

# Publicaciones Terram

Análisis de Políticas Públicas N°4

## EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LA PRODUCCIÓN DE CELULOSA

*Resumen: La industria de la celulosa en Chile está incorporando mejoras tecnológicas en sus procesos productivos, especialmente en la fase de blanqueo. Si bien estas mejoras son ambientalmente reconocidas, la mayor cantidad de celulosa que se produce en el país sigue siendo blanqueada con cloro, compuesto que produce emisiones tóxicas dañinas para la salud y el medio ambiente. La estimación del costo ambiental que generan estas emisiones permite corregir el tradicional indicador del crecimiento económico; el PIB de la industria, verificándose su sobredimensión en los últimos 15 años. Por otra parte, se entrega información que permite concluir que la instalación de plantas de celulosa en el país no ha contribuido a la disminución de la pobreza ni a la mejora de los niveles de vida en aquellas regiones, e incluso comunas, donde están instaladas. Por lo tanto, el crecimiento que ha tenido esta industria en el país no se inserta en los principios del desarrollo sustentable.*

### INTRODUCCIÓN

El 16 de julio del presente año, la CONAMA aprobó el Estudio de Impacto Ambiental para la ampliación de la planta de celulosa Pacífico, ubicada en la IX Región, perteneciente a la empresa CMPC. Esta planta está en operación desde febrero de 1992 y produce celulosa blanqueada kraft<sup>1</sup>.

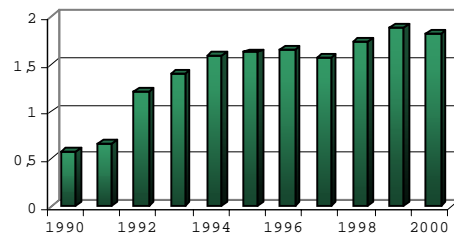
Aprovechando la capacidad instalada de la planta, el proyecto, que compromete una inversión de US\$73 millones, busca aumentar el nivel de producción de 382 mil tons. de celulosa blanqueada a 470 mil tons. anuales.

La novedad que introduce este proyecto dentro de la industria de la celulosa es la utilización del proceso EFC (Elemental Chlorine Free) de blanqueo, el que puede significar una reducción de residuos compuestos clorados en más de un 90% en relación al proceso tradicional.

Si bien esta iniciativa es reconocida desde el punto de vista ambiental, la mayor cantidad de celulosa blan-

queada que se produce en el país todavía utiliza cloro en su proceso, por lo que los daños ambientales, asociados a la emisión de contaminantes de esta industria, especialmente los derivados de la fase de blanqueo, son altamente peligrosos y cuantiosos.

**Gráfico 1: Volumen exportado de celulosa 1990-2000 (millones tons)**



Fuente: Banco Central

### 1. PRODUCCIÓN DE CELULOSA EN CHILE

La celulosa constituye el principal producto chileno de exportación forestal. En el 2000 las exportaciones de celulosa crecieron en 50% respecto del año anterior,

<sup>1</sup> La celulosa manufacturada mediante el proceso kraft cocina los chips de madera en una solución alcalina basada en sulfitos y/o soda cáustica para extraer la lignina. Luego los químicos son recuperados para su uso en un proceso cíclico cerrado.

Escrito por: **Consuelo Espinosa**  
Economista e Investigadora de Terram

Editado por: **Rodrigo Pizarro**  
Economista y Director de Estudios de Terram

acumulando US\$1.111 millones. Este monto representó el 58% de lo exportado por el sector forestal durante ese año, registrando un aumento de 8 puntos respecto de la participación promedio de las exportaciones de este commodity durante la década de los 90.

El volumen exportado de celulosa chilena ha crecido a un ritmo del 14% promedio anual entre 1990 y el 2000, alcanzando 1,8 millones de toneladas en este último año (Gráfico 1).

El tipo de celulosa que más se produce en Chile es la blanca de fibra larga BSKP (Celulosa Kraft Blanqueada de Pino Radiata), destinada principalmente a la exportación. También se produce celulosa de fibra larga, la que corresponde a aquella no blanqueada UNP (Unbleached Kraft Pulp) y la celulosa blanca de fibra corta BEKP (Celulosa Kraft Blanqueada de Eucalipto).

En la actualidad existen en el país 11 plantas productoras de celulosa, 7 dedicadas a la producción de pulpa kraft y el resto a pulpa mecánica<sup>2</sup>. De acuerdo a la información disponible (Tabla 1), la producción se concentra en dos empresas: 57% en manos de CMPC del Grupo Matte y 43% en manos de Celulosa Arauco del Grupo Angelini.

El Grupo Angelini tiene comprometida una inversión de US\$2.000 millones para la construcción de dos plantas de celulosa en el sur del país: Itata y Arauco. Estos proyectos son muy controversiales desde el punto de vista ambiental ya que, asociado a la pro-

ducción de celulosa, está la degradación del medio ambiente, ocasionada por la generación de diferentes tipos de residuos y emisiones, y el agotamiento de los recursos naturales, como consecuencia de la presión

que se genera sobre el bosque nativo ante la necesidad de extender las plantaciones forestales para obtener materia prima.

## 2. PROCESO PRODUCTIVO DE CELULOSA

La pulpa es un producto que se obtiene de la madera después de separar las fibras de celulosa de los otros compuestos orgánicos presentes en este recurso<sup>3</sup>. En general, y tal como se ilustra en el Diagrama 1, el proceso de producción de celulosa se puede separar en 5 fases claramente definidas: preparación de madera, reducción de madera, separación y lavado de pasta, blanqueo, secado y embalado.

En el proceso de preparación se descorteza y se troza la madera en astillas. Después este insumo pasa a la fase de reducción, donde se separa la fibra de celulosa utilizando procesos mecánicos o químicos. La diferencia en aplicar uno u otro mecanismo está en la calidad del producto que se desea obtener.

