



# INFORME FINAL

ESTUDIO DE GRANDES Y MEDIANOS CONSUMIDORES DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS  
EN LA CIUDAD DE OSORNO

Informe Elaborado para:  
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE  
REGIÓN DE LOS LAGOS  
GOBIERNO DE CHILE  
Temuco, diciembre de 2014

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe da cuenta de los resultados obtenidos para el Estudio de Grandes y Medianos Consumidores de Combustibles Sólidos en la Ciudad de Osorno, cuyo principal objetivo es generar una línea base actualizada de grandes y medianos consumidores de combustibles sólidos en la ciudad de Osorno.

Para cumplir con dicho objetivo principal se generó una Base de Datos de las Instituciones Públicas de Osorno que consumen combustibles sólidos, se actualizó la información de la base de datos entregada al consultor respecto de las fuentes emisoras de tipo privadas e industriales en la ciudad de Osorno y se caracterizó a los consumidores de combustibles sólidos relevantes que no se encuentren en la Base de datos entregada al consultor en la ciudad de Osorno.

La metodología abordó en primera instancia la revisión de las bases de datos proporcionadas y de todos los antecedentes de los rubros en estudio, luego se realizó una campaña de terreno para actualizar la información correspondiente al sector industrial, además de la aplicación de una encuesta telefónica para el sector comercial.

Se obtuvieron dos resultados principales que dicen relación con el consumo de combustibles sólidos por sector y la generación de emisiones atmosféricas de los distintos rubros.

Estos resultados además fueron comparados con los obtenidos en el estudio de consumo y caracterización del uso de la leña en la ciudad de Osorno, que determinó el consumo y emisiones generadas por la combustión residencial de leña, para obtener una distribución completa del aporte de cada sector.

Los resultados dan cuenta de que el mayor consumidor de combustibles sólidos corresponde al sector industrial, encontrándose consumo de leña, carbón, chip y aserrín, con un 81% de la demanda total de biomasa (considerando leña, chip y aserrín), en segundo lugar se encuentra el sector comercial con un 10,1%, luego los edificios con un 7,9% y finalmente el sector institucional con 0,9% de la demanda.

Específicamente en relación al consumo de leña la demanda de todos los sectores es de 29.605 m<sup>3</sup>/año, equivalente a 15.880 ton/año. Considerando el total de biomasa consumida, la demanda es de 61.328 ton/año para todos los sectores analizados.

Al comparar estos resultados con los obtenidos en el sector residencial se tiene que este último tiene una demanda de 183.131 ton/año de biomasa (correspondiente a 459.920 m<sup>3</sup>/año de leña), correspondiente al 74,9% de la demanda total de todos los rubros. Luego, al comparar solo el consumo de leña, se tiene que el sector residencial representa el 94% de la demanda.

En relación a la estimación de emisiones se tiene que entre todos los sectores analizados se generan 171,3 ton/año de MP10 y 129,8 ton/año de MP2,5. Al incorporar estos resultados, a la estimación de emisiones provenientes del consumo residencial de leña, obtenidos para el sector residencial en el Estudio de "Consumo y Caracterización del Uso de la Leña en Osorno" ejecutado el año 2012 por la UC Temuco y encargado por la SEREMI del Medio Ambiente de Los Lagos se tiene que éste último aporta con 9.180 ton/año, lo que representa un 98,2% de aporte del sector, haciendo todos los demás presenten un aporte no superior al 2% del total de emisiones.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | ANTECEDENTES GENERALES DE LA CONSULTORÍA .....                           | 7  |
| 1.1   | IDENTIFICACIÓN DEL MANDANTE .....  | 7  |
| 1.2   | IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA CONSULTORA .....                            | 7  |
| 2     | INTRODUCCIÓN .....   | 8  |
| 3     | OBJETIVOS DE LA CONSULTORÍA .....  | 9  |
| 3.1   | OBJETIVO GENERAL .....   | 9  |
| 3.2   | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....  | 9  |
| 3.3   | ACTIVIDADES POR OBJETIVO .....   | 9  |
| 4.1   | OBJETIVO 1. BASE DE DATOS INSTITUCIONES PÚBLICAS .....                   | 10 |
| 4.1.1 | Actividad 3.1.1 Catastro Compras Públicas .....                          | 10 |
| 4.1.2 | Actividad 3.1.2 Georeferenciar Instituciones Públicas .....              | 12 |
| 4.2   | OBJETIVO 2: ACTUALIZAR INFORMACIÓN DE FUENTES INDUSTRIALES .....         | 13 |
| 4.2.1 | Actividad 3.2.1. Homogenizar bases de datos Fuentes Industriales .....   | 13 |
| 4.2.2 | Actividad 3.2.2 Actualizar Base de datos Fuentes Industriales .....      | 13 |
| 4.2.3 | Actividad 3.2.3 Georreferenciar fuentes industriales .....               | 14 |
| 4.3   | OBJETIVO 3: BÚSQUEDA DE GRANDES FUENTES EMISORAS COMERCIALES .....       | 15 |
| 4.3.1 | Actividad 3.3.1 Búsqueda de grandes fuentes comerciales .....            | 15 |
| 4.3.2 | Actividad 3.3.2 Caracterizar fuentes comerciales relevantes .....        | 17 |
| 4.3.3 | Actividad 3.3.3 Georreferenciar fuentes comerciales relevantes .....     | 17 |
| 4.4   | METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES .....                        | 17 |
| 4.4.1 | Cálculo de Emisiones Instituciones Públicas .....                        | 17 |
| 4.4.2 | Cálculo de Emisiones Fuentes Industriales .....                          | 18 |
| 4.4.3 | Cálculo de Emisiones Fuentes Comerciales y Edificios .....               | 20 |
| 5     | RESULTADOS .....   | 21 |
| 5.1   | RESULTADOS: SECTOR INSTITUCIONES PÚBLICAS .....                          | 21 |
| 5.1.1 | Ranking Instituciones Públicas Compradoras de Combustibles Sólidos ..... | 21 |
| 5.1.2 | Tipo y condiciones del combustible adquirido .....                       | 26 |
| 5.1.3 | Especie de leña adquirida .....  | 28 |
| 5.1.4 | Evolución de los precios de la leña para el sector institucional .....   | 29 |
| 5.1.5 | Ranking de proveedores .....   | 29 |
| 5.1.6 | Criterios de evaluación de las bases técnico-administrativas .....       | 31 |
| 5.2   | RESULTADOS: SECTOR INDUSTRIAL .....                                      | 32 |



|         |  |    |
|---------|--|----|
| 5.2.1   | Homogenización Bases de Datos Fuentes Industriales.....  | 32 |
| 5.2.2   | Actualización de la Información de Fuentes Industriales.....   | 32 |
| 5.2.2.1 | Consumo de Biomasa Sector Industrial .....   | 35 |
| 5.2.2.2 | Proveedor de Combustible .....   | 36 |
| 5.2.2.3 | Estado del Combustible .....   | 37 |
| 5.2.2.4 | Sistema de Control de Emisiones de las distintas fuentes .....   | 37 |
| 5.2.3   | Fuentes Industriales Georreferenciadas .....   | 38 |
| 5.3     | RESULTADOS: FUENTES RELEVANTES DE TIPO COMERCIAL Y EDIFICIOS.....  | 39 |
| 5.3.1   | Identificación de edificios .....  | 39 |
| 5.3.1.1 | Consumo de combustibles sólidos en edificios.....  | 40 |
| 5.3.2   | Identificación de Fuentes Relevantes de tipo Comercial .....   | 41 |
| 5.3.2.1 | Consumo de combustibles sólidos en el Rubro Educación .....  | 43 |
| 5.3.2.2 | Consumo de combustibles sólidos en el Rubro Panaderías .....   | 44 |
| 5.3.2.3 | Consumo de combustibles sólidos en el Rubro Hotelero .....   | 45 |
| 5.3.2.4 | Consumo de combustibles sólidos en el Rubro Restaurantes .....   | 46 |
| 5.3.3   | Fuentes Comerciales Relevantes Georreferenciadas.....  | 47 |
| 5.4     | RESULTADOS: ESTIMACIÓN DE EMISIONES .....  | 49 |
| 5.4.1   | Estimación de Emisiones de Fuentes Institucionales Año Base 2013.....  | 49 |
| 5.4.2   | Estimación de Emisiones de Fuentes Industriales .....  | 49 |
| 5.4.3   | Estimación de Emisiones de Fuentes Comerciales.....  | 52 |
| 5.4.4   | Estimación de Emisiones de Edificios.....  | 53 |
| 5.5     | RESULTADOS GENERALES DEL ESTUDIO .....   | 55 |
| 5.5.1   | CONSUMO DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS .....  | 55 |
| 5.5.2   | ESTIMACIÓN DE EMISIONES .....  | 58 |
| 6       | CONCLUSIONES .....   | 61 |
| 7       | ANEXOS .....   | 63 |
| 7.1     | ANEXO I. BASE DE DATOS INSTITUCIONES PÚBLICAS.....   | 63 |
| 7.2     | ANEXO II. BASE DE DATOS INDUSTRIALES.....  | 63 |
| 7.3     | ANEXO III. BASE DE DATOS FUENTES COMERCIALES Y EDIFICIOS .....   | 63 |
| 7.4     | ANEXO IV. LISTA DE CHEQUEO CALDERAS.....   | 63 |
| 7.5     | ANEXO V. LISTA DE CHEQUEO PROCESOS .....   | 63 |
| 7.6     | ANEXO VI. FACTORES DE EMISIÓN CÁLCULO DE EMISIONES PROVENIENTES DE LA<br>COMBUSTIÓN RESIDENCIAL DE LEÑA..... | 63 |
| 7.7     | ANEXO VII. FOTOGRAFÍAS TERRENO FUENTES INDUSTRIALES .....  | 63 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Información recogida por encuesta en terreno.....                                       | 14 |
| Tabla 2. Densidad de leña a diferentes humedades, según especie.....                             | 17 |
| Tabla 3. Factores de Emisión para Artefactos Sin Templador.....                                  | 18 |
| Tabla 4. Modo de Operación Periodo Diurno.....   | 18 |
| Tabla 5. Métodos de Estimación de Emisiones para calderas de potencia intermedia.....            | 18 |
| Tabla 6. Factores de Emisión para calderas a Chips y Mezclas de Biomasa.....                     | 19 |
| Tabla 7. Factores de Emisión para Leña Seca.....   | 19 |
| Tabla 8. Factores de Emisión para calderas a Carbón Bituminoso.....                              | 20 |
| Tabla 9. Factores de Emisión para calderas intermedias a leña seca.....                          | 20 |
| Tabla 10. Factores de Emisión para calderas intermedias a pellet.....                            | 21 |
| Tabla 11. Factores de Emisión para Hornos a Leña.....  | 21 |
| Tabla 12. Instituciones públicas compradoras de combustibles sólidos en la Comuna de Osorno..... | 22 |
| Tabla 13. N° Licitaciones que exigen calidad de la leña por bases.....                           | 27 |
| Tabla 14. Calidad de la leña adquirida.....  | 27 |
| Tabla 15. Especies de leña adquirida por las instituciones públicas (m³).....                    | 28 |
| Tabla 16. Precios de la leña por especie (\$).....   | 29 |
| Tabla 17. Listado de proveedores de leña.....  | 30 |
| Tabla 18. Criterios de evaluación empleados por I. Municipalidad de Osorno.....                  | 31 |
| Tabla 19. Criterios de evaluación empleados por otras instituciones excluyendo IMO.....          | 31 |
| Tabla 20. Fuentes Industriales Catastradas.....  | 32 |
| Tabla 21. Estado del combustible.....  | 37 |
| Tabla 22. Sistemas de control de las emisiones de fuentes industriales.....                      | 37 |
| Tabla 23. Consumos de Combustibles sólidos en Edificios.....                                     | 39 |
| Tabla 24. Consumo de leña anual por Edificio (m³/año).....                                       | 40 |
| Tabla 25. Tipo de combustible utilizado por el rubro comercial.....                              | 42 |
| Tabla 26. Categorización consumidores de leña de tipo comercial.....                             | 42 |
| Tabla 27. Consumo de leña por rubro del sector comercial.....                                    | 43 |
| Tabla 28. Ranking de consumo establecimientos privados.....                                      | 43 |
| Tabla 29. Tipo de combustible consumido en Panaderías relevantes.....                            | 44 |
| Tabla 30. Cantidad de leña consumida (m³/año) por Rubro Pandero.....                             | 44 |
| Tabla 31. Tipo de combustible consumido en el rubro hotelero.....                                | 45 |
| Tabla 32. Consumo de leña del sector hotelero.....   | 45 |
| Tabla 33. Consumo de combustibles del rubro restaurante.....                                     | 46 |
| Tabla 34. Consumo de combustibles del rubro restaurante.....                                     | 49 |
| Tabla 35. Estimación de Emisiones del Sector Industrial.....                                     | 50 |
| Tabla 36. Emisiones generadas en el sector comercial.....  | 52 |
| Tabla 37. Emisiones de MP2,5 generadas en el sector comercial.....                               | 53 |
| Tabla 38. Emisiones generadas en el sector Edificios.....  | 53 |
| Tabla 39. Consumo de leña por sector catastrado.....   | 55 |
| Tabla 40. Comparación de aportes de los distintos sectores consumidores de leña.....             | 55 |
| Tabla 41. Consumo de Biomasa * distintos rubros.....   | 56 |
| Tabla 42. Consumo de Biomasa (chip, viruta, aserrín, pellet) + leña (Ton/año).....               | 57 |
| Tabla 43. Consumo de Biomasa (chip, viruta, aserrín, pellet) + leña (Ton/año).....               | 57 |
| Tabla 44. Estimación de emisiones por rubro.....   | 58 |
| Tabla 45. Estimación de emisiones por rubro + Residencial UCT.....                               | 60 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Encuesta sector comercial.....  | 16 |
| Figura 2. Total leña adquirida por instituciones en periodo de enero 2010 - agosto de 2014..... | 22 |
| Figura 3. Total leña adquirida por año (aumentar tamaño de la fuente en la figura).....         | 23 |
| Figura 4. Evolución anual de leña adquirida por instituciones (años 2010-2014).....             | 23 |
| Figura 5. Instituciones Públicas consumidoras de combustibles sólidos más relevantes.....       | 24 |
| Figura 6. Tipos de Establecimientos Municipales.....  | 24 |
| Figura 7. Consumo Escuelas y Liceos Municipales.....  | 25 |
| Figura 8. Consumo Jardines Infantiles Municipales.....  | 26 |
| Figura 9. Estado de la leña solicitada y adquirida (años 2010-2014).....                        | 27 |
| Figura 10. Total de leña adquirida por estado.....  | 28 |
| Figura 11. Especie de leña adquirida.....   | 28 |
| Figura 12. Precios de la leña por especie y por año.....  | 29 |
| Figura 13. Ranking de Proveedores.....  | 30 |
| Figura 14. Consumo Biomasa Rubro Industrial.....  | 35 |
| Figura 15. Consumo Carbón Rubro Industrial.....   | 36 |
| Figura 16. Consumo de Leña en Fuentes Industriales.....   | 36 |
| Figura 17. Consumo de Leña en Fuentes Industriales.....   | 37 |
| Figura 18. Consumo de Leña en Fuentes Industriales.....   | 38 |
| Figura 19. Distribución del consumo de combustible de edificios.....                            | 39 |
| Figura 20. Consumo de leña de edificios.....  | 41 |
| Figura 21. Rubros relevantes considerados como fuentes comerciales.....                         | 41 |
| Figura 22. Tipo de combustible utilizado por el rubro comercial.....                            | 42 |
| Figura 23. Distribución de consumo de leña en el sector comercial.....                          | 43 |
| Figura 24. Ranking de consumo de leña dentro del rubro Educación.....                           | 44 |
| Figura 25. Ranking de Panaderías consumidoras de Leña.....                                      | 45 |
| Figura 26. Ranking de consumo rubro hotelero.....   | 46 |
| Figura 27. Ubicación de las fuentes comerciales relevantes en la ciudad de Osorno.....          | 47 |
| Figura 28. Ubicación edificios consumidores de combustibles sólidos ciudad de Osorno.....       | 48 |
| Figura 29. Aporte porcentual de emisiones de MP2,5 por institución.....                         | 49 |
| Figura 30. Aporte porcentual de emisiones de material particulado del Sector Industrial.....    | 50 |
| Figura 31. Aporte porcentual de emisiones de MP10 por Empresa.....                              | 50 |
| Figura 32. Aporte porcentual de emisiones de MP2,5 por Empresa.....                             | 51 |
| Figura 33. Aporte porcentual de emisiones de SOx por Empresa.....                               | 51 |
| Figura 34. Aporte porcentual de emisiones de CO por Empresa.....                                | 51 |
| Figura 35. Aporte porcentual de emisiones de COVs por Empresa.....                              | 52 |
| Figura 36. Aporte porcentual de emisiones de MP2,5 Sector Comercial.....                        | 52 |
| Figura 37. Emisiones de material particulado proveniente de Edificios.....                      | 54 |
| Figura 38. Distribución porcentual del consumo de leña por sector catastrado.....               | 55 |
| Figura 39. Aporte porcentual de los distintos sectores consumidores de leña en Osorno.....      | 56 |
| Figura 40. Consumo Biomasa distintos sectores.....  | 56 |
| Figura 41. Consumo Biomasa + Leña.....  | 57 |
| Figura 42. Consumo Biomasa + Leña distintos rubros.....   | 58 |
| Figura 43. Emisión de Material Particulado por rubro.....                                       | 59 |
| Figura 44. Aporte porcentual del MP10 por rubro.....  | 59 |
| Figura 45. Aporte porcentual del MP2,5 por rubro.....   | 59 |
| Figura 46. Aporte porcentual del SO <sub>2</sub> por rubro.....                                 | 60 |
| Figura 47. Aporte porcentual del MP2,5 por rubro + Estimación Residencial UCT.....              | 60 |



## 1 ANTECEDENTES GENERALES DE LA CONSULTORÍA

### 1.1 IDENTIFICACIÓN DEL MANDANTE

Nombre : SUBSECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE  
Unidad de Compra : SEREMI del Medio Ambiente, Región de Los Lagos  
RUT : 61.979.930-5  
Dirección : Concepción N° 120, Oficina 805.  
Comuna : Puerto Montt  
Región : Los Lagos

### 1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA CONSULTORA

Nombre : SICAM INGENIERÍA LTDA.- Servicios Integrales de Calidad Ambiental Ltda.  
RUT : 76.244.668-5  
Dirección : Prieto Sur 965  
Comuna : Temuco  
Región : Araucanía  
Email : [contacto@sicam.cl](mailto:contacto@sicam.cl)  
Teléfono : (056-45) 2647070  
Web : [www.sicam.cl](http://www.sicam.cl)



## 2 INTRODUCCIÓN

La leña ocupa el segundo lugar en la matriz energética nacional de acuerdo a estadísticas de la Comisión Nacional de Energía (CNE). La leña posee importantes ventajas, siendo un energético de bajo costo, de producción local, y descentralizada. Sin embargo, su uso ineficiente y falta de regulación ha traído consecuencias negativas en centros urbanos del centro y sur del país. Es así como diversas ciudades del sur de Chile presentan altos niveles de contaminación por material particulado proveniente de la combustión ineficiente de leña.

