento concluye que las prácticas de tráfico ilegal de madera se encuentran arraigadas en la industria maderera mexicana.

4. Metodología

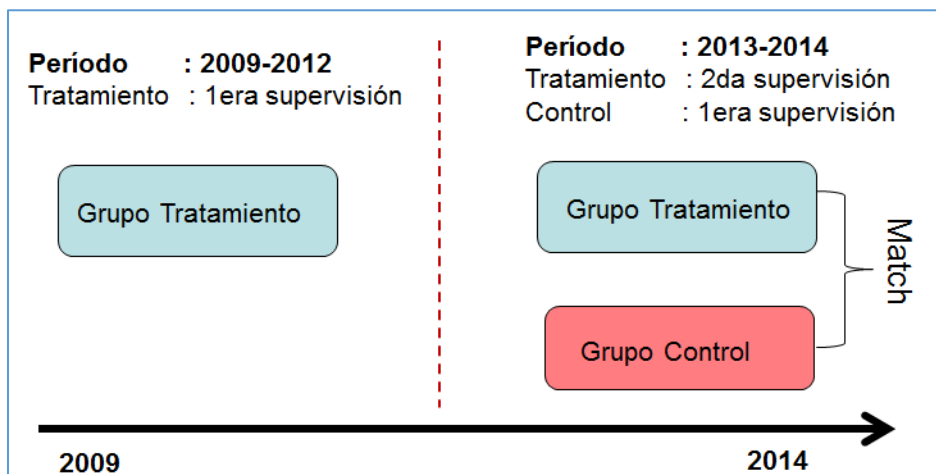
Este estudio presenta dos principales desafíos que deben ser abordados para su implementación. Primero, los datos de supervisión sobre aprovechamiento forestal en las concesiones solo se encuentran disponibles para aquellas concesiones supervisadas. Es decir, no se cuenta con datos de supervisión de aprovechamiento forestal para aquellas concesiones que nunca fueron supervisadas. Por lo tanto, teóricamente, no deberíamos de contar con un grupo control⁴. Sin embargo, la naturaleza histórica de los datos de supervisión nos permite construir consistentemente un grupo de control.

Debemos de tener en cuenta que la supervisión forestal se realiza al finalizar el periodo de la zafra (periodo de extracción de madera) o cuando este se encuentra muy próximo a finalizar; por lo tanto, la supervisión forestal solo inspecciona actividades pasadas relacionadas al aprovechamiento de madera y manejo forestal ocurrido en la última zafra en la concesión. Es decir, recoge información histórica de lo que ocurre en las concesiones forestales al finalizar un año de operación. De acuerdo al manual de supervisión forestal, la misión del supervisor de OSINFOR es inspeccionar los troncos de los árboles dejados después de su aprovechamiento

⁴ Regularmente se estila que el grupo control se encuentra conformado por el grupo objetivo no tratado en el sentido estricto.

o los árboles que quedaron en pie al finalizar el periodo de la zafra. Esto implica que cualquier efecto de la supervisión forestal en la modificación del comportamiento del concesionario forestal respecto al aprovechamiento de la madera podría ser observado recién en una segunda supervisión. Esta característica de los datos recogidos en la supervisión nos permite constituir el grupo control con aquellas concesiones forestales que recibieron su primera supervisión entre los años 2013 y 2014. Este grupo refleja el comportamiento de los concesionarios forestales antes de cualquier supervisión. En cambio, el grupo tratamiento se encuentra constituido por las concesiones forestales que recibieron su primera supervisión del año 2009 al 2012 y una segunda supervisión entre los años 2013 y 2014. Este grupo refleja el comportamiento de los concesionarios forestales respecto al aprovechamiento de madera y manejo forestal después de la primera supervisión (ver ilustración 1).

Ilustración 1: Conformación de grupo tratamiento y grupo control



El segundo desafío a abordar es el sesgo de selección introducido a la hora de seleccionar a las concesiones forestales a supervisar. De acuerdo a la información de OSINFOR presentado en el Foro “Bosques, Ambiente y Desarrollo”, llevado a cabo en noviembre del 2012, la selección de las concesiones forestales a ser supervisadas se realiza siguiendo los siguientes criterios:

1. Localizadas en la zona de amortiguamiento de las Áreas Nacionales Protegidas.
2. Regiones con evidencia de información falsa y con un gran volumen de extracción de madera.
3. Planes de Manejo Forestal con presencia de especies CITES.
4. Áreas con alta concentración de títulos habilitantes para aprovechamiento de madera.
5. Áreas con presencia de minería ilegal.

6. Áreas con denuncias de actividades ilícitas.

Estos criterios podrían estar relacionadas a concesiones forestales que tienen una mayor o menor probabilidad de violar la Ley Forestal. Por lo tanto, estos criterios tienen que ser considerados en el momento de comparar las concesiones del grupo tratamiento y control, a fin de evitar posibles sesgos. La metodología de evaluación de impacto para un diseño cuasi-experimental ayuda a abordar sistemáticamente este problema.

El diseño cuasi-experimental fue desarrollado para experimentos sociales, donde la selección del tratamiento no es aleatoria. El objetivo del diseño cuasi experimental es eliminar o mitigar el sesgo de selección introducido, ya sea cuando se selecciona a los individuos a tratamiento (selección no aleatoria) o cuando el individuo desea participar o no en el tratamiento. En el contexto de este estudio, nos concentraremos en reducir el sesgo de selección no aleatoria a tratamiento, dado que el sesgo de participación es cero, porque una vez elegida para supervisión la concesión forestal no puede rehusarse a la supervisión. Sin embargo, dada la naturaleza de los datos a utilizarse en este estudio (solo concesiones forestales supervisadas), el sesgo de selección solo será corregido parcialmente, debido a que no contamos con información de campo de las concesiones forestales que estrictamente no fueron supervisadas. La técnica de Matching Propensity Score (que sirve para formar grupos control y tratamiento estadísticamente comparables) será utilizada para corregir el sesgo de selección en las concesiones forestales supervisadas.

Antes de proceder a detallar la metodología utilizada en este estudio es importante señalar que existe otra metodología de evaluación de impacto para diseños experimentales. Para implementar esta metodología, se requiere necesariamente que la asignación a intervención sea totalmente aleatoria (Greenstone y Gayer 2009). Asimismo, se requiere conformar un grupo de control, que debe ser definido en un proceso aleatorio similar. Generalmente, este tipo de metodología es utilizada en experimentos controlados de laboratorio, cuando se va a producir una nueva droga o antiviral. En este caso, el investigador tiene el control total del experimento y selecciona de manera aleatoria al grupo tratamiento y control. Esta metodología también puede aplicarse a experimentos naturales, es decir, a intervenciones que sin ninguna intención previa podría haber generado un grupo tratamiento de manera aleatoria (McKenzie et. al. 2010). Este tipo de metodología no es aplicable para el estudio del impacto de las supervisiones forestales, debido a que el proceso de selección de las concesiones a supervisar no fue totalmente aleatorio.

A continuación, se detalla la metodología del estudio. Con la finalidad de facilitar la exposición, se contextualiza el impacto de la supervisión en términos de volumen de madera aprovechada ilegalmente (OSINFOR denomina a esta información volumen de madera no justificada). Asumamos que existen n concesiones forestales con fines maderables, donde i de estas concesiones son supervisados por OSINFOR. Por lo tanto, sí se aplica una sanción efectiva al detectarse madera aprovechada ilegalmente, se espera que estos concesionarios forestales en los próximos años reduzcan, o en el mejor de casos eliminen, el aprovechamiento ilegal denotado por D_{1i} (esta variable representa el resultado potencial de la variable en evaluación bajo tratamiento). Por el contrario, si estas i concesiones madereras no reciben una supervisión de OSINFOR, es razonable pensar que tendrán un resultado diferente sobre el aprovechamiento de madera ilegal denotado por D_{0i} (esta variable representa el resultado potencial de la variable en evaluación de no estar bajo tratamiento). Por lo tanto, el objetivo principal del estudio de evaluación de impacto es estimar el efecto promedio del tratamiento (ET):

$$ET = D_{1i} - D_{0i} \quad (1)$$

La estimación de ET podría ser directa sí pudiéramos observar simultáneamente a las mismas concesiones forestales tanto en el grupo tratamiento (supervisión) y el grupo control (sin supervisión). Sabemos que esto es imposible, porque cada concesión puede ser solo parte de un grupo (control o tratamiento). Entonces, las concesiones madereras pueden pertenecer al grupo de tratamiento ($T = 1$) o al grupo de control ($T = 0$).

Por lo tanto, con los resultados observables podemos estimar:

$$ET = E[D_{1i}|T = 1] - E[D_{0i}|T = 0] \quad (2)$$

Adicionando (sumando y restando) a la ecuación 2, el resultado no observado $E[D_{0i}|T = 1]$:

$$ET = \underbrace{E[D_{1i} - D_{0i}|T = 1]}_{\text{Efecto Tratamiento}} + \underbrace{\{E[D_{0i}|T = 1] - E[D_{0i}|T = 0]\}}_{\text{Sesgo de selección}} \quad (3)$$

Las metodologías difieren entre sí en la forma en que abordan con el sesgo de selección. Por lo tanto, todas las metodologías tienen el objetivo de neutralizar el efecto de sesgo de selección en la estimación del efecto Tratamiento.

La literatura sugiere diferentes enfoques para hacer frente a un sesgo de selección entre ellos: variables instrumentales (IV), de regresión discontinua (DR), diferencia en diferencia (DID) y una sola diferencia (SD). La primera técnica (IV) necesita la identificación de una variable que explica la selección a tratamiento y esta variable debe ser totalmente exógena a la variable en evaluación, i.e. aprovechamiento ilegal de madera. La segunda técnica (DR) explota la discontinuidad en alguna variable relevante que se requería para entrar en el tratamiento y comparar los grupos alrededor de este umbral.

La tercera técnica (DID) explota la información de datos de panel, antes y después de la intervención para estimar ET. La hipótesis principal es que los efectos variantes e invariantes en el tiempo de las variables no observables son las mismas para el grupo de tratamiento y control. Es decir, se asume una tendencia paralela sobre las variables no observadas. Esto significa que en ausencia de tratamiento los resultados en aprovechamiento ilegal de madera son los mismos para los grupos de tratamiento y de control entre periodos.

La última metodología (SD) asume que condicional en las variables observables el resultado esperado de la variable en evaluación del grupo control representa el resultado esperado de la variable en evaluación del grupo tratamiento en ausencia de la intervención (Ferraro y Miranda 2014). Es decir, el grupo control debería de representar qué hubiera pasado con la variable en evaluación para el grupo tratamiento, sí este no hubiera sido intervenido. Este supuesto es conocido como selección sobre observables. Bajo este enfoque, nosotros podemos reescribir la ecuación 2 como:

$$ET(X) = E[D_{1i}|X, T = 1] - E[D_{0i}|X, T = 0] \quad (4)$$

Y asumir que:

$$E[D_{0i}|X, T = 1] = E[D_{0i}|X, T = 0] \quad (5)$$

La ecuación número 4 viene a constituir el efecto promedio del tratamiento (ET). Dado que en este estudio estamos interesados en el efecto sobre las concesiones supervisadas, nosotros estimaremos el efecto promedio tratamiento sobre los tratados (ETT).

5. Datos y análisis de la estadística descriptiva

Durante el periodo 2009 al 2014, se ejecutaron 444 supervisiones a concesiones forestales con fines maderables realizados por OSINFOR (Ver el cuadro 1). Sin embargo, esto no significa

que 444 concesiones forestales fueron inspeccionadas, porque algunas concesiones fueron visitadas más de una vez en este periodo. En las dos últimas columnas del cuadro 1, pueden observarse la cantidad de informes de supervisión provistos por OSINFOR para desarrollar esta investigación. Con la excepción del año 2009 (menos del 25%), disponemos de una muestra significativa de los informes de supervisión.

Cuadro 1: Supervisiones de concesiones forestales con fines maderables

Año	Supervisiones		Disponibles al investigador	
	Ejecutadas*	PAU finalizado**	Informes de supervisión	% de total
Año 2009	51	11	11	21.6%
Año 2010	138	86	88	63.8%
Año 2011	74	52	66	89.2%
Año 2012	64	45	63	98.4%
Año 2013	47	32	44	93.6%
Año 2014	70	57	65	92.9%
Total	444	283	337	

Fuente: * Página web de OSINFOR, ** Base de datos de PAU finalizados del OSINFOR

En base a la información disponible de 337 supervisiones forestales para el periodo 2009-2014 se procedió a identificar a aquellas concesiones forestales que fueron supervisadas dos veces. En el cuadro 2, se presenta el total de concesiones forestales que conforman el grupo tratamiento. La identificación de este grupo siguió la definición de la metodología del estudio, en el cual se indica que el grupo tratamiento se encuentra conformado por las concesiones que recibieron su primera supervisión entre los años 2009 y 2012 y una segunda supervisión en el 2013 o 2014. Estos representan en total 29 concesiones forestales. Si bien, esta muestra es pequeña a nivel de concesiones forestales, a nivel de información por especie representa 181 observaciones, que hace un promedio de seis (06) diferentes especies de árboles por supervisión.

Cuadro 2: Identificación de concesionarios forestales del grupo tratamiento

		Segunda supervisión		Total
		Año 2013	Año 2014	
Primera supervisión	Año 2009	1	2	3
	Año 2010	5	5	10
	Año 2011	2	2	4
	Año 2012	6	6	12
	Total tratamiento	14	15	29

Fuente: Informes de supervisión provisto por OSINFOR 2009-2014

El grupo control está conformado por concesiones forestales que en los años 2013 o 2014 recibieron su primera supervisión forestal (Ver cuadro 3). No se consideraron en el análisis las concesiones forestales que fueron supervisadas a solicitud de los concesionarios por problemas de invasión por terceros o debido a solicitud de comunidades nativas afectadas por las actividades de las concesiones forestales⁵. Otros tipos de supervisiones no incluidas son las supervisiones para determinar el origen de madera ilegal incautada, pero que fue retornada por la autoridad forestal regional a un concesionario forestal, y las supervisiones incompletas por falta de entrega de documentos de gestión aprobados, como el Plan Operativo Anual y Balance de Extracción, de las autoridades forestales concedentes.