El proceso mecánico reduce la madera utilizando molinos. Aquí se obtiene una pasta fibrosa que es posteriormente arrastrada fuera del molino por un flujo de agua

y luego depurada en cibras centrifugadas (fase de separación y lavado), antes de pasar a la fase de blanqueo.

Por su parte, la reducción de madera, en un proceso químico, se hace a través de lo que se conoce como di-

**Tabla 1: Plantas de Celulosa en Chile, 2000**

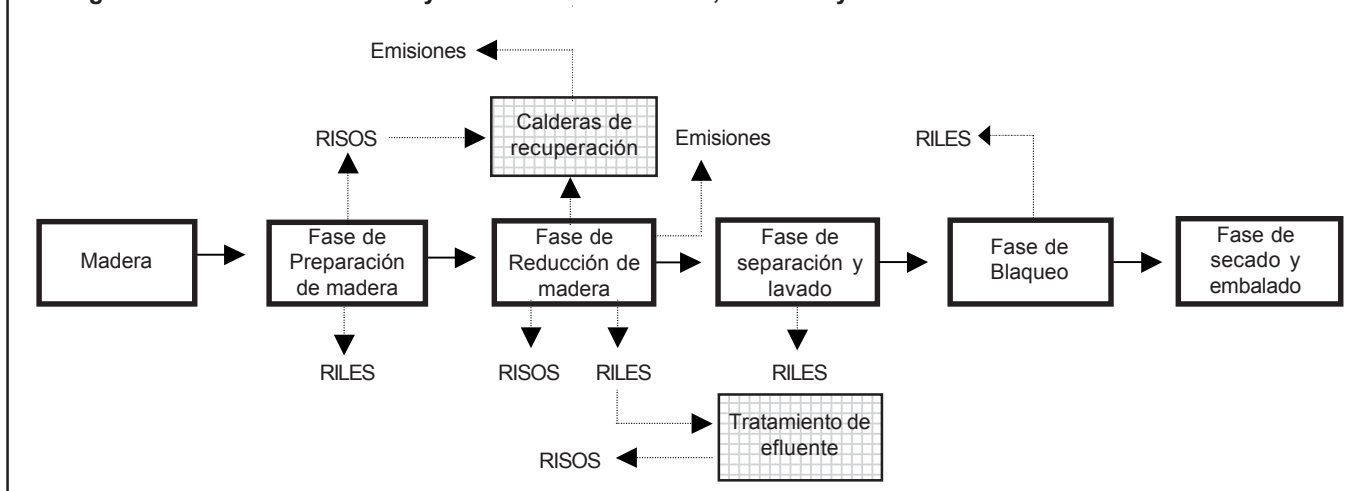
Planta	Ubicac. Regiones	Propietario	Tipo de celulosa	Producción (mil tons)
Licancel	VII	Arauco	BSKP	110
Constitución	VII	Arauco	UKP	330
Arauco I	VIII	Arauco	BSKP-BEKP	280
Arauco II	VIII	Arauco	BSKP	470
Laja	VIII	CMPC	BSKP-BEKP	320
Pacífico	IX	CMPC	BSKP	380
Santa Fe	VIII	CMPC	BEKP	340
Inforsa	VIII	CMPC	Mecánica	190
Papeles Bío Bío	VIII	Norske Skog	Mecánica	100
Cartulinas Maule	VII	CMPC	Mecánica	90
Cartulinas Valdivia	X	CMPC	Mecánica	10

Fuente: Papelnet.cl

<sup>2</sup> Aquellas que producen pulpa mecánica utilizan su producción para la elaboración de otros productos como papel y cartulina. Inforsa y Bío Bío emplean toda su producción de pulpa en la elaboración de papel periódico y otros similares. La planta de Cartulinas Maule genera el 35% de materia prima que necesita para la elaboración de cartulina.

<sup>3</sup> Hemicelulosa, lignina, extractos resinosos, entre otros.

**Diagrama 1: Proceso Productivo y Generación de residuos, efluentes y emisiones de la Industria de Celulosa Kraft**



Fuente: Fundación Terram en base a información de CMPC y Arauco

gestor, donde se cocina la madera bajo condiciones controladas de presión y temperatura. En esta fase se usa una solución alcalina, basada en sulfitos o soda cáustica, para disolver la lignina y separarla de las fibras de celulosa.

Se obtienen dos productos como resultado, el primero un licor negro, que es el residuo que se genera por la utilización de sustancias alcalinas en el digester mezcladas con la lignina disuelta, y el segundo una pasta de celulosa, la que pasa posteriormente por la fase de lavado y filtrado, obteniendo finalmente una celulosa cruda color marrón.

La lignina residual, presente todavía en la celulosa en este punto del proceso de producción, puede ser retirada utilizando compuestos químicos reactivos, como oxígeno, compuestos clorados o peróxido de hidrógeno. A esta fase se le conoce como de blanqueo. Después del blanqueo, la celulosa pasa por la fase de secado y embalado para su posterior comercialización.

Si bien es en la etapa de blanqueo donde se producen los compuestos organoclorados, agrupados bajo la sigla AOX, considerados como contaminantes tóxicos peligrosos por ser agentes cancerígenos, éstos no son los únicos residuos que se generan a lo largo del proceso productivo, ya que en las fases de preparación y reducción de la madera también se producen compuestos residuales.

Inclusive, existe una diferencia respecto del tipo de residuo que se genera en la fase de reducción dependiendo de si se utilizan procesos mecánicos o químicos. Estas diferencias se irán especificando a continuación, dependiendo del tipo de residuo que se analice.

### 3. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Como se mencionó anteriormente, existen dos tipos de impactos ambientales asociados a la producción de celulosa. Los primeros, que se pueden determinar como los que degradan el medio ambiente y los segundos como los que producen agotamiento de los recursos naturales.