En la comuna de Osorno el uso de leña es considerado como la principal causa de contaminación atmosférica, y ha propiciado en 2012 la declaración como Zona Saturada por material particulado respirable MP10 y material particulado fino MP2,5, debido a la superación sistemática de los límites establecidos en la normativa vigente, el DS N°59/98 y DS N°12/11 respectivamente. Conjuntamente a la leña, algunos otros combustibles sólidos como el carbón se presume generan un aporte importante en la contaminación de la zona, atribuible principalmente a fuentes industriales.

Para avanzar en la solución de los problemas de calidad del aire por material particulado que afectan a la comuna de Osorno, se requiere de la elaboración de estudios que permitan mejorar la gestión de la calidad del aire en la zona. Dada la naturaleza de las emisiones atmosféricas en la ciudad de Osorno, es necesario contar con un estudio que dé cuenta de las características del mercado de la leña como combustible. En ese sentido, es necesario conocer la demanda de este energético que considere además a los tipos de consumidores, su comportamiento en el uso de leña, las tecnologías de combustión y la calidad y cantidad de leña consumida, entre otros aspectos relevantes.

De esta manera, el presente estudio busca generar una línea de base actualizada de grandes y medianos consumidores de combustibles sólidos en la comuna de Osorno, que permitan al Ministerio de Medio Ambiente contar con información actualizada, para apoyar la elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférica, y orientar las estrategias y medidas que se deben implementar en la zona para recuperar los niveles aceptables de calidad del aire, y propiciar así una mejor calidad de vida.

El presente informe corresponde al INFORME FINAL del desarrollo de la consultoría denominada "ESTUDIO DE GRANDES Y MEDIANOS CONSUMIDORES DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE OSORNO" encargado por la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente de la Región de Los Lagos y adjudicado por la Empresa SICAM INGENIERÍA LTDA. De acuerdo a las Bases Administrativas y Técnicas de la presente consultoría se establece que el informe Final debe incluir los resultados de todas las actividades de esta consultoría, análisis de los resultados, conclusiones y un resumen ejecutivo de la misma.





### 3 OBJETIVOS DE LA CONSULTORÍA

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Generar una línea base actualizada de grandes y medianos consumidores de combustibles sólidos en la ciudad de Osorno.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Generar una Base de Datos de las Instituciones Públicas de Osorno que consumen combustibles sólidos.
- II. Actualizar la información de la Base de Datos entregada al consultor respecto de las fuentes emisoras de tipo privadas e industriales en la ciudad de Osorno.
- III. Caracterizar los consumidores de combustibles sólidos relevantes que no se encuentren en la Base de Datos entregada al consultor en la ciudad de Osorno.

#### 3.3 ACTIVIDADES POR OBJETIVO

Las actividades a desarrollar para el cumplimiento de los objetivos de la consultoría se señalan a continuación.

| OBJETIVOS   | ACTIVIDADES  |
|---|--|
| Objetivo 1: Generar una Base de Datos de las Instituciones Públicas de Osorno que consumen combustibles sólidos.  | a) Revisión y realización de un catastro de compras públicas de combustibles sólidos de la comuna de Osorno.<br>b) Georreferenciación de Instituciones Públicas que consumen combustibles sólidos de la Comuna de Osorno.  |
| Objetivo 2: Actualizar la información de la Base de Datos entregada al consultor respecto de las fuentes emisoras de tipo privadas e industriales en la ciudad de Osorno. | a) Homogenizar las Bases de Datos que se entregarán de fuentes emisoras de la comuna de Osorno.<br>b) Actualizar la Base de Datos de fuentes emisoras de la comuna de Osorno.<br>c) Georreferenciación de las grandes fuentes emisoras que consumen combustibles sólidos de la comuna de Osorno. |
| Objetivo 3: Caracterizar los consumidores de combustibles sólidos relevantes que no se encuentren en la Base de Datos entregada al consultor en la ciudad de Osorno.      | a) Realizar una búsqueda de las grandes fuentes emisoras que no están presentes en la Base de Datos generada en el Objetivo Específico N° 2.<br>b) Caracterizar las fuentes emisoras más relevantes<br>c) Georreferenciación de las grandes fuentes emisoras identificadas.                      |

## 4 DESARROLLO METODOLÓGICO POR OBJETIVO

La metodología empleada para el desarrollo de la consultoría se enmarca en dos componentes, uno dice relación con la revisión y análisis de la información existente y el otro componente se trata del levantamiento de información en terreno para la actualización de las bases de datos recopiladas en la primera parte. El presente informe da cuenta de la revisión y análisis de la información existente, mediante el catastro de compras públicas, en el área de los combustibles sólidos, la revisión y homogenización de las bases de datos existente, la identificación de nuevos consumidores relevantes que no se encuentren catastrados en las bases de datos antes revisadas y además, el proceso de levantamiento de información para los distintos sectores en estudio.

### 4.1 OBJETIVO 1. BASE DE DATOS INSTITUCIONES PÚBLICAS

#### 4.1.1 Actividad 3.1.1 Catastro Compras Públicas

El desarrollo de esta actividad se basa en tres etapas, la primera consistió en la búsqueda de las instituciones a través del catastro de todas las compras transadas en Mercado Público, mediante licitación, en los rubros relacionados con la adquisición de combustibles sólidos en la comuna de Osorno. La segunda consistió en el diseño y elaboración de una base de datos que contenga la información recabada en la búsqueda y la tercera etapa consistió en el análisis de la información y obtención de indicadores de las instituciones públicas catastradas, en relación al consumo de combustibles sólidos. A continuación se presenta el desarrollo de cada una de las etapas mencionadas.

##### ***Búsqueda de Instituciones y Proveedores:***

La búsqueda de las instituciones públicas consumidoras de combustibles sólidos en la comuna de Osorno, se realizó mediante un catastro de las compras en el Portal Mercado Público. En este portal es posible acceder al detalle de cada transacción realizada y aplicar filtros para facilitar la búsqueda.

A modo de asegurar una búsqueda completa y no dar lugar a errores, se realizó la búsqueda de todas las compras transadas en la Región de Los Lagos desde el año 2010 a la fecha, ingresando la información a una planilla en formato Excel. De esta planilla general, se seleccionaron todas las compras realizadas solo para instituciones dentro de la comuna de Osorno. Finalmente se acotó la búsqueda a los rubros que dicen relación con la adquisición de combustibles sólidos, esto es: Astillas de Madera, Calefacción Central, Chimeneas de Leña, Desperdicios o restos de madera, Madera de coníferas, Maderas Duras, Recursos de madera Combustible y Troncos. Además de usar palabras claves dentro de la base de datos, tales como: Leña, Calefacción, Astilla, Pellet, Eucalipto, Hualle, Ulmo, Aserrín, Nativa, madera y sus variaciones, a fin de abarcar todas las licitaciones requeridas.

La primera fuente de información para realizar este catastro fueron las licitaciones públicas, sin embargo, por recomendación de la contraparte técnica, se procedió a realizar la misma búsqueda, pero considerando las órdenes de compra que se encuentran disponibles en el Portal. Se encontraron

solo 9 transacciones nuevas, y que no habían sido consideradas en la primera búsqueda, sin embargo, es importante mencionar, que fueron poco relevantes en relación a la cantidad de combustible adquirido.

### Base de Datos:

La información obtenida a partir del Portal Mercado Público fue incorporada a una base de datos en formato Excel que contiene la información que se describe a continuación a modo de ejemplo. La base de datos completa se adjunta en Anexo I.

### Componente: INFORMACIÓN COMPRADOR:

En este apartado se incorporó la información relacionada con la institución compradora, identificando el nombre de la unidad de compra, la institución a la cual pertenece y sus datos de ubicación y contacto: dirección, comuna, contacto, teléfono y coordenadas.

| BASE DE DATOS   |                            |   |        |                  |              |         |           |  |  |
|---|----------------------------|---|--------|------------------|--------------|---------|-----------|--|--|
| "ESTUDIO DE GRANDES Y MEDIANOS CONSUMIDORES DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE OSORNO" |                            |   |        |                  |              |         |           |  |  |
| SECTOR: INSTITUCIONES PÚBLICAS  |                            |   |        |                  |              |         |           |  |  |
| INFORMACIÓN COMPRADOR   |                            |   |        |                  |              |         |           |  |  |
| Comprador   | Institución                | Dirección                                 | Comu   | Contacto         | Teléfono     | Coorder | Coordenad |  |  |
| DAEM- ESCUELA SUZA  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | FELIZARDO ASENUJO 450                     | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656872  | 5505974   |  |  |
| DAEM- ESCUELA PAUL HARRIS   | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | CAMPOLICAN 99 RAHUE 2                     | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656896  | 5507989   |  |  |
| DAEM- ESCUELA GARCÍA HURTADO DE MENDOZA   | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | JUAN DE BOSQ. HERNANDEZ SIN RAHUE ALTO    | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656922  | 5506999   |  |  |
| DAEM- ESCUELA CLAUDIO APRAU   | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | FOR LA RAZÓN O LA FUERZA 650              | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656889  | 5506890   |  |  |
| DAEM- ESCUELA MODELO  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | GUAITEMALA 1600 RAHUE BAJO                | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656956  | 5506952   |  |  |
| DAEM- ESCUELA IGNACIO ZENTENO   | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | ZENTENO 2471                              | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656970  | 5509009   |  |  |
| DAEM- ESCUELA ITALIA  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | VALPARAISO 617 RAHUE BAJO                 | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656862  | 5506816   |  |  |
| DAEM- ESCUELA LAGO PUFANICO   | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | RAFAEL SOTOMAYOR 415                      | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656243  | 5505948   |  |  |
| DAEM- ESCUELA ESPAÑA  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | JULIO BUSCHMANN 2489                      | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656038  | 5506376   |  |  |
| DAEM- ESCUELA SOCIEDAD DE SOCORRO DE SEÑORAS  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | 12 DE OCTUBRE 1367 POBLACION / CENTENARIO | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656901  | 5507733   |  |  |
| DAEM- INSTITUTO COMERCIAL   | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | LOS CARRERA 781                           | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 657921  | 5507636   |  |  |
| DAEM- INSTITUTO POLITECNICO   | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | SANTA MARÍA 1701                          | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656940  | 5507247   |  |  |
| DAEM- LICEO INDUSTRIAL  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | GUILLELMO HOLTEBAS 125                    | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656873  | 5506695   |  |  |
| DAEM- LICEO CARMELA CARYAJAL  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | FRANCISCO ELBAO 1380                      | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656914  | 5506821   |  |  |
| DAEM- LICEO ELEUTERIO RAMIREZ   | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | FERRER 752                                | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 656901  | 5506979   |  |  |
| DAEM- LICEO RAHUE   | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | AVDA. PACIFICO 630                        | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 655389  | 5506492   |  |  |
| DAEM- PARVULARIO PEDRO AGUIRRE CERDA  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | LOS ANDES ESQ. LA RÍOJA RAHUE ALTO        | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 655121  | 5506980   |  |  |
| DAEM- ESCUELA RURAL PELLECO   | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | PELLECO CAMINO REMEJUE MUPULMO            | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 657339  | 5509192   |  |  |
| DAEM- ESCUELA RURAL PUCOHUE   | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | PUCOHE SECTOR COSTA KM 19                 | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 646590  | 5502088   |  |  |
| DAEM- ESCUELA RURAL TRINQUICAHUIN   | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | TRINQUICAHUIN KM 23                       | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 648347  | 5439932   |  |  |
| DAEM- ESCUELA RURAL MARIA LUISA BOMBAL  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | POLLOCCO KM 19 SECTOR COPILLERA           | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 657824  | 5505626   |  |  |
| DAEM- ESCUELA RURAL SANTA ROSA DE PICHIDAMAS  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | PICHIDAMAS KM 30                          | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 676756  | 5492419   |  |  |
| DAEM- ESCUELA LUZ Y SABER DE CANCURA  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | VILLA CANCURA KM 23                       | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 67847   | 5488225   |  |  |
| DAEM- ESCUELA CANCHÁ LARGA  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | CAMINO A CHANCO KM 32                     | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 643957  | 5522630   |  |  |
| DAEM- ESCUELA PICHIL  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | PICHIL KM 17                              | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 657968  | 5492996   |  |  |
| DAEM- ESCUELA RURAL FORRAHUE  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | FORRAHUE KM 25                            | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 642687  | 5507780   |  |  |
| DAEM- ESCUELA VALTERIO MEYER  | I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | PUEHUE PRUTA 216 KM 17                    | OSORNO | CARINA HENRIQUEZ | 56-64-261800 | 673319  | 5504625   |  |  |

### Componente: INFORMACIÓN DE LA COMPRA

En este ítem se incluyó la información correspondiente a las características de la compra propiamente tal, indicando el N° I.D. de la Licitación o N° de Orden de Compra, según corresponda, para una posible consulta posterior, el rubro bajo el cual se licitó, la fecha de adjudicación, el tipo de combustible sólido, la especie cuando se trate de Leña, el % de humedad, además del estado (Certificada, Seca, no específica (N.E.)), las condiciones de humedad por bases y las condiciones de humedad adquirida, la cantidad y unidad de compra (m³, varas, kg, etc.), el formato del producto (metro cúbico, saco, bolsa, canasto, etc.) y finalmente el precio por unidad.

| INFORMACIÓN DE COMPRA |                                |               |               |          |             |                |             |             |          |      |              |                     |
|-----------------------|--------------------------------|---------------|---------------|----------|-------------|----------------|-------------|-------------|----------|------|--------------|---------------------|
| ID Licitación         | Rubro                          | Fecha Adquisi | Tipo Combusti | Especie  | % H por bas | Estado por bas | % H adquiri | Estado      | Cantidad | Unid | Formato      | \$ x unidad (IVA In |
| 2306-16-11M           | Maderas duras                  | 18-08-14      | Leña          | Eucalpto | <30%        | Seca           | <25%        | Certificada | 9,00     | m3   | Metro cúbico | 33.333              |
| 2306-16-11M           | Maderas duras                  | 18-08-14      | Leña          | Eucalpto | <30%        | Seca           | <25%        | Certificada | 9,00     | m3   | Metro cúbico | 33.333              |
| 2306-16-11M           | Madera de coníferas            | 16-06-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 30,00    | m3   | Metro cúbico | 33.320              |
| 2306-16-11M           | Recursos de madera combustible | 09-05-14      | Leña          | Umo      | <30%        | Certificada    | <25%        | Certificada | 6,00     | m3   | Metro cúbico | 57.233              |
| 1859-2-11M            | Recursos de madera combustible | 30-04-14      | Leña          | Eucalpto | <40%        | Certificada    | <25%        | Certificada | 15,00    | m3   | Metro cúbico | 34.113              |
| 1524-14-LP14          | Recursos de madera combustible | 24-04-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 15,00    | m3   | Metro cúbico | 28.560              |
| 1524-14-LP14          | Recursos de madera combustible | 24-04-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 10,00    | m3   | Metro cúbico | 28.560              |
| 1524-14-LP14          | Recursos de madera combustible | 24-04-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 5,00     | m3   | Metro cúbico | 28.560              |
| 2306-16-1E14          | Troncos                        | 03-03-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 50,00    | m3   | Metro cúbico | 22.848              |
| 2306-16-1E14          | Troncos                        | 03-03-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 80,00    | m3   | Metro cúbico | 22.848              |
| 2306-16-1E14          | Troncos                        | 03-03-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 20,00    | m3   | Metro cúbico | 22.848              |
| 2306-16-1E14          | Troncos                        | 03-03-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 15,00    | m3   | Metro cúbico | 22.848              |
| 2306-16-1E14          | Troncos                        | 03-03-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 30,00    | m3   | Metro cúbico | 22.848              |
| 2306-16-1E14          | Troncos                        | 03-03-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 70,00    | m3   | Metro cúbico | 22.848              |
| 2306-16-1E14          | Troncos                        | 03-03-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 80,00    | m3   | Metro cúbico | 22.848              |
| 2306-16-1E14          | Troncos                        | 03-03-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 20,00    | m3   | Metro cúbico | 22.848              |
| 2306-16-1E14          | Troncos                        | 03-03-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 20,00    | m3   | Metro cúbico | 22.848              |
| 2306-16-1E14          | Troncos                        | 03-03-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 30,00    | m3   | Metro cúbico | 22.848              |
| 2306-16-1E14          | Troncos                        | 03-03-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 80,00    | m3   | Metro cúbico | 22.848              |
| 2306-16-1E14          | Troncos                        | 03-03-14      | Leña          | Eucalpto | <25%        | Seca           | <25%        | Certificada | 15,00    | m3   | Metro cúbico | 22.848              |

### Componente: CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

En este apartado se incorporó la información correspondiente a los criterios de evaluación determinados por la institución compradora al momento de licitar la adquisición de combustibles sólidos. Se incluyó información del criterio empleado, las especificaciones y su ponderación, para luego realizar un análisis de los criterios de evaluación que utilizan las instituciones a la hora de licitar la compra de su combustible.