Cuadro 3: Identificación de concesionarios forestales que forman el grupo control

	Primera supervisión		Total
	Año 2013	Año 2014	
Total control	14	38	52

Fuente: Informes de supervisión provisto por OSINFOR 2009-2014

Si bien, el estudio considera el periodo 2009 al 2014 como su marco de estudio, la comparación central del aprovechamiento de la madera ilegal entre los grupos tratamiento y control se concentra entre los años 2013 y 2014. Esto ayuda a realizar una comparación consistente, considerando los mismos factores exógenos macroeconómicos que podrían haber

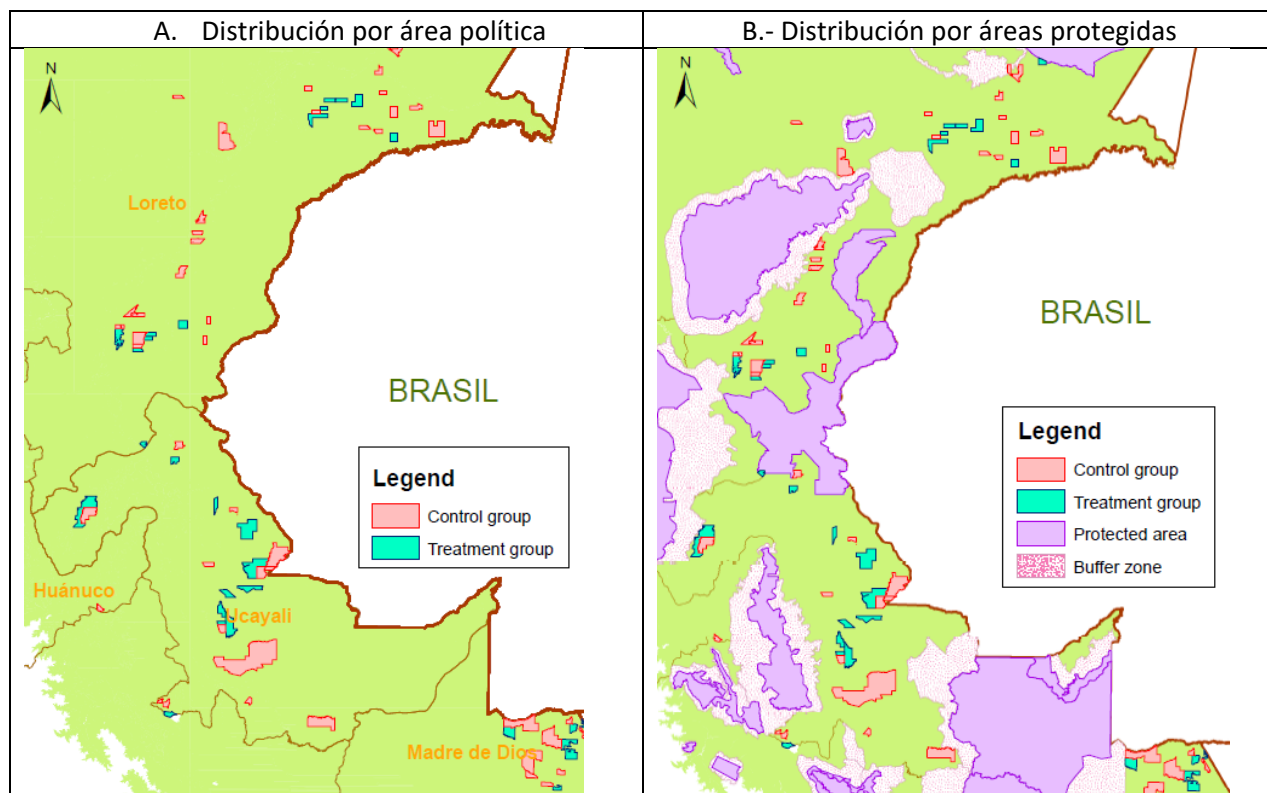
⁵ Entre las supervisiones solicitadas a OSINFOR por denuncia de tala ilegal se encuentra la realizada, en agosto de 2014, por el reconocido dirigente indígena Edwin Chota Valera de la Comunidad Nativa de Alto Tamaya en Iquitos. Lamentablemente, pocos días después, en setiembre de 2014, este dirigente fue asesinado conjuntamente con otros tres dirigentes indígenas por la mafia de la madera ilegal en Iquitos.

afectado el comportamiento de los concesionarios forestales respecto al aprovechamiento de la madera. Asimismo, el periodo transcurrido de tiempo entre la primera y segunda supervisión para el grupo tratamiento, con un máximo de cinco (05) años, permite asumir, *a priori*, que podría haber existido un efecto en la formación de expectativas sobre la probabilidad de recibir una nueva supervisión en el futuro. Este incremento en la probabilidad podría haber afectado el comportamiento de los concesionarios del grupo tratamiento respecto al aprovechamiento de la madera. De otro lado, es importante mencionar que existe un *spillover effect* hacia las concesiones del grupo control. Este efecto es deseable desde el punto de vista del hacedor de políticas; sin embargo, para los fines de identificar un impacto, este efecto contamina la variable en evaluación del grupo control.

En el lado izquierdo del Mapa 1, puede apreciarse que la mayoría de las concesiones forestales seleccionadas para el estudio pertenecen a las regiones de Loreto, Ucayali y Madre de Dios. Asimismo, se observa que no existe una concentración espacial de alguno de los grupos en una zona en particular. Esto reducirá el efecto de las variables no observables, relacionados con la ubicación espacial de las concesiones, en las estimaciones de impacto. Es decir, podrían existir otros factores que afectan a los concesionarios que el investigador no puede observar, sin embargo, dado que estos afectan por igual a ambos grupos, dejar de considerarlos en la estimación no sesgará los resultados.

En lado derecho del Mapa 1, puede observarse la distribución de las concesiones en estudio con relación a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y sus zonas de amortiguamiento (en color blanco alrededor de las ANP). El mapa nos muestra que algunas concesiones de nuestro grupo tratamiento y control se ubican muy cerca, son contiguos o se encuentran al interior (nueve concesiones) de las zonas de amortiguamiento de las ANP; por lo tanto, deberían de ser más propensos a ser supervisados por OSINFOR, dado que este es uno de sus criterios para seleccionar concesiones a supervisar. Esto bajo la lógica que la cercanía a las ANP de algunas concesiones forestales podría facilitar la extracción ilegal de madera. La ubicación de la concesión forestal dentro de una zona de amortiguamiento de una ANP será considerada como una variable en el proceso de comparación de las concesiones de ambos grupos.

Mapa 1: Distribución espacial de las áreas de concesión del grupo tratamiento y control



Fuente: Sistema de Información Geográfica de Supervisiones Forestales - OSINFOR

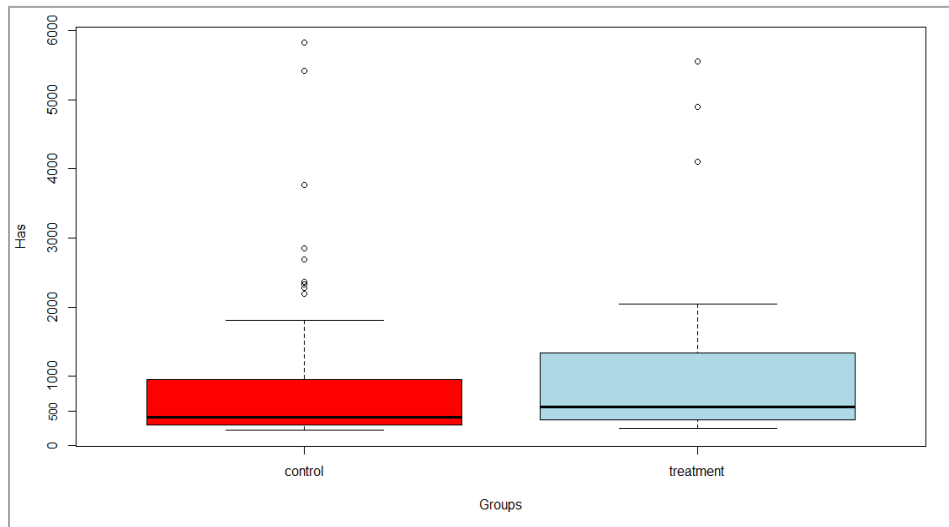
Finalizada la etapa de identificación del grupo control y grupo tratamiento, se procedió a construir la base de datos transcribiendo manualmente cada informe de supervisión. Esta tarea permitió conocer a profundidad el tipo de información contenida en los informes de supervisión forestal. A continuación, presentamos información descriptiva de las concesiones forestales que forman parte del estudio.

En el Gráfico 1, se muestra la distribución del tamaño de la Parcela Anual de Corta (PCA)⁶, donde se ejecutó la supervisión forestal. La PCA es el área de análisis relevante en este estudio, debido a que los concesionarios solicitan autorización -a través del POA- para la extracción de árboles dentro de esta área. Asimismo, de acuerdo al avance en la extracción de árboles en la PCA, los concesionarios solicitan las Guías de Transporte Forestal (GTF) a la autoridad forestal regional para el traslado de la madera, estas solicitudes quedan registradas

⁶ El PCA es un área dentro de la concesión que ha sido generada, en la mayoría de los casos, a partir de la división equitativa de la concesión para garantizar el aprovechamiento uniforme de toda el área de concesión y favorecer la regeneración natural de los árboles.

en el balance de extracción. Al término de la zafra⁷, el concesionario tiene la obligación de presentar el Informe de Ejecución de POA, en el cual se reporta el estado de cada uno de los árboles que fueron autorizados para extracción. Finalmente, la supervisión forestal se realiza a una muestra de árboles autorizados dentro de la PCA con la información documentaria disponible (POA, balance de extracción, y, en pocos casos, con Informe de ejecución de POA). En el Anexo 1, se presenta un diagrama del funcionamiento del proceso de regulación de las concesiones forestales.

Gráfico 1: Parcela Anual de Corta de las concesiones forestales supervisadas

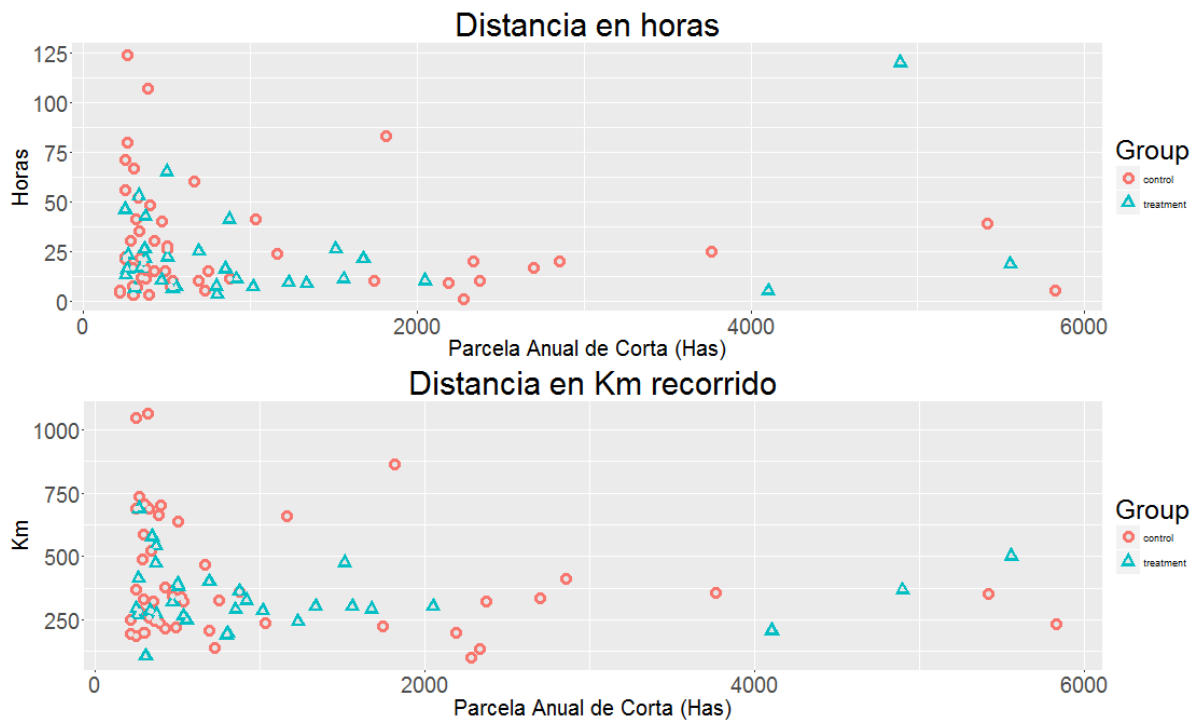


Fuente: Supervisiones Forestales 2009-2014 provisto por OSINFOR

Una de las variables que podría afectar la decisión de seleccionar una concesión por supervisar es la distancia al mismo. En el Gráfico 2, presentamos las distancias en horas y en kilómetros desde las oficinas regionales de OSINFOR a las PCA supervisadas, según la información registrada en los informes de supervisión. La distancia en horas ha sido tomada directamente de los reportes de los supervisores en los informes. En cambio, la distancia en kilómetros ha sido estimada a partir de una réplica del desplazamiento seguido por el supervisor y reportado en el informe de supervisión. Esta medida de distancia es la mejor aproximación a la distancia real recorrida por el supervisor para ejecutar la inspección (Ver Ilustración 2). Es importante mencionar que el desplazamiento a la mayor parte de estas concesiones se realiza por río, por lo que la distancia recorrida se incrementa considerablemente.

⁷ Se denomina zafra al periodo anual que se realizan las operaciones forestales dentro del PCA. Esto depende de la temporada de lluvias en cada región y son establecidas por la autoridad forestal regional.

Gráfico 2: Distancia desde la oficina regional de OSINFOR hacia las PCA supervisadas



Fuente: Supervisiones Forestales 2009-2014 provisto por OSINFOR

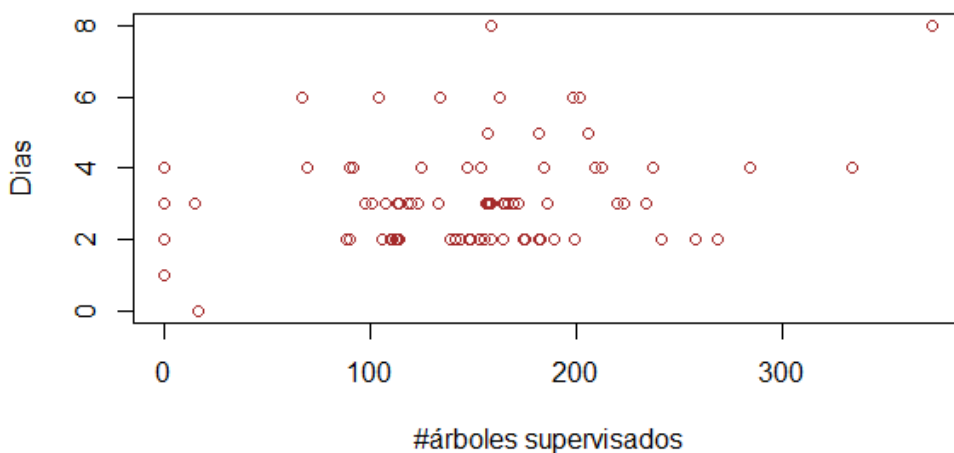
Ilustración 2: Réplica de desplazamiento al PCA de la supervisión 013-2014



Fuente: Supervisiones Forestales 2009-2014 provisto por OSINFOR

Otra variable que nos permite determinar si la supervisión fue ejecutada adecuadamente es el número de días que tomó la supervisión dentro del PCA y el número de árboles supervisados. En el Gráfico 3, se puede apreciar que no existe un patrón claro entre árboles supervisados y los días que tomó la supervisión. Los casos especiales, donde se observa algunos días en la supervisión, pero que no registran árboles supervisados, corresponden a aquellas supervisiones que recorrieron el PCA y no encontraron indicios de aprovechamiento de madera y, al mismo tiempo, no encontraron las especies de árboles aprobadas y extraídas por encontrarse la PCA dentro de una zona de aguajal, pantanos o zona inundada permanentemente, donde solo prevalecen ciertos tipos de árboles como los aguajales que no son aptos para madera.