#### 3.1 DEGRADACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Este impacto hace referencia al deterioro que se percibe en los componentes del ambiente debido al desarrollo de alguna actividad económica. Los contaminantes que causan estos impactos pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos.

En Chile, la emisión neta de contaminantes derivados de la industria de la celulosa ha crecido conjuntamente con la producción de pulpa, evidenciándose la falta de mejoras tecnológicas en las plantas ya instaladas, aunque últimamente esta situación ha comenzado a cambiar.

### 3.1.1 RESIDUOS INDUSTRIALES SÓLIDOS

Tal como se ilustra en el Diagrama 1, a lo largo del proceso productivo se puede identificar la generación de tres tipos de residuos sólidos (RISOS). El primero son cortezas de madera que se generan en la fase de preparación. La corteza por sí sola no provoca ningún tipo de impacto ambiental, pero sí su combustión, ya que es utilizada para alimentar las calderas con el fin de producir vapor y energía eléctrica, insumos requeridos en distintas fases de la planta.

Por otra parte, en el proceso de reducción se genera una gran cantidad de residuos de fibra de celulosa, los que al ser depositados en los cuerpos de agua, generan un exceso de materia orgánica. Aunque estos RISOS son biodegradables crean graves problemas al sepultar los fondos acuáticos, ya que consumen grandes cantidades de oxígeno en su proceso de degradación, reduciendo la probabilidad de vida acuática.

En comparación con los procesos de reducción químicos, los mecánicos generan menos desperdicios de madera, por lo que son considerados más eficientes en el uso de la materia prima.

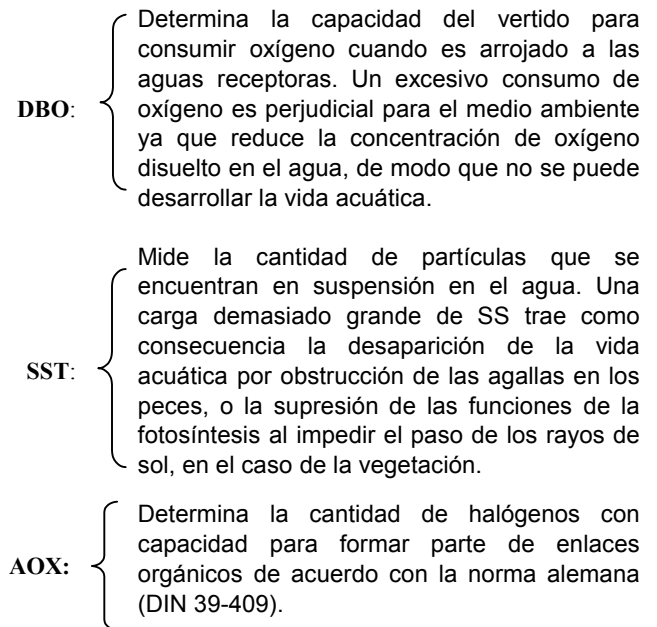
Finalmente, en aquellas industrias donde se tratan los residuos líquidos industriales (RILES) se produce un residuo que debe descartarse periódicamente. Este tipo de residuo es secado y generalmente usado como relleno.

Aunque existen estudios que permiten la evaluación de las emisiones y efluentes generados por esta industria, desafortunadamente esta información no incluye estimaciones para los RISOS.

### 3.1.2 RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS

Los parámetros más utilizados para medir el nivel de toxicidad de los RILES son: la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), los sólidos en suspensión totales (SST) y, en el caso específico de la industria de celulosa, se miden también los halógenos orgánicos absorbibles (AOX).

### Diagrama 2: Parámetros utilizados para medir la toxicidad de los RILES



Fuente: Fundación Terram

Con el fin de calificar los RILES que emite la industria de la celulosa, en el Diagrama 2 se presenta una breve descripción de estos parámetros.

Como se ilustra en el Diagrama 1, se generan RILES en tres fases del proceso de producción: en la preparación, reducción y blanqueo.

En la fase de preparación de la madera se producen RILES con altos niveles de sólidos suspendidos (SS), mientras que los efluentes generados en el proceso de reducción, ya sea con métodos químicos o mecánicos, se caracterizan por su alto contenido de sustancias orgánicas. Estos, por lo general, son tratados antes de disponerlos al medio ambiente.

Cuando se reduce la madera con procesos químicos, se genera el licor negro, el que entra en las calderas de recuperación para obtener elementos químicos residuales que son empleados nuevamente en la cocción de astillas.

La última fuente de generación de RILES es la fase de blanqueado. Estos efluentes se caracterizan por la presencia de compuestos AOX, tales como: dioxinas, cloroformo y compuestos clorofenólicos. Entre estos últimos se incluyen los clorofenoles, clorocatecoles y cloroguaicoles, todos ellos muy peligrosos por ser liposolubles, esto es, acumulables en los tejidos grasos de los animales, y por ser altamente tóxicos y difíciles de degradar.

Las dioxinas, por su parte, son no volátiles, poco biodegradables, insolubles en el agua y extremadamente lipófilas, por lo que resultan muy difíciles de transformar, acumulándose preferentemente en los tejidos ricos en grasa.

En el ser humano, estos compuestos pueden producir dermatitis y conjuntivitis de contacto, contribuir al desarrollo de bronquitis crónica, producir cáncer y problemas de desarrollo como escasa coordinación y reducción en la talla craneana en los niños.

Entre los efectos dañinos comprobados en la vida acuática se destacan la suspensión de la fotosíntesis y del fitoplancton (base de la cadena trófica acuática), el aumento de la mortandad y de las malformaciones de peces alevines, así como la muerte y mal formación en embriones de los galápagos de agua dulce.