| CRITERIOS DE EVALUACIÓN                |  |             |                     |                             |             |                      |                             |             |  |
|--|--|-------------|---------------------|-----------------------------|-------------|----------------------|-----------------------------|-------------|--|
| Crit. Evaluación I                     | Especificación                                       | Ponderación | Crit. Evaluación II | Especificación              | Ponderación | Crit. Evaluación III | Especificación              | Ponderación |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Certificación       | Certificado: 7 / sin cer    | 15%         | Precio               | Menor: 100 / 2 : 80 / 3 : € | 60%         |  |
| Cumplimiento de entrega formal Técnico | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Calidad Técnica     | Certificado: 7 / sin cer    | 15%         | Precio               | Menor: 100 / 2 : 80 / 3 : € | 60%         |  |
| Impacto Medioambiental                 | Ulmo certificada:100 / Broza:50 / No inform:0        | 70%         | Plazo de Entrega    | Certificado: 7 / sin cer    | 15%         | Precio               | Menor: 100 / 2 : 80 / 3 : € | 60%         |  |
| Presentación de Formularios            | Ulmo certificada:100 / No certificada: 0             | 10%         | Plazo de Entrega    | 1-3 d. 100/ 4-6 d. 60 / 7 / | 10%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 20%         |  |
| Presentación de Formularios            | Ulmo certificada:100 / No certificada: 0             | 10%         | Plazo de Entrega    | (Puntaje mínimo ofertar     | 20%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 40%         |  |
| Presentación de Formularios            | Todos los antecedentes: 7 / omite lo más: 1          | 5%          | Certificaciones     | Certificado: 7 / sin cer    | 15%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 50%         |  |
| Presentación de Formularios            | Todos los antecedentes: 7 / omite lo más: 1          | 5%          | Certificaciones     | Certificado: 7 / sin cer    | 15%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 50%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Todos los antecedentes: 7 / omite lo más: 1          | 5%          | Certificaciones     | Certificado: 7 / sin cer    | 15%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 50%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |
| Cumplimiento de requisitos             | Cumple con los requisitos: 100 / falta 1 antecedente | 5%          | Plazo de Entrega    | Plazo menor: 100 / fue      | 25%         | Precio               | (Precio mínimo ofertar      | 70%         |  |

### Componente: INFORMACIÓN DEL PROVEEDOR:

Este apartado de la Base de Datos incorporó la información correspondiente al proveedor, en donde se especificó la empresa, nombre o razón social, dirección, RUT y datos del contacto, además de indicar si cuenta con el Sello Verde de la Certificación y la fecha de vencimiento de acuerdo al certificado emitido por COCEL, que cada empresa adjunta en su propuesta.

| INFORMACIÓN PROVEEDOR |                             |                              |        |              |               |            |                            |      |                  |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|--------|--------------|---------------|------------|----------------------------|------|------------------|
| Empresa               | Nombre                      | Dirección                    | Comun. | RUT          | Teléfono      | Certificad | Email                      | Año  | Validez de la    |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| LENAS FORRAHUE        | JORGE RENÉ HERNÁNDEZ ANTIPA | Ruta 140 km 16 Osorno        | Osorno | 10.955.152-5 | 66-64-1976882 | SI         | jhernandezantipa@gmail.com | 2014 | Sello definitivo |
| LENAS FORRAHUE        | JORGE RENÉ HERNÁNDEZ ANTIPA | Ruta 140 km 16 Osorno        | Osorno | 10.955.152-5 | 66-64-1976882 | SI         | jhernandezantipa@gmail.com | 2014 | Sello definitivo |
| LENAS FORRAHUE        | JORGE RENÉ HERNÁNDEZ ANTIPA | Ruta 140 km 16 Osorno        | Osorno | 10.955.152-5 | 66-64-1976882 | SI         | jhernandezantipa@gmail.com | 2014 | Sello definitivo |
| LENAS FORRAHUE        | JORGE RENÉ HERNÁNDEZ ANTIPA | Ruta 140 km 16 Osorno        | Osorno | 10.955.152-5 | 66-64-1976882 | SI         | jhernandezantipa@gmail.com | 2014 | Sello definitivo |
| LENAS FORRAHUE        | JORGE RENÉ HERNÁNDEZ ANTIPA | Ruta 140 km 16 Osorno        | Osorno | 10.955.152-5 | 66-64-1976882 | SI         | jhernandezantipa@gmail.com | 2014 | Sello definitivo |
| LENAS FORRAHUE        | JORGE RENÉ HERNÁNDEZ ANTIPA | Ruta 140 km 16 Osorno        | Osorno | 10.955.152-5 | 66-64-1976882 | SI         | jhernandezantipa@gmail.com | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ   | GERMÁN ARIAS QUIROZ         | Paje Luta 877, Villa Almagro | Osorno | 9.295.510-9  | 66-64-218061  | SI         | germanosandes@gmail.com    | 2014 | Sello definitivo |

La información sistematizada en la Base de Datos permitió generar un análisis detallado de los antecedentes de las instituciones compradoras, los combustibles tronzados y los proveedores, cuyos resultados se presentan en el punto 5 del presente informe.

#### 4.1.2 Actividad 3.1.2 Georeferenciar Instituciones Públicas

Para realizar la georeferenciación y mapeo de las fuentes de instituciones públicas se utilizó en primera instancia una búsqueda de las direcciones mediante Google Maps, luego se corrigió la ubicación con google earth.

Para la ubicación de los establecimientos educacionales se utilizó la base de datos de Georreferenciación de Escuelas y Liceos elaborada por la Subsecretaría de Educación año 2011, la cual está disponible en el portal [www.datos.gob.cl](http://www.datos.gob.cl) del Gobierno de Chile.

## 4.2 OBJETIVO 2: ACTUALIZAR INFORMACIÓN DE FUENTES INDUSTRIALES

### 4.2.1 Actividad 3.2.1. Homogenizar bases de datos Fuentes Industriales

Una vez iniciada la consultoría, la contraparte técnica hizo entrega de toda la información disponible respecto a consumidores de combustibles sólidos. Dentro de la información se cuenta con la base de datos del Registro de Calderas, manejado por la SEREMI de Salud, además de una base de datos de calderas en el marco de un estudio de calefacción distrital que se ejecutó en ciertas ciudades del país, incluida Osorno.

Se elaboró una nueva base de datos "BD\_ Industriales" en donde se homologó la información contenida en ambos registros de calderas y se agregaron nuevos campos, necesarios para obtener una caracterización completa de los consumidores de los combustibles más relevantes en la ciudad de Osorno.

Además de las bases de datos entregadas por la contraparte técnica, SICAM Ingeniería obtuvo de parte de la SEREMI del Medio Ambiente de la Región de la Araucanía, en el marco de la actualización del inventario de emisiones de Temuco y Padre Las Casas, una base de datos que contiene la información de todas las calderas a nivel nacional, que fueron informadas en el RETC por las fuentes emisoras de cada comuna del país. Esta base de datos fue levantada en el marco de la implementación del estudio para la definición de la nueva norma de calderas que regirá en nuestro país. De esta forma, se obtuvo información más completa para las fuentes existentes en la comuna de Osorno. Se revisó además los registros de declaraciones y estudios de impacto ambiental, para la comuna de Osorno en el portal E-SEIA, del Servicio de Evaluación Ambiental.

Finalmente, de parte de la SEREMI de Salud fue posible obtener la base de datos de las declaraciones de emisiones contenidas en el RETC, en el marco del DS138, para todas las fuentes de la Región de Los Lagos, lo que representa la fuente de información más importante, ya que se encuentra actualizada al año 2013.

Considerando los antecedentes antes expuestos, se elaboró la nueva base de datos con la información recopilada de las 3 bases de datos mencionadas, dejando un formato estándar. La base de datos completa se entrega en Anexo II. Bases de datos Industriales

### 4.2.2 Actividad 3.2.2 Actualizar Base de datos Fuentes Industriales

Para la actualización de la información de las fuentes industriales emisoras, consumidoras de combustibles sólidos, se analizó la última declaración de emisiones (RETC 2013) facilitada por la SEREMI de Salud de Los Lagos, actualizando con ella parte de la información contenida en el registro de calderas y después de identificar las industrias que efectivamente consumen combustibles sólidos, se realizó una campaña de terreno, ejecutada entre el 10 y el 14 de octubre del presente año, lo que consideró la visita a las plantas de MADEXPO, MADESUR, Matadero Frigorífico Osorno, Industria Valle Verde, SKRETTING Osorno, MAFRISUR, WATT'S (CALO), NESTLÉ Osorno, KUNSTMANN (ex CAROZZI) y NESTLÉ Cancura. La campaña de terreno fue llevada a cabo por los profesionales de la empresa consultora, Ing. Cristian Varela Bruce e Ing. Sergio Dávila Riquelme, quienes asistieron debidamente identificados con una credencial timbrada y firmada por el SEREMI del Medio Ambiente, además de portar una carta de respaldo a la ejecución de las labores de terreno.

Posterior a la campaña de terreno se contó con información entregada por profesionales de la SEREMI del Medio Ambiente de Los Lagos, correspondiente a una visita a terreno realizada en el marco de la elaboración del capítulo de medidas de la regulación y control de Emisiones Industriales del Anteproyecto del PDA de Osorno. En dicha información se encontró una fuente relevante correspondiente a Maderas Castilla, la cual no fue catastrada en la campaña de terreno ejecutada, por lo tanto, fue incorporada posteriormente a la base de datos para realizar los cálculos correspondientes.

La información recabada en terreno para actualización de fuentes consideró los campos presentados en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Información recogida por encuesta en terreno

| Ítem                            | Indicador   |
|---------------------------------|---|
| Información del Establecimiento | Nombre  |
|                                 | RUT   |
|                                 | Fono  |
|                                 | Dirección   |
|                                 | Comuna  |
|                                 | Coordenadas   |
|                                 | Altura desde el nivel del mar                             |
| Datos de la Fuente              | Tipo de Caldera   |
|                                 | Fabricante  |
|                                 | Modelo  |
|                                 | Año Fabricación   |
|                                 | Potencia  |
|                                 | Presión   |
|                                 | Perfil de Funcionamiento (Meses-Días-Horas)               |
| Datos del Combustible (1 ...n)  | Cuenta con Estimación de Emisiones (Medición Isocinética) |
|                                 | Tipo de Combustible                                       |
|                                 | Consumo   |
|                                 | Porcentaje de Humedad                                     |
|                                 | Estado certificación                                      |
| Datos de la Descarga            | Proveedor   |
|                                 | Altura y Diámetro de la Chimenea                          |
|                                 | Velocidad de Salida de los Gases                          |
|                                 | Temperatura de los Gases                                  |
| Equipos de Control              | Altura desde la Fuente a la descarga                      |
|                                 | Tipo de Equipo  |
|                                 | Año de Instalación  |
|                                 | % de Abatimiento (teórico/real)                           |

#### 4.2.3 Actividad 3.2.3 Georreferenciar fuentes industriales

Para realizar la georreferenciación y mapeo de las fuentes industriales consumidoras de combustibles sólidos, se realizó en primera instancia una búsqueda de las direcciones mediante Google Maps, luego se corrigió la ubicación con google earth y se ratificó esta última con la visita a terreno. Cabe destacar que de las 10 empresas que consumen combustibles sólidos, 6 se ubican dentro del radio urbano de Osorno, y 3 se encuentran en los límites comunales (Valle Verde, Nestlé Cancura y MAFRISUR).

## 4.3 OBJETIVO 3: BÚSQUEDA DE GRANDES FUENTES EMISORAS COMERCIALES

### 4.3.1 Actividad 3.3.1 Búsqueda de grandes fuentes comerciales

Una vez estandarizada la información para consumidores Institucionales e Industriales (grandes consumidores) se procedió a concentrar la búsqueda en nuevas fuentes que no estuvieran consideradas en las bases de datos anteriores, considerando encontrar fuentes industriales importantes no declaradas en las bases de datos, fuentes de tipo comercial y fuentes de tipo edificio residenciales.

#### ***Búsqueda de nuevas fuentes industriales***

Esta búsqueda se realizó mediante la comparación de las bases de datos entregadas por la contraparte y la base de datos levantada para la norma de calderas. Además, se solicitó mediante carta formal dirigida a la SEREMI de Salud de la Región de Los Lagos, la información de la declaración de emisiones de todas las fuentes para la comuna de Osorno, recibiendo una respuesta favorable respecto a la solicitud. Con esta información, fue posible actualizar la planilla en relación con la información contenida en ella.

Otra fuente de información empleada fue el sitio del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en donde se realizó una búsqueda de los proyectos que entraron a evaluación en la comuna de Osorno, para contrastar la información ya reunida y detectar posibles nuevas fuentes de tipo industrial, lo cual no registró nuevos hallazgos para este tipo de fuentes.

#### ***Búsqueda de nuevas fuentes relevantes: Comerciales***

Las fuentes de tipo comercial fueron determinadas mediante la búsqueda en la base de datos de patentes municipales entregada por la contraparte técnica. Esta base de datos fue llevada a formato Excel, en donde fue posible filtrar por rubro. Esta búsqueda se centró solo en los rubros que fueron considerados relevantes, para catalogar a las fuentes comerciales como “grandes o medianos consumidores de combustibles sólidos”. Dentro de los rubros relevantes, de acuerdo a la experiencia del equipo de trabajo, se consideraron los siguientes:

- Panaderías (incluidas amasanderías, fábricas de empanadas, pastelerías, masas horneadas)
- Fábricas de elaboración (cecinas, leche, cerveza)
- Restaurantes
- Hoteles, hospedajes
- Centro de salud
- Escuelas, jardines infantiles, colegios, institutos (particulares)

En la base de datos cuenta con 6.719 patentes, luego de aplicar el filtro hacia los rubros relevantes quedaron 309 de forma preliminar. Para determinar si estas fuentes se consideran relevantes se realizó una inspección visual buscando cada fuente en google earth (mediante google Street View) en donde fue posible apreciar que muchas de ellas correspondían a negocios de barrio o viviendas particulares adaptadas a alguna actividad económica, por lo tanto se asume que es asimilable a un consumo de tipo domiciliario, no considerándose relevante como mediano o gran consumidor de combustibles sólidos. Luego de esta búsqueda, se seleccionaron 96 locales comerciales.

El levantamiento de información para el rubro comercial se realizó mediante contacto telefónico con los distintos locales y/o establecimientos, el instrumento aplicado se muestra a continuación:

| ENCUESTA CONSUMIDORES COMERCIALES   |                    |             |
|---|--------------------|-------------|
| ESTUDIO DE GRANDES Y MEDIANOS CONSUMIDORES DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS DE OSORNO<br>SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE LOS LAGOS |                    |             |
| <b>MÓDULO I: DATOS DE CONTACTO</b>  |                    |             |
| Nombre del Establecimiento  |                    |             |
| Dirección   |                    |             |
| Teléfono  |                    |             |
| <br>  |                    |             |
| <b>CONSUMO ANUAL ESTIMADO</b>   |                    |             |
| TIPO DE COMBUSTIBLE SÓLIDO  | PROCESO            | CALEFACCIÓN |
|   |                    |             |
| Meses de uso  |                    |             |
| Fecha de compra del combustible   |                    |             |
| Forma de abastecimiento   |                    |             |
| Proveedor   |                    |             |
| Precio promedio   |                    |             |
| Especie de leña   |                    |             |
| Estado (seca/húmeda/mezclada)   |                    |             |
|   |                    |             |
|   | PROCESO PRODUCTIVO | CALEFACCIÓN |
| TIPO DE EQUIPO DE COMBUSTIÓN  |                    |             |
| RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS  |                    |             |
| <b>Modulo II: DATOS DE UTILIZACIÓN DEL EDIFICIO</b>   |                    |             |
| <b>2. Régimen del Establecimiento</b>   |                    |             |
| <b>2.1 Tipo de Establecimiento</b>  |                    |             |
| 2.2 N° de Empleados   |                    |             |
| 2.3 N° de Alumnos   |                    |             |
| 2.3 Régimen de Funcionamiento (diario/semanal/anual)  |                    |             |
| 2.4 Producción anual (dependiendo del proceso productivo)   |                    |             |
| <br>  |                    |             |
| <b>Persona que responde la encuesta</b>   |                    |             |
| Nombre  |                    |             |
| Cargo   |                    |             |
| Email   |                    |             |
| Fecha y hora de aplicación de encuesta  |                    |             |

**Figura 1.** Encuesta sector comercial

Para el caso de los restaurantes, la revisión de las fuentes evidenció que la gran mayoría de los locales con patente de restaurant corresponden a pequeños locales de comida rápida o comidas al paso, por lo tanto se considera que el rubro es irrelevante para catalogarlo como mediano o gran consumidor de combustibles sólidos. Sin embargo, se acordó en reunión con la contraparte, catastrar los restaurantes ubicados en el polígono del sector centro y determinar su consumo de combustibles sólidos. Por lo tanto, en terreno se recorrió el sector centro y se solicitó a los locales que podrían consumir algún tipo de combustible sólido que respondieran la encuesta elaborada.

En relación al levantamiento de información de los edificios, se contó con una base de datos de la SEREMI de Salud, en donde se identificaron todos los edificios de la ciudad de Osorno, indicando además, el tipo de combustible que consumen. Por lo tanto, nuestra gestión se basó en contactar a los administradores de dichos edificios para solicitar la entrega de información referente a consumos, completando la encuesta antes mencionada. En los casos que no fue posible obtener la información mediante la encuesta, se utilizó la entregada por la base de datos del RETC, actualizada al 2013.



### 4.3.2 Actividad 3.3.2 Caracterizar fuentes comerciales relevantes

Considerando los antecedentes señalados en el punto anterior, para el rubro comercial, la caracterización se realizó principalmente para los establecimientos que consumieran más de 100 m<sup>3</sup>/año, lo cual se considera relevante dentro del rubro, sin embargo, se consideró el dato de consumos más bajos, para efectos de cálculo.

La caracterización se basó principalmente en determinar el tipo de combustible consumido, el nivel de consumo, perfil de funcionamiento, tipos de artefactos empleados, calidad del combustible e información del proveedor.

