



GENERACIÓN DE ANTECEDENTES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS PARA LA REVISIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN DE COMPUESTOS TRS Y GENERADORES DE OLORES, ASOCIADOS A LA FABRICACIÓN DE PULPA KRAFT

Estudio solicitado por Subsecretaría del Medio Ambiente

Objetivo General

- Levantar los antecedentes técnicos y económicos para fundamentar una propuesta regulatoria de la revisión del DS37/2013 forma de emisión de compuestos TRS, generadores de olor, asociados a la fabricación de pulpa Kraft, en adelante DS37/2013.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CELULOSA KRAFT

La investigación al servicio de una política pública sustentable



Antecedentes generales del proceso de celulosa Kraft

Línea de fibra
 Donde ocurre el proceso de fabricación de la pulpa

Sistema de recuperación química y energética
 Donde ocurre la recuperación de los químicos utilizados en el proceso y la consecuente producción de energía eléctrica

Ciclo de cal
 Parte de la recuperación química, en esta etapa se genera (recupera) el licor blanco utilizado en cocción.

Tratamiento de aguas residuales
 Tratamiento de los RILes generados en el proceso por medio de tratamientos primarios, secundarios y terciarios.

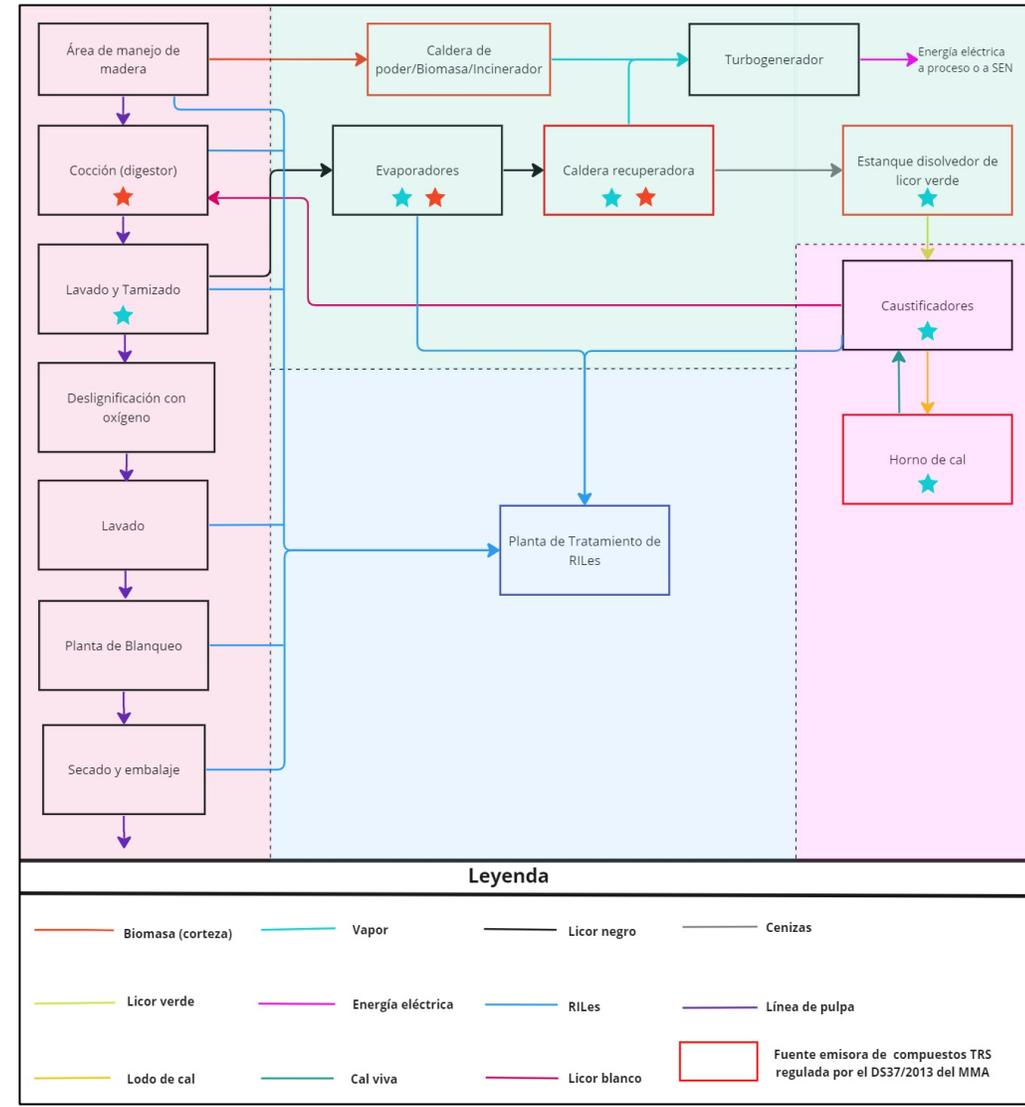


Figura 1. Diagrama general proceso pulpa Kraft

Antecedentes generales del proceso de celulosa Kraft – Líneas de combustión de gases

- ★ **CNCG (Gases concentrados y de bajo volumen):** (2 -5 kg S/ADt; 3 – 40 Nm³/ADt) Se refieren a los TRS que se encuentran en gran cantidad en relación al volumen total de la corriente gaseosa y que no condensan fácilmente mediante enfriamiento de la corriente gaseosa en condiciones de presión atmosférica.
- ★ **DNCG (Gases de gran volumen y baja concentración):** (0,1 – 0,5 kg S/ADt; 300 – 400 Nm³/ADt) Se refieren a los TRS que se encuentran en baja cantidad en relación al volumen total de la corriente gaseosa y que no condensan fácilmente mediante enfriamiento de la corriente gaseosa en condiciones de presión atmosférica.