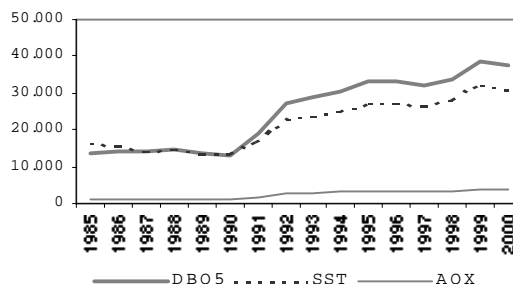
En el caso del cloroformo, se trata de una sustancia muy volátil causante de enfermedades hepáticas, siendo también considerada como agente cancerígeno para los seres humanos. Estudios realizados en los EE.UU. y Canadá indican que se liberan 0,3 Kg. de cloroformo por cada tonelada de pasta blanqueada producida.

Estimaciones sobre los RILES de la industria chilena de celulosa apuntan a un deterioro cada vez mayor de los cuerpos receptores ante el incremento del nivel de producción.

Así, y tal como se puede apreciar en el Gráfico 2, en 1985 los RILES de la industria de celulosa chilena registraron niveles de 13 y 16 mil toneladas de DBO<sub>5</sub> y SST respectivamente, mientras que la emisión de AOX

superó las 1.200 toneladas. En el 2000 estos niveles habrían superado los 37 y 30 mil toneladas para el caso del DBO<sub>5</sub> y SST respectivamente, y más de 3, 7 mil toneladas para el caso de los AOX.

**Gráfico 2: Emisiones de RILES de la producción de celulosa 1985-2000 (tons)**



Fuente: Fundación Terram en base a información PRIEN

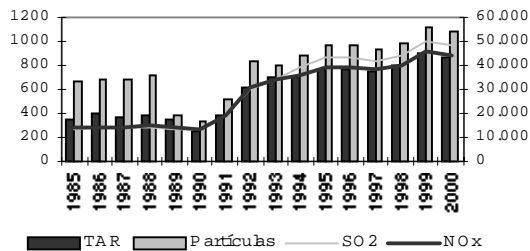
La Superintendencia de Servicios Sanitarios (SiSS) estimó los RILES de la industria de papel en Chile de acuerdo al Catastro realizado en 1992, concluyendo que la carga orgánica (medida en DBO<sub>5</sub>), emitida por tres plantas de celulosa, fue calificada con un nivel de contaminación entre medio-alto a alto, mientras que la de una cuarta planta calificó en un nivel medio de contaminación. La actualización de este Catastro en 1998 estableció que las cuatro plantas productoras de pulpa estudiadas presentaron un nivel de contaminación orgánica medio-alto, evidenciándose, por lo tanto, un deterioro de la calidad de los efluentes de esta industria.

### 3.1.3 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

A lo largo del proceso de producción de celulosa se pueden identificar la generación de emisiones atmosféricas, en forma de partículas y gases, provenientes de la fase de reducción química de la madera, específicamente (Diagrama 1). Los gases se generan por la quema de sulfitos e incluyen aquellos que se conocen como compuestos orgánicos volátiles azufrados, agrupados bajo las siglas de TAR. Estos compuestos son los responsables de los malos olores característicos de esta industria. Por su parte, las emisiones de partículas se originan en las calderas de recuperación del licor negro.

En comparación con los procesos químicos, los procesos mecánicos no emiten a la atmósfera sustancias químicas con base de azufre, por lo que su funcionamiento no va acompañado de malos olores ni efectos posteriores de la lluvia ácida.

**Gráfico 3: Emisión de contaminantes a la atmósfera en la producción de celulosa 1985-2000 (tons)**



Fuente: Fundación Terram en base a información PRIEN

Estimaciones de las emisiones atmosféricas emitidas por la industria de celulosa en Chile muestran una trayectoria creciente tal como se ilustra en el Gráfico 3.

Así, en 1985 las emisiones del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y de compuestos nitrogenados NO<sub>x</sub> alcanzaron las 13 mil toneladas para cada elemento, cifra que en el 2000 habría llegado a las 48 mil y 44 mil toneladas, respectivamente. En el caso del TAR y de las partículas, los niveles de emisión en 1985 fueron de 351 y 665 toneladas, respectivamente, mientras que en el 2000 se habrían superado las 800 y 1.000 toneladas para cada contaminante respectivamente.

### 3.2 AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES

La principal materia prima que se ocupa en la industria de la celulosa es la madera y de acuerdo al tipo de madera que se utiliza, se obtiene diferentes tipos de celulosa. Para el desarrollo de esta industria ha sido necesario la extensión de plantaciones de pino y eucalipto en el país, para cuyo objetivo y de acuerdo a la información existente, se han eliminado considerables áreas de bosque nativo.

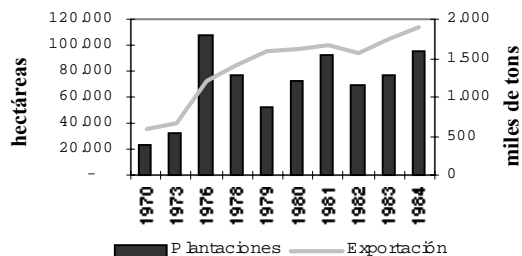
Si bien todavía existen diferentes opiniones y estimaciones en cuanto a la magnitud real de esta disminu-

ción, debido básicamente a las diferentes definiciones y metodologías que se utilizan<sup>4</sup>, existe un relativo consenso en cuanto a su disminución en el tiempo y en que una de las razones ha sido la extensión de plantaciones forestales.

Es así, que la superficie de plantaciones, a nivel nacional, se ha ido extendiendo desde hace 30 años, ya sea a través de un cambio en el uso del suelo a uno forestal o por sustitución del bosque nativo, lo que se le conoce como forestación, o por la replantación en suelo donde ya existían plantaciones, lo que se conoce como reforestación.