### 4.3.3 Actividad 3.3.3 Georreferenciar fuentes comerciales relevantes

Para realizar la georreferenciación y mapeo de las fuentes comerciales, se tomó como referencia solo las consideradas relevantes. Para lo cual, se realizó en primera instancia una búsqueda de las direcciones mediante Google Maps, luego se corrigió la ubicación con google earth.

## 4.4 METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES

### 4.4.1 Cálculo de Emisiones Instituciones Públicas

De acuerdo a la información del consumo de combustibles para el sector público, se consideraron los siguientes supuestos, para el cálculo de emisiones de instituciones públicas

- Instituciones usan leña seca
- Se asume un tipo de artefacto estándar correspondiente a Estufa Cámara Simple
- Supuesto 26% mala operación periodo diurno. (Dato obtenido de la Encuesta de Leña de Temuco, año 2014)
- Se asume que el tamaño de leña es irregular, asociado a artefactos domésticos.

El total de leña consumida por cada entidad se transformó de metros estéreos a metros sólidos utilizando un factor del 56%, y se utilizó la humedad y la densidad para cada tipo de especie seleccionada de la Tabla 2, la cual se construye a partir de datos del "Estudio del mercado de la leña en la ciudad de Chillán, 2005" elaborado por INFOR, año 2005.

**Tabla 2.** Densidad de leña a diferentes humedades, según especie

| Especie    | Densidad (kg/m <sup>3</sup> sólidos) |        |          |
|------------|--------------------------------------|--------|----------|
|            | CH=25%                               | CH=45% | CH=80%   |
| Eucalipto* | 733,91                               | 851,33 | 1.056,82 |
| Aromo      | 687,99                               | 798,07 | 990,71   |
| Hualle     | 656,53                               | 761,57 | 945,40   |

Fuente: INFOR, 2005

De acuerdo al supuesto planteado, referente a la definición de un artefacto sin templador, para el cálculo de emisiones, se consideró los factores de emisión, presentados en la tabla siguiente, para el

cálculo de las emisiones, además se estableció un modo de operación promedio a partir de los datos arrojados para el periodo diurno de la encuesta de leña aplicada en Temuco y Padre Las Casas, año 2014.

**Tabla 3.** Factores de Emisión para Artefactos Sin Templador

| Especie         | FE (kg/Ton) |                |
|-----------------|-------------|----------------|
|                 | Leña seca   | Mala operación |
| MP10            | 6,20        | 45,80          |
| MP2,5           | 5,80        | 42,60          |
| CO              | 207,10      | 584,70         |
| SO <sub>2</sub> | 0,10        | 0,20           |
| NO <sub>x</sub> | 2,00        | 14,40          |

Fuente: Actualización Inv. Temuco y PLC, 2014

**Tabla 4.** Modo de Operación Periodo Diurno

| Tiraje Abierto | Tiraje Cerrado |
|----------------|----------------|
| 74%            | 26%            |

Fuente: Actualización Inv. Temuco y PLC, 2014

#### 4.4.2 Cálculo de Emisiones Fuentes Industriales

Las emisiones de las fuentes industriales fueron calculadas de acuerdo a la siguiente tabla, priorizando siempre las mediciones en chimenea, como primera fuente de información.

**Tabla 5.** Métodos de Estimación de Emisiones para calderas de potencia intermedia

| Categoría | Sub-Categoría                                  | Fuente de Información                               |
|-----------|--|---|
| 1         | Medición en la chimenea                        | Medición puntual en chimenea Isocinética y de Gases |
| 2         | Factores de emisión específicos para el equipo | Factor de emisión informado por el fabricante       |
| 3         | Factor de Emisión                              | De Acuerdo a AP-42                                  |
| 4         | Balance de Materia                             | Registros de Ingreso y Salidas de sustancias.       |

Fuente: Elaboración propia

Aquellas fuentes que no poseen mediciones y cuenten con datos de emisión erróneos o incompletos, fueron recalculados utilizando como base la definición de los combustibles empleados, según el tipo y cantidad reportada por la industria, y los controles existentes (de estar disponibles), junto con los factores de emisión correspondientes a los procesos y el nivel de operación llevado a cabo en cada fuente emisora.

La ecuación general a utilizada para el cálculo de las fuentes puntuales mediante factor de emisión es la siguiente:

$$E = NA \times FE \times \left(1 - \% \frac{EF_t}{100}\right)$$

**Ec. 1**

Donde:

E : Emisión

NA : Nivel de Actividad

FE : Factor de Emisión

EF: : % Eficiencia total del Equipo de Control

Es importante notar que solamente dos empresas en Osorno, poseen mediciones isocinéticas, Skretting y Watt's (Catamutún), las cuales fueron utilizadas y corregidas de acuerdo al número real de horas de funcionamiento anuales.

Para el caso de fuentes que utilizan sistemas de control, se utilizó como primera fuente de información la eficiencia real medida de los equipos instalados. De no contar con dicha información se favoreció el factor de emisión específico para el sistema de control instalado. Es importante destacar que para Nestlé Cancura, se utilizó el FE sin sistema de control, puesto que la eficiencia medida del Precipitador Electrostático instalado es del 98,7% mientras que el reportado en el FE es de 90%.

Los factores de emisión utilizados corresponden a los presentados en las tablas siguientes (Tabla 6, 7 y 8) todos fueron sacados del Webfire de la EPA, además se muestra la conversión utilizada, debido a que utiliza información específica del calor específico superior del combustible utilizado (HHV).

**Tabla 6.** Factores de Emisión para calderas a Chips y Mezclas de Biomasa

| Contaminante     | lb/Mm<br>btu | HHV<br>(BTU/lb) | (MBTU/BTU) | Constante | lb/ton  | ton/ton | Sistema de Control             |
|------------------|--------------|-----------------|------------|-----------|---------|---------|--------------------------------|
| CO               | 6,0E-01      | 8,8E+03         | 1E+06      | 2000      | 1,1E+01 | 0,00530 | SIN CONTROL                    |
| NO <sub>x</sub>  | 2,2E-01      | 8,8E+03         | 1E+06      | 2000      | 3,9E+00 | 0,00194 | SIN CONTROL                    |
| MP10             | 5,0E-01      | 8,8E+03         | 1E+06      | 2000      | 8,8E+00 | 0,00442 | SIN CONTROL                    |
| MP10             | 4,0E-02      | 8,8E+03         | 1E+06      | 2000      | 7,1E-01 | 0,00035 | PRECIPITADOR<br>ELECTROSTÁTICO |
| MP10             | 4,9E-01      | 8,8E+03         | 1E+06      | 2000      | 8,7E+00 | 0,00433 | CICLÓN                         |
| MP2,5            | 4,3E-01      | 8,8E+03         | 1E+06      | 2000      | 7,6E+00 | 0,00380 | SIN CONTROL                    |
| MP2,5            | 2,9E-01      | 8,8E+03         | 1E+06      | 2000      | 5,1E+00 | 0,00256 | CICLÓN                         |
| MP2,5            | 3,5E-02      | 8,8E+03         | 1E+06      | 2000      | 6,2E-01 | 0,00031 | PRECIPITADOR<br>ELECTROSTÁTICO |
| SO <sub>2</sub>  | 2,5E-02      | 8,8E+03         | 1E+06      | 2000      | 4,4E-01 | 0,00022 | SIN CONTROL                    |
| COV <sub>s</sub> | 1,7E-02      | 8,8E+03         | 1E+06      | 2000      | 3,0E-01 | 0,00015 | SIN CONTROL                    |

Fuente: Webfire, EPA

**Tabla 7.** Factores de Emisión para Leña Seca

| Contaminante     | lb/Mmbtu | HHV (BTU/lb) | (MBTU/BTU) | Constante | FE (lb/ton) | FE (ton/ton) | Sistema de Control |
|------------------|----------|--------------|------------|-----------|-------------|--------------|--------------------|
| CO               | 6,0E-01  | 8,4E+03      | 1E+06      | 2000      | 1,01E+01    | 0,00506      | SIN CONTROL        |
| NO <sub>x</sub>  | 4,9E-01  | 8,4E+03      | 1E+06      | 2000      | 8,26E+00    | 0,00413      | SIN CONTROL        |
| MP10             | 3,6E-01  | 8,4E+03      | 1E+06      | 2000      | 6,07E+00    | 0,00304      | SIN CONTROL        |
| MP2,5            | 3,1E-01  | 8,4E+03      | 1E+06      | 2000      | 5,23E+00    | 0,00261      | SIN CONTROL        |
| SO <sub>2</sub>  | 2,5E-02  | 8,4E+03      | 1E+06      | 2000      | 4,22E-01    | 0,00021      | SIN CONTROL        |
| COV <sub>s</sub> | 1,7E-02  | 8,4E+03      | 1E+06      | 2000      | 2,87E-01    | 0,00014      | SIN CONTROL        |

Fuente: Webfire, EPA

**Tabla 8.** Factores de Emisión para calderas a Carbón Bituminoso

| Contaminante     | ton/ton   | Sistema de Control |
|------------------|-----------|--------------------|
| CO               | 0,0027210 | SIN CONTROL        |
| NO <sub>x</sub>  | 0,0034013 | SIN CONTROL        |
| MP10             | 0,0027210 | SIN CONTROL        |
| MP2,5            | 0,0009977 | SIN CONTROL        |
| SO <sub>2</sub>  | 0,0258495 | SIN CONTROL        |
| COV <sub>s</sub> | 0,0000305 | SIN CONTROL        |

Fuente: Webfire EPA

Se realizó un ajuste de los volúmenes de combustibles utilizado, para llevarlos a una base de cálculo común, utilizando la densidad y el factor de espaciamento para el caso de la leña.

La densidad del chip utilizada fue de 269,7 Kg/m<sup>3</sup> y la de la leña fue obtenida de la Tabla 2 con un factor de espaciamento del 74%.

#### 4.4.3 Cálculo de Emisiones Fuentes Comerciales y Edificios

Para el caso de edificios y fuentes comerciales, se consideró un ajuste en los consumos de leña, aplicando el factor de 74%, al igual que para el caso de los industriales (se asume un factor de espaciamento mayor para leña larga que para leña de uso residencial). Para transformar los metros estéreos a metros sólidos, debido a la orientación de uso del combustible a artefactos de combustión de mayores dimensiones, se utilizó además la densidad de las especies presentes en la Tabla 2.

Los factores de emisión para calderas fueron seleccionados del Webfire de la EPA, tomando en consideración una dimensión de calderas intermedias y combustible leña, chips y pellets (Tablas 9, 10 y 11). Para el caso del combustible pellet, los factores de emisión para material particulado utilizados para leña seca se multiplicaron por un factor de 0,3, de acuerdo a antecedentes de mediciones internacionales obtenidas mediante revisión bibliográfica (Mediciones de distintos combustibles en calderas de calefacción. Somero G., 2007, EEUU). Para el caso de las panaderías fue necesario adaptar el factor de emisión de calderas a leña, debido a la imposibilidad de encontrar uno específico en las referencias consultadas, decisión reforzada por la Guía Metodológica para el cálculo de Emisiones Atmosféricas de Fuentes Fijas y Móviles en el RETC del año 2009.

**Tabla 9.** Factores de Emisión para calderas intermedias a leña seca

| Especie         | FE (lb/MMBTU) | HHV (MMBTU/lb) | Constante | FE (lb/ton) | FE (ton/ton) |
|-----------------|---------------|----------------|-----------|-------------|--------------|
| MP10            | 0,3600        | 0,0084         | 2.000     | 6,0710      | 0,0030       |
| MP2,5           | 0,3100        | 0,0084         | 2.000     | 5,2278      | 0,0026       |
| CO              | 0,6000        | 0,0084         | 2.000     | 10,1184     | 0,0051       |
| SO <sub>2</sub> | 0,0250        | 0,0084         | 2.000     | 0,4216      | 0,0002       |
| NO <sub>x</sub> | 0,4900        | 0,0084         | 2.000     | 8,2634      | 0,0041       |
| COV             | 0,0170        | 0,0084         | 2.000     | 0,2867      | 0,0001       |

Fuente: Webfire EPA

**Tabla 10.** Factores de Emisión para calderas intermedias a pellet

| Especie         | FE (lb/MMBTU) | HHV (MMBtu/lb) | Constante | FE (lb/ton) | FE (ton/ton) |
|-----------------|---------------|----------------|-----------|-------------|--------------|
| MP10            | 0,1200        | 0,0091         | 2.000     | 2,1743      | 0,0011       |
| MP2,5           | 0,1033        | 0,0091         | 2.000     | 1,8723      | 0,0009       |
| CO              | 0,6000        | 0,0091         | 2.000     | 10,8713     | 0,0054       |
| SO <sub>2</sub> | 0,0250        | 0,0091         | 2.000     | 0,4530      | 0,0002       |
| NO <sub>x</sub> | 0,4900        | 0,0091         | 2.000     | 8,8782      | 0,0044       |
| COV             | 0,0170        | 0,0091         | 2.000     | 0,3080      | 0,0002       |

Fuente: Somero G., 2007

**Tabla 11.** Factores de Emisión para Hornos a Leña

| Especie         | FE (lb/MMBTU) |
|-----------------|---------------|
| MP10            | 0,00304       |
| MP2,5           | 0,00261       |
| CO              | 0,00680       |
| SO <sub>2</sub> | 0,00004       |
| NO <sub>x</sub> | 0,00075       |
| COV             | 0,00004       |

Fuente: Webfire EPA.

## 5 RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de las actividades ejecutadas, correspondientes al catastro de las instituciones públicas, la homogenización de las bases de datos y la caracterización de fuentes relevantes de tipo comercial y residencial (edificios).

### 5.1 RESULTADOS: SECTOR INSTITUCIONES PÚBLICAS

Luego de analizar la base de datos del catastro de instituciones públicas compradoras de combustibles sólidos en la comuna de Osorno, se obtienen los resultados que se presentan a continuación.

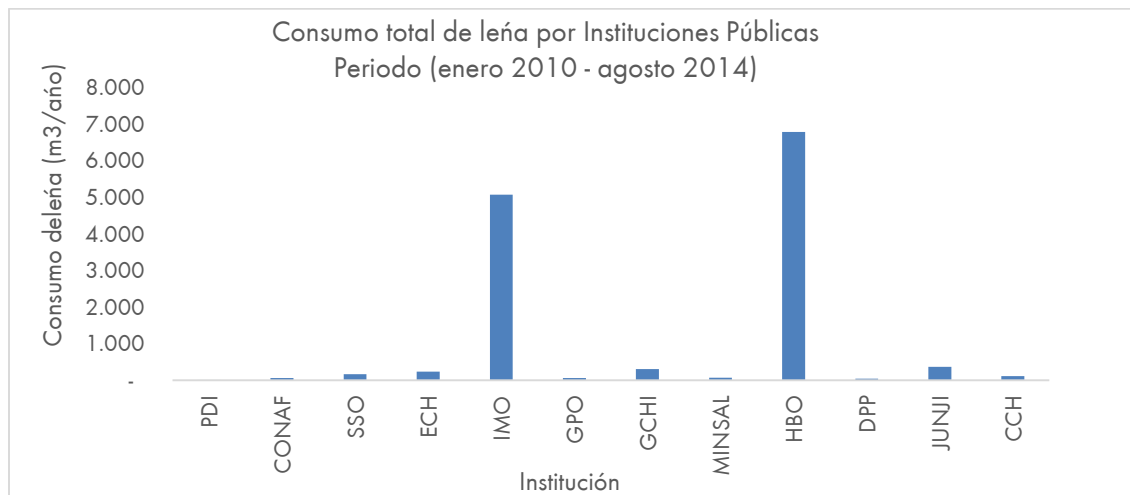
#### 5.1.1 Ranking Instituciones Públicas Compradoras de Combustibles Sólidos

La tabla 12 muestra el detalle del consumo de combustibles sólidos, para los años 2010 a agosto de 2014 de las instituciones públicas de la Comuna de Osorno. Es posible determinar que el consumo de todas las instituciones está en el orden de los 1.200 a los 1.800 m<sup>3</sup> de leña por año, salvo el año 2011, en donde se produce una gran compra por parte del Hospital Base de Osorno, correspondiente a 6.760 m<sup>3</sup> de leña. Este hecho ocasiona que los demás consumidores se vean relativamente pequeños en cuanto al consumo de combustible.