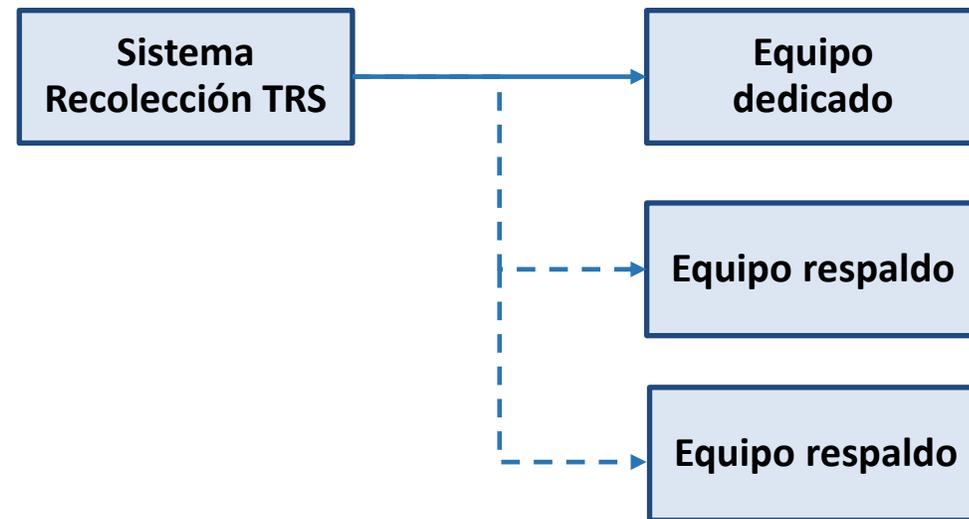


Figura 2. Diagrama general sistemas de combustión de gases TRS

Antecedentes generales del proceso de celulosa Kraft

A nivel Nacional

Existen 8 plantas de celulosa Kraft distribuidas entre las regiones del Maule y de Los Ríos.

Reguladas por

El actual DS37/2013 del MMA que establece norma de emisión de compuestos trs, generadores de olor, asociados a la fabricación de pulpa kraft o al sulfato, elaborada a partir de la revisión del decreto N° 167, de 1999, MINSEGPRES, que establece norma de emisión para olores molestos (compuestos sulfuro de hidrógeno y mercaptanos: gases TRS) asociados a la fabricación de pulpa sulfatada.

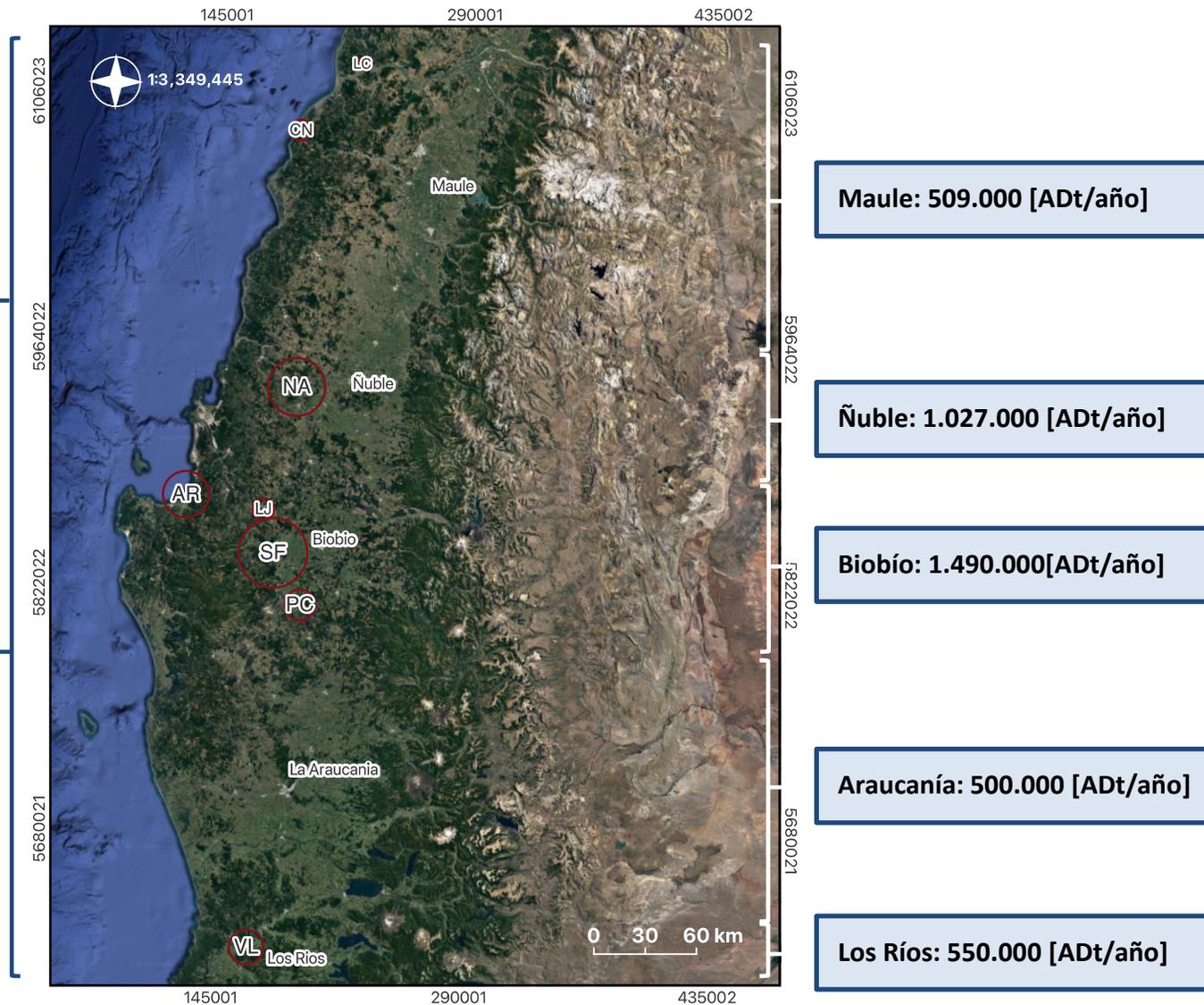


Figura 3. Localización de plantas reguladas de celulosa Kraft

□ Nota: Las plantas de celulosas se les denomina mediante los siguientes códigos: PCK-01, PCK-02, PCK-03, PCK-04, PCK-05, PCK-06, PCK-07 y PCK-08