Gráfico 3: Días de supervisión y árboles supervisados



Fuente: Supervisiones Forestales 2009-2014 provisto por OSINFOR

En el Gráfico 4, se presenta el porcentaje de árboles supervisados con relación al total de árboles autorizados en el POA. Puede verse que existe una heterogeneidad en la determinación del tamaño de muestra por supervisar. Esta heterogeneidad se debe básicamente a los procedimientos de tamaño de muestra establecido en el Manual de Supervisión de Concesiones Forestales con Fines Maderables desde el año 2013. En este manual se establece que las especies de árboles que son parte de la convención CITES⁸ son supervisados al 100%. A la fecha, solo la caoba y cedro son consideradas especies CITES. Asimismo, se selecciona el 25% de las especies de árboles autorizadas para extracción. De acuerdo al manual, esta selección se realiza bajo los siguientes criterios:

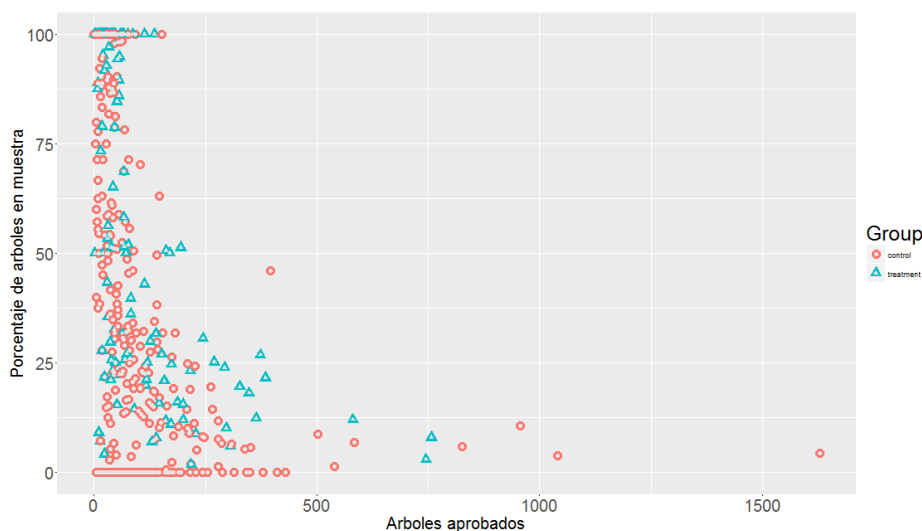
⁸ Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestres. Actualmente, la caoba y cedro son especies CITES.

1. Especies con mayor demanda comercial.
2. Volumen extraído por especie en el balance de extracción, que es el reporte del concesionario a la autoridad regional forestal para la obtención de Guías de Transporte Forestal (GTF).
3. Especies de árboles categorizadas con algún grado de amenaza, según Decreto Supremo N° 043-2006-AG.
4. Abundancia de árboles aprovechables autorizados y semilleros declarados.

Luego de seleccionar las especies se procede a determinar el tamaño de la muestra con la fórmula clásica de muestras aleatorias para una población finita. Si bien, el proceso de determinación de la muestra se encuentra bien detallada en el manual, no se ahonda respecto del tipo de muestreo a utilizar para seleccionar a los árboles dentro de la PCA. Solo se menciona genéricamente que: *“Los individuos a supervisar deben de ser repartidos por todo el área de la PCA, a fin de poseer mayor representatividad”*.

Esta falta de definición en el proceso de muestreo afecta la representatividad de la muestra que no podría ser utilizado para hacer inferencia sobre el total de árboles de la especie supervisada. Hecho que se ha visto reflejado en la estimación de volumen de madera no justificado (o madera de procedencia ilegal). Esto ha beneficiado a algunos concesionarios que han aprovechado ilegalmente la madera, debido a que solo han sido sancionados sobre la discrepancia entre el volumen de madera extraído reportado por el concesionario y el encontrado en la muestra de supervisión. En el Anexo 2, se presenta el porcentaje de árboles supervisados por principales especies forestales.

Gráfico 4: Porcentaje de árboles supervisados con relación al total de árboles autorizados



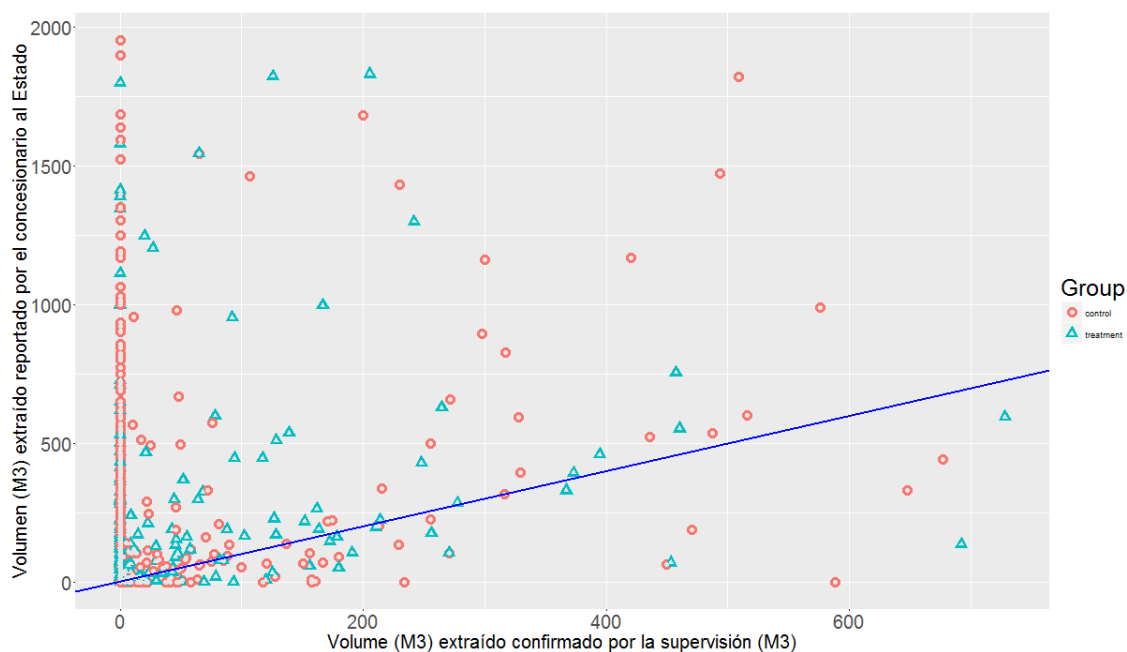
Fuente: Supervisiones Forestales 2009-2014 provisto por OSINFOR

El Gráfico 5 presenta la relación entre el volumen de madera extraída reportado por los concesionarios en el balance de extracción y el encontrado en la supervisión⁹. La línea azul identifica a las concesiones que presentan el mismo volumen extraído reportado y supervisado. Los puntos encima de la línea azul identifican a todas las concesiones forestales que han sobre reportado el volumen de madera para obtener acceso a mas guías de transporte, con la finalidad de usar indebidamente estos documentos. Como puede apreciarse, el sobre reporte es la norma en la mayoría de concesiones forestal con fines maderables.

La racionalidad económica detrás de este comportamiento nos revela que dos estrategias de maximización de beneficios podrían estar operando. La primera es la minimización de costos que opera a través del aprovechamiento de madera de áreas no autorizadas, pero que se encuentran próximas a las carreteras, ciudades o los centros de transformación. La segunda es una maximización de ingresos que opera a través de la utilización de las guías de transporte para la movilización de especies comercialmente más valiosas. La segunda estrategia es plausible, debido a que existe personal poco capacitado en los puestos de control en las carreteras para identificar si las especies en desplazamiento corresponden a las especies para las cuales se cuenta con la guía de transporte.

⁹ Con la finalidad de mejorar la presentación del Gráfico 5, se han retirado nueve observaciones con volúmenes reportados por los concesionarios al Estado mayores a 2 000 metros cúbicos.

Gráfico 5: Volumen de madera extraída según reporte de concesionario y supervisión



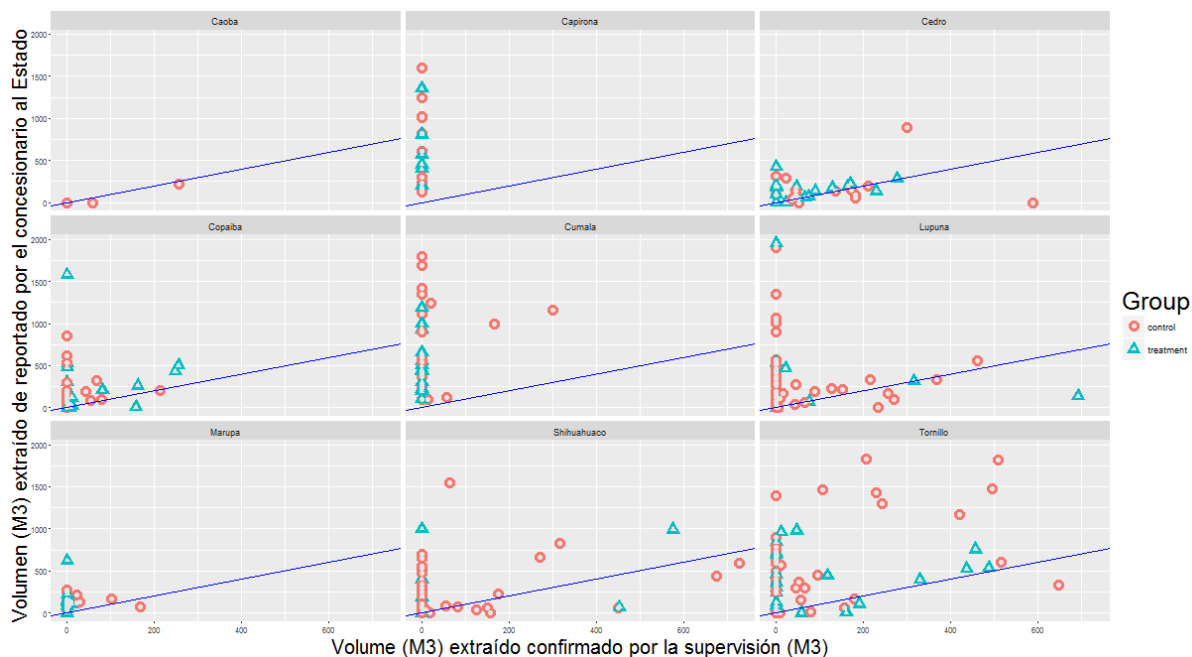
Fuente: Supervisiones Forestales 2009-2014 provisto por OSINFOR

En el Gráfico 6, presentamos la misma información del gráfico anterior pero por especies de árboles seleccionados. La base de supervisiones que se ha construido a partir de los informes de supervisión cuenta con 85 especies de árboles aprovechadas y supervisadas; sin embargo, presentamos la información solo para las especies que tienen mayor prevalencia en las concesiones forestales. Podemos apreciar que el cedro y la caoba (especies CITES) presentan mayores casos de correspondencia entre lo reportado y encontrado por la supervisión. Puede inferirse que algunos concesionarios forestales han internalizado que las especies CITES serán supervisados al 100% una vez que son seleccionados para supervisión, de ahí que son disuadidos de sobre reportar o sub reportar. No obstante, la situación es totalmente distinta para las especies como tornillo, shihuahuaco, cumala, copaiba y lupuna, que presentan un significativo sobre reporte de madera extraída en el balance de extracción, con la finalidad de acceder a mayores guías de transporte.

Estos resultados encajan en nuestra teoría de la estrategia de maximización de beneficios utilizada por los concesionarios forestales. Es decir, el sobre reporte de volumen extraído de madera para obtener más guías de transporte se presenta de manera crítica en las especies de árboles comercialmente menos valiosos. El Gráfico 6 revela la existencia de casos extremos,

con valores alrededor de cero en el eje vertical, de aquellos concesionarios que reportaron madera extraída de árboles inexistentes.

Gráfico 6: Volumen de madera extraída reportado y supervisado por especie

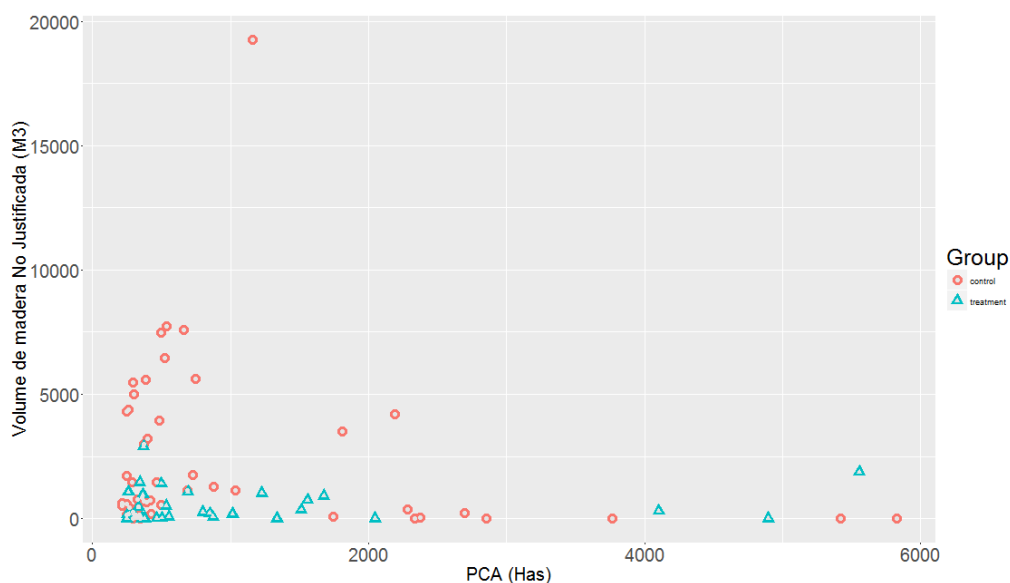


Fuente: Supervisiones Forestales 2009-2014 provisto por OSINFOR

Las discrepancias encontradas en cada una de las especies evaluadas entre el volumen de madera extraído reportado por el concesionario para obtener guías de transporte y el encontrado en la supervisión de campo son utilizadas por el funcionario de OSINFOR como insumo principal para determinar si la madera aprovechada se encuentra justificada. Aquí existen tres posibilidades: (1) que el volumen de madera se encuentre justificada (información reportada y de supervisión son similares), (2) que el volumen de madera no se encuentre justificada por sobre reporte (información reportada es mayor a la encontrada en la supervisión) o (3) que no se encuentre justificada por sub reporte (información reportada es menor a la encontrada en la supervisión). Se asume que el volumen de madera no justificada por sobre reporte es de procedencia ilegal, porque no se pudo determinar que provino de la PCA. En caso que alguna de la especie supervisada no se encuentre justificada, el informe de supervisión es remitido a la Dirección de Supervisión de Concesiones Forestales y de Fauna Silvestre para el inicio de un Proceso Administrativo Unificado (PAU) para establecer las infracciones a la Ley Forestal y el tipo de sanción correspondiente.