**Tabla 12.** Instituciones públicas compradoras de combustibles sólidos en la Comuna de Osorno

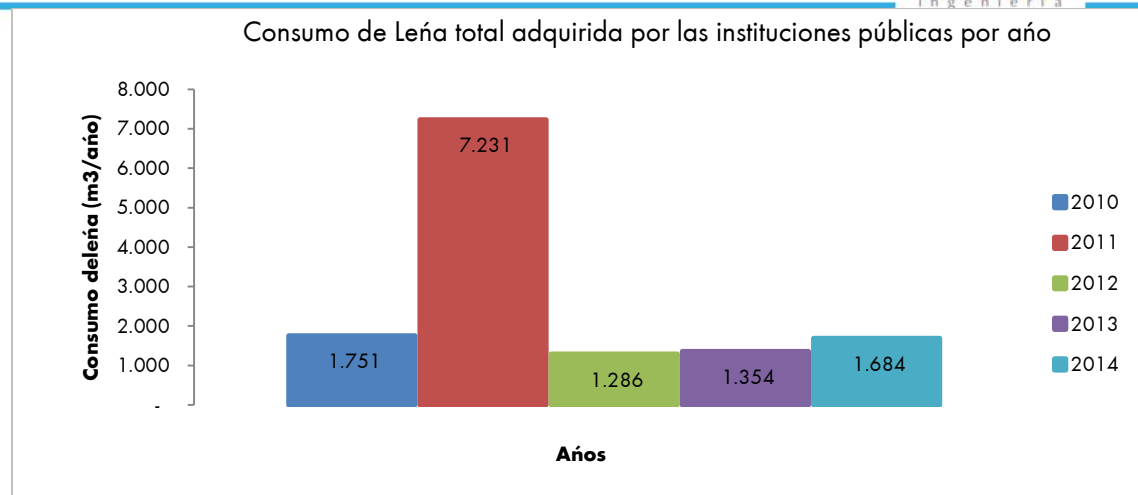
| INSTITUCIÓN                           | ABREV. | Cantidad de leña Adquirida (m <sup>3</sup> ) |              |              |              |              | Total         |
|---------------------------------------|--------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|                                       |        | 2010   | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         |               |
| POLICÍA DE INVESTIGACIONES DE CHILE   | PDI    | -  | -            | -            | -            | 6            | 6             |
| CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL         | CONAF  | 15   | 15           | -            | 15           | 15           | 60            |
| SERVICIO DE SALUD                     | SSO    | 52   | 48           | -            | 18           | 50           | 168           |
| EJÉRCITO DE CHILE                     | ECH    | 20   | -            | 20           | 113          | 85           | 238           |
| I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO            | IMO    | 1.361  | 148          | 1.083        | 956          | 1.528        | 5.076         |
| GOBERNACIÓN PROVINCIAL DE OSORNO      | GPO    | -  | -            | -            | 60           | -            | 60            |
| GENDARMERÍA DE CHILE                  | GCH    | 200  | 100          | 10           | -            | -            | 310           |
| SUBSECRETARIA DE SALUD PUBLICA        | MINSAL | 15   | 35           | -            | 20           | -            | 70            |
| HOSPITAL BASE DE OSORNO               | HBO    | -  | 6.760        | -            | 25           | -            | 6.785         |
| DEFENSORÍA PENAL PÚBLICA              | DPP    | 15   | 10           | 20           | -            | -            | 45            |
| JUNTA NACIONAL DE JARDINES INFANTILES | JUNJI  | 73   | 115          | 38           | 147          | -            | 373           |
| CARABINEROS DE CHILE                  | CCH    | -  | -            | 115          | -            | -            | 115           |
| <b>Total</b>                          |        | <b>1.751</b>                                 | <b>7.231</b> | <b>1.286</b> | <b>1.354</b> | <b>1.684</b> | <b>13.306</b> |

Los resultados presentados en la tabla 1, pueden apreciarse de manera gráfica en las figuras siguientes, en donde se aprecia que el Hospital Base de Osorno (HBO) corresponde al mayor comprador, seguido por la I. Municipalidad de Osorno (IMO), luego, relativamente menor, se encuentra Gendarmería de Chile (GCH), Ejército de Chile (ECH) y Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI). El resto de las instituciones podrían considerarse irrelevantes en cuanto a su consumo relativo.



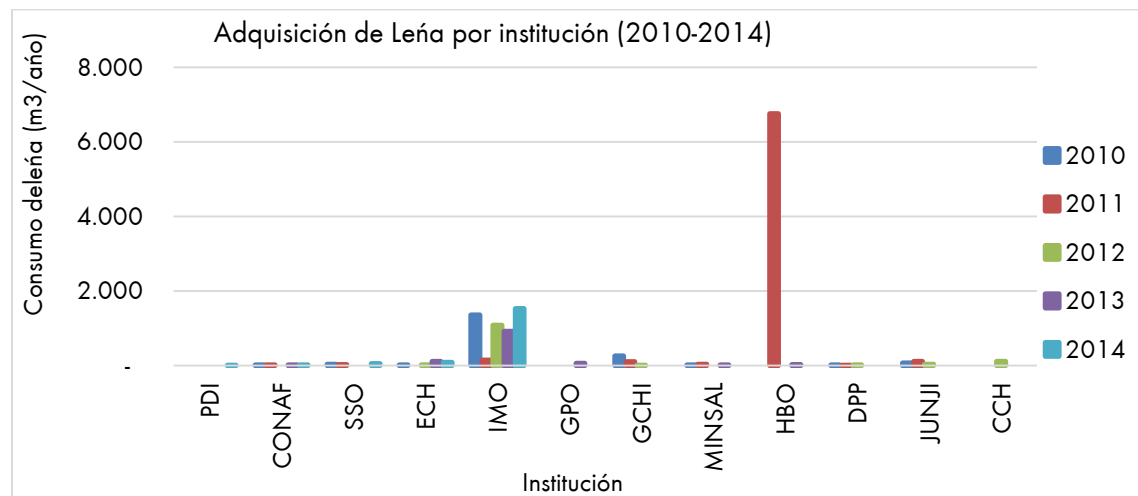
**Figura 2.** Total leña adquirida por instituciones en periodo de enero 2010 - agosto de 2014

De la misma manera, en relación al consumo de combustibles por año, considerando la totalidad de compra del sector público (figura 2), se aprecia que el año 2011 se produce una gran diferencia respecto a los demás años en estudio, alcanzando solo el Hospital Base de Osorno a superar el nivel de consumo de todas las instituciones públicas durante los 4 años de estudio. Sin embargo, los años 2010, 2012, 2013 y 2014 el consumo de combustibles mantiene una tendencia relativamente constante.



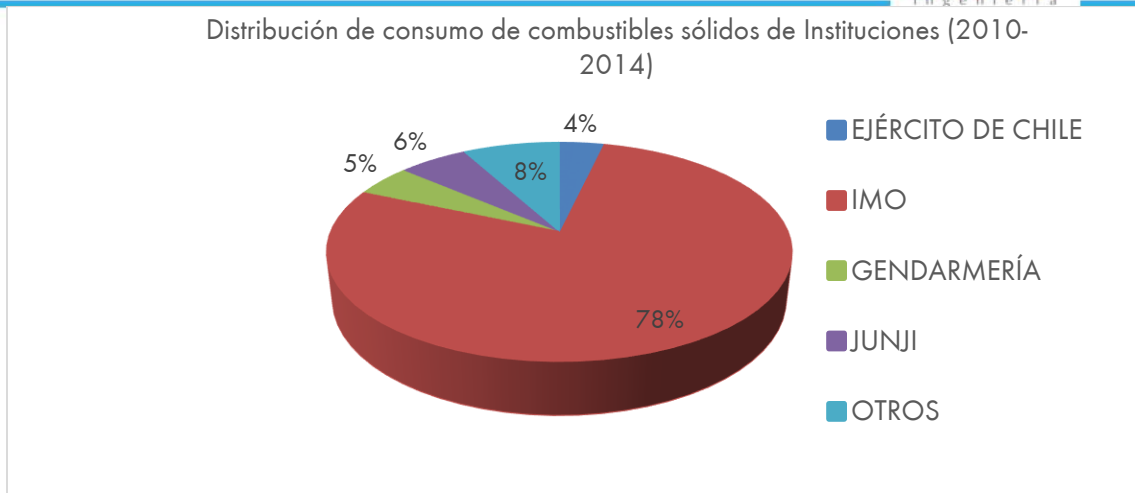
**Figura 3.** Total leña adquirida por año (aumentar tamaño de la fuente en la figura)

Por otra parte, al analizar el consumo por año de los compradores, se aprecia que la compra del Hospital Base de Osorno, fue una compra puntual, durante el año 2011, a diferencia de la I. Municipalidad de Osorno, que presenta un nivel de compra anual constante, salvo el año 2011, en donde se registra una compra menor, como se aprecia en la figura 3. Este hecho se basa en que el Hospital Base de Osorno cambió la tecnología de su caldera, pasando de leña a petróleo, por lo que dejó de registrar compras de combustibles sólidos desde el año 2012 en adelante.



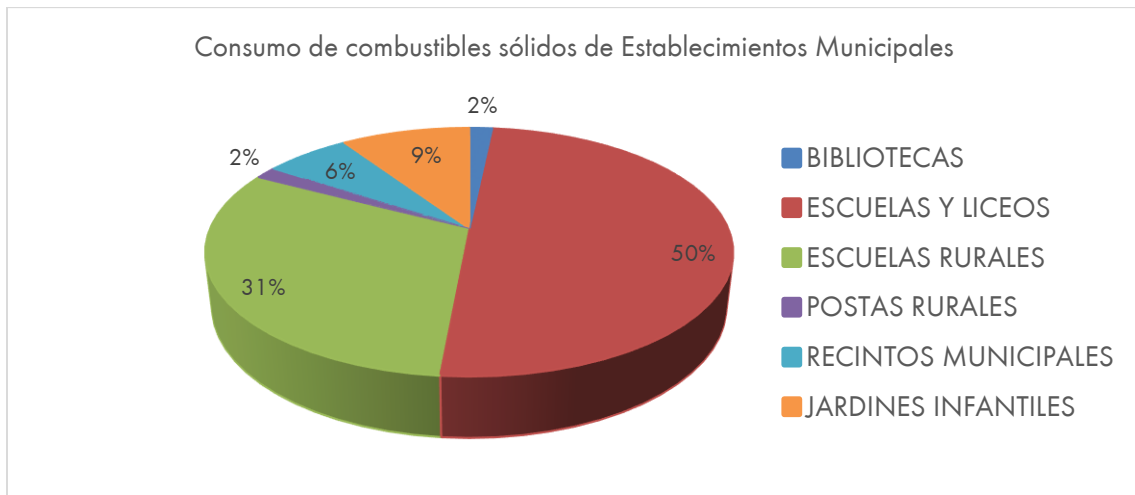
**Figura 4.** Evolución anual de leña adquirida por instituciones (años 2010-2014)

Como se mencionó anteriormente, la I. Municipalidad de Osorno, es una de las instituciones más relevantes a la hora de cuantificar el combustible sólido adquirido, representando un 38% del total (5.076 m³). Quedando en segundo lugar, después del Hospital Base de Osorno. Existe una participación menor de Gendarmería de Chile, Ejército de Chile y JUNJI, otras instituciones aportan con menos del 1% del total y han sido agrupadas en "Otros" para fines gráficos.



**Figura 5.** Instituciones Públicas consumidoras de combustibles sólidos más relevantes

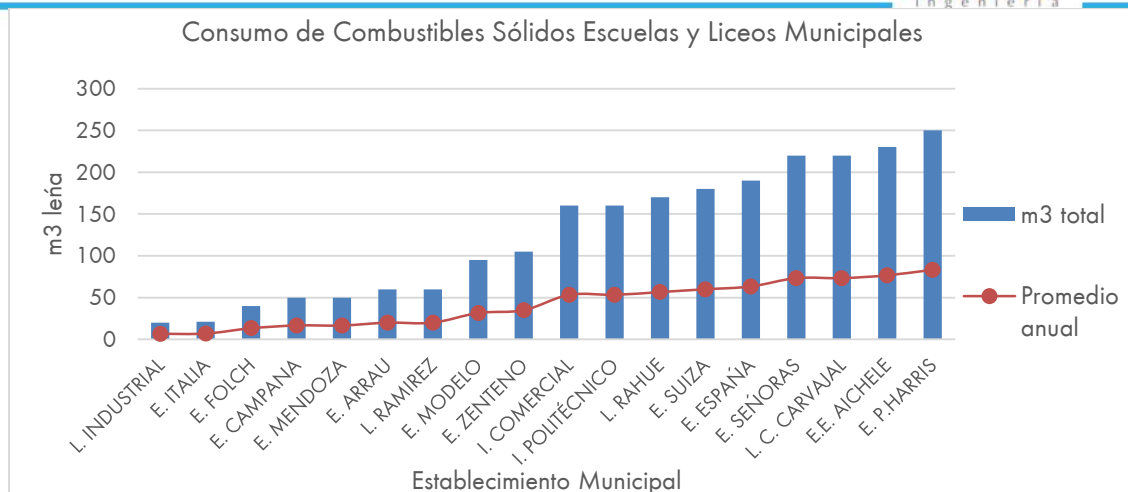
El gran consumo de combustibles sólidos de la I. Municipalidad de Osorno se reparte entre distintos establecimientos, entre los cuales encontramos, ordenados por relevancia en relación al consumo: Escuelas y Liceos (2.530 m<sup>3</sup>), Escuelas Rurales (1.586 m<sup>3</sup>), Jardines Infantiles (476 m<sup>3</sup>), Postas Rurales (80,6 m<sup>3</sup>), Recintos Municipales (318 m<sup>3</sup>), y Bibliotecas (85 m<sup>3</sup>), considerando los 5 años de estudio (2010 hasta agosto de 2014).



**Figura 6.** Tipos de Establecimientos Municipales

Entre los establecimientos municipales más relevantes se encuentran las escuelas y liceos con un 50 % del consumo del sector, con un consumo promedio como grupo de 632 m<sup>3</sup>/año de leña. En la figura 6, se muestran por orden de relevancia en relación al consumo desde el año 2010 al mes de agosto de 2014.





**Figura 7.** Consumo Escuelas y Liceos Municipales

Del gráfico de la figura 6 es posible apreciar que existen establecimientos de gran envergadura que presentan consumos relativamente bajos de leña, es decir, menos a 100 m<sup>3</sup>/año. Para aclarar esta situación se contactó al Jefe de Adquisiciones del DAEM, Sr. César Paredes, quien especificó lo siguiente en relación a los establecimientos con consumos bajos:

**Liceo Industrial:** Poseen caldera a petróleo para calefacción, solo la sala de profesores cuenta con una estufa a leña.

**Escuela Italia:** Cambió el 2011 a caldera a petróleo.

**Escuela Leonila Folch:** Cambió el 2011 a caldera a petróleo.

**Escuela Efraín Campana:** Cambió a caldera a gas.

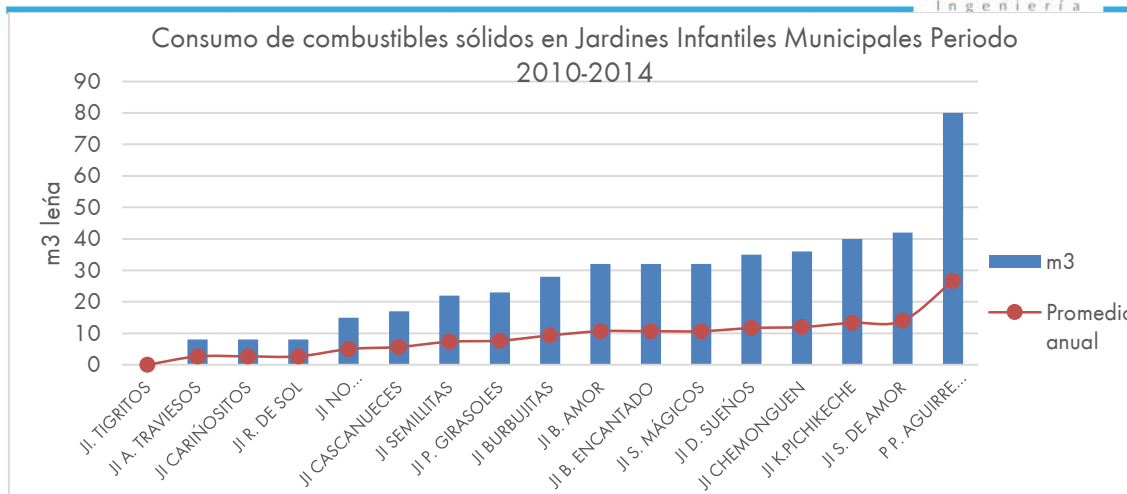
**Escuela García Hurtado de Mendoza:** Cuentan con caldera a petróleo, solo tienen un pabellón con leña.

**Escuela Claudio Arrau:** Cuentan con caldera a gas, solo las oficinas tienen leña.

**Liceo Eleuterio Ramírez:** Principal calefacción es a gas, solo usan leña en oficinas.

**Escuela Modelo:** Principal calefacción es a petróleo, solo usan leña en oficinas.

En relación al consumo de leña de los jardines infantiles municipales (figura 7), se tiene que es relativamente menor, al consumo de las escuelas y liceos, sin embargo, se puede considerar relevante como grupo, dentro de los municipales. Aun cuando su consumo promedio anual (8,8 m<sup>3</sup>/año de leña) puede ser considerado como un consumo a nivel residencial.



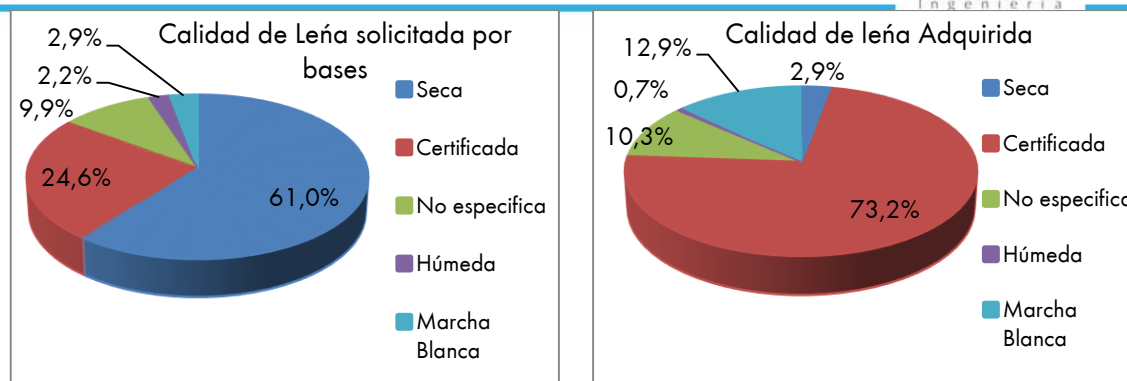
**Figura 8.** Consumo Jardines Infantiles Municipales

### 5.1.2 Tipo y condiciones del combustible adquirido

En relación al tipo de combustible adquirido, la totalidad de las compras señalaron la adquisición de leña como combustible. Asumiendo de esta manera, que una medida para diversificar las fuentes de combustible se hace necesaria para las instituciones públicas de la comuna de Osorno. De las 274 compras catastradas el 99,3% correspondió a adquisición de leña y dos compras corresponden a briquetas (para una posta rural), representando una compra menor (20 bolsas).

En relación al estado del combustible adquirido, se establecieron dos criterios para evaluar esta condición, como se aprecia en la figura 8. El primero dice relación con el estado solicitado por bases, es decir, lo que la institución compradora exige al momento de definir la calidad de la leña a adquirir. El segundo criterio, dice relación con lo que efectivamente se adquirió. Este punto se evaluó de acuerdo al número de compras y ventas de leña.