NIVEL DE CUMPLIMIENTO DEL DS37/2013

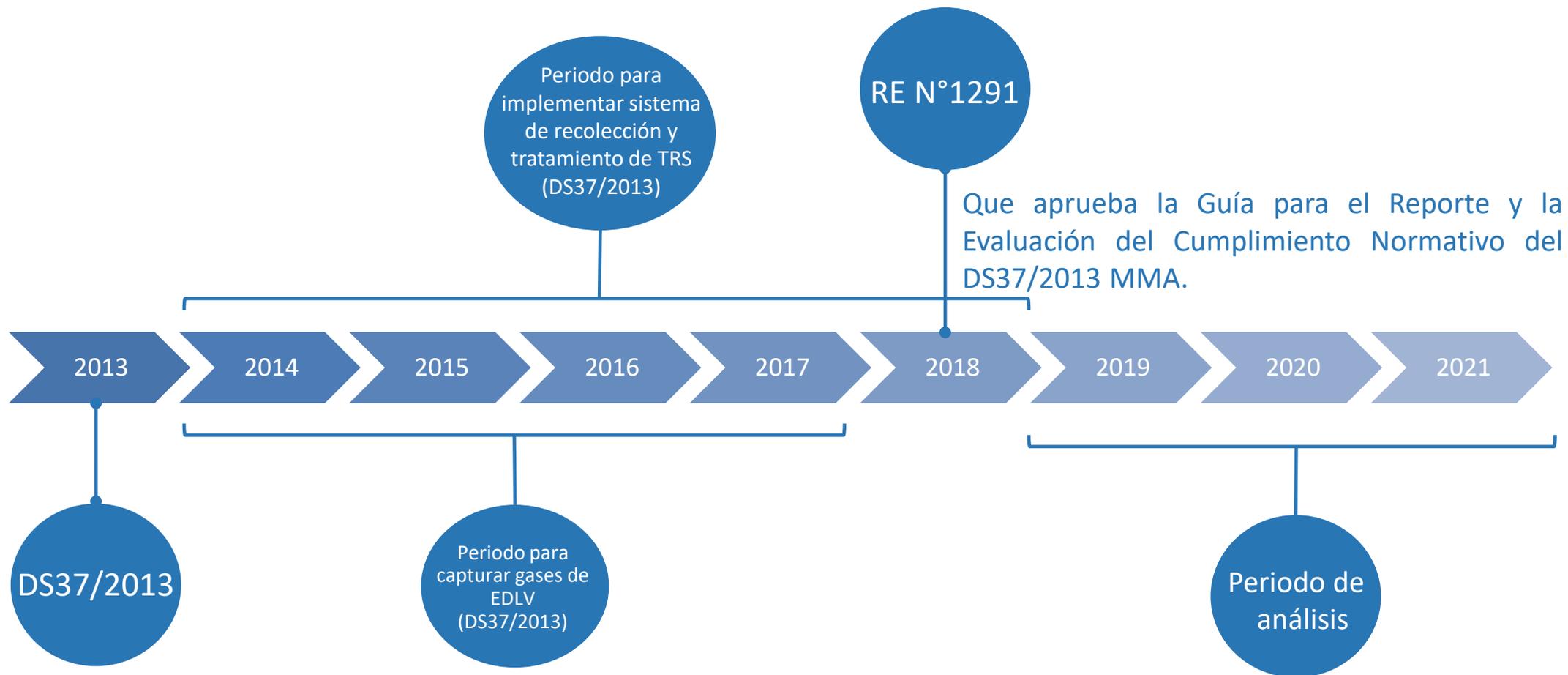
La investigación al servicio de una política pública sustentable



7

Selección de periodo de análisis

000064 vta



- El periodo representa las actuales practicas operacionales del país
- Existe información de formato unificado

Límites de emisión del DS37/2013

000065

Artículo 3°: Límites máximos de emisión

Id	Equipo	Límite de concentración de Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) ¹
CR	Caldera recuperadora	5 [ppmv] ³
HC	Horno de cal de establecimientos existentes	15 [ppmv] ³
	Horno de cal de establecimientos nuevos	10 [ppmv] ³
Inc	Incinerador dedicado ²	20 [ppmv] ⁴
CP	Caldera de poder dedicado ²	20 [ppmv] ⁴
EDLV	Estanque disolvedor de licor verde	16,8 [mg/kg] de sólidos secos

- Nota 1: Los valores de concentración deberán ser corregidos al 8% de oxígeno en base seca y expresados en condiciones de presión y temperatura de 1 [atm] y 25[°C].
- Nota 2: Según el DS37/2013 un equipo dedicado es cualquier unidad que se utilice en forma permanente para la combustión de TRS.
- Nota 3: Percentil 98 (P98) de los valores promedios horarios, registrados durante un periodo mensual.
- Nota 4: Percentil 98 (P98) de los valores de los valores promedios diarios, registrados durante un período anual.

Límites de emisión del DS37/2013

000065 vta

Artículo 3°: Límites máximos de emisión

Id	Equipo	Límite de concentración de Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) ¹
CR	Caldera recuperadora	5 [ppmv] ³
HC	Horno de cal de establecimientos existentes	15 [ppmv] ³
	Horno de cal de establecimientos nuevos	10 [ppmv] ³
Inc	Incinerador dedicado ²	20 [ppmv] ⁴
CP	Caldera de poder dedicado ²	20 [ppmv] ⁴
EDLV	Estanque disolvedor de licor verde	16,8 [mg/kg] de sólidos secos

- Nota 1: Los valores de concentración deberán ser corregidos al 8% de oxígeno en base seca y expresados en condiciones de presión y temperatura de 1 [atm] y 25[°C].
- Nota 2: Según el DS37/2013 un equipo dedicado es cualquier unidad que se utilice en forma permanente para la combustión de TRS.
- Nota 3: Percentil 98 (P98) de los valores promedios horarios, registrados durante un periodo mensual.
- Nota 4: Percentil 98 (P98) de los valores de los valores promedios diarios, registrados durante un período anual.