Al relacionar el crecimiento del volumen exportado de celulosa con el crecimiento de la superficie forestada, traslapada en 20 años, se evidencia una tendencia creciente de ambas variables, lo que podría implicar que la extensión de las plantaciones ha servido, en un tiempo de 20 años, para sustentar la expansión de las exportaciones de celulosa (Gráfico 4).

**Gráfico 4: Relación traslapada entre extensión plantaciones forestales y volumen exportado de celulosa**



Fuente: Fundación Terram en base a información de Banco Centrale INFOR

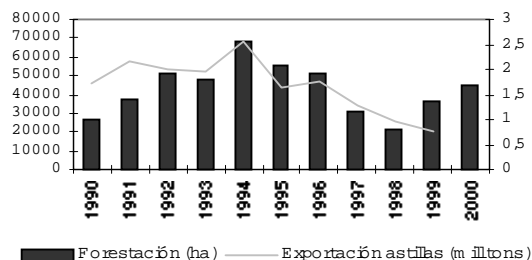
Es decir, en la medida en que a través del tiempo se ha garantizado el aumento de la disponibilidad de materia prima para esta industria, ha aumentado la comercialización de celulosa al exterior.

Por otro lado, si consideramos que al practicar la tala raza en el bosque nativo, para extender así las plantaciones, el principal producto que se obtiene son las

<sup>4</sup> Véase Fundación Terram, 2000, Informe de Recursos 2000.

astillas nativas, podemos concluir que al extenderse las plantaciones por forestación, aumenta la cantidad de astillas nativas disponibles para la comercialización. Es decir, estas dos variables están interrelacionadas (Gráfico 5).

**Gráfico 5: Evolución traslapada entre forestación y exportación de astillas 90-00**



Fuente: Banco Central e Infor

En definitiva, hemos demostrado que en la medida en que han aumentado las plantaciones, también lo han hecho las exportaciones de celulosa, y que paralelamente a la variación de las plantaciones, varían proporcionalmente las exportaciones de astillas nativas, lo que demuestra que el crecimiento de las exportaciones de celulosa trae consigo una extensión de las plantaciones, las que han ido en desmedro de la superficie existente de bosque nativo.

### 3.1.2 MEJORAS PRODUCTIVAS PARA LA DISMINUCIÓN DE LA EMISIONES

Debido a las actuales presiones en torno al tema de la protección ambiental, especialmente provenientes del mercado internacional, se han realizado importantes avances en el diseño de ingeniería de los procesos de producción de celulosa. Los cambios se han centrado en la introducción de mecanismos para la disminución en la generación de los residuos, ya sea de manera preventiva (cambios y mejoras de tecnología y de insumos) o incluyendo tratamiento previo a su disposición final.

## PREVENCIÓN DE IMPACTOS

Para prevenir la generación de residuos en la producción de celulosa se han introducido mejoras apuntando al descortezado en seco, a la cocción modificada y extendida, a la deslignificación con oxígeno y al blanqueo con dióxido de cloro (celulosa ECF (Elemental Chlorine Free)) o sin cloro (celulosa TCF (Total Chlorine Free)).

El proceso de fabricación de pastas ECF o TCF se diferencia del tradicional en el momento del blanqueado, ya que la lignina residual en la pasta no se elimina con productos que contienen cloro, sino que se emplea oxígeno y agua oxigenada. El método TCF de blanqueo reduce sustancialmente el impacto ambiental ya que no genera residuos organoclorados, a la vez que permite reducir las emisiones líquidas. La pasta ECF emplea para la fase de blanqueado dióxido de cloro, soda cáustica, oxígeno y agua oxigenada. Este proceso también evita la producción de compuestos organoclorados, potencialmente peligrosos, los que se reducen hasta en un 90%.

Otros métodos de blanqueo de pasta de papel, alternativos al uso de compuestos de cloro, son el blanqueo con ozono, con peróxido de hidrógeno y con tratamientos enzimáticos.

De acuerdo a la información presentada en la Tabla 2, la mejor alternativa para disminuir los niveles de toxicidad

**Tabla 2: Toxicidad de los efluentes de una fábrica de pasta kraft utilizando diferentes procesos de blanqueo**

Proceso	DBO <sub>7</sub> (kg./ADt)	DQO (kg./ADt)	TOC <sub>1</sub> (kg./ADt)	Toxicidad (TU/ADt)
Blanqueo con cloro	25	115	5.5	400
Deslignificación con oxígeno	20	80	3.5	200
Deslignificación extendida	23	100	4.5	350
Deslignificación extendida y deslignificación con oxígeno	19	70	2.5	200

Fuente: TAPPI, Proceedings of Oxygen Deslignification Conference 1987, citado de Greenpeace. (1992).

dad, emitidos por la producción de celulosa kraft, es la deslignificación extendida y luego una con oxígeno, mientras que el escenario más tóxico es el blanqueo con cloro.

## TIPOS DE TRATAMIENTO

Para reducir los niveles de contaminación de los RILES, provenientes de una planta de celulosa, se utilizan tratamientos físicos, biológicos u otros más avanzados.

Los tratamientos de tipo primario se basan en procesos físicos y físico-químicos de separación de contaminantes. El objetivo principal es la reducción de materiales sólidos sedimentables y en suspensión, evidenciándose la reducción de materia orgánica.

Por su parte, los tratamientos de tipo secundario son procesos biológicos que buscan disminuir la materia orgánica bio-degradable de los efluentes y así reducir su nivel de toxicidad. Dentro de éstos, los procesos aeróbicos tienen una gran demanda en la industria, a pesar de las limitaciones que todavía presentan.

Si bien los tratamientos biológicos son efectivos para tratar materia orgánica, en ningún caso suponen una solución al problema de los organoclorados. De hecho, se estima que sólo un 30% de estos compuestos desaparecen de los RILES cuando son sometidos a un tratamiento biológico.