Es posible determinar que para la mayoría de las compras realizadas (61%) la condición exigida por la institución compradora es que la leña sea seca, estableciendo además, que contenga bajo un 25% de humedad, la certificación es exigida solo en el 25% de las compras y en un 10% de los casos no se especifica la calidad de la leña solicitada. Por otra parte, al evaluar la leña efectivamente adquirida, se evidencia que en su mayoría cuenta con certificación (73,2%) lo que se respalda con el certificado emitido por el Consejo de Certificación de Leña (COCEL). Luego, el 13 % se adquiere seca (pero el proveedor se encontraba con sello de Marcha Blanca de Certificación al momento de proveer el combustible), un 10% no especifica la calidad y solo un 0,7 % de los casos se adquirió leña húmeda (especificando que el producto tiene más de 25% de humedad).



**Figura 9.** Estado de la leña solicitada y adquirida (años 2010-2014)

Al evaluar la exigencia de las instituciones en relación a la calidad de la leña, entre los años 2010 al 2014 (Tabla 13), es posible apreciar que la exigencia de adquirir leña seca o certificada, ha tomado relevancia entre el 2013 y 2014, alcanzando sobre el 90% de las compras con esta condición.

**Tabla 13.** N° Licitaciones que exigen calidad de la leña por bases

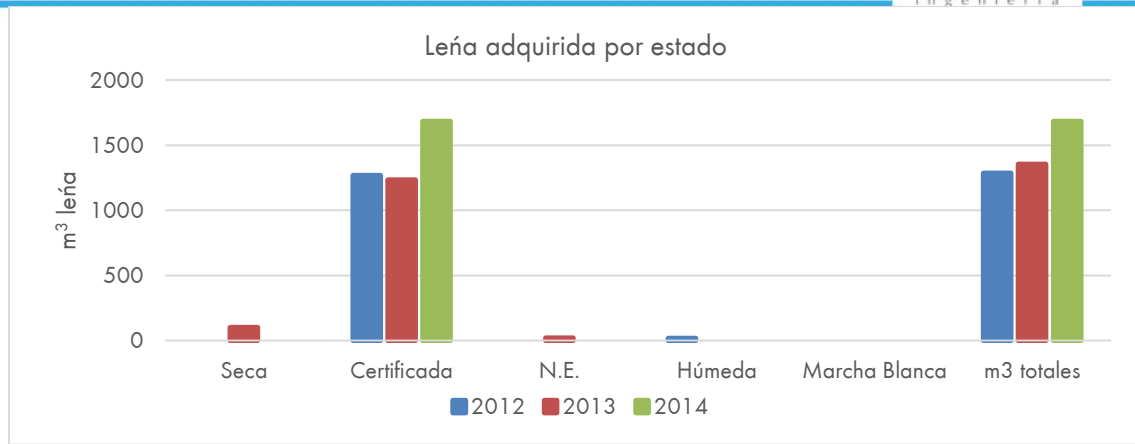
| Estado                     | N° Licitaciones |              |              |              |              | Total         | % Total       |
|----------------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
|                            | 2010            | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         |               |               |
| Seca                       | 10              | 6            | 46           | 40           | 50           | 152           | 60,1%         |
| Certificada                | 35              | 22           | 3            | 4            | 5            | 69            | 27,3%         |
| No especifica              | 3               | 8            | 1            | 3            | 11           | 26            | 10,3%         |
| Seca/Semiseca              | 6               | 0            | 0            | 0            | 0            | 6             | 2,4%          |
| <b>Total m³ adquiridos</b> | <b>1.786</b>    | <b>7.211</b> | <b>1.271</b> | <b>1.163</b> | <b>1.689</b> | <b>13.120</b> | <b>100,0%</b> |

Es importante destacar que la mayoría de las compras de leña han permitido adquirir leña certificada para las instituciones públicas, aun cuando no siempre se solicitara expresamente en las bases, de esta manera, es posible obtener los volúmenes de leña por estado, adquirida durante los años 2010 y 2014, en la comuna de Osorno, como se muestra en la Tabla 14.

**Tabla 14.** Calidad de la leña adquirida

| Estado                     | Cantidad de leña adquirida (m³) |              |              |              |              | Total         | % Total      |
|----------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
|                            | 2010                            | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         |               |              |
| Seca                       | 82                              | 0            | 0            | 101          | 0            | 183           | 1,38 %       |
| Certificada                | 97                              | 4.058        | 1.268        | 1.233        | 1.684        | 8.340         | 62,7 %       |
| No especifica              | 311                             | 3.125        | 0            | 20           | 0            | 3.456         | 26 %         |
| Húmeda                     | 0                               | 0            | 18           | 0            | 0            | 18            | 0,14 %       |
| Marcha Blanca              | 1.260                           | 48           | 0            | 0            | 0            | 1.308         | 9,83 %       |
| <b>Total m³ adquiridos</b> | <b>1.751</b>                    | <b>7.231</b> | <b>1.286</b> | <b>1.345</b> | <b>1.684</b> | <b>13.306</b> | <b>100 %</b> |

De la tabla anterior, es posible determinar que el 63% del total de leña adquirida es certificada, sin embargo, a modo de análisis, dejando fuera el año 2011 (dado que por el gran volumen adquirido por el Hospital Base de Osorno, un gran porcentaje de esta venta corresponde a leña que no especifica su estado) podemos ver que durante los años 2012 al 2013, casi la totalidad de la leña adquirida por las instituciones cuenta con certificación, como se aprecia en la Figura 9.



**Figura 10.** Total de leña adquirida por estado.

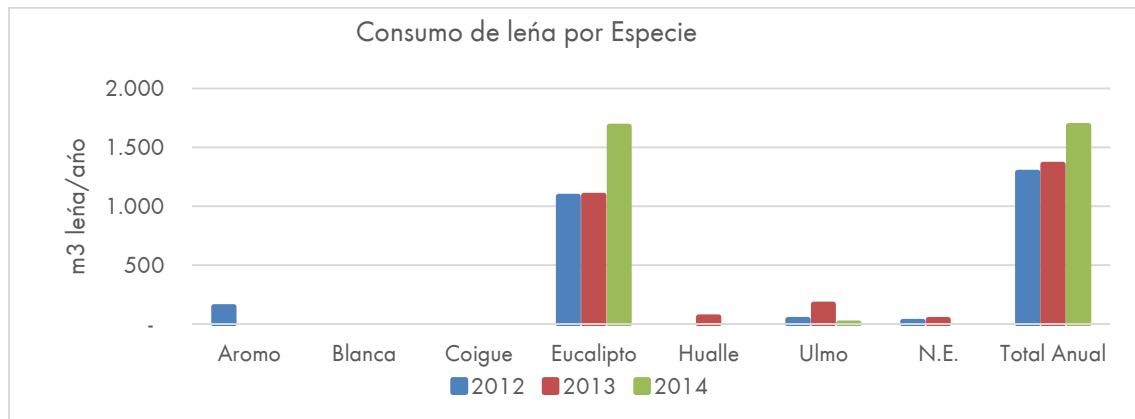
### 5.1.3 Especie de leña adquirida

En la tabla siguiente se presenta la distribución por especies de leña adquirida por las instituciones públicas durante los años 2010 al 2014.

**Tabla 15.** Especies de leña adquirida por las instituciones públicas (m³)

| Especie de leña    | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | Total         | %           |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| Aromo              | -            | 10           | 145          | -            | -            | 155           | 1,2%        |
| Blanca             | 82           | -            | -            | -            | -            | 82            | 0,6%        |
| Coigue             | -            | 5.750        | -            | -            | -            | 5.750         | 43,2%       |
| Eucalipto          | 1.427        | 1.221        | 1.083        | 1.091        | 1.678        | 6.442         | 48,9%       |
| Hualle             | 50           | -            | -            | 60           | -            | 110           | 0,8%        |
| Ulmo               | 138          | 160          | 38           | 167          | 6            | 362           | 3,8%        |
| No especifica      | 54           | 90           | 20           | 36           | -            | 219           | 1,5%        |
| <b>Total Anual</b> | <b>1.751</b> | <b>7.231</b> | <b>1.286</b> | <b>1.163</b> | <b>1.684</b> | <b>13.306</b> | <b>100%</b> |

De la tabla anterior, es posible determinar que el 49% del total de leña adquirida es de la especie Eucalipto y el 43% corresponde a Coigue. Sin embargo, a modo de análisis, dejando fuera el año 2011 (la única compra que aporta la especie Coigue es la realizada por el Hospital Base de Osorno) podemos ver que durante los años 2012 al 2013, casi la totalidad de la leña adquirida corresponde a Eucalipto, como se muestra en la figura siguiente.



**Figura 11.** Especie de leña adquirida

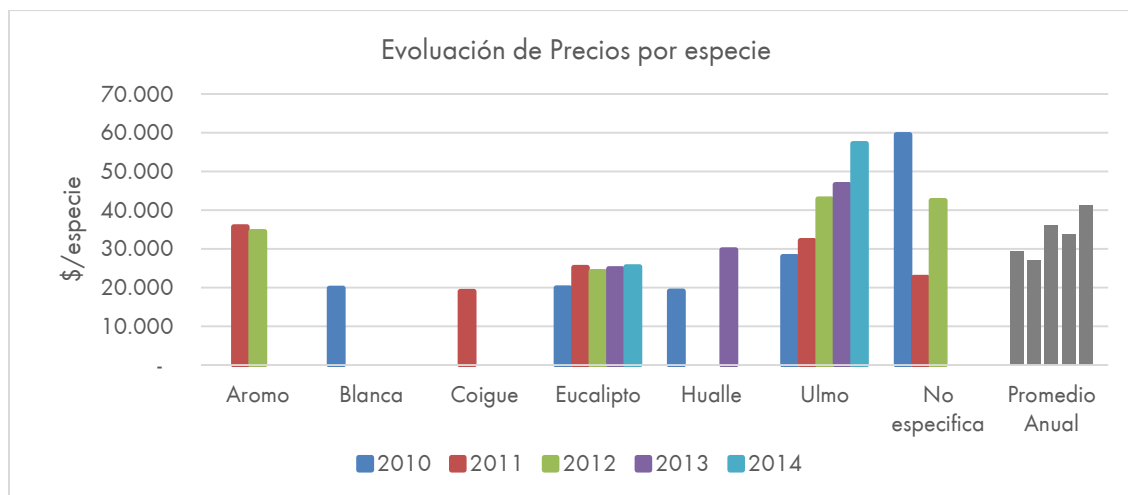
### 5.1.4 Evolución de los precios de la leña para el sector institucional

Para determinar la evolución de los precios que ha experimentado la venta de leña a instituciones públicas, se ha elaborado la tabla siguiente, en donde se presenta el precio promedio por metro cúbico (IVA incluido) por especie y por año de compra, además del promedio anual general y el promedio de los cuatro años de análisis.

**Tabla 16.** Precios de la leña por especie (\$)

| Especie de leña       | 2010          | 2011          | 2012          | 2013          | 2014          | Promedio (2010-2014) |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| Aromo                 | -             | 35.700        | 34.468        | -             | -             | 35.084               |
| Blanca                | 19.833        | -             | -             | -             | -             | 19.833               |
| Coigue                | -             | 18.981        | -             | -             | -             | 18.981               |
| Eucalipto             | 19.894        | 25.156        | 24.090        | 24.859        | 25.385        | 23.877               |
| Hualle                | 19.040        | -             | -             | 29.750        | -             | 24.395               |
| Ulmo                  | 27.965        | 32.130        | 42.840        | 46.626        | 57.203        | 41.353               |
| No especifica         | 59.485        | 22.644        | 42.483        | -             | -             | 41.535               |
| <b>Promedio Anual</b> | <b>29.243</b> | <b>26.922</b> | <b>35.970</b> | <b>33.745</b> | <b>41.294</b> | <b>29.294</b>        |

De los resultados obtenidos es posible señalar que el ulmo es la especie que presenta los mayores precios de venta y su precio ha aumentado en los últimos cuatro años, como se aprecia en la figura siguiente, estando por sobre el promedio general anual todos los años, llegando a alcanzar el 2014 un precio sobre los 50 mil pesos. El Eucalipto también presenta una tendencia al aumento en su precio de venta, sin embargo este se encuentra en el orden de los 20 a 30 mil pesos por metro.



**Figura 12.** Precios de la leña por especie y por año

### 5.1.5 Ranking de proveedores

En relación a los proveedores, se encontraron 16 empresas que abastecieron de leña a las instituciones públicas durante el periodo comprendido entre 2010 y agosto de 2014. En la Tabla 17 se presenta la totalidad de metros cúbicos por proveedor, entregados a los distintos servicios públicos, destacándose los 4 principales.

**Tabla 17.** Listado de proveedores de leña

| Especie de leña                   | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | TOTAL         | CERTIFICACIÓN   |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|
| COMERCIAL PRIMAVERA LTDA.         | 0            | 0            | 0            | 85           | 0            | 85            | No certificada  |
| CONSTRUCTORA TENOSOR              | 0            | 10           | 180          | 15           | 0            | 205           | SI <sup>1</sup> |
| EASY S.A.                         | 59           | 0            | 0            | 0            | 0            | 59            | SI <sup>2</sup> |
| EMPRESA FOR. Y COM. CALOR SUR     | 0            | 0            | 0            | 0            | 17           | 17            | SI              |
| FORESTAL EL MELI LTDA.            | 1.457        | 128          | 1.053        | 0            | 0            | 2.638         | SI <sup>3</sup> |
| FUNDO PIPILCAHUIN                 | 0            | 25           | 0            | 0            | 0            | 25            | SI <sup>1</sup> |
| GERMÁN ARIAS QUIROZ               | 0            | 1.633        | 0            | 0            | 1391         | 3.024         | SI              |
| HOLDING MARAGAÑO                  | 77           | 50           | 0            | 0            | 0            | 127           | SI <sup>3</sup> |
| IDERMAN GARNICA PEREZ             | 70           | 0            | 0            | 0            | 0            | 70            | No certificado  |
| JUAN CARLOS VELASQUEZ ACUM        | 73           | 115          | 0            | 0            | 0            | 188           | No certificado  |
| LEÑAS FORRAHUE                    | 0            | 0            | 0            | 840          | 106          | 946           | SI              |
| LUIS ALBERTO MORA SAGREDO         | 0            | 5.250        | 0            | 0            | 0            | 5.250         | SI <sup>1</sup> |
| MADERAS CASTILLA LTDA.            | 0            | 0            | 0            | 113          | 0            | 113           | SI              |
| MARGOT DEL CARMEN BARRIA CARRASCO | 50           | 0            | 0            | 0            | 0            | 50            | No certificado  |
| RIGOBERTO MARAGAÑO                | 0            | 0            | 0            | 38           | 0            | 38            | SI <sup>3</sup> |
| SAFFCO SERVICES S.A.              | 0            | 0            | 0            | 110          | 175          | 285           | SI <sup>4</sup> |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>1.786</b> | <b>7.211</b> | <b>1.271</b> | <b>1.163</b> | <b>1.689</b> | <b>13.306</b> |                 |

1: Certificado al momento de la compra. Actualmente no cuenta con certificación.

2: Solo indica que leña está certificada. No presenta certificado

3: Al momento de la compra se encontraba Marcha Blanca, Actualmente se encuentra certificado.

4: Al momento de la compra solo presenta certificado de COCEL que admite su leña a certificación. Actualmente se encuentra certificado.

De los proveedores presentados en la tabla 17, encontramos cuatro que son relevantes en cuanto al volumen de abastecimiento, dentro de los cuales 3 se encuentran actualmente con certificación del SNCL vigente. En la figura siguiente se aprecian claramente los 4 proveedores más relevantes. Se destacan en verde los que cuentan actualmente con Sello de certificación otorgado por el SNCL, de acuerdo a listado entregado por SNCL a la contraparte técnica.



**Figura 13.** Ranking de Proveedores

### 5.1.6 Criterios de evaluación de las bases técnico-administrativas

En relación a los criterios de evaluación exigidos por las instituciones compradoras de combustibles sólidos, éstos son muy variados, sin embargo se puede establecer ciertos puntos comunes.

La tabla siguiente presenta los criterios exigidos por bases, para el comprador más relevante, la I. Municipalidad de Osorno, en donde se muestran los criterios de evaluación por año, a fin de determinar si han evolucionado en los 5 años de estudio. Se aprecia que el criterio que tiene más relevancia a la hora de evaluar las ofertas para adquirir leña es el Precio, encontrándose en todas las licitaciones y con una alta ponderación (entre 35 y 80%). Otro criterio que se considera relevante es el plazo de entrega, asignándole una alta ponderación (10-40%). El criterio de calidad de la leña en relación a la humedad tiene aún poca relevancia a la hora de evaluar las ofertas y asignar puntaje, ya que ha sido considerado en un bajo número de licitaciones como criterio de base.

**Tabla 18.** Criterios de evaluación empleados por I. Municipalidad de Osorno

| Año  | Crit.     | Criterio Evaluación                          | Ponderación | % de Licitaciones que consideran el criterio |
|------|-----------|--|-------------|--|
| 2014 | Crit. I   | Cumplimiento de requisitos                   | 5%          | 98%  |
|      | Crit. II  | Plazo Entrega                                | 15-35%      | 97%  |
|      | Crit. III | Precio                                       | 60-80%      | 100%   |
|      | Crit. IV  | Calidad (Humedad)                            | 35%         | 3%   |
| 2013 | Crit. I   | Cumplimiento de requisitos                   | 10-5%       | 98%  |
|      | Crit. II  | Plazo Entrega                                | 15-35%      | 95%  |
|      | Crit. III | Precio                                       | 35-70%      | 100%   |
|      | Crit. IV  | Calidad (Humedad)                            | 35%         | 5%   |
| 2012 | Crit. I   | Cumplimiento de requisitos                   | 5%          | 100%   |
|      | Crit. II  | Plazo Entrega                                | 15-25%      | 100%   |
|      | Crit. III | Precio                                       | 35-70%      | 100%   |
|      | Crit. IV  | Calidad (Cumple con requerimientos técnicos) | 35%         | 2%   |
| 2011 | Crit. I   | Cumplimiento de requisitos                   | 5%          | 64%  |
|      | Crit. II  | Plazo Entrega                                | 15-25%      | 100%   |
|      | Crit. III | Precio                                       | 85-70%      | 100%   |
|      | Crit. IV  | Calidad (Cumple con requerimientos técnicos) | 35%         | 2%   |
| 2010 | Crit. I   | Precio                                       | 50-60%      | 100%   |
|      | Crit. II  | Plazo Entrega                                | 10-40%      | 100%   |
|      | Crit. III | Certificación                                | 50%         | 84%  |

**Tabla 19.** Criterios de evaluación empleados por otras instituciones excluyendo IMO

| Crit.     | Criterio Evaluación        | Ponderación | % de Licitaciones que consideran el criterio |
|-----------|----------------------------|-------------|--|
| Crit. I   | Especie                    | 20-70%      | 43%  |
| Crit. II  | Certificaciones            | 15%         | 42%  |
| Crit. III | Precio                     | 20-50%      | 100%   |
| Crit. IV  | Humedad                    | 25-30%      | 21%  |
| Crit. V   | Sin recargo por flete      | 10%         | 23%  |
| Crit. VI  | Cumplimiento de requisitos | 5-10%       | 15%  |

Al revisar los criterios de evaluación de todos los demás compradores institucionales, encontramos que sigue siendo el precio el factor más relevante (Ponderado entre un 20 a un 50%). Otro criterio relevante es el Tipo de Especie (Ponderado entre un 20 y 70%), dando mayor puntaje a la leña de Ulmo.