Nivel de cumplimiento del DS37/2013

000066

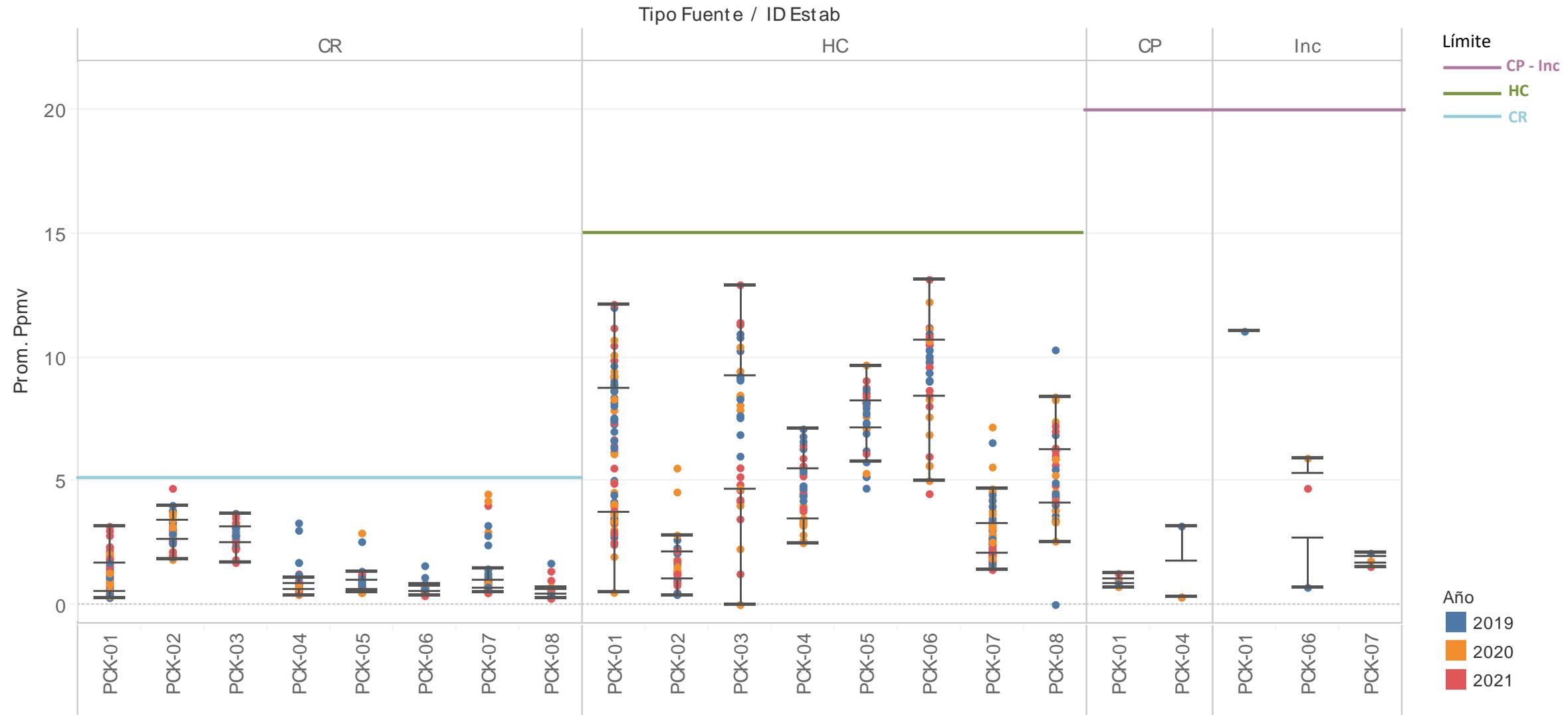


Figura 4 Boxplot de promedio P98 de emisión de H2S al 8% de oxígeno en base seca por tipo de fuente y establecimiento

Nota: La codificación PCK-01 a PCK-08 corresponde a cada una de las plantas reguladas a nivel nacional. Los equipos se identifican como caldera recuperadora (CR), horno de cal (HC), caldera de poder (CP) e incinerador (Inc).

Artículo 2°

Venteo: Descarga directa a la atmósfera de TRS ocasionado en situación de emergencia.

Artículo 10°

Los venteos de TRS (concentrados y diluidos) estarán limitados por el funcionamiento del equipo de combustión, el que debe operar con un porcentaje igual o superior al 98% del tiempo de funcionamiento en base mensual.

- Nota: Continuación artículo 10° : Para efectos del cálculo del porcentaje de funcionamiento de los equipos de combustión de TRS, se considerarán los períodos en que la planta se encuentre en funcionamiento, descontadas las partidas y paradas, las que serán reportadas en el informe mensual mencionado en el artículo 11° .