Finalmente, los tratamientos terciarios utilizan distintos procesos tales como físicos, físico-químicos o bio-

lógicos. También incluyen una serie de procesos como los de membranas y los oxidativos que involucran la aplicación de peróxido u ozono con luz ultravioleta en los residuos.

## 4. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO AMBIENTAL

Los niveles de contaminación emitidos por la industria productora de celulosa pueden ser evaluados desde una perspectiva económica. En este sentido se pueden estimar los costos ambientales asociados a la industria

para lo que utilizamos resultados de un estudio hecho por el PRIEN<sup>5</sup> sobre la inversión realizada por ciertas plantas de celulosa en Chile para mitigar el daño de sus emisiones, así como sobre la inversión necesaria para adecuar su tecnología con el fin de reducir sus emisiones y cumplir con la norma vigente en Chile de

TAR, para gases, y de SST, en RILES. Un resumen de estos costos se presenta en la Tabla 3.

A partir de esta información es posible estimar el PIB Verde de la industria celulosa, el que se obtiene descontando del PIB tradicional de la industria los costos de mitigación o costos evitados. En definitiva, se busca "internalizar" los costos ambientales que esta actividad económica genera, con el fin de identificar su verdadero aporte al crecimiento económico.

Después de efectuar los ajustes necesarios a los costos de mitigación, se deduce que en 1985 éstos alcanzaron un valor de \$15 mil millones, en pesos del 2000,

**Tabla 3: Costos ambientales en la industria de la celulosa (millones de US\$)**

Año	Inv. (1)	Inv.(2)	Acumulado (3)	Costo O&M	Costo ambiental
1985	18,2	98	121,9	6,1	22,4
1986	0	98	103,7	5,2	19,1
1987	0,2	98	103,7	5,2	19,1
1988	0	98	103,5	5,2	19
1989	1,5	98	130,4	6,5	24
1990	4	98	102	5,1	18,8
1991	26,93	98	124,9	6,2	23
1992	41,7	102	143,7	7,2	26,4
1993	0	102	102	5,1	18,8
1994	0	102	102	5,1	18,8

Fuente: PRIEN (1996).

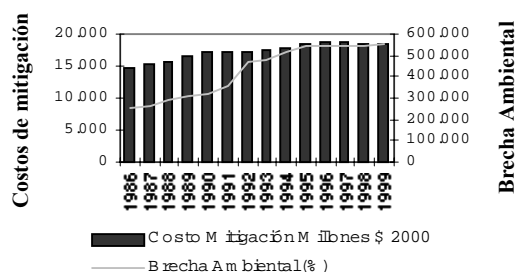
Notas: (1) Inversión efectivamente realizada por las empresas del sector. (2) Inversión necesaria para llegar a la norma. (3) Considera sólo las inversiones no realizadas por las empresas existentes en cada año.

<sup>5</sup>Prien 1996.

cifra que se incrementa progresivamente hasta un total de \$19 mil millones en el año 2000. En términos comparativos, estos costos de mitigación representaron en 1999 el 3,2% del PIB tradicional del subsector de fabricación de muebles y elaboración de pulpa y papel.

La diferencia entre el PIB Tradicional y PIB Verde se conoce como Brecha Ambiental. Para esta industria específica, la Brecha Ambiental va aumentando en el tiempo (Gráfico 6), lo que significa que el costo ambiental de mitigar las emisiones de esta industria es cada vez mayor. Esto permite concluir que el Sistema de Cuentas Nacionales entrega una estimación sobrevalorada de lo que esta industria aporta realmente a la economía Chilena.

**Gráfico 6: Relación entre Costo de Mitigación y Brecha Ambiental de la Industria Celulosa**



Fuente: Fundación Terram en base a información PRIEN e INFOR

En términos de magnitud, entre 1986 y 1999 este costo de mitigación alcanzó los \$223 mil millones, en pesos del 2000, es decir casi el 40% del PIB de la industria de los muebles, pulpa y papel registrado en el año 2000.

**Tabla 4: Ocupación del Sector Forestal en relación al Nacional 1998 (%)**

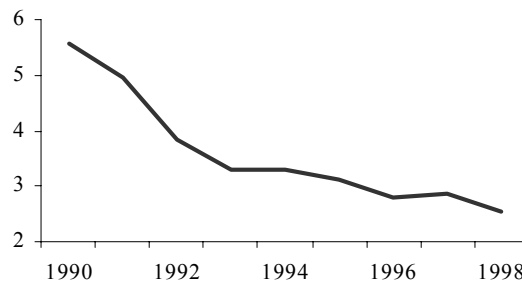
Región	%
I-IV	0,3
V	0,6
RM	0,7
VI	1,6
VII	5,7
VIII	7,8
IX	5,1
X	4,6
XI	2,7
XII	1,7

Fuente: Fundación Terram en base a información de INFOR, CONAF e INE

## 5. IMPACTOS SOCIALES DE LA INDUSTRIA CELULOSA EN CHILE

Uno de los argumentos que ha defendido el Gobierno para alentar la instalación de plantas de celulosa, y en general para alentar la actividad forestal, ha sido la capacidad de este sector para la generación de nuevos empleos.

**Gráfico 7: Relación Empleo-Producción en el Sector Pulpa y Papel**



Fuente: Fundación Terram en base a información de INFOR

Sin embargo, si bien la ocupación forestal en las regiones VII, VIII, IX y X es más importante que en otras regiones, tal como se puede observar en la Tabla 4, el Gráfico 7 ilustra que específicamente para el caso de la industria de celulosa se ha evidenciado una continua capitalización, es decir, una creciente sustitución del factor trabajo por capital. Esto implica que por cada unidad adicional de producto elaborado se utiliza cada vez menos mano de obra.