El Gráfico 7 presenta el total de madera no justificada agregado a nivel de concesionario. En ella puede observarse que el grupo control agrupa a las concesiones con mayores volúmenes de madera no justificada. Una exploración a los datos a nivel de árboles por especie nos indica que, del total de 635 observaciones, el 68% no justifica por sobre reporte, el 2% no justifica por sub reporte y en el 30% de los casos el volumen de madera se encuentra justificada.

Gráfico 7: Volumen de madera no justificada



Fuente: Supervisiones Forestales 2009-2014 provisto por OSINFOR

Si bien, la discrepancia entre volumen de madera extraída reportada por el concesionario y lo encontrado en la supervisión es el insumo principal, este no se usa de forma directa en la estimación del volumen de madera no justificada. Otros factores juegan un rol fundamental como es el tamaño de la muestra de los árboles por especie supervisados y los márgenes de error permisibles en la estimación de volúmenes por el concesionario y el supervisor. Es importante indicar que el procedimiento para determinar el volumen no justificado de madera en las supervisiones forestales no se encuentra establecido en el Manual de Supervisiones Forestales y en ningún otro documento oficial publicado. Por lo tanto, la estimación de volumen de madera aprovechada no justificado depende básicamente del criterio del supervisor de OSINFOR.

Una muestra de esta situación se presenta en el informe 052-2013, donde se supervisó 68 árboles de la especie cumala de un total de 270 autorizados. El concesionario reportó la extracción de 1.800 metros cúbicos de madera de un total de 1.954.5 metros cúbicos

autorizados para aprovechamiento y, por lo tanto, tenía un saldo de madera por extraer de 154.5 metros cúbicos. La supervisión de campo encontró que ninguno de los 68 árboles supervisados había sido aprovechado y totalizaban alrededor de 330 metros cúbicos de madera. El volumen de madera no justificado determinado por el funcionario de OSINFOR fue de 175 metros cúbicos de madera, que es la diferencia entre el saldo y el encontrado en la supervisión. En este caso, el supervisor asumió, aplicando el principio de licitud¹⁰, que los 202 árboles restantes fueron extraídos y totalizaron 1.800 metros cúbicos. Este supuesto favoreció abiertamente al concesionario. Sin embargo, es fácil inferir que este supuesto no tiene ningún tipo de relación con los datos observados. En este caso, el supervisor no utilizó los resultados de la muestra para inferir sobre el total de árboles autorizados, porque esto no se encuentra establecido en el Manual de Supervisión. De acuerdo a los procedimientos actuales, los supervisores de OSINFOR solo pueden pronunciarse sobre los árboles inspeccionados y excepcionalmente se pronuncian sobre árboles no supervisados cuando el supervisor detecta que en la parcela anual de corta no existen indicios de aprovechamiento forestal.

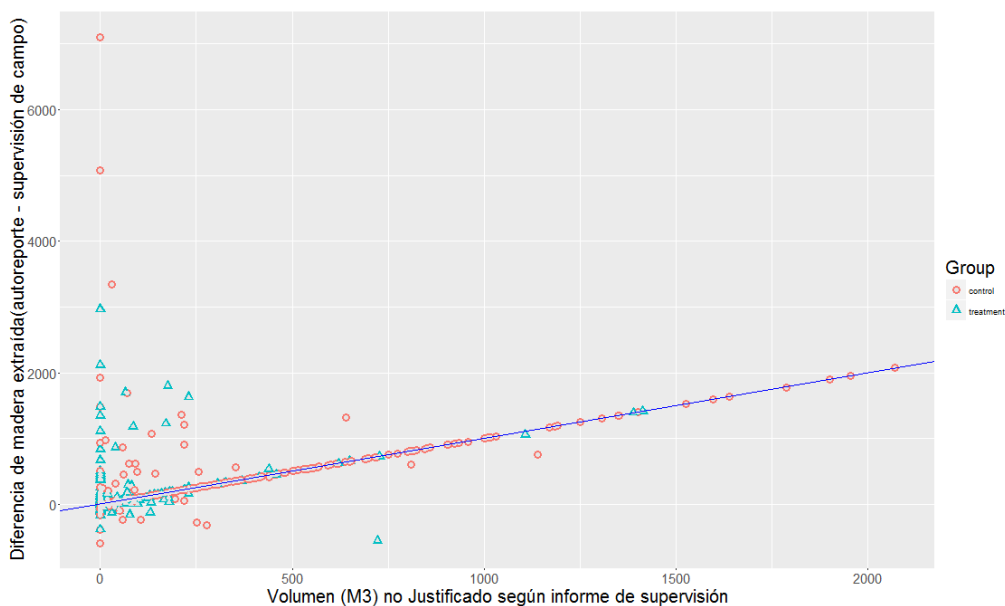
Es importante destacar que el volumen de madera no justificado (madera ilegal) detectado por OSINFOR, cuando solo se inspecciona una muestra de una especie específica, representa la cota inferior (mínimo) que el concesionario no ha podido justificar por ningún medio. Esto se debe principalmente a que los documentos de gestión utilizados en la inspección, como el POA, balance de extracción y, en algunos casos, guías de transporte, contienen información a diferente nivel. Mientras el POA contiene información de cada árbol aprobado por especie, el balance de extracción y las guías de transporte contienen información agregada por especie. De ahí que al disponer de solo una muestra no se puede asociar directamente la información de cada árbol supervisado con el volumen movilizado agregado. Como consecuencia, los supervisores se ven forzados a recurrir a una estimación agregada del volumen movilizado y los saldos por extraer. Finalmente, el volumen no justificado se estima con esta información agregada, utilizando diversos criterios, siendo uno de ellos la descrita en el párrafo anterior.

En el Gráfico 8, se presenta la relación entre el volumen no justificado y la discrepancia entre lo reportado por el concesionario y el encontrado en la supervisión. La línea azul representa los casos en que la discrepancia coincide exactamente con el volumen de madera no justificada establecido por el funcionario de OSINFOR en el informe de supervisión. Los datos muestran

¹⁰ El principio de licitud se encuentra establecido en la Ley N° 27444, Ley de Procedimiento Administrativo General. De acuerdo a la norma, se aplica en casos que se presente una situación de duda que no puede ser verificado y se asume que el administrado ha actuado lícitamente.

que un grupo significativo de informes de supervisión no utilizó la discrepancia como único elemento para determinar el volumen de madera justificada. Asimismo, puede apreciarse que existen algunos casos donde la discrepancia fue positiva; sin embargo, el volumen de madera no justificado -establecido en el reporte de supervisión- fue nulo. Estos tipos de casos, hace imperativo la estandarización del proceso de estimación del volumen de madera no justificado. En el Anexo 3, se presenta la misma información por especie forestal.

Gráfico 8: Comparación entre discrepancia de madera extraída y no justificada

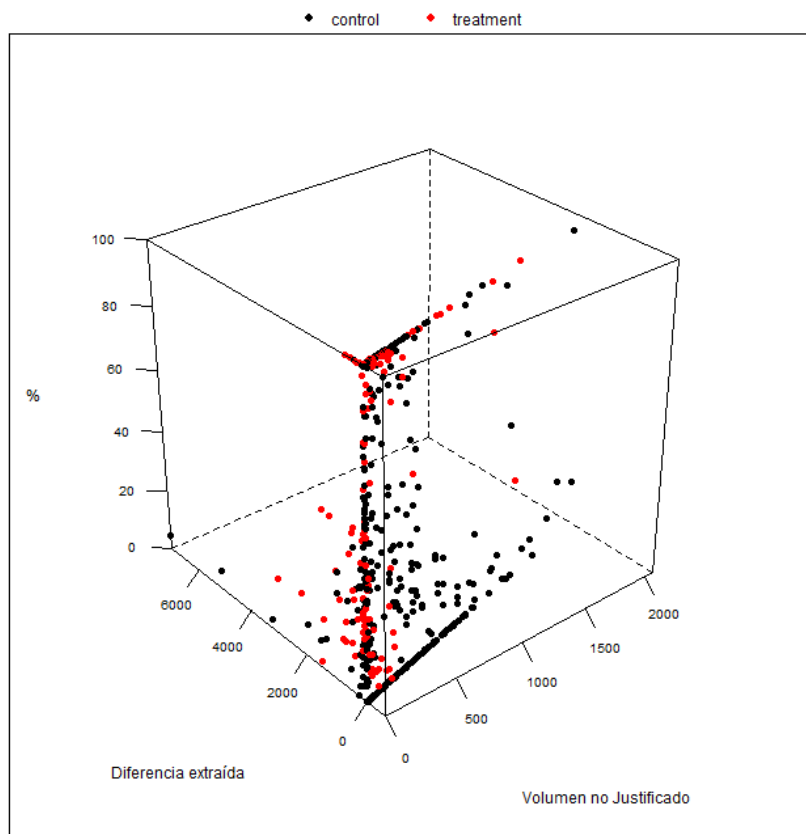


Fuente: Supervisiones Forestales 2009-2014 provisto por OSINFOR

Adicionalmente, se presenta la misma información del gráfico anterior adicionando el porcentaje de árboles supervisados con relación al total de árboles autorizados. El Gráfico 9 nos muestra que, cuando la muestra cubrió el 100% de los árboles autorizados para extracción, el volumen de madera no justificada correspondió a la discrepancia entre el volumen reportado y encontrado en campo (ver línea a la altura de 100%). La misma situación se observa cuando no se supervisó árboles (0%), esto corresponde a los casos en que la supervisión no encontró algún indicio de operación forestal en la PCA, ni árbol declarado; por lo tanto, se asumió que toda la información reportada por el concesionario fue considerada falsa (ver línea a la altura de 0%). De otro lado, existe un grupo considerable de casos en el rango de discrepancia de volumen de madera extraída (0,2000) y en el rango no justificado de volumen (0, 500), cuyo porcentaje de árboles supervisados presenta una gran variación (ver columna de datos próxima al eje (0,0)). Estos resultados refuerzan nuestra hipótesis de que el volumen no justificado fue

determinado según el criterio del supervisor en los casos en que la supervisión de campo solo contenía una muestra de árboles del total de árboles extraídos.

Gráfico 9: Comparación de discrepancia de madera extraída, no justificada y muestra



Fuente: Supervisiones Forestales 2009-2014 provisto por OSINFOR

Finalmente, como parte del análisis de datos, se presenta la estadística descriptiva de todas las variables relevantes a nivel de concesionario y a nivel de árboles supervisados. El Cuadro 4 resume la estadística descriptiva a nivel de concesionario. En este cuadro, se observa que en promedio las áreas de las PCA son más grandes para el grupo tratamiento que para el de control. En cambio, el total de volumen de madera autorizado en promedio al grupo control es superior (en 1.600 metros cúbicos) al del grupo tratamiento. Lo mismo sucede con el volumen de madera extraída reportada por los concesionarios, este es superior para el grupo control. Las multas establecidas nos revelan que las infracciones a la Ley Forestal, mediante el aprovechamiento ilegal de la madera, fueron más frecuentes y severas en el grupo control. Estos datos nos brindan una idea general de lo que ocurre en las concesiones forestales; sin

embargo, no son suficientes para establecer alguna relación de causalidad o efecto de las supervisiones forestales.

Adicionalmente, en el Cuadro 4, se incluye la diferencia estandarizada en media. Este criterio fue planteado por Austin (2011) para evaluar las medias de dos grupos y no es sensible al tamaño de las observaciones como ocurre con la prueba T test. Según esta prueba, un valor menor a 0.10 (en valor absoluto) indicaría que ambas medias no son sistemáticamente diferentes (equivalente a T test, las medias son estadísticamente similares). Puede apreciarse que solo la variable relacionada al total del volumen de madera extraída y presencia de CITES en la concesión tienen medias que no son sistemáticamente diferentes entre ambos grupos.

Cuadro 4: Estadística descriptiva a nivel de concesión forestal

Variable	Unidad	Obs	Promedio	Desviación Standard	Diferencia estandarizada en media
Área de concesión (Has)	Control	52	20.037,66	30.841,26	-0,120
	Treatment	29	17.174,32	13.614,04	
Parcela de Corte Anual (PCA)	Control	52	981,81	1.250,33	0,166
	Treatment	29	1.199,36	1.364,02	
Distancia en horas	Control	52	28,03	27,23	-0,194
	Treatment	29	23,02	24,41	
Distancia en km	Control	52	394,12	227,1	-0,375
	Treatment	29	327,24	109,24	
Días de inspección en PCA	Control	52	3,02	1,42	0,367
	Treatment	29	3,56	1,52	
Total del volumen de madera autorizada	Control	52	11.528,76	16.106,31	-0,131
	Treatment	29	9.866,50	7.940,10	
Total del volumen de madera extraído reportado por el concesionario	Control	52	4.223,68	4.641,50	-0,097
	Treatment	29	3.802,11	3.988,30	
Saldo del volumen de madera autorizado	Control	52	7.305,08	13.793,22	-0,117
	Treatment	29	6.064,39	6.043,07	
Multas establecidas en PAU (US\$)	Control	52	50.640,61	91.778,82	-0,105
	Treatment	29	39.724,61	114.522,90	
Concesiones ubicadas dentro de zona de amortiguamiento de ANP	Control	52	0,15	0,36	-0,417
	Treatment	29	0,03	0,19	
Concesiones con presencia de especie forestales CITES	Control	52	0,40	0,50	-0,040
	Treatment	29	0,38	0,49	

Fuente: Informes de Supervisión Forestal ejecutadas entre el 2009 y 2014 por OSINFOR

La data disponible nos permite realizar un análisis a nivel de especies de árboles supervisados (ver Cuadro 5). A diferencia del cuadro anterior, en este cuadro se presenta la información de madera autorizada y extraída reportada por los concesionarios solo para las especies forestales que fueron supervisadas en la concesión. En el Cuadro 5, se aprecia que el promedio de volumen autorizado fue ligeramente superior para el grupo tratamiento. En cambio, para el volumen de madera no justificada, el grupo control tiene un promedio superior en alrededor de 200 metros cúbicos en relación con el grupo tratamiento. Estos datos evidencian un comportamiento distinto respecto al aprovechamiento de la madera entre los concesionarios forestales del grupo control y del grupo tratamiento.