Nivel de cumplimiento del DS37/2013 – Venteos

000067

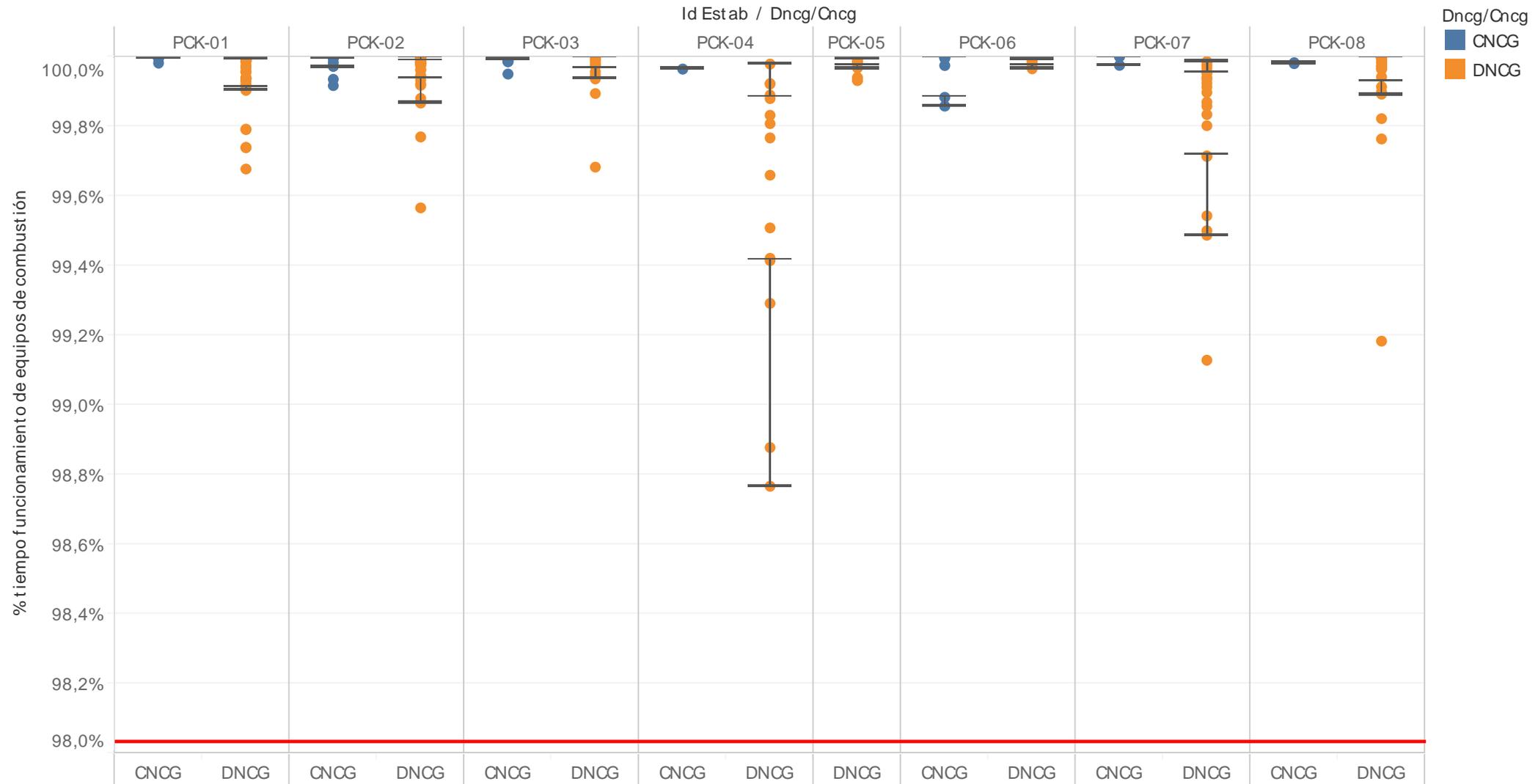


Figura 7 Porcentaje de tiempo de funcionamiento de equipos de combustión, por planta e base mensual

□ Nota: La codificación PCK-01 a PCK-08 corresponde a cada una de las plantas reguladas a nivel nacional

Nivel de cumplimiento del DS37/2013 – Venteos

000067 vta

N° total venteos	Duración total de venteos	Duración promedio [min/venteo]	
		CNCG	DNCG
584	149 [h]	3	19

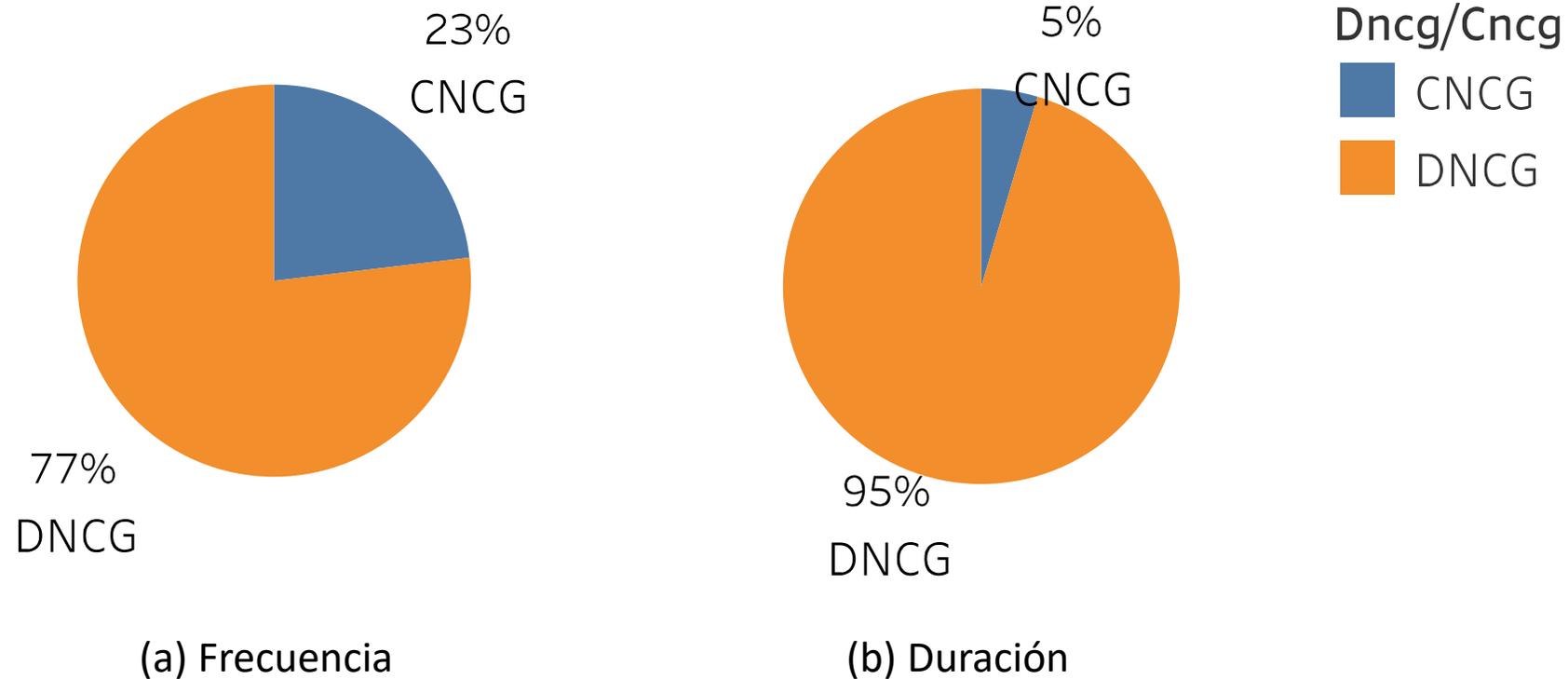


Figura 5. Distribución de la frecuencia (a) y duración (b) de venteos por planta, periodo 2019 a 2021 según tipo de gas