## 5.2 RESULTADOS: SECTOR INDUSTRIAL

### 5.2.1 Homogenización Bases de Datos Fuentes Industriales

De acuerdo al cruce de información realizado entre las bases de datos asociadas al registro de calderas, base de datos nacional de calderas, información del SEA y RETC 2013, se pudo constatar que los consumos de combustibles del parque de fuentes industriales de Osorno, está vinculado en su mayoría al uso de Leña, Carbón bituminoso y Chips de madera (incluyendo mezcla de biomasa), siendo este último el más utilizado.

Dentro de los centros industriales destacan Watt's (Catamutún) por consumo de carbón, Nestlé y Skretting por consumo de Chips y Mafrisur por consumo de leña, como los más relevantes en función de su consumo de combustible. Once son los centros industriales relevantes de la zona, los que están vinculados en su mayoría a la producción de alimentos de diversa índole.

En su mayoría, las fuentes industriales utilizan combustibles sólidos para el funcionamiento de calderas industriales generadoras de vapor, siendo Watt's a través de Catamutún (proveedor de energía) la que presenta la fuente más importante en función de su consumo de combustible y el nivel de producción de vapor.

**Tabla 20.** Fuentes Industriales Catastradas

| ESTABLECIMIENTO        | INFORMACIÓN |                      |        |                |
|------------------------|-------------|----------------------|--------|----------------|
|                        | FUENTES     | COMBUSTIBLE          | VALOR  | UNIDAD ANUAL   |
| SKRETTING OSORNO       | 1           | CHIPS DE MADERA      | 65.699 | m <sup>3</sup> |
| NESTLE CANCURA         | 1           | CHIPS DE MADERA      | 43.778 | m <sup>3</sup> |
| WATT'S                 | 3           | CARBÓN BITUMINOSO    | 16.979 | Ton            |
| FRIGORIFICO OSORNO     | 1           | CHIPS DE MADERA      | 29.757 | m <sup>3</sup> |
| MAFRISUR               | 2           | LEÑA                 | 11.220 | m <sup>3</sup> |
| INDUSTRIAS VALLE VERDE | 1           | CARBON BITUMINOSO    | 2.627  | Ton            |
| MADESUR                | 1           | VIRUTA-CHIPS-ASERRÍN | 10.200 | m <sup>3</sup> |
| MADEXPO                | 1           | VIRUTA-CHIPS-ASERRÍN | 9.600  | m <sup>3</sup> |
| KUNSTMANN              | 1           | LEÑA                 | 400    | m <sup>3</sup> |
| MADERAS CASTILLA       | 2           | LEÑA                 | 900    | m <sup>3</sup> |

Es importante destacar que la mayoría de las industrias relevantes se encuentran tanto dentro de la ciudad de Osorno, como en el área circundante, solamente Nestlé, Cancura y Mafrisur, se encuentran en el límite comunal a aproximadamente 15 km del límite urbano, esto da cuenta de la importancia de los niveles de actividad de las fuentes industriales, para la zona de estudio.

### 5.2.2 Actualización de la Información de Fuentes Industriales

A continuación se describen las distintas industrias visitadas en función de la información recabada en terreno, y las entrevistas con el personal encargado.

#### MADEXPO

Corresponde a una fábrica de madera elaborada, donde el proceso productivo está fuertemente asociado a la operación de una caldera industrial (Agua Caliente Piro-tubular) que consume Chips, Aserrín y Viruta. El combustible es generado en la misma planta, en distintas etapas del proceso



productivo. El objetivo de la caldera es realizar el secado de la madera a través de la inyección de vapor en cámaras de secado.

En general la tecnología de la caldera data del año 2000, y el fabricante corresponde a Bano y Cía. Ltda. (Chile).

Debido al tipo de proceso productivo la caldera está operativa de manera continua, todos los días del año, con paradas programadas 1 vez al mes, considerando 36 horas de mantención.

Respecto al sistema de abatimiento utiliza un ciclón, como es habitual en este tipo de plantas, cuyo fin último es recuperar parte del material no combustionado para ser devuelto como combustible. Los equipos de abatimiento de esta naturaleza tienen entre un 70 y 80% de eficiencia nominal en la remoción de partículas.

Actualmente la planta no cuenta con mediciones isocinéticas, por tanto sus emisiones han sido calculadas utilizando factores de emisión seleccionados del AP-42.

### **MADRESUR**

Planta que fabrica madera elaborada, utiliza una caldera Ignotubular (Bano y Cía. Ltda.), cuyo año de fabricación corresponde a 1984. El régimen de operación de la caldera es continuo, sin embargo esta baja su capacidad de trabajo en horario punta (periodo abril-septiembre). Utiliza como combustible Chips y viruta, generados en el mismo proceso productivo. Al igual que en Madexpo, el objetivo de la caldera es proveer vapor para los hornos de secado de madera

La caldera cuenta con paradas programadas de mantención consistente en 25 días al año. Cuenta además con un ciclón como sistema de abatimiento, que nominalmente debería contar con un porcentaje de remoción de material particulado entre un 70 y 80%.

Actualmente la caldera no cuenta con mediciones isocinéticas.

### **Matadero Frigorífico Osorno**

El Matadero, cuenta con una caldera industrial del tipo Mixta Igneo-acuotubular, con una producción de vapor de 7 Ton/h, la cual es alimentada con Chips de madera, con no más de 40% de humedad, adicionalmente y para casos de emergencia asociados a la carga de combustible automática de chips, cuenta con compuertas laterales que permiten la carga de leños regulares (para caldera), dichos leños se encuentran con humedad menor al 25% al momento de la inspección técnica.

La caldera tiene una operación de lunes a viernes, todos los meses del año, siendo las mantenciones programadas para los fines de semana. Actualmente la caldera no cuenta con mediciones Isocinéticas y tampoco posee sistemas de control de emisiones.

Adicionalmente se cuenta con una caldera industrial, asociada al proceso de fabricación de harina a partir de huesos, sin embargo esta no se encuentra operativa desde hace un año.

### **Industrias Valle Verde**

Posee dos calderas industriales, que utilizan carbón y gas respectivamente (respaldo), sirven para la inyección de vapor en el proceso productivo de fabricación de quesos. La caldera a carbón es de tipo Igneo Tubular y fue fabricada el año 2008 por calderas Industriales Ltda. , teniendo una producción nominal de vapor de 4 ton/hora. Funciona de manera continua las 24 horas, de lunes a sábado y desde enero a diciembre, sin embargo los meses entre junio y agosto funciona de manera parcial 16 horas.

La caldera no posee mediciones isocinéticas, ni equipos de control.

### **SKRETTING**

Cuenta con una caldera Pirotubular con tecnología de gasógeno, la cual fue instalada el año 2008, utilizando la misma estructura del hogar de la caldera anterior, que funcionaba con leña. El sistema de

pirolisis de chips, permite una versatilidad especial a la caldera, agregándole la capacidad de funcionar con gas licuado, en caso de emergencia o restricción de funcionamiento.

La empresa utiliza chips con máximo 45% de humedad, teniendo un control de la humedad, el cual es almacenado en bodegas acondicionadas.

Como sistema de tratamiento cuenta con un Multiciclón en serie con eficiencias teóricas cercanas al 80%. La empresa realiza periódicamente mediciones isocinéticas.

### **MAFRISUR**

La empresa cuenta con 2 calderas del tipo mixta acuatubular, fabricadas por Minimet el año 2006.

Las calderas operan con leña como combustible, funcionan de forma separada, encontrándose una solamente para respaldo.

Tiene un régimen de operación de lunes a sábado, durante 24 horas y todos los meses del año.

La empresa no cuenta con mediciones isocinéticas, ni tampoco con sistemas de control de emisiones, al día de la visita no se pudo verificar la humedad del combustible y las condiciones de acopio, sin embargo el entrevistado afirma que la leña utilizada tiene una humedad menor al 25%.

### **WATT'S (CALO)**

La Empresa WATT'S realiza la compra de vapor a Catamutún Energía, siendo estos últimos quienes disponen de 3 calderas, para la generación de 11 Ton/h. De vapor industrial. El régimen de operación de las calderas es continuo, realizando mantenencias de 5 días, el mes de marzo. En los últimos años se han realizado mejoras continuas de sus sistemas, cambiando tecnologías y adicionando sistemas de control sofisticados, para la disminución de emisiones.

Las calderas utilizan carbón como combustible y poseen filtros de mangas para el control de partículas, con eficiencias teóricas de hasta un 90% de remoción.

Estos además cuentan con mediciones isocinéticas, tendientes a verificar el funcionamiento de los nuevos sistemas instalados

### **Nestlé Cancura**

La planta Nestlé Cancura, utiliza una caldera del tipo acuatubular, que utiliza chips de madera como combustible, con humedades inferiores al 40%, siendo esta condición rigurosamente monitoreada, debido a requerimientos de la caldera. El chip es recepcionado diariamente en silos de almacenamiento. La caldera posee una operación continua, teniendo mantenencias en agosto por periodo de una semana.

Como sistema de control utiliza precipitadores electrostáticos el cual cuenta con una eficiencia real del 98,7% de remoción de partículas, además cuentan con una medición referencial de la eficiencia del filtro tomada en base a medición isocinética, sin embargo no cuenta con mediciones.

Cabe destacar que el sistema de tratamiento de caldera corresponde al más sofisticado de los registrados en terreno, destacando además entre las platas del mismo rubro, a nivel nacional.

### **Kunstmann**

Opera una Caldera Industrial generadora de Vapor, del tipo Piro Igneotubular Horizontal, cuyo año de fabricación corresponde a 1976, la cual no ha sido dada de baja, a pesar de los cambios en las empresas que han estado instaladas en las mismas dependencias. Considerándose en el registro de calderas de la SEREMI de Salud, como propiedad de CAROZZI.

La caldera no cuenta con ningún sistema de control. Opera desde a febrero a mayo, utilizando leña como combustible. La caldera no posee equipos de control de emisiones y tampoco se han desarrollado mediciones isocinéticas en ella.

Al momento de la visita a terreno contaban con leña seca dispuesta en las canchas de acopio.

Cabe destacar que se visitaron o intentaron encontrar algunas otras fuentes industriales que figuran dentro del registro de calderas, como consumidores de combustibles sólidos, destacando:

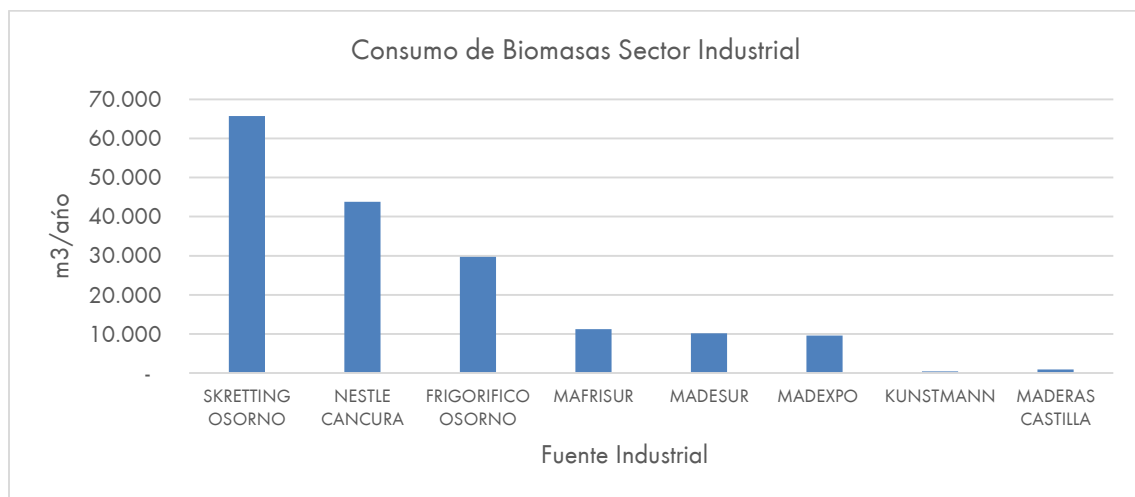
- Nestlé Osorno
- Agroindustrial Treimun
- Fábrica de Quesos Buenaventura
- CCU

De ellas Nestlé Osorno, no cuenta a la fecha con calderas y/o procesos que utilicen combustibles sólidos, esta industria en particular cambio el año pasado el quemador de la caldera a carbón, por uno a gas, y sus hornos de procesos a carbón, por hornos a petróleo.

Agroindustrial Treimun, fue contactada, sin embargo esta no se ubica dentro del área de estudio. Por su parte Buenaventura y CCU, no están presentes dentro de los registros de declaración de emisiones, por lo tanto se presumen no en funcionamiento.

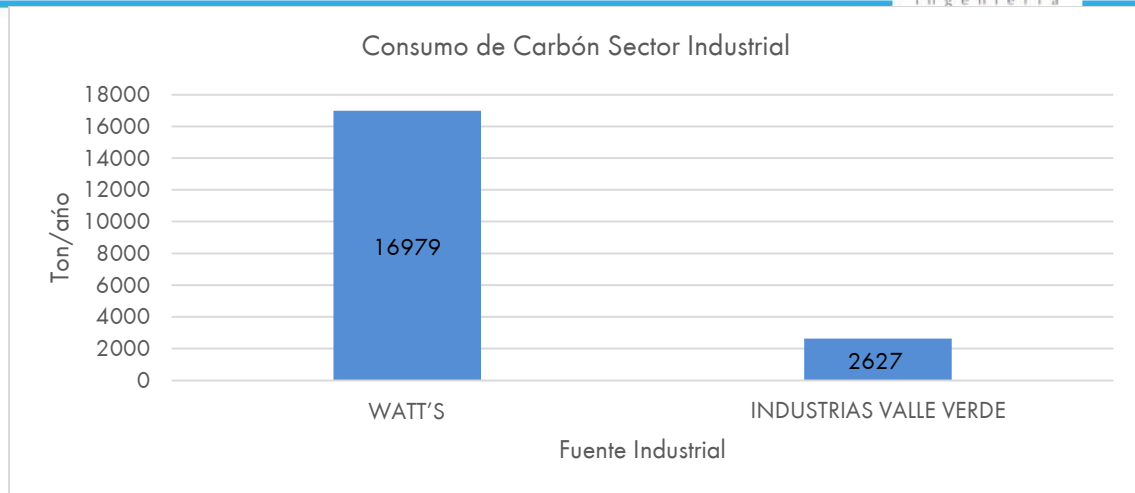
### 5.2.2.1 Consumo de Biomasa Sector Industrial

Las siguientes figuras muestra el consumo anual de biomasa del sector industrial en metros cúbicos. Skretting Osorno aparece con un alto consumo de chip, superando los 65.000 m<sup>3</sup> al año de este combustible.

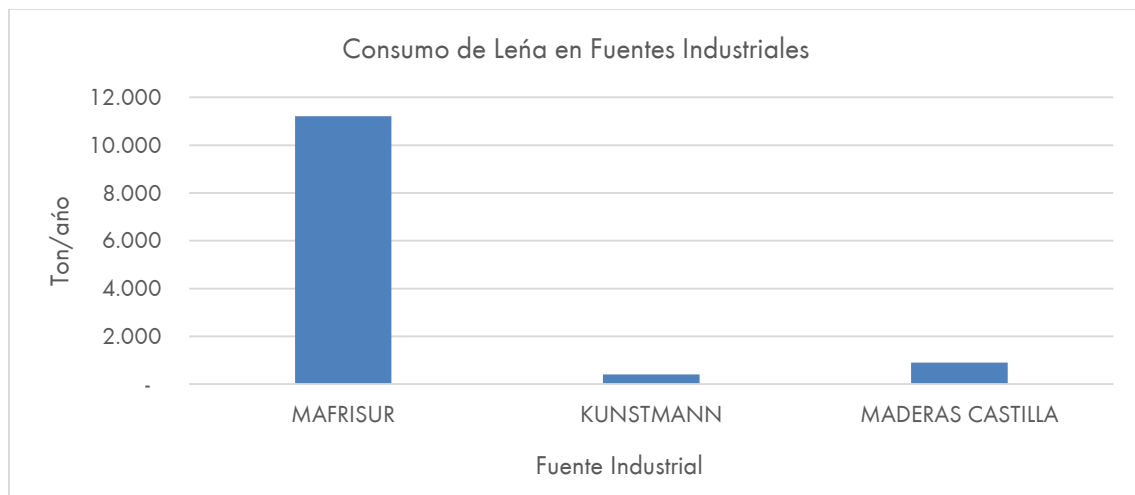


**Figura 14.** Consumo Biomasa Rubro Industrial

Las figuras 15 y 16 señalan específicamente el consumo de carbón y leña respectivamente por el sector industrial, encontrándose que Mafrisur es el mayor consumidor del sector.