Cuadro 5: Estadística descriptiva a nivel árboles supervisados

Doc	Variable	Unidad	Grupo	Obs	Promedio	Desviación Standard	Diferencia estandarizada en media
Información de documentos de gestión	Madera autorizada por autoridad regional forestal	Árboles	Control	454	84,69	131,73	-0,037
		Árboles	Treatment	181	80,07	115,42	
		Volumen	Control	454	580,24	1.214,59	0,029
		Volumen	Treatment	181	611,52	923,7	
	Madera extraída reportada por concesionario	Volumen	Control	454	357,66	596,42	-0,068
		Volumen	Treatment	181	319,81	510,21	
Información de los informes de supervisión de campo ejecutados en el PCA	Madera supervisada en pie	Árboles	Control	454	6,05	11,62	0,678
		Árboles	Treatment	181	16,36	18,08	
		Volumen	Control	454	47,46	128,28	
		Volumen	treatment	181	125,54	154,37	
	Madera supervisada movilizada o tocón	Árboles	Control	454	3,22	9,36	0,283
		Árboles	treatment	181	6,17	11,38	
		Volumen	Control	453	28,72	85,48	
		Volumen	treatment	181	53,27	108,76	
	Madera supervisada tumbada	Árboles	Control	454	1,66	7,22	-0,049
		Árboles	treatment	181	1,38	3,69	
		Volumen	Control	454	9,91	40,32	
		Volumen	treatment	181	12,39	36,52	
Volumen de madera no justificado	Volumen	Control	454	254,23	344,6	-0,311	
	Volumen	treatment	181	153,31	303,42		

Fuente: Informes de Supervisión Forestal ejecutadas entre el 2009 y 2014 por OSINFOR

6. Resultados

La aplicación de la metodología de una sola diferencia (SD) depende básicamente de la construcción de un grupo control que se comporte como contrafactual del grupo de tratamiento. Entre las técnicas disponibles para construir un grupo control tenemos el *matching propensity score*, *trimming matching*, Inverse Probability Weighting (IPW) y Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Imbens y Wooldridge (2009) recomiendan utilizar una combinación de estos métodos para alcanzar un resultado robusto ante una mala especificación. Nosotros recurriremos a la técnica del *matching propensity score* para construir el grupo control (Rosenbaum y Rubin, 1983 and 1985).

La técnica de *matching propensity score* ayuda a convertir un problema de estimación multidimensional (varias variables observables podrían definir a un grupo particular) a un problema unidimensional. Esta técnica asume que la contribución de cada una de las variables observables que definen la intervención -en nuestro caso, la probabilidad a una supervisión durante el periodo 2009 al 2012- puede ser resumida en una sola variable que recoja la probabilidad (o *propensity*) de ser intervenido. Luego, se define una métrica¹¹, por el cual se considera estadísticamente similar, comparando la probabilidad de intervenir a alguien del grupo control y del grupo tratamiento.

En este estudio estimamos la probabilidad a través de un modelo *probit*, donde la variable dependiente es binaria (1 sí la concesión es parte del grupo tratamiento y 0 sí es parte del grupo control) y las variables independientes son las siguientes:

1. Tamaño de la Parcela de Corta Anual (PCA).
2. Tamaño de la concesión.
3. Accesibilidad a la concesión (distancia en km desde la oficina regional de OSINFOR a la PCA).
4. Indicador de presencia de especie CITES en la concesión (1 con presencia de especie CITES y 0 de otro modo).
5. Volumen autorizado de madera (proxy de potencial económico de la concesión)
6. Volumen de madera extraído reportado por el concesionario al Estado para obtener guías de transporte.
7. Indicador sí la concesión se encuentra dentro de una zona de amortiguamiento de una ANP (1 se encuentra en la zona de amortiguamiento y 0 de otro modo).

¹¹ Entre las métricas más usadas se encuentran vecino más cercano, *radius matching*, *kernel matching*, *matching* estratificado y Mahalanobis *matching*.

El Cuadro 6 presenta las estimaciones de probabilidad a ser intervenido para tres modelos *probit*. Los modelos solo se diferencian por la forma de inclusión del área de análisis (PCA o concesión). El primer modelo solo considera el área de la PCA en la estimación, mientras el segundo modelo solo considera el área de concesión. En cambio, el tercer modelo incluye tanto el tamaño de la PCA y el tamaño de la concesión. Se plantea estos tres modelos con la finalidad de identificar cuál es el área de análisis (PCA o concesión) relevante para el proceso de *matching* entre las concesiones del grupo tratamiento y control.

El Cuadro 6 nos muestra que la variable relacionada al tamaño de la PCA es estadísticamente significativa al 95% en los dos modelos donde fue incluido. En cambio, la variable relacionada al área de concesión no es estadísticamente significativa en ningún modelo. Esto nos indicaría que los funcionarios de OSINFOR tomaron en cuenta el tamaño de la PCA para seleccionar una concesión a supervisar en el periodo 2009-2012. El signo positivo de los coeficientes nos indicaría que a mayor tamaño de la PCA la probabilidad de ser inspeccionado se incrementa.

La variable distancia en kilómetros desde la oficina de OSINFOR hasta el área de la PCA - donde se produce la inspección- es estadísticamente significativa; esto nos sugeriría que los funcionarios de OSINFOR priorizan concesiones que no se encuentran muy alejadas de las oficinas regionales. Los resultados nos evidencian que a mayor distancia se reduce la probabilidad de ser inspeccionado (ver coeficiente negativo).

Otra variable que es estadísticamente significativa en el primer modelo es la relacionada a la proxy de potencial económico de la concesión (total de madera autorizada a la concesión). Sin embargo, el coeficiente asociado es marginal (cerca a cero desde el lado negativo) para poder inferir si desempeño un rol en la selección de las concesiones a supervisar.

La variable que indica si la concesión se encuentra dentro o en parte de una zona de amortiguamiento de un ANP es estadísticamente significativa en los tres modelos evaluados. Sin embargo, el coeficiente negativo nos sugiere que las concesiones que se encuentran dentro de una zona de amortiguamiento tuvieron una menor probabilidad de ser supervisados en el periodo 2009 al 2012. Si bien, en el 2012, OSINFOR manifestó que uno de los criterios para seleccionar concesiones a supervisar es la localización dentro de la zona de amortiguamiento de una ANP, esto no se habría tomado en cuenta para supervisiones ejecutadas antes de esta fecha.

La presencia de especies CITES al interior de la concesión y la variable total de madera extraída reportada parecen no haber afectado la probabilidad de ser inspeccionado durante el 2009 y 2012.

Cuadro 6: Estimación de la probabilidad de ser supervisado en el periodo 2009-2012

Variable	Unit	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Parcela Anual de Corta (PCA)	Has	0,00032 [0,00014]*		0,00030 [0,00014]*
Área de concesión	Has		0,00001 [0,00001]	0,00001 [0,00001]
Distancia recorrida para supervisión	km	-0,00195 [0,00076]*	-0,00193 [0,00078]*	-0,00202 [0,00080]*
Presencia de especie CITES en área	Dummy	-0,09230 [0,30280]	-0,08677 [0,30897]	-0,09978 [0,30313]
Total de madera autorizada	M3	-0,00004 [0,00002]*	-0,00004 [0,00003]	-0,00005 [0,00004]
Total de madera extraída reportada	M3	0,00004 [0,00005]	0,00004 [0,00006]	0,00005 [0,00006]
Concesión localizada en zona de amortiguamiento de ANP	Dummy	-1,15537 [0,62792]+	-1,21292 [0,61714]*	-1,21040 [0,65188]+
Constante		0,39972 [0,38995]	0,47851 [0,37000]	0,41208 [0,39163]
Seudo R-squared		0,10200	0,07600	0,10300
Observations		81	81	81

+ $p < 0.1$; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Note: Standard errors in square brackets

La variable de resultado central para evaluar el impacto de las supervisiones forestales es el volumen de madera ilegal detectado en la supervisión de campo (OSINFOR lo denomina volumen de madera No Justificado). Esta variable es utilizada para estimar el Efecto promedio del Tratamiento sobre los Tratados (ETT) definido en la metodología, el cual se implementa aplicando la metodología del Matching Propensity Score con dos técnicas de *match*: (1) vecino

más cercano y (2) *kernel matching*. Para vecino más cercano, se utiliza un solo vecino como contrafactual del concesionario forestal del grupo tratamiento. Asimismo, se permite un *match* con reemplazo (es decir, una misma concesión del grupo control podría ser seleccionado más de una vez, sí es el vecino más cercano de dos o más concesiones del grupo tratamiento). Para el *kernel matching*, se utiliza la distribución de Epanechnikov. Es importante resaltar que ambas técnicas utilizan la probabilidad de ser seleccionado a tratamiento como una medida de la propensión a tratamiento; de ahí que los resultados del modelo *probit* estimado se convierten en un insumo para el *match*. Propensity Score Matching con vecino más cercano fue implementado con la función “*teffects*” y el *kernel matching* con la función “*psmatch2*” en STATA 13.

En el Cuadro 7, se presentan los resultados de ETT obtenidos a través de Matching Propensity Score con vecino más cercano. Los resultados nos indican que las supervisiones campo reducen en promedio entre 1.574 y 1.885 metros cúbicos de volumen de madera ilegal de las concesiones supervisadas. Es importante destacar que el ETT asociado al primer modelo de probabilidad es significativo al 90% y el ETT asociado al segundo modelo es estadísticamente significativo al 95%. Debe de tenerse en cuenta que la función “*teffects*” calcula el error estándar en forma consistente y robusta, siendo superior a cualquier otro paquete estadístico disponible. Por lo tanto, la inferencia estadística de los resultados es fiable.

Cuadro 7: Efecto Tratamiento sobre los tratados – Vecino más cercano

Propensity Model	ETT	Standard Error	P-value	Lower bound on CI	Upper bound on CI	Matched control obs
Modelo 1	-1.574,80	969,28	0,10	-3.474,55	324,95	20
Modelo 2	-1.885,06	803,69	0,01	-3.460,26	-309,86	18
Modelo 3	-1.829,06	1.372,41	0,18	-4.518,94	860,82	16

Estos resultados son válidos solo sí las variables utilizadas en el *match* pasan un test de balance. Existen dos pruebas que son utilizados conjuntamente para evaluar el balance de las variables: el test de igualdad de medias (T test) y el test de balance propuesto por Rosenbaum y Rubin (1985), que utilizan el porcentaje de sesgo estandarizado (standarized % bias)¹² como una métrica para determinar si la variable se encuentra balanceada. Caliendo y Kopeining (2008) sugieren que una variable se encuentra balanceada si el porcentaje del sesgo estandarizado no supera el 5% para cada variable individualmente y en conjunto.

¹² Esta medida es un porcentaje computado como la diferencia de medias entre el grupo control y tratamiento dividido sobre la desviación estándar conjunta.

El Cuadro 8 presenta un resumen del test de balance de las variables luego del Propensity Score Matching con Vecino más cercano. Como puede apreciarse, el segundo modelo presenta un porcentaje promedio de sesgo para todas las variables en conjunto de alrededor de 7.1%. Asimismo, tres variables de un total de seis se encuentran balanceadas (menos del 5% de sesgo). Las otras tres variables tienen sesgos moderados: área de concesión 17.5%, distancia recorrida 13% y total de volumen de madera extraída reportada 9.4%. El test de igualdad de medias muestra que todas las variables tienen promedios estadísticamente similares. En el Anexo 4, se presentan las pruebas de balance para cada modelo y cada variable individualmente. Las pruebas de balance confirman que los resultados de ETT obtenidos con Propensity Score Matching con la técnica de vecino más cercano son estadísticamente válidos.

Cuadro 8: Resumen del test de balance de PSM con Vecino más cercano

Propensity model	Average % of Bias		Balanced covariates*	Test de medias iguales**
	Antes del match	Después del match		
Modelo 1	20,54	10,97	2 de 6	6 de 6
Modelo 2	19,77	7,10	3 de 6	6 de 6
Modelo 3	19,32	9,72	4 de 7	7 de 7

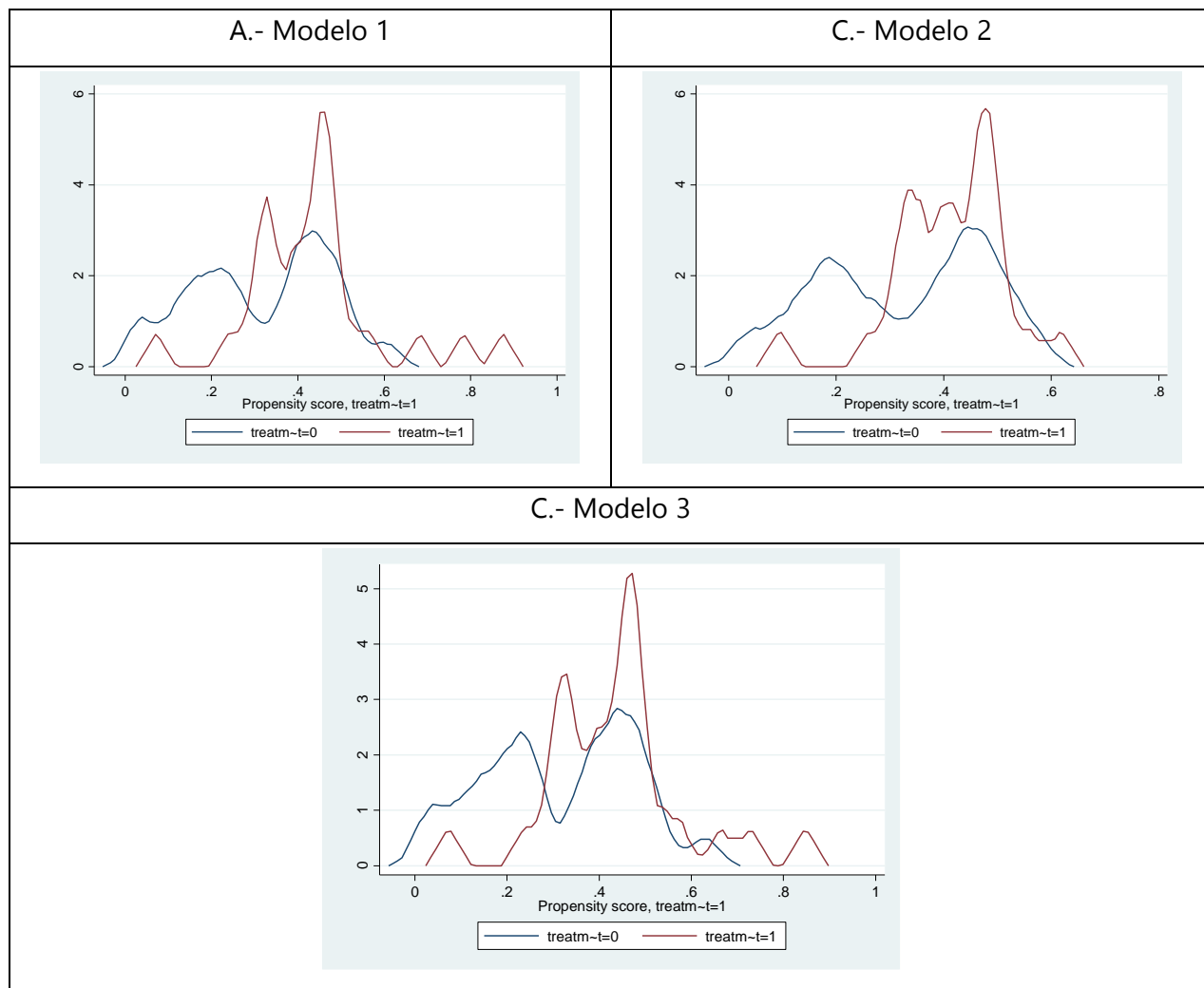
* Around 5% bias after matching, ** T test de igualdad de medias

En el Gráfico 10, se presenta la distribución de *propensity score* para el grupo tratamiento y control según modelo evaluado. En el modelo 2, puede apreciarse que la distribución del *propensity score* del grupo tratamiento se encuentra casi totalmente traslapado dentro del grupo control (la línea roja identifica al grupo tratamiento). Para los otros dos modelos, la mayor parte del *propensity score* del grupo tratamiento se encuentran traslapadas con el grupo control, con excepción de tres observaciones que se encuentran por encima del máximo *propensity score* del grupo control. Estos gráficos nos sugieren que el proceso de *match* con el algoritmo de vecino más cercano es eficiente, pues se cumple con la condición de traslape de la distribución del *propensity score* para el grupo tratamiento y control. Adicionalmente, podría requerirse que se descarte las observaciones del grupo tratamiento que no se encuentren traslapadas, esto es conocido como restricción de soporte común¹³. La imposición de esta restricción reduce marginalmente hacia abajo los ETT estimados y afecta la significancia estadística de los resultados. Dado el limitado número de observaciones en el grupo

¹³ Esta restricción no se considera para el *match* las observaciones del grupo tratamiento, que se encuentra por encima del máximo o debajo del mínimo del *propensity score* del grupo control.

tratamiento (29 concesiones) en el estudio, consideramos adecuado no imponer esta restricción porque la ganancia es marginal. De la misma forma, no se implementó una estimación de impacto por especies forestales, debido a la restricción de la muestra.