NORMATIVA INTERNACIONAL

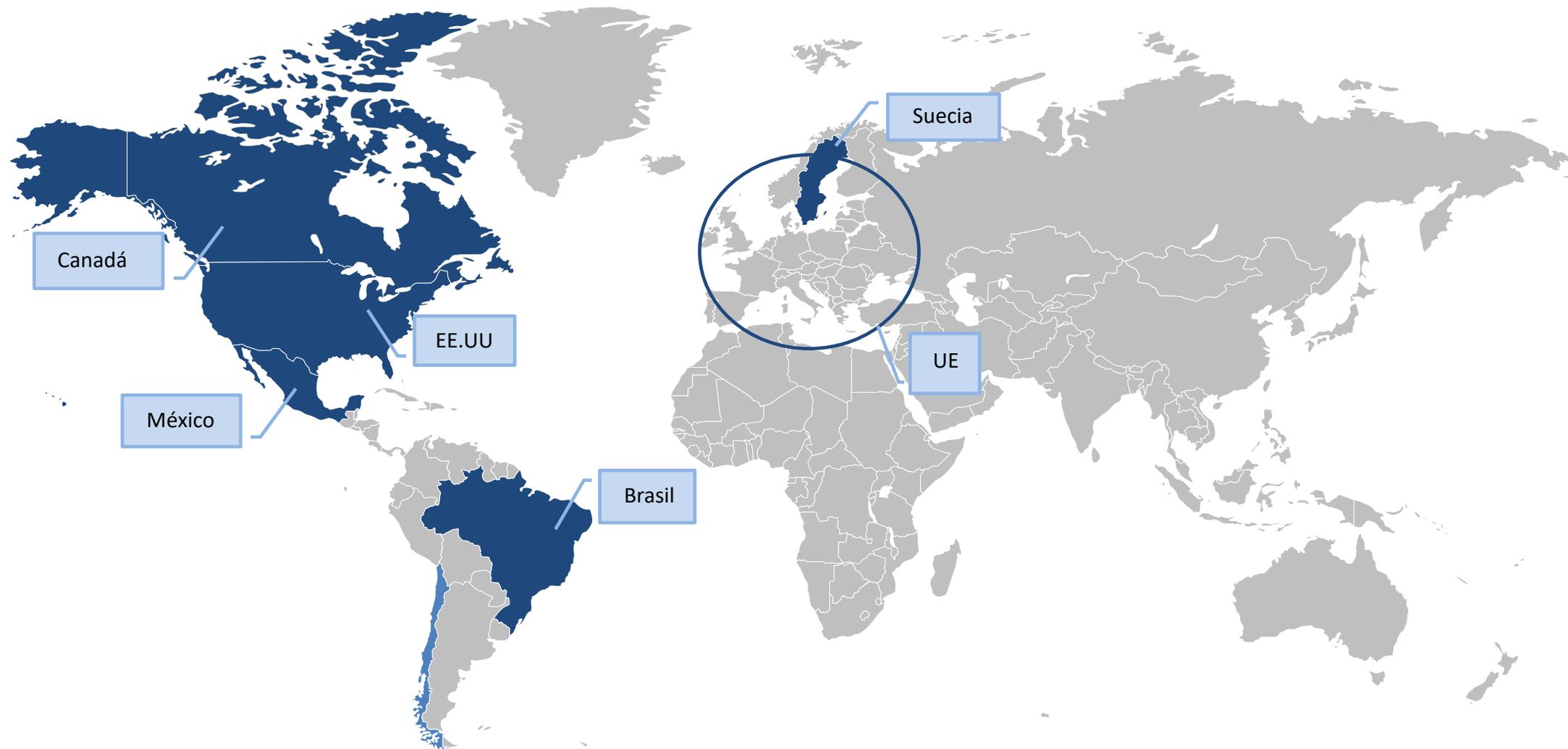
La investigación al servicio de una política pública sustentable



15

¿Cómo se está normando la industria en otros países?