**Tabla 5: Porcentaje de Población pobre e indigente, 2000 (%)**

Regiones	Población	
	Pobres	Indigentes
Nacional	20,8	5,7
I	20,9	4,8
II	13,9	3,3
III	23,6	7,7
IV	25,2	6,2
V	19,2	5,3
VI	20,6	4,5
VII	25,3	6,7
VIII	27,1	8
IX	32,7	11,1
X	24,7	6,8
XI	14,3	4,8
XII	10,9	3,6
R.M.	16,1	4,3

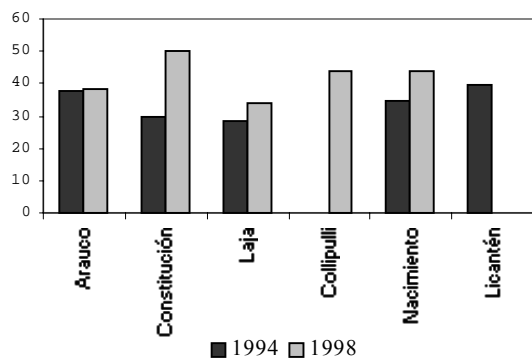
Fuente: CEPAL/MIDEPLAN

Por otro lado, al analizar los niveles de pobreza en las regiones forestales, específicamente donde están instaladas las industrias de celulosa y donde se registran las mayores extensiones de plantaciones, se evidencia que éstas albergan los mayores niveles de pobreza (Tabla 5).

Así mismo, al analizar los niveles de pobreza a nivel comunal, se puede observar que en aquellas comunas donde se encuentran ubicadas plantas de celulosa, y para las cuales existe información disponible, la tasa de pobreza (pobres e indigentes), entre 1994 y 1998, ha aumentado en más de un 29%, en promedio.

El crecimiento más elevado en ese sentido lo experimentó la comuna de Constitución, donde la tasa de pobreza aumentó en 20 puntos, pasando de 29,6% a 49,9%. En la comuna de Nacimiento, ésta creció en poco más de 26%, provocando que el nivel de pobreza llegara al 43,9% de población. En ambas comunas, la tasa de pobreza supera dos veces la tasa nacional.

**Gráfico 8: Tasas de Pobreza por Comuna 1994, 1998 (%)**



Fuente: Encuesta Casen, MIDEPLAN, 1994-1998

Lo anterior permite constatar que, aunque no se pueda determinar una relación de causalidad directa, el desempeño de las industrias de celulosa no ha contribuido al mejoramiento del nivel socio-económico de las comunas donde se encuentran instaladas. Peor aún, tampoco ha contribuido a minimizar los niveles de pobreza existentes en las distintas zonas.

## CONCLUSIONES

En Chile se están introduciendo técnicas menos contaminantes para el blanqueado de la pasta de celulosa, pero aún así, la mayor cantidad de celulosa es blanqueada con cloro. Este método de blanqueo produce elementos altamente tóxicos, lo que ha contribuido a caracterizar a esta industria como altamente contaminante. Además, al evaluar el impactos que tiene esta industria sobre el estado de los recursos naturales en su conjunto, se puede evidenciar una presión sobre el bosque nativo.

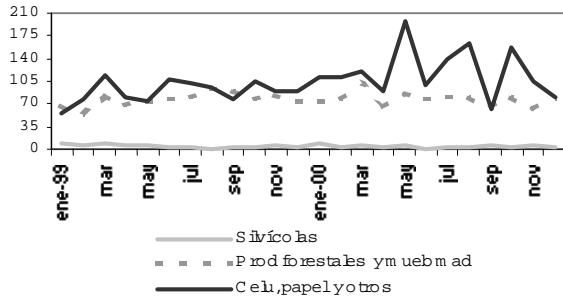
El Sistema de Cuentas Nacionales ha sobredimensionado el aporte de esta industria en el crecimiento económico nacional, ya que, al estimar el PIB Verde, que incorpora los costos de mitigación de la industria, se puede observar que éste es menor que el PIB tradicional, diferencia que aumenta cada vez más en el tiempo, dando cuenta del creciente costo que generan estas emisiones a la sociedad.

En las regiones y comunas forestales, la instalación y funcionamiento de las plantas de celulosa así como la extensión de las plantaciones no han contribuido al desarrollo económico de las mismas, ni tampoco a reducir los niveles de pobreza, los que, paradójicamente, son los más altos del país.

Es necesario, por lo tanto, recalcar que el importante desarrollo de la actividad forestal en los últimos años ha contribuido muy poco a la superación de la pobreza. Y esto se puede explicar, básicamente, en el hecho de que la actividad forestal, y en este caso el de la celulosa, no se opera con los principios del desarrollo sustentable.