Gráfico 10: Distribución del propensity score según grupo



Con la finalidad de evaluar la consistencia de los resultados previos, se presenta las estimaciones de ETT con *kernel matching* en el Cuadro 9. Los resultados nos muestran que los resultados del efecto promedio asociados al primer y tercer modelo son estadísticamente significativos al 99%. De esta forma, se puede inferir que las supervisiones de campo reducen en promedio alrededor entre 1.527 y 1.530 metros cúbicos de madera ilegal en las concesiones supervisadas asociados al tercer y primer modelo de probabilidad. Este resultado es aproximadamente similar al encontrado con la técnica de vecino más cercano (1.574 metros

cúbicos) para el primer modelo, que es estadísticamente significativo. Esto nos indicaría que nuestros resultados son consistentes.

Cuadro 9: Efecto Tratamiento sobre los tratados – *Kernel matching*

Propensity Model	Treated	Controls	ETT	S.E.	T-stat
Modelo 1	983,78	2.513,93	-1.530,15	734,87	-2,08
Modelo 2	956,85	1.912,19	-955,33	710,83	-1,34
Modelo 3	947,34	2.474,87	-1.527,53	714,49	-2,14

Una mirada a las pruebas de balance de las variables utilizadas en el *kernel matching* nos muestra mejores resultados que el observado en el vecino más cercano. Así, en el primer modelo, cuatro de seis variables se encuentran balanceadas, utilizando la métrica de porcentaje de sesgo estandarizado. Entre las dos restantes, el total de volumen de madera autorizado tiene un sesgo de 6.1%, el cual se encuentra muy cercano al umbral de 5% establecido en la praxis para ser considerado balanceado, y el total de volumen de madera extraída reportada presenta un sesgo moderado de 19.6%. Estos resultados indican que los resultados de ETT vía *kernel matching* son estadísticamente aceptables. En el Anexo 5, se presentan las pruebas de balance para cada modelo y cada variable individualmente del *kernel matching*.

Cuadro 10: Resumen del test de balance de PSM con *Kernel matching*

Propensity model	Average % of Bias		Balanced covariates*	Test de medias iguales**
	Before match	After match		
Modelo 1	20,54	6,44	4 out of 6	6 de 6
Modelo 2	19,77	5,27	3 out of 6	6 de 6
Modelo 3	19,32	8,19	3 out of 7	7 de 7

* Around 5% bias after matching, ** T test de igualdad de medias

Finalmente, como una prueba de robustez adicional se estima un modelo de regresión lineal, considerando como variable dependiente al volumen de madera ilegal y como variables independientes a todas las variables incluidas en la estimación del *propensity score* (probabilidad de ser seleccionado a tratamiento), más una variable binaria que indica si la observación es parte del grupo tratamiento. Los resultados nos muestran que las supervisiones de campo reducen entre 1.100 y 1.155 metros cúbicos de madera ilegal en las concesiones supervisadas y son estadísticamente significativas al 95%. Estos resultados confirman el

impacto de las supervisiones de campo en la reducción del volumen ilegal de madera. Los menores resultados en el impacto se deben básicamente a que la regresión lineal estaría implementando una clase de *matching* directamente sobre las variables.

Cuadro 11: Regresión lineal de efecto de la supervisión en el volumen de madera ilegal

Variable	Unidad	Volumen de madera ilegal (M3)		
Supervisión previa (2009-2012)	Dummy	-1.154,35 [467,92]*	-1.110,94 [450,28]*	-1.155,79 [470,86]*
Parcela de Corta Anual	Has	0,14 [0,27]		0,13 [0,29]
Concesión área	Has		0,01 [0,02]	0,00 [0,03]
Distancia recorrida	km	2,11 [1,41]	2,08 [1,42]	2,07 [1,43]
Presencia de especie CITES	Dummy	-1.008,47 [411,92]*	-1.010,94 [405,19]*	-1.014,62 [413,30]*
Total de madera autorizada	M3	-0,12 [0,04]*	-0,12 [0,06]+	-0,12 [0,07]+
Total de madera extraída reportada	M3	0,55 [0,15]**	0,55 [0,16]**	0,55 [0,16]**
Concesión localizada en zona de amortiguamiento de ANP	Dummy	-119,63 [840,00]	-141,35 [918,79]	-154,93 [917,78]
Observations		81	81	81

+ $p < 0.1$; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Note: Standard errors in square brackets

7. Conclusiones

Este es el primer estudio de evaluación de impacto de las políticas públicas de comando y control en el sector forestal peruano. Específicamente, evalúa el impacto de las supervisiones

de campo en la reducción del aprovechamiento ilegal de la madera, que es canalizada a través de las concesiones forestales con fines maderables.

La tala ilegal sigue constituyendo el principal problema en el sector forestal peruano. Si bien, es lógico pensar que los concesionarios forestales tendrían más incentivos para sub reportar la cantidad de madera extraída de las concesiones con la finalidad de pagar menos impuestos y tasas de aprovechamiento, lo contrario viene ocurriendo en las concesiones. OSINFOR (2014) identifica que el principal problema se encuentra relacionado a la sobre declaración de madera extraída de árboles inexistentes dentro de las concesiones forestales, con la finalidad de obtener guías de transporte para extraer madera de áreas no autorizadas. Este estudio confirma esta problemática basado en los informes de supervisión revisados desde el 2009 al 2014. En total, las supervisiones de campo han detectado que un 68% de especies forestales aprovechadas presentan volúmenes de madera no justificada por sobre reporte (reporte de madera extraída de árboles inexistentes) y solo un 2% por sub reporte (madera extraída no reportada).

En este estudio también identificamos, a través de un modelo de probabilidad, aquellas variables más relevantes consideradas por los funcionarios de OSINFOR en el proceso de selección a las concesiones forestales a supervisar durante el periodo 2009 al 2012. Así, se encuentra que a mayor tamaño de la Parcela de Corta Anual (PCA), mayor fue la probabilidad de ser inspeccionado. Este resultado nos indica que OSINFOR concentró sus esfuerzos en las áreas de aprovechamiento forestal más grandes, que tienen un mayor potencial maderero, y, por ende, con mayor propensión a cometer infracciones forestales. Con relación a la accesibilidad a las concesiones, se encuentra que a mayor distancia a la PCA desde la oficina regional de OSINFOR menor fue la probabilidad de ser supervisado. Este resultado podría ser explicado por dos factores: (1) por la alta dificultad de acceso a algunas concesiones en temporada de verano (ríos bajos) que desalentó a los funcionarios de OSINFOR a seleccionarlos para supervisión y (2) por los costos que implica supervisar a estas concesiones. De otro lado, el tamaño de la concesión, el total de madera autorizada y la presencia de las especies CITES no jugaron un papel relevante en la selección de concesiones a supervisar durante el periodo 2009–2012.

Nuestros resultados para el Efecto promedio del Tratamiento sobre los Tratados (ETT) muestran que las supervisiones de campo han reducido en promedio entre 1.530 y 1.574 metros cúbicos de madera ilegal por concesión supervisada. Estos resultados solo consideran los modelos que son estadísticamente significativos para el *propensity score matching* con

vecino más cercano y *kernel matching*. Es importante mencionar que estos estimados podrían haber sido afectados por los efectos desbordamiento o contagio (*spillover effects*) que podría haber ocurrido en las concesiones no supervisadas (grupo control). No disponemos de la información necesaria para aislar e identificar el tamaño del *spillover effect*.

En la literatura de *law enforcement*, el *spillover effect* es deseable desde un punto de vista de las políticas públicas, porque las acciones de una institución con credibilidad podrían afectar a todos los agentes del sector y no solamente al supervisado. Sin embargo, en una evaluación de impacto la presencia de este efecto reduce el ETT. De ahí que en ausencia de *spillover effect*, el ETT estimado en este estudio podría haber sido superior. Esto se debe principalmente a que algunas concesiones forestales del grupo control podrían haber reducido o eliminado su comportamiento ilegal al tomar conocimiento de las supervisiones de campo ejecutadas por OSINFOR en áreas cercanas a sus concesiones. Las reuniones gremiales de las diferentes asociaciones de concesionarios forestales que existen en las regiones podrían haber sido otra de las formas factibles para tomar conocimiento de las supervisiones de campo de OSINFOR.

En el Cuadro 12, presentamos la estimación del impacto total de las supervisiones de campo para el periodo 2009 - 2014. Proyectando el impacto promedio por supervisión al total de supervisiones realizadas entre el 2009 al 2014, concluimos que las supervisiones de campo redujeron en total 679.320 metros cúbicos de madera ilegal de las concesiones supervisadas. Dicho de otro modo, las supervisiones de campo evitaron que 679.320 metros cúbicos de madera ilegal sea canalizada (lavada) a través de las concesiones forestales maderables. Debe tenerse en cuenta que estos estimados representan a la madera en general y no identifica a alguna especie forestal en particular.

Para tener una idea de la magnitud de este impacto, la producción nacional promedio de madera transformada para los años 2009 al 2012 fue alrededor de 850.750 metros cúbicos de madera (MINAGRI 2014). El impacto total de las supervisiones de campo para el periodo 2009 al 2014, representan alrededor del 80% de un año de producción de madera transformada.

Cuadro 12: Impacto total de las supervisiones de campo

Año	Supervisiones ejecutadas	Volumen de madera ilegal (M3)	Volumen de madera ilegal (pies tablares*)
Año 2009	51	78.030	17.166.600
Año 2010	138	211.140	46.450.800
Año 2011	74	113.220	24.908.400

Año 2012	64	97.920	21.542.400
Año 2013	47	71.910	15.820.200
Año 2014	70	107.100	23.562.000
Total	444	679.320	149.450.400

* Tasa de conversión 220 pies tablares por M3 (OSINFOR, 2015)

La tala ilegal de madera en la Amazonía peruana es selectiva y, por lo tanto, genera problemas de degradación forestal. Dado que no conocemos la procedencia de la madera ilegal es imposible realizar una estimación del área degradada, sin embargo, con los datos disponibles es posible efectuar un ejercicio numérico que nos ayude a cuantificar la cantidad de árboles aprovechados ilegalmente y la posible área que cubriría si todos los árboles procedieran del mismo lugar. A partir del estudio de Arce (2006), realizado en ocho concesiones forestales en Ucayali, se ha determinado que el rendimiento comercial promedio de un árbol es alrededor de 4.525 metros cúbicos. De otro lado, el Compendio-Resumen Público de monitoreo y evaluación a la concesión forestal de MADERACRE en el año 2009, situado en Madre de Dios, establece que el área afectada por la extracción de un árbol es de 345.922 metros cuadrados (0.035 has). Utilizando estos datos y el volumen ilegal de madera evitada, se estima el impacto en la reducción de la deforestación, producto de las supervisiones forestales (ver Cuadro 13). Se puede apreciar que el área que podría haberse deforestado por cada árbol talado ilegalmente alcanza un total de 107.587 hectáreas para el periodo 2009 al 2014. Es importante señalar que la deforestación anual en el año 2014 alcanzó las 148.716 hectáreas (MINAM 2015).

Cuadro 13: Impacto en la reducción de deforestación

Año	Volumen de madera ilegal (M3)	Número de árboles (4.525 M3 por árbol)*	Área deforestada evitada (0.035 has por árbol)**
Año 2009	78.030	353.086	12.358,0
Año 2010	211.140	955.409	33.439,3
Año 2011	113.220	512.321	17.931,2

Año 2012	97.920	443.088	15.508,1
Año 2013	71.910	325.393	11.388,7
Año 2014	107.100	484.628	16.962,0
Total	679.320	3.073.923	107.587,3

* Arce (2006); ** MADERACRE (2009)

Estos resultados nos indican la importancia de las supervisiones de campo para reducir el impacto del tráfico de la madera ilegal, que sucede a través del sistema formal y legal de las concesiones forestales maderables. Asimismo, nos muestran su impacto ambiental en la reducción de áreas deforestadas evitadas. Sin embargo, debemos señalar que el volumen de madera no justificado (madera ilegal) en el grupo tratamiento no desaparece por completo producto de la supervisión, pero se reduce significativamente con relación al grupo de control. Esto podría deberse a dos causas: (1) a infracciones forestales involuntarias de parte del personal en el aprovechamiento forestal o (2) que aún es rentable cometer cierto nivel de infracción forestal asumiendo los costos.

Si bien, nuestros resultados nos permiten inferir que las concesiones forestales supervisadas han reducido su nivel de oferta de guías de transporte para lavar madera ilegal (volumen de madera no justificada); no obstante, esta oferta ha sido reemplazada por otras modalidades de acceso al bosque como los permisos forestales en comunidades nativas, contratos de administración de bosques locales y permisos forestales en predios privados. Eso explicaría el sostenido crecimiento del tráfico ilegal de madera en el Perú en los últimos cinco años. Por ejemplo, en el periodo 2009 al 2013, se ha detectado madera aprovechada ilegalmente proveniente de los permisos otorgados a las comunidades nativas por un total de 486.643 metros cúbicos (OSINFOR 2014). De la misma forma, para el periodo 2009 al 2015, se ha detectado 330.021 metros cúbicos de madera proveniente de extracción ilegal en los permisos a predios privados (OSINFOR 2016, Sistema de Información Gerencial - SIGO). Asimismo, la operación Amazonas 2015 detectó que seis centros poblados rurales que contaban con un contrato de administración de bosques locales existían solo documentariamente (OSINFOR 2016). Esto nos muestra que los agentes involucrados en el tráfico ilegal de madera buscan activamente los medios para acceder a guías de transporte para legalizar su madera ilegal.

Es importante señalar que la falta de inspección ocular para la aprobación de los Planes Operativos Anuales (POA) de parte de la autoridad forestal concedente fue otro factor clave que contribuyó al crecimiento exponencial de tráfico ilegal de madera en el Perú en el periodo 2009 al 2014. En este periodo, las autoridades forestales concedentes aplicaban el artículo 32

de la Ley de Procedimiento Administrativo General que faculta una fiscalización posterior a las entidades estatales para la aprobación de sus procedimientos administrativos. Sin embargo, en la práctica, estas supervisiones nunca se realizaban aduciendo razones presupuestarias. En consecuencia, los concesionarios forestales y también de otras modalidades de acceso al bosque tenían incentivos para incluir en su POA árboles inexistentes, con la finalidad de acceder a una mayor cantidad de guías de transporte para lavar madera extraída ilegalmente.