Normativa internacional asociada a TRS



 Países con normativas asociadas al control de compuestos TRS  Chile

Normativa internacional asociada a TRS

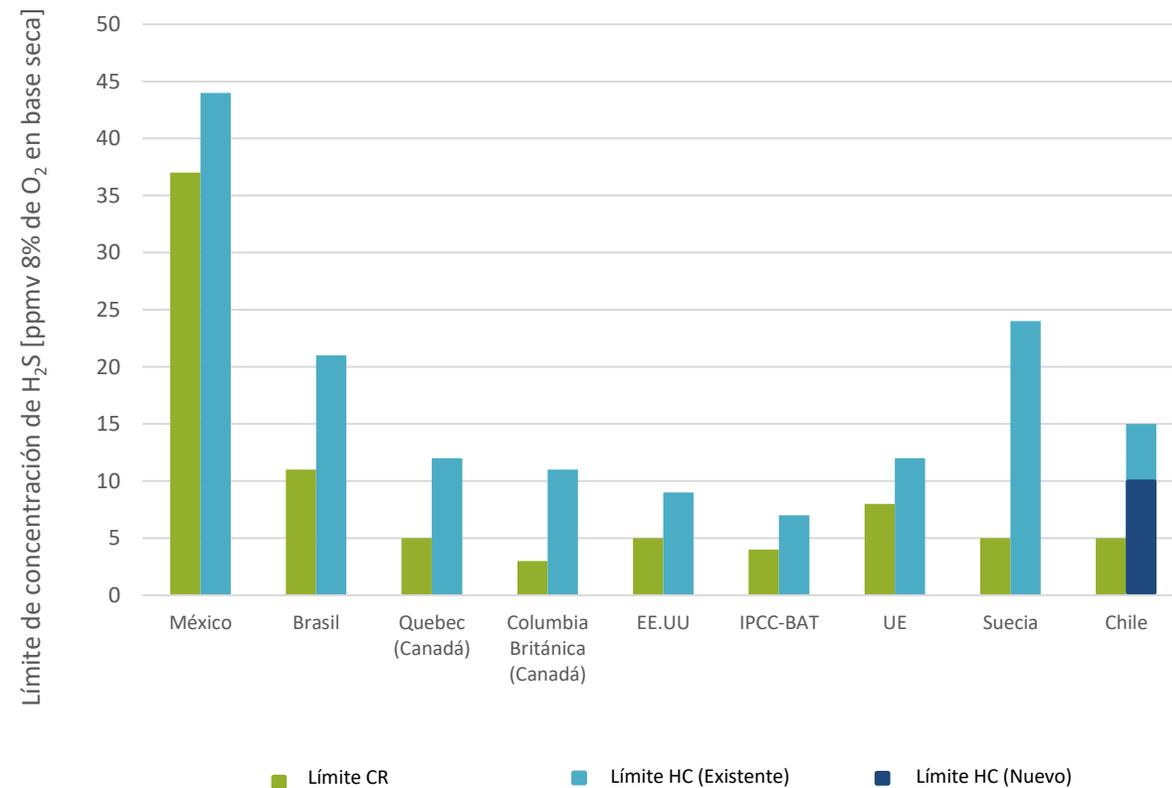
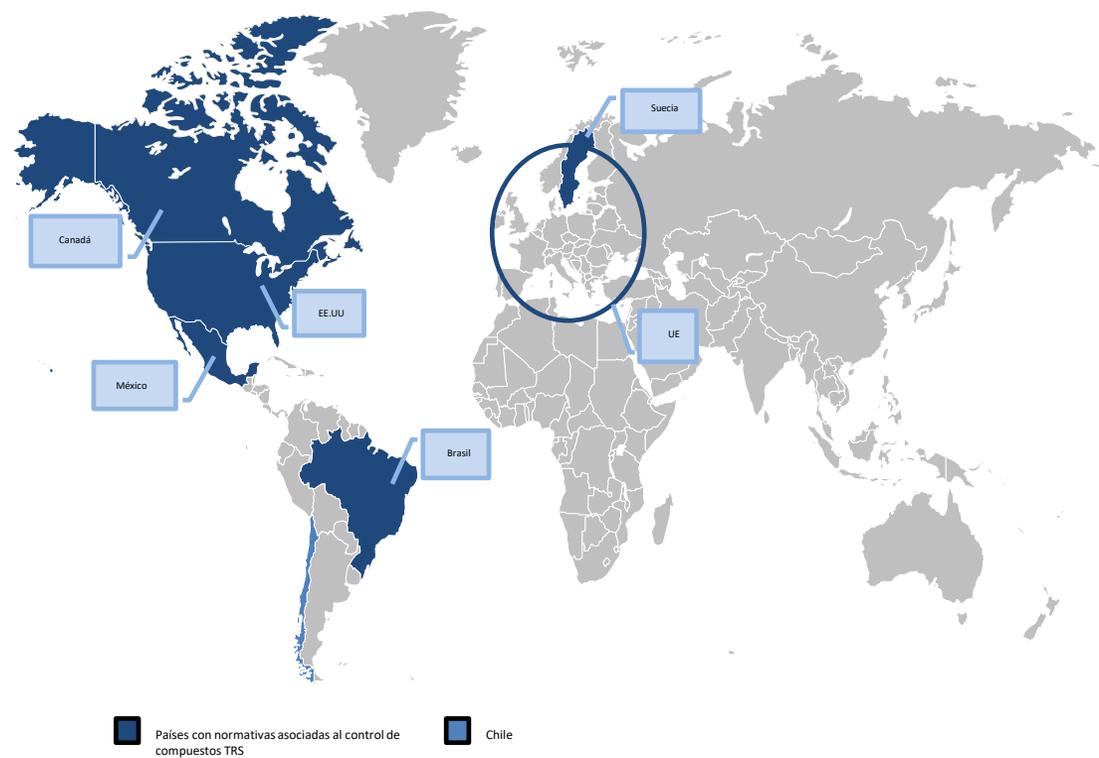
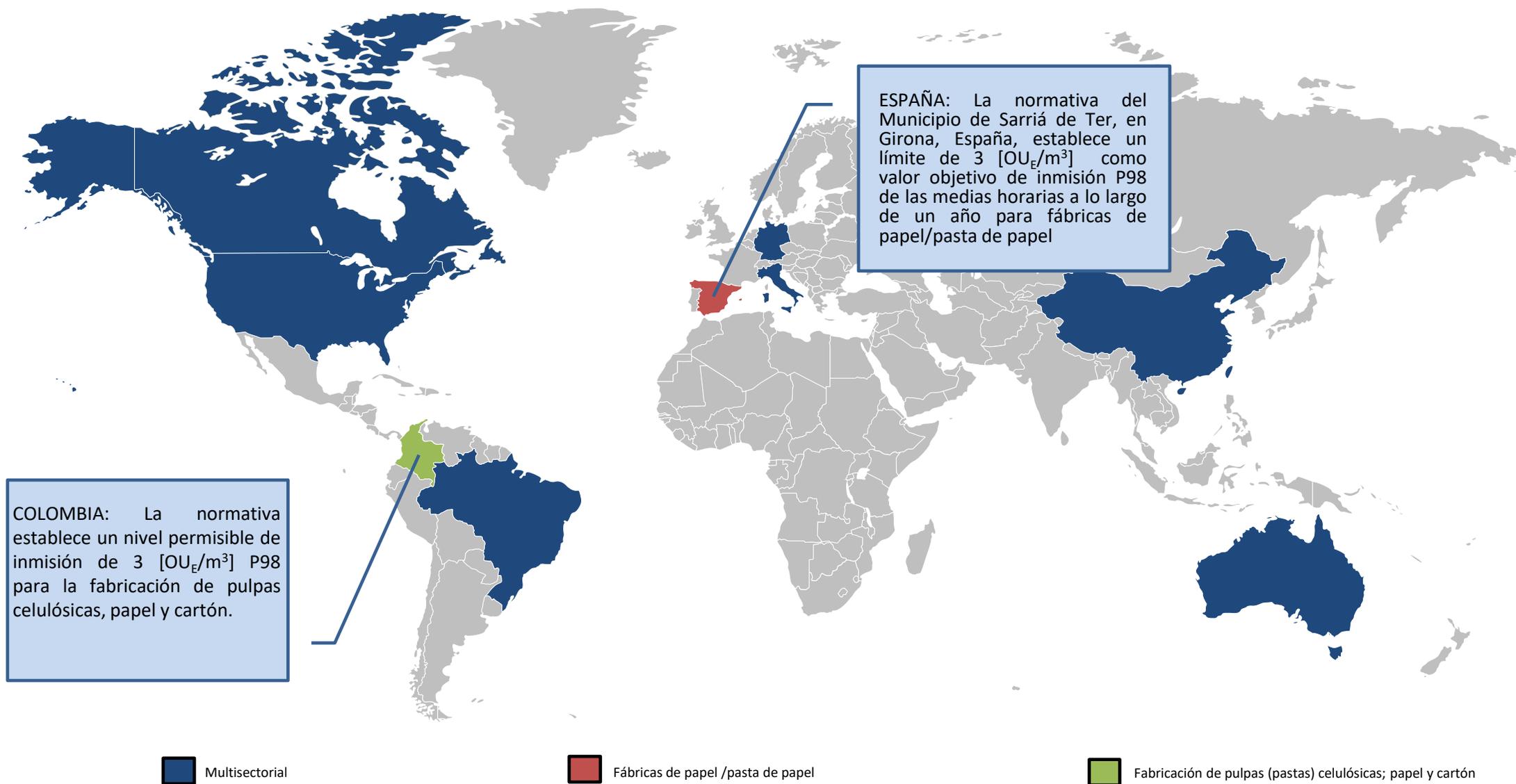