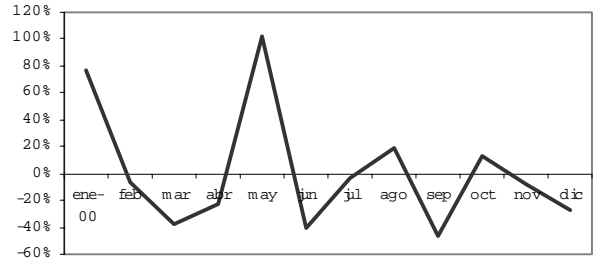
## INDICADORES

**Evolución de las exportaciones forestales por tipo de producto 99-00 (millones us\$)**



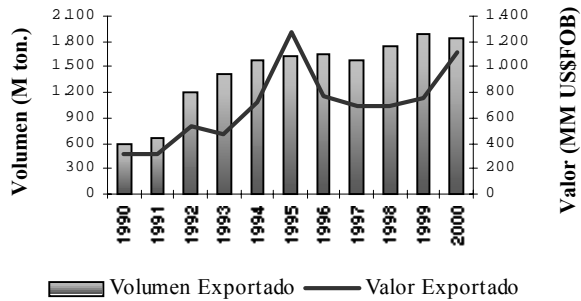
Fuente: INFOR

**Variación interanual de la exportación de pulpa química 2000**



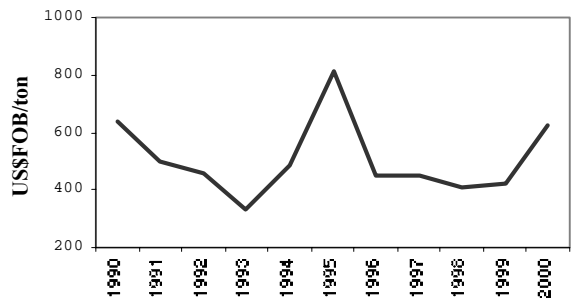
Fuente: Banco Central

**Volumen y Valor Exportado de Pulpa Química**



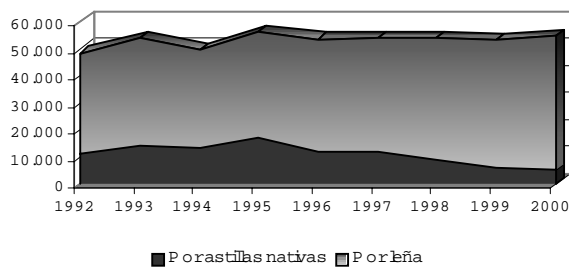
Fuente: INFOR

**Trayectoria del precio de la celulosa 90-00**



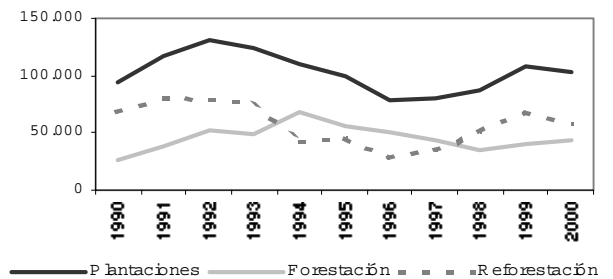
Fuente: Banco Central

**Superficie de bosque nativo intervenido por consumo de leña y de astillas 92-00 (hectáreas)**



Fuente: Fundación Terram en base a información INFOR

**Superficie plantada según año 90-00 (ha)**



Fuente: INFOR

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Centro de Ingeniería Ambiental de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Católica de Chile. 1999. "Análisis Técnico Económico de la Aplicación de Norma de Emisión que Regula Olores Provenientes de la Industria de la Celulosa".

CODEFF. 1995. Impacto Ambiental Planta Celulosa Arauco Valdivia. Informe Técnico.

CONAMA. 1997a. "Análisis General del Impacto Económico Social. Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillados".

CONAMA. 1997b. "Análisis General del Impacto Económico Social. Anteproyecto de Norma para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Superficiales".

Focant, J. y E. De Pauw. Las Dioxinas. Revista Mundo Científico, N° 206, noviembre 1999.

Greenpeace. 1992. El Papel. Su Impacto sobre el Medio Ambiente.

Greenpeace. 1995. Estrategias para Promover la Producción Limpia.

Otero L. 1994. Recursos Forestales y Efectos Ambientales Derivados de su Uso, en Perfil Ambiental de Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente.

PRIEN. 1996. Costos de Mitigación de las Emisiones Contaminantes de la Industria Minera, Pesquera y Forestal. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

SISS. 1993. "Catastro Nacional de Descargas de Residuos Industriales Líquidos".

SISS. 1998. "Actualización del Catastro Nacional de Descargas de Residuos Industriales Líquidos del Año 1992". Elaborado para la SISS por Figueiredo Ferraz Consultoría e Ingeniería de Proyecto Ltda.

Varela, S. 1992. Las Celulosas y el Cáncer.

Vidal, G. y S. Videla. 1996. Compuestos Organoclorados en Residuos Líquidos. Efecto de la Inserción Global en la Industria de Celulosa Chilena. Universidad de La Frontera.

WHO. Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación de Aire, Agua y Suelo. WHO Offset Publication N°62, 1984.

[www.arauco.cl](http://www.arauco.cl)

[www.cmpc.cl](http://www.cmpc.cl)

[www.papelnet.cl](http://www.papelnet.cl)

## OTRAS PUBLICACIONES DE FUNDACIÓN TERRAM

1. Ellos se comen el salmón...pero ¿quién paga el Pato?
2. La Patagonia está en venta, ¡solicite su concesión YA!
3. Distribución del Ingreso y Reforma Tributaria
4. La Norma ISO 14001 y su Aplicación en Chile
5. Contaminación Atmosférica de la Región Metropolitana
6. Se Confirma Tendencia No Sustentable y Desigual del Desarrollo
7. La Ineficiencia de la Salmonicultura en Chile (Aspectos sociales, económicos y ambientales)
8. El Valor de la Biodiversidad en Chile (Aspectos económicos, ambientales y legales)
9. Estancamiento Económico Chileno (El fin de un Ciclo de Expansión) - Informe de Coyuntura N°1
10. Informe de Recursos 1990-1999
11. Informe de Recursos 2000

**Fundación Terram** es una Organización No-Gubernamental, sin fines de lucro, creada con el propósito de generar una propuesta de desarrollo sustentable en el país; con este objetivo, Terram se ha puesto como tarea fundamental construir reflexión, capacidad crítica y proposiciones que estimulen la indispensable renovación del pensamiento político, social y económico del país.

## Fundación Terram

Huelén 95 – Oficina 3  
Santiago, Chile

Página Web: [www.terram.cl](http://www.terram.cl)

[Info@terram.cl](mailto:Info@terram.cl)

Teléfono: (56) (2) 264-0682

Fax: (56) (2) 264-2514