Finalmente, nuevas investigaciones son necesarias para tener una idea completa del impacto de las supervisiones de campo de OSINFOR en el sector forestal peruano en la Amazonía. Por ello, se requiere realizar estudios similares para las otras modalidades de acceso al bosque como los permisos forestales a las comunidades nativas, contratos de administración en bosques locales y permisos forestales en predios privados. Cada una de estas modalidades tiene dinámicas distintas en el proceso de asignación de derechos de extracción de madera e involucra a diferentes tipos de grupos poblacionales. Si bien, estas modalidades han sido concebidas para facilitar el acceso al bosque a grupos poblaciones desfavorecidos que viven en y alrededor del bosque, estas se han convertido en las principales proveedoras de guías de transporte para el tráfico ilegal de madera en los últimos años.

8. Recomendaciones de política

Las recomendaciones de política formuladas en este documento de investigación surgen a partir de los resultados de la investigación y la revisión minuciosa de los informes de supervisión. Estas recomendaciones han sido complementadas con entrevistas realizadas a los actores del sector forestal (concesionarios forestales, oficiales de OSINFOR y profesionales de ingeniería forestal) en los meses de junio y julio del 2016 en las regiones de Madre de Dios, Loreto y Ucayali. Las recomendaciones para mejorar el cumplimiento de la Ley en el sector forestal son las siguientes:

Acciones generales para mejorar el cumplimiento de la Ley Forestal:

1. Tomar las acciones necesarias, especialmente presupuestarias, para hacer cumplir los “Lineamientos para la ejecución de inspecciones oculares previas a la aprobación de planes de manejo forestal para el aprovechamiento con fines maderables”, establecidos según la resolución N° 190-2016-SERFOR-DE de agosto del 2016. La ejecución efectiva de este paso previo para aprobar los Planes de Manejo Forestal (Plan

Operativo, Plan de Manejo Forestal Intermedio y Declaración de Manejo) es crucial para reducir la oferta de guías de transporte al mercado del tráfico ilegal de madera.

2. Cualquier actualización futura al nuevo Manual de Supervisión de Concesiones Forestales, aprobado y publicado por OSINFOR el 30 de junio de 2016, debería de realizarse a través de una consulta pública. Los concesionarios forestales, autoridades forestales regionales e ingenieros forestales, que actuarán como regentes forestales de acuerdo a la nueva Ley Forestal N° 29763, deberían tener la posibilidad de alcanzar sus puntos de vista y consideraciones sobre el proceso de supervisión forestal y ayudar en su mejora. Este año, la publicación del nuevo manual de supervisión sin una consulta pública ha causado malestar entre los actores forestales en las regiones y ha generado una imagen autoritaria de parte de OSINFOR.
3. Reducción de los plazos para culminación del PAU. Un comportamiento indebido podría desincentivarse efectivamente si el lapso entre el tiempo de identificación del comportamiento y la sanción es muy corta. Los datos de OSINFOR muestran que - hasta antes del 2013- los PAU duraban en promedio dos años, a partir del 2013 estos se redujeron notablemente hasta un plazo promedio de un año. Es fundamental que el OSINFOR continúe realizando esfuerzos para reducir aún más los plazos de culminación de los PAU en los siguientes años.
4. Resolver el tema del control de las áreas de las concesiones forestales que han sido caducadas. En la mayoría de los casos, estas áreas han quedado abandonadas, convirtiéndose en áreas potenciales para extracción de madera ilegal. Se requiere que las autoridades competentes tomen acciones efectivas para cautelar el control de las áreas de concesiones forestales canceladas hasta que estas sean lanzadas nuevamente a concurso público; de lo contrario, estaríamos promoviendo desde el Estado la aparición de áreas libres que faciliten la tala ilegal.

Mejoras en el proceso de supervisión de campo:

1. El informe de Ejecución de POA o Zafra debe constituirse como el nuevo documento de gestión obligatorio para ejecutar las supervisiones de campo debido a que estos informes permiten conocer la situación de cada árbol aprobado para aprovechamiento al término del periodo de operación (zafra). Esto permitirá estimar de forma más precisa el volumen de madera no justificada (madera ilegal) luego de la supervisión de campo. Asimismo, permitiría reducir notablemente las apelaciones y cuestionamientos a los resultados de la supervisión de campo. Si bien, existe un alto porcentaje de

concesionarios que no presentan los informes de ejecución de POA, debe trabajarse con la autoridad regional forestal concedente para que este documento constituya un documento obligatorio para solicitar una nueva autorización de POA.

2. Iniciar una discusión técnica-legal para incluir un proceso de muestreo científico de los individuos por supervisar (en este caso: árboles) en el nuevo manual de supervisión, que sirva como base para pronunciarse sobre el total de la especie supervisada. Esta medida permitiría utilizar la muestra supervisada por especie forestal como un estimado poblacional, estadísticamente válido para realizar la inferencia al total de la especie forestal presente en la concesión forestal.
3. Desarrollar un procedimiento consistente para estimar el volumen de madera no autorizado (madera ilegal) de la supervisión de campo. Luego, incluir este procedimiento en el nuevo Manual de Supervisión para Concesiones Forestales con fines Maderables. Esta información es el estimado central del proceso de supervisión de campo y a partir de su resultado se decide el inicio del proceso legal (Proceso Administrativo Único - PAU). A la fecha, no existe, de acuerdo al conocimiento del investigador, un procedimiento definido al interior de OSINFOR para estimar el volumen de madera no autorizado, por lo que cada supervisor utiliza criterios distintos. La implementación de esta recomendación permitiría evitar decisiones discrecionales de los supervisores para la estimación de esta información. Asimismo, ayudaría a promover una mayor transparencia entre los actores del sector forestal: concedentes (autoridad forestal y de fauna silvestre), concesionarios y supervisores.
4. Establecer responsabilidad legal para los funcionarios públicos que obstruyan las supervisiones, mediante la negación de entrega de documentos de gestión aprobados (Plan de Manejo Forestal, POA, Balance de extracción, Guías de Transporte e Informe de Ejecución de Zafra), en su actuación como autoridades forestales y de fauna silvestre concedente. Esta mala práctica de algunos funcionarios públicos debe de ser eliminada del sector público porque solo fomenta la corrupción e impunidad. Los informes de supervisión del 2009 al 2014 dan cuenta que algunas supervisiones tuvieron que cancelarse, porque no contaban con algunos documentos de gestión para contrastar la información que sería recogida en campo.
5. Dotar de equipos de telefonía satelital a los supervisores de campo. Hasta la fecha, los supervisores de OSINFOR y su equipo salen a las supervisiones sin ningún tipo de equipo que permita la comunicación con la Oficina Regional de OSINFOR en caso de emergencia (accidentes, atentados o situaciones de riesgo). La mayoría de las áreas

supervisadas por OSINFOR no cuentan con cobertura telefónica y su labor es de alto riesgo en un sector forestal dominado por la informalidad e ilegalidad.

Incentivos para reducir o eliminar la tala ilegal en las concesiones forestales:

1. Nuestra política de supervisiones forestales descansa sobre la base de sanciones para modificar el comportamiento del concesionario forestal; sin embargo, no se cuenta con un sistema de incentivos que permitan promover el comportamiento esperado de los concesionarios forestales. De esta manera, debe de iniciarse una discusión técnica-legal de la posibilidad de brindar incentivos económicos (reducción de una parte de tasa de aprovechamiento o reducción de sanciones anteriores) o no económicos (diplomas de reconocimiento) a los concesionarios forestales que no presentan volumen de madera no justificado (madera ilegal) al finalizar la supervisión.
2. Revisión de la política de sanciones de OSINFOR en base a la experiencia del periodo 2009 al 2015. Debido a que nuevamente se relanzarán los concursos públicos para concesiones forestales con fines maderables, se requiere considerar la curva de aprendizaje que experimentarán los nuevos concesionarios al momento de emitirse las sanciones. La política actual de sanciones implementadas por OSINFOR ha conllevado a la reducción extrema de las concesiones forestales. Al 2014, solo el 35% de un total de 613 concesiones forestales otorgadas entre el 2003 y 2004 se encontraban activas (MINAGRI 2014).

Soluciones tecnológicas para reducir la tala ilegal en las concesiones forestales:

1. Iniciar la discusión técnica-legal para complementar las supervisiones de campo con una supervisión remota satelital. El satélite sub-métrico peruano de observación terrestre, que empezará a proveer imágenes con una resolución de 0.7 metros desde principios del 2017, brindará una excelente oportunidad para obtener información de las áreas supervisadas. La resolución sub-métrica de las imágenes permitirían identificar con facilidad sí los árboles aprobados en un punto geoespacial dentro de la parcela anual de corta han sido extraídos. Esta información permitirá inferir con facilidad la situación de los árboles no supervisados cuando solo se dispone de una muestra, ampliando de esta manera la capacidad del supervisor de pronunciarse sobre el total de árboles de una especie en particular. Asimismo, en el mediano plazo, pueden

desarrollarse protocolos para realizar supervisión remota satelital de las concesiones forestales que no han sido seleccionadas para supervisión de campo.

9. Plan de incidencia

Los objetivos principales del Plan de incidencia son:

1. Difundir la eficacia de las supervisiones forestales como instrumento de política pública para hacer cumplir la Ley Forestal en el Perú.
2. Generar un debate técnico para la actualización de los procedimientos de supervisión de campo en el sector forestal.
3. Proponer el uso de tecnología remota para mejorar la calidad de las supervisiones de campo en el sector forestal.
4. Proponer la participación activa de las dirigentes indígenas en las supervisiones forestales a las comunidades nativas, con la finalidad de expandir el conocimiento de los ingresos y costos de la actividad forestal en las mujeres de las comunidades nativas.

Los resultados del estudio refuerzan el trabajo desarrollado por OSINFOR desde el 2009 en adelante como institución autónoma e independiente. Asimismo, ayuda al Estado Peruano a conocer que las supervisiones de campo son -hasta la fecha- el instrumento de control más eficiente para hacer cumplir la Ley Forestal. Estos resultados son de interés para todos los involucrados del sector forestal y para la sociedad peruana en su conjunto, debido a que implica la sostenibilidad del recurso forestal dentro de nuestro territorio.

Las recomendaciones de política planteadas en la sección anterior serán de utilidad para el OSINFOR, pues permitirán mejorar el proceso de supervisión de las concesiones forestales con fines maderables, así como de otros tipos de títulos habilitantes que no han sido analizados en este estudio (permisos forestales en comunidades nativas y campesinas, autorizaciones forestales en bosques secos y permisos forestales en predios privados). Las dos primeras recomendaciones relacionadas a la actualización del manual de supervisión podrán ser implementadas, luego de una discusión técnica, a través de una Resolución Presidencial del OSINFOR. Las siguientes tres recomendaciones requieren una decisión ejecutiva de OSINFOR y una mayor asignación presupuestal del Ministerio de Economía y Finanzas. La recomendación final involucra la participación del Congreso y el Ejecutivo para tipificar en el marco legal esta nueva modalidad de delito contra el ejercicio de la Ley en el sector forestal.

La diseminación de resultados se realizará conjuntamente con el CIES en las actividades mencionadas en el siguiente cronograma:

N	Actividad	Fecha	Lugar	Responsable
1	Presentación de resultados preliminares a OSINFOR	Julio 2016	Lima	Instituto del Perú
2	Workshop organizado con actores relevantes del sector forestal (SERFOR, OSINFOR, MINAM y MEF)	Enero 2017	Lima	Instituto del Perú
3	Presentación en la Universidad Nacional de Ucayali para difundir los resultados entre la comunidad académica de la Amazonía del Perú	Febrero 2017	Ucayali	Instituto del Perú
4	Presentación en la Facultad de Economía de la Universidad San Martín de Porres	Marzo 2017	Lima	Instituto del Perú

Referencias bibliográficas

Arce, Javier

2006 *“Avances hacia un manejo forestal sostenible en concesiones con fines maderables: Estudio de caso en el Departamento de Ucayali, Amazonía Peruana”*. CATIE.

Austin, Peter

2011 *“An Introduction to Propensity Score Methods for Reducing the Effects of Confounding in Observational Studies”*. *Multivariate Behavioral Research*, 46:399–424, 2011.

Becker, G.

1968 *“Crime and Punishment: An economic approach”*. *Journal of Political Economy*, Vol. 76, No. 2 (Mar. - Apr., 1968), pp. 169-217

Caliendo, M. and Kopeinig, S.

2008 *“Some practical guidance for the implementation of propensity score matching”*. *Economic Surveys*, N° 1, vol. 22, pp. 31-72.

Dely, M. and W. Gray

2007 *“Agency structure and firm culture: OSHA, EPA, and the steel industry”*. *Law Economics and Organization*, vol. 23, pp. 685-709.

Donaldo Humberto Pinedo Macedo y Marko Alejandro Calsina Holgado

2014 *“Extracción de Recursos Naturales en la Amazonía Suroriental del Perú”*. Perú: Centro Cultural José Pío Aza.

Environmental Investigation Agency

2012 *“The Laundering Machine: How fraud and corruption in Peru’s concession system are destroying the future of its forest”*. Washington: EIA.

Ferraro, P.J. and Miranda, J.J.

2014 *“The performance of non-experimental designs in the evaluation of environmental programs: A design-replication study using a large-scale randomized experiment as a benchmark. Economic Behavior and Organization”*, N° 107, pp.344–365.

Finner, M., Clinton N. Jenkins, Melissa A. Blue Sky and Justin Pine

2014 *“Scientific Reports. Nature”*. N° 4719.

Gray, W. and R. Shadbegian

2007 *“The environmental performance of polluting plants: A spatial analysis”*. Regional Science, vol 47, pp. 63-84.

Greenstone, M. and Gayer, T.

2009 *“Quasi-experimental and experimental approaches to environmental economics”*. Journal of Environmental Economics and Management, 57.1 (2009): 21-44.

Imbens, G., Wooldridge, J.

2009 *“Recent developments in the econometrics of program evaluation”*. *Economic*. N° 47, pp. 5–86.

Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre

2015 *“Resultados de las supervisiones y fiscalizaciones efectuadas por el OSINFOR en el marco del Operativo Internacional Operación Amazonas 2014”*. 1ra edición. Perú: OSINFOR.

2014 *“Supervisión y Fiscalización del OSINFOR en permisos forestales otorgados a Comunidades Nativas”*. 1ra edición. Perú: OSINFOR.

2011 *“Manual de Supervisión de Concesiones Forestales con fines Maderables”*. Perú: OSINFOR.

Mathews, Andrew S.

2006 *“Ignorancia, conocimiento y poder. El corte de la madera, el tráfico ilegal y las políticas forestales en México”*. Desacatos, N° 21, pp. 135-160.

Pautrat, L. and I. Lucich

2006 *“Análisis Preliminar Sobre Gobernabilidad y Cumplimiento de la Legislación del Sector Forestal en el Perú”*. World Bank Group.