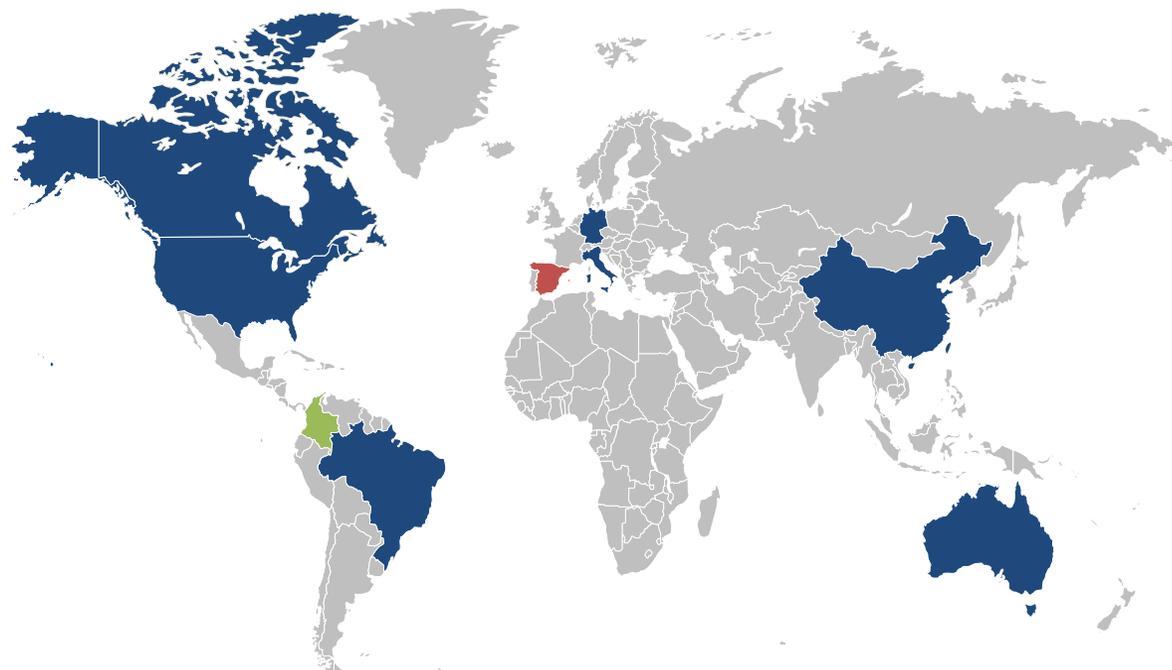
Figura 6. Comparación de límites de emisión de TRS a nivel internacional

□ Siglas de tipo de fuente consisten en CR: Caldera Recuperadora, HC: Horno de cal.

Normativa internacional asociada a olores



Normativa internacional asociada a olores



■ Multisectorial
 ■ Fábricas de papel /pasta de papel
 ■ Fabricación de pulpas (pastas) celulósicas; papel y cartón

Resumen normativa internacional aplicable al sector

País	Límite de inmisión [OU _E /m ³]	Percentil
España (Municipio de Sarriá de Ter, Girona)	3	P98
Colombia	3	P98

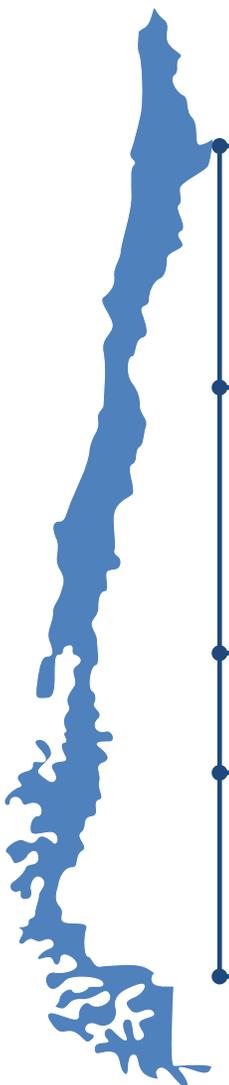
MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTD)

La investigación al servicio de una política pública sustentable

20

¿Qué se está haciendo en el sector para la reducción de emisiones a la atmósfera?

Mejores técnicas disponibles (MTD) identificadas y aplicadas en el sector



Área	MTD	Unidad/etapa donde se ha implementado	% aplicación plantas nacional
Línea de fibra	Separación de condensados sucios	Digestores	12,5%
	Sistema general de recolección y tratamiento de gases concentrados (CNCG)	Unidades generadoras de gases CNCG	100%
	Sistema general de recolección y tratamiento de gases diluidos (DNCG)	Unidades generadoras de gases DNCG	100%
Sistema de recuperación química y energética	Aumento de sólidos secos en licor negro	Evaporadores	62,5%
	Sistema general de recolección y tratamiento de gases concentrados (CNCG)	Unidades generadoras de gases CNCG	100%
	Sistema general de recolección y tratamiento de gases diluidos (DNCG)	Unidades generadoras de gases DNCG	100%
	Separación de condensados sucios	Evaporadores	100%
	Scrubber	Caldera recuperadora	62,5%
		Incinerador	25%
		Caldera de poder o biomasa	12,5%
Estanque disolvedor de licor verde		75%	
Ciclo de cal	Instalación de lavado y filtración mejorada de los lodos de cal en la recaustificación.	Caustificadores	12,5%
	Sistema general de recolección y tratamiento de gases diluidos (DNCG)	Caustificadores	100%
	Scrubber (HC)	Horno de cal	25%
Venteos	Agentes neutralizantes*	Venteos	50%
	Scrubber alcalino	Venteos	62,5%
Planta de tratamiento de efluentes	Cobertura Lagunas*	Laguna(s) de emergencia	0%
	Oxidación Ozono	N/A	0%
	Oxidación Luz UV/Ozono	Estanque de neutralización	12,5%
	Reemplazo de torres de enfriamiento por intercambiadores de calor	Enfriamiento	25%
	Filtro de carbón activado	Estanque de neutralización	25%
	Biotrickling	N/A	0%
	Bioscrubber	N/A	0%
	Biofiltro	Contenedor de lodos	12,5%
Plasma frío/no térmico	N/A	0%	

* Información obtenida de entrevistas y estudios previos de regulación de olores nacionales.

Cumplimiento normativo:

- Fuentes reguladas 100 % cumplimiento.
- Holgura en los niveles emisión y lo establecido DS37/2013.

Normativa internacional:

- Niveles emisión dentro del orden.
- Existe un espacio para incluir olores.

MTDs:

- Línea fibra, sistema recuperación y ciclo de cal existe alguna MTD 100% plantas.
- Venteos y planta de tratamiento existen asimetrías entre plantas.



GENERACIÓN DE ANTECEDENTES TÉCNICOS Y ECONÓMICOS PARA LA REVISIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN DE COMPUESTOS TRS Y GENERADORES DE OLOR, ASOCIADOS A LA FABRICACIÓN DE PULPA KRAFT

Estudio solicitado por Subsecretaría del Medio Ambiente