Pérez Villacorta, Rosario Del Pilar

2014 *“Estructura de las redes de corrupción en el proceso de extracción y comercialización de madera extraída de concesiones forestales otorgadas en la provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, entre los años 2008 y 2011”*. Tesis para optar el Grado de

Magister en Ciencia Política y Gobierno en la Ponticia Universidad Católica del Perú.
Lima, Perú.

Rosario Del Pilar Pérez Villacorta

2014 *“Estructura de las redes de corrupción en el proceso de extracción y comercialización de madera extraída de concesiones forestales otorgadas en la provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, entre los años 2008 y 2011”*. Perú: PUCP.

Rosenbaum, P. and Rubin, D.

1985 *“Constructing a control group using multivariate matched sampling methods that incorporate the propensity score”*. *Statistician*, N° 39, pp. 33–38.

1983 *“The Central Role of Propensity Score in Observational studies for Causal Effects. Biometrika”*. N° 70, pp. 41-55.

Shimshack, P, and Ward, M.

2005 *“Regulator, Reputation, enforcement, and environmental compliance”*. *Environmental Economics and Management*, vol. 5, pp. 519 – 540.

Stiglitz, Joseph

1987 *“Principal and agent (II)”*. *The New Palgrave: A Dictionary of Economics. First Edition*. Eds. John Eatwell, Murray Milgate and Peter Newman. Palgrave Macmillan.

Telle, Kjetil

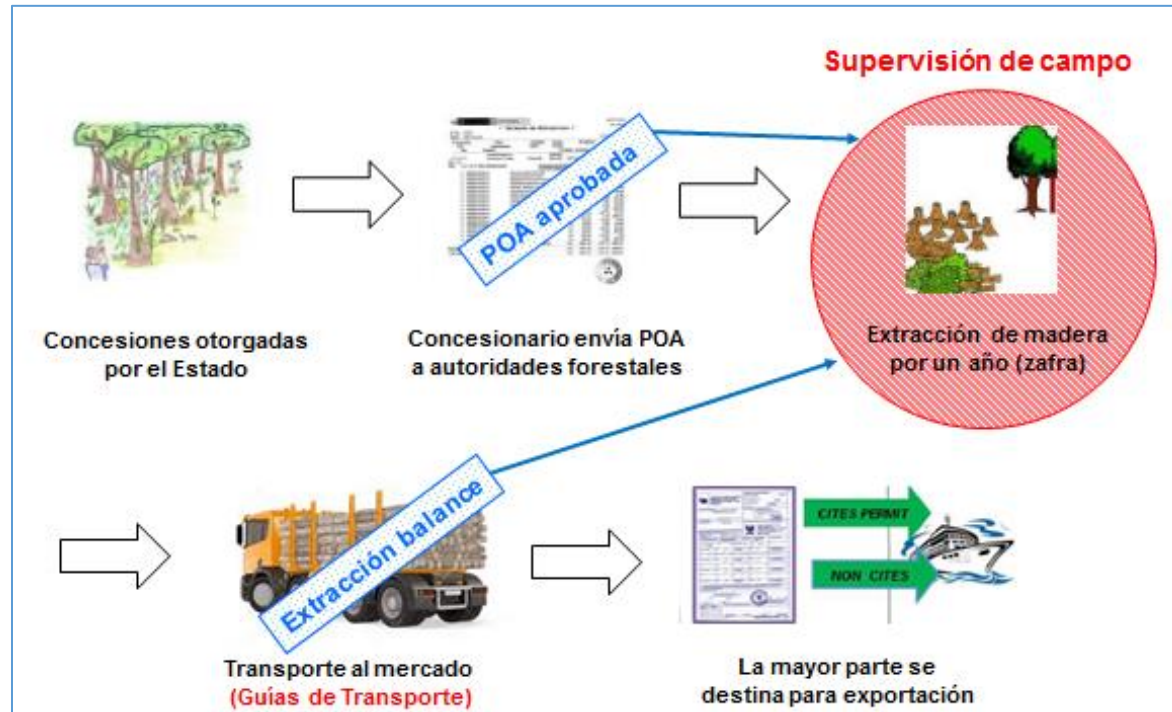
2013 *“Monitoring and enforcement of environmental regulations: Lessons from a natural field experiment in Norway”*. *Public Economics*, vol. 99, pp. 24-34.

McKenzie, D., Gibson, J., Stillman, S.

2010 *“How important is selection? Experimental vs. non-experimental measures of the income gains from migration”*. *Journal of the European Economic Association*.

Anexos

Anexo 1: Diagrama de la regulación de las concesiones forestales maderables

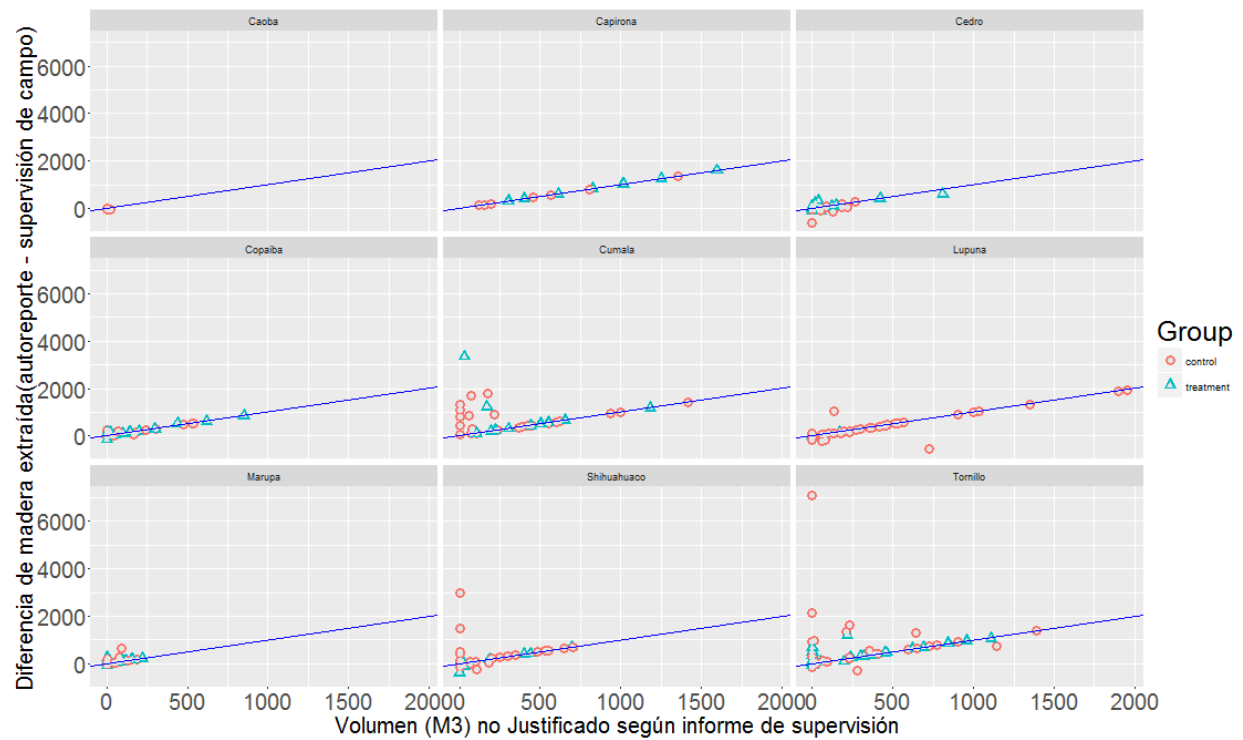


Anexo 2: Porcentaje de árboles supervisados respecto a los autorizados por especie



Fuente: Supervisiones Forestales 2009-2014 provisto por OSINFOR

Anexo 3: Comparación entre discrepancia de madera extraída y no justificada por especie



Fuente: Supervisiones Forestales 2009-2014 provisto por OSINFOR

Anexo 4: Balance check *Propensity Score Matching* con vecino más cercano

Modelo 1

Variable	Muestra	Media		%bias	%reduct bias	t-test	
		Treated	Control			t	p> t
Area de PCA	U	1.199,40	981,81	16,60		0,73	0,47
	M	1.199,40	788,24	31,40	-89	1,42	0,16
Distancia recorrida (Km)	U	327,24	394,12	-37,50		-1,49	0,14
	M	327,24	302,66	13,80	63	0,85	0,40
Presencia de CITES	U	0,38	0,40	-5,00		-0,21	0,83
	M	0,38	0,41	-7,00	-41	-0,26	0,79
Total volumen de madera autorizado (M3)	U	9.866,50	11.529,00	-13,10		-0,52	0,60
	M	9.866,50	9.294,40	4,50	66	0,29	0,77
Total volumen de madera extraída reportado al Estado (M3)	U	3.802,10	4.223,70	-9,70		-0,41	0,68
	M	3.802,10	4.196,30	-9,10	7	-0,38	0,71
Concesión en zona de amortiguamiento de ANP	U	0,03	0,15	-41,30		-1,65	0,10
	M	0,03	0,03	0,00	100	0,00	1,00

U = unmatched and M = matched

Modelo 2

Variable	Muestra	Media		%bias	%reduct bias	t-test	
		Treated	Control			t	p> t
Area de concesión	U	17.174,00	20.038,00	-12,00		-0,47	0,64
	M	17.174,00	12.999,00	17,50	-46	1,19	0,24
Distancia recorrida (Km)	U	327,24	394,12	-37,50		-1,49	0,14
	M	327,24	304,10	13,00	65	0,87	0,39
Presencia de CITES	U	0,38	0,40	-5,00		-0,21	0,83
	M	0,38	0,38	0,00	100	0	1,00
Total volumen de madera autorizado (M3)	U	9.866,50	11.529,00	-13,10		-0,52	0,60
	M	9.866,50	10.214,00	-2,70	79	-0,17	0,86
Total volumen de madera extraída reportado al Estado (M3)	U	3.802,10	4.223,70	-9,70		-0,41	0,68
	M	3.802,10	4.207,60	-9,40	4	-0,43	0,67
Concesión en zona de amortiguamiento de ANP	U	0,03	0,15	-41,30		-1,65	0,10
	M	0,03	0,03	0,00	100	0,00	1,00

U = unmatched and M = matched

Modelo 3

Variable	Muestra	Media		%bias	%reduct bias	t-test	
		Treated	Control			t	p> t
Area de PCA	U	1.199,40	981,81	16,60		0,73	0,47
	M	1.199,40	846,79	26,90	-62	1,19	0,24
Area de concesión	U	17.174,00	20.038,00	-12,00		-0,47	0,64
	M	17.174,00	16.207,00	4,10	66	0,25	0,80
Distancia recorrida (Km)	U	327,24	394,12	-37,50		-1,49	0,14
	M	327,24	329,28	-1,10	97	-0,06	0,95
Presencia de CITES	U	0,38	0,40	-5,00		-0,21	0,83
	M	0,38	0,34	7,00	-41	0,27	0,79
Total volumen de madera autorizado (M3)	U	9.866,50	11.529,00	-13,10		-0,52	0,60
	M	9.866,50	9.363,20	4,00	70	0,25	0,80
Total volumen de madera extraída reportado al Estado (M3)	U	3.802,10	4.223,70	-9,70		-0,41	0,68
	M	3.802,10	4.883,00	-25,00	-156	-0,90	0,37
Concesión en zona de amortiguamiento de ANP	U	0,03	0,15	-41,30		-1,65	0,10
	M	0,03	0,03	0,00	100	0,00	1,00

U = unmatched and M = matched

Anexo 5: Balance check *Kernel matching*

Modelo 1

Variable	Muestra	Media		%bias	%reduct bias	t-test	
		Treated	Control			t	p> t
Area de PCA	U	1.199,40	981,81	16,60		0,73	0,47
	M	777,94	732,56	3,50	79	0,22	0,83
Distancia recorrida (Km)	U	327,24	394,12	-37,50		-1,49	0,14
	M	323,62	323,98	-0,20	99	-0,01	0,99
Presencia de CITES	U	0,38	0,40	-5,00		-0,21	0,83
	M	0,38	0,41	-5,80	-18	-0,21	0,84
Total volumen de madera autorizado (M3)	U	9.866,50	11529,00	-13,10		-0,52	0,60
	M	9.100,70	9880,80	-6,10	53	-0,31	0,76
Total volumen de madera extraída reportado al Estado (M3)	U	3.802,10	4223,70	-9,70		-0,41	0,68
	M	3.580,00	4426,40	-19,60	-101	-0,75	0,46
Concesión en zona de amortiguamiento de ANP	U	0,03	0,15	-41,30		-1,65	0,10
	M	0,04	0,03	3,50	92	0,20	0,85

U = unmatched and M = matched

Modelo 2

Variable	Muestra	Media		%bias	%reduct bias	t-test	
		Treated	Control			t	p> t
Area de concesión	U	17.174,00	20.038,00	-12,00		-0,47	0,64
	M	17.174,00	15.573,00	6,70	44,1	0,35	0,73
Distancia recorrida (Km)	U	327,24	394,12	-37,50		-1,49	0,14
	M	327,24	310,59	9,30	75,1	0,53	0,60
Presencia de CITES	U	0,38	0,40	-5,00		-0,21	0,83
	M	0,38	0,43	-9,40	-90,0	-0,36	0,72
Total volumen de madera autorizado (M3)	U	9.866,50	11.529,00	-13,10		-0,52	0,60
	M	9.866,50	10.332,00	-3,70	72,0	-0,21	0,83
Total volumen de madera extraída reportado al Estado (M3)	U	3.802,10	4.223,70	-9,70		-0,41	0,68
	M	3.802,10	3.784,70	0,40	95,9	0,02	0,99
Concesión en zona de amortiguamiento de ANP	U	0,03	0,15	-41,30		-1,65	0,10
	M	0,03	0,03	2,10	95,0	0,13	0,90

U = unmatched and M = matched

Modelo 3

Variable	Muestra	Media		%bias	%reduct bias	t-test	
		Treated	Control			t	p> t
Area de PCA	U	1.199,40	981,81	16,60		0,73	0,47
	M	930,45	892,91	2,90	83	0,13	0,90
Area de concesión	U	17.174,00	20.038,00	-12,00		-0,47	0,64
	M	18.238,00	16.215,00	8,50	29	0,39	0,70
Distancia recorrida (Km)	U	327,24	394,12	-37,50		-1,49	0,14
	M	325,26	319,11	3,50	91	0,18	0,86
Presencia de CITES	U	0,38	0,40	-5,00		-0,21	0,83
	M	0,37	0,44	-13,90	-180	-0,51	0,62
Total volumen de madera autorizado (M3)	U	9.866,50	11.529,00	-13,10		-0,52	0,60
	M	9.523,60	10.319,00	-6,30	52	-0,31	0,76
Total volumen de madera extraída reportado al Estado (M3)	U	3.802,10	4.223,70	-9,70		-0,41	0,68
	M	3.487,20	4.430,40	-21,80	-124	-0,82	0,41
Concesión en zona de amortiguamiento de ANP	U	0,03	0,15	-41,30		-1,65	0,10
	M	0,04	0,04	0,60	99	0,03	0,98

U = unmatched and M = matched