**Figura 15.** Consumo Carbón Rubro Industrial



**Figura 16.** Consumo de Leña en Fuentes Industriales

#### 5.2.2.2 Proveedor de Combustible

Respecto a los proveedores de combustibles para el caso de los Chips se tiene que Calor Sur, abastece tanto a Nestlé como a Frigorífico Osorno. Mientras que biomasa Salinas y Waeguer abastece a Nestlé, Frigorífico Osorno y Skretting. Por su parte Frigorífico Osorno también cuenta dentro de sus proveedores a Aserraderos Riachuelo y Maderas Grop. Sketting a su vez tiene también a Luis Mora Sagredo como proveedor.

Respecto a los proveedores de leña, MAFRISUR recibe el combustible de Agrícola y Forestal Maile y Kunstmann recibe leña de Germán Báez.

Watt's y Valle Verde por su parte reciben el Carbón de Catamutún Energía. Industrias Valle Verde también compra el carbón a la asociación de pirquineros Estero Macho.

Por su parte tanto Madexpo como Madesur, generan su propio combustible.

### 5.2.2.3 Estado del Combustible

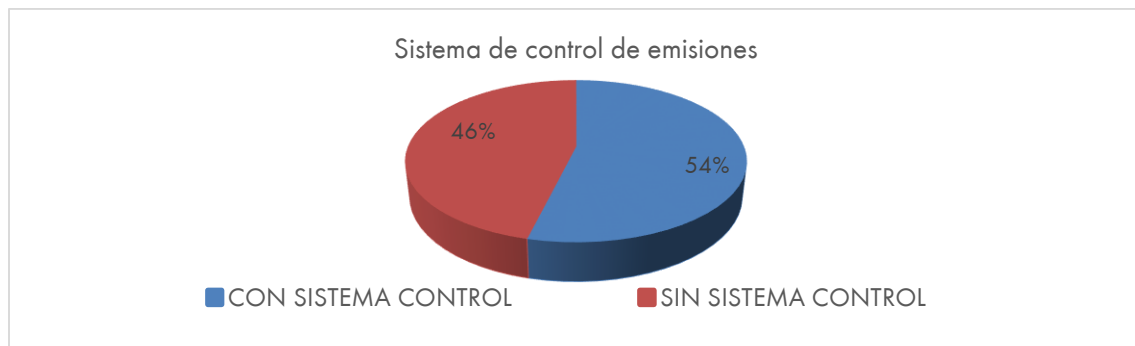
La Tabla 21, registra los valores de humedad, obtenido mediante la entrevista en terreno, realizada en las fuentes industriales consumidoras de combustibles sólidos. Cabe destacar que en muchos casos fue posible contratar la información entregada, con una inspección visual de las condiciones del combustible.

**Tabla 21.** Estado del combustible

| Empresa        | Tipo de combustible     | Humedad (%) |
|----------------|-------------------------|-------------|
| NESTLE CANCURA | CHIPS                   | <45%        |
| SKRETTING      | CHIPS                   | <40%        |
| FRIGOSOR       | CHIPS                   | <40%        |
| MADEXPO        | CHIPS, VIRUTA y ASERRIN | <12% y 60%  |
| KUNSTMANN      | LEÑA                    | <25%        |
| MAFRISUR       | LEÑA                    | <25%        |

### 5.2.2.4 Sistema de Control de Emisiones de las distintas fuentes

En relación a los sistemas de control encontrados en las fuentes se tiene que el 54% de éstas cuenta con sistema de control, de los cuales se tienen un Precipitador electrostático, 3 filtros de mangas, dos ciclones y un Multiciclón.



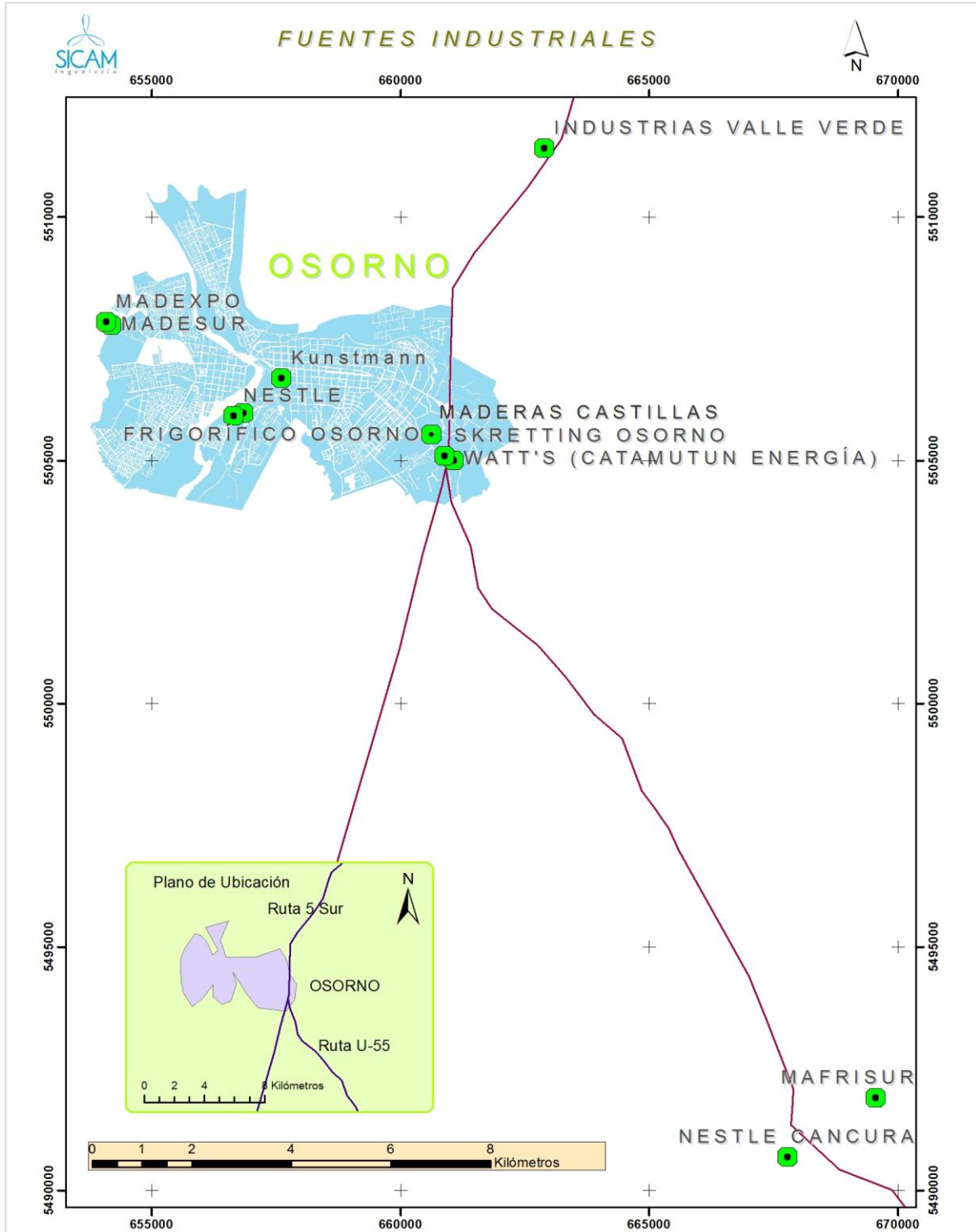
**Figura 17.** Consumo de Leña en Fuentes Industriales

**Tabla 22.** Sistemas de control de las emisiones de fuentes industriales

| ESTABLECIMIENTO                        | SISTEMA DE CONTROL          |
|--|-----------------------------|
| NESTLE S.A                             | PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO |
| CATAMUTUN ENERGIA S.A.                 | FILTRO DE MANGAS            |
| CATAMUTUN ENERGIA S.A.                 | FILTRO DE MANGAS            |
| CATAMUTUN ENERGIA S.A.                 | FILTRO DE MANGAS            |
| MATADERO FRIGORIFICO DEL SUR S.A.      | NO POSEE                    |
| MATADERO FRIGORIFICO DEL SUR S.A.      | NO POSEE                    |
| FRIGORIFICO DE OSORNO S.A.             | NO POSEE                    |
| MADERAS DEL SUR LTDA                   | CICLÓN                      |
| INVERSIONES INDUSTRIAS VALLE VERDE SA. | NO POSEE                    |
| MADEXPO LTDA.                          | CICLÓN                      |
| NUTRECO CHILE S.A.                     | MULTICICLÓN                 |
| SOCIEDAD INDUSTRIAL KUNSTMANN          | NO POSEE                    |
| MADERAS CASTILLA                       | NO POSEE                    |

### 5.2.3 Fuentes Industriales Georreferenciadas

La figura siguiente presenta la ubicación de las fuentes de tipo industrial distribuidas en la comuna de Osorno.



**Figura 18.** Consumo de Leña en Fuentes Industriales

### 5.3 RESULTADOS: FUENTES RELEVANTES DE TIPO COMERCIAL Y EDIFICIOS.

#### 5.3.1 Identificación de edificios

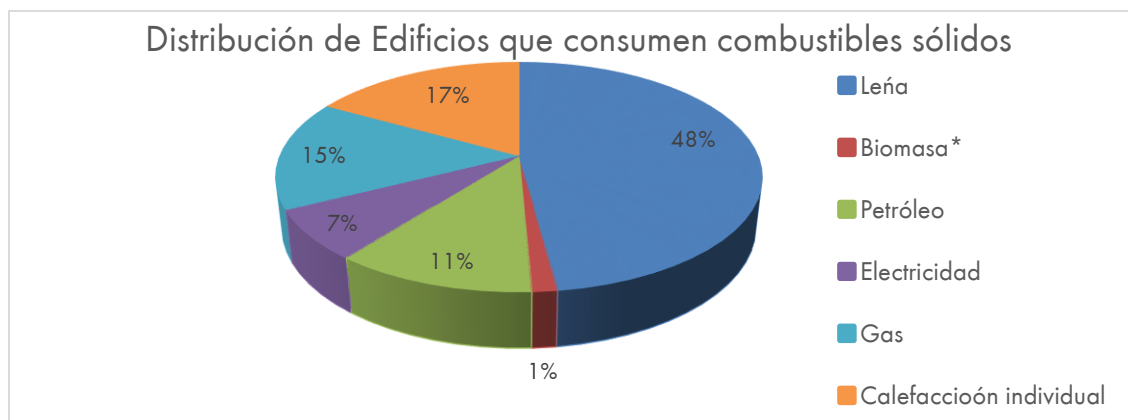
Para el catastro de edificios consumidores de combustibles sólidos, se realizó el cruce de información entre las bases de datos del registro de calderas de la SEREMI de Salud, base de datos nacional para la definición de la normativa de emisión de calderas (Ministerio del Medio Ambiente) que recoge información de declaración de emisiones desde el 2009 a 2012, registro de edificios de Osorno, levantado por la Seremi de Salud y el RETC 2013, también entregado por la Seremi de Salud. Es importante destacar que durante el proceso de búsqueda mediante google Streetview, se encontraron nuevas fuentes, las cuales han sido cotejadas con la información del registro de calderas, determinándose en muchos casos la utilización de combustibles líquidos. Esta información fue cotejada con el registro de la SEREMI de Salud de edificios consumidores de leña. Luego de lo cual se identificaron 35 edificios consumidores de combustibles sólidos, dentro de los cuales fue posible obtener información de 30 de ellos, los 5 restantes fueron estimados de acuerdo a similitud en las dimensiones de la infraestructura.

La información arrojó que los consumos de leña varían entre los 980 y 60 m<sup>3</sup>/año, siendo el mayor consumidor el edificio San Ramón con 980 m<sup>3</sup>/año. La tabla siguiente muestra el total de edificios catastrados, y la participación de otros combustibles dentro de la matriz. Cabe destacar que el 36% de los edificios catastrados consumen leña, y el 51% otros combustibles no sólidos. Existe un 12% de los edificios que utilizan calefacción individual, que también podrían ser consumidores de leña pero de manera residencial.

**Tabla 23.** Consumos de Combustibles sólidos en Edificios.

| Encuestas Totales      | Cantidad  | %           |
|------------------------|-----------|-------------|
| Leña                   | 34        | 48%         |
| Biomasa*               | 1         | 1%          |
| Petróleo               | 8         | 11%         |
| Electricidad           | 5         | 7%          |
| Gas                    | 11        | 15%         |
| Calefacción individual | 12        | 17%         |
| <b>Total Edificios</b> | <b>56</b> | <b>100%</b> |

\*Biomasa: Aserrín, viruta, chip



**Figura 19.** Distribución del consumo de combustible de edificios

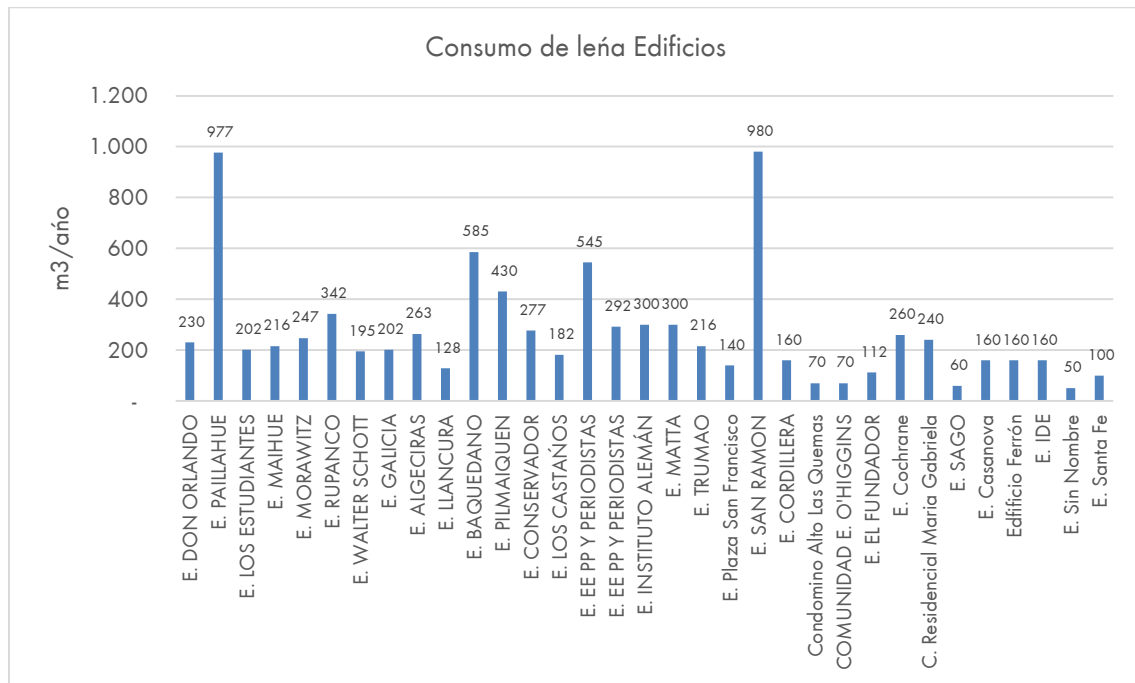
### 5.3.1.1 Consumo de combustibles sólidos en edificios

A continuación se presenta una tabla resumen con los edificios y sus consumos de leña. Los que se presentan en color gris en la tabla, corresponden a consumos estimados.

**Tabla 24.** Consumo de leña anual por Edificio (m<sup>3</sup>/año)

| Establecimiento                           | Cantidad (m <sup>3</sup> /año) | %          |
|---|--------------------------------|------------|
| EDIFICIO DON ORLANDO                      | 230                            | 3%         |
| EDIFICIO PAILAHUE                         | 977                            | 11%        |
| EDIFICIO LOS ESTUDIANTES                  | 202                            | 2%         |
| EDIFICIO MAIHUE                           | 216                            | 2%         |
| EDIFICIO MORAWITZ                         | 247                            | 3%         |
| EDIFICIO RUPANCO                          | 342                            | 4%         |
| EDIFICIO WALTER SCHOTT                    | 195                            | 2%         |
| EDIFICIO GALICIA                          | 202                            | 2%         |
| EDIFICIO ALGECIRAS                        | 263                            | 3%         |
| EDIFICIO LLANCURA                         | 128                            | 1%         |
| EDIFICIO BAQUEDANO                        | 585                            | 6%         |
| EDIFICIO PILMAIQUEN                       | 430                            | 5%         |
| EDIFICIO CONSERVADOR                      | 277                            | 3%         |
| EDIFICIO LOS CASTAÑOS                     | 182                            | 2%         |
| EDIFICIO EMPLEADOS PÚBLICOS Y PERIODISTAS | 545                            | 6%         |
| EDIFICIO EMPLEADOS PÚBLICOS Y PERIODISTAS | 292                            | 3%         |
| EDIFICIO INSTITUTO ALEMÁN                 | 300                            | 3%         |
| EDIFICIO MATTÁ                            | 300                            | 3%         |
| EDIFICIO TRUMAO                           | 216                            | 2%         |
| EDIFICIO PLAZA SAN FRANCISCO              | 140                            | 2%         |
| EDIFICIO SAN RAMON                        | 980                            | 11%        |
| EDIFICIO CORDILLERA                       | 160                            | 2%         |
| CONDOMINO ALTO LAS QUEMAS                 | 70                             | 1%         |
| COMUNIDAD EDIFICIO O'HIGGINS              | 70                             | 1%         |
| EDIFICIO EL FUNDADOR                      | 112                            | 1%         |
| EDIFICIO COCHRANE                         | 260                            | 3%         |
| CONJUNTO RESIDENCIAL MARIA GABRIELA       | 240                            | 3%         |
| EDIFICIO SAGO                             | 60                             | 1%         |
| EDIFICIO CASANOVA                         | 160                            | 2%         |
| EDIFICIO FERRÓN                           | 160                            | 2%         |
| EDIFICIO IDE                              | 160                            | 2%         |
| EDIFICIO SIN NOMBRE                       | 50                             | 1%         |
| EDIFICIO SANTA FE                         | 100                            | 1%         |
| EDIFICIO HÉCTOR KRAMM ÁGUILA              | 160                            | 2%         |
| <b>TOTAL</b>                              | <b>9.011</b>                   | <b>98%</b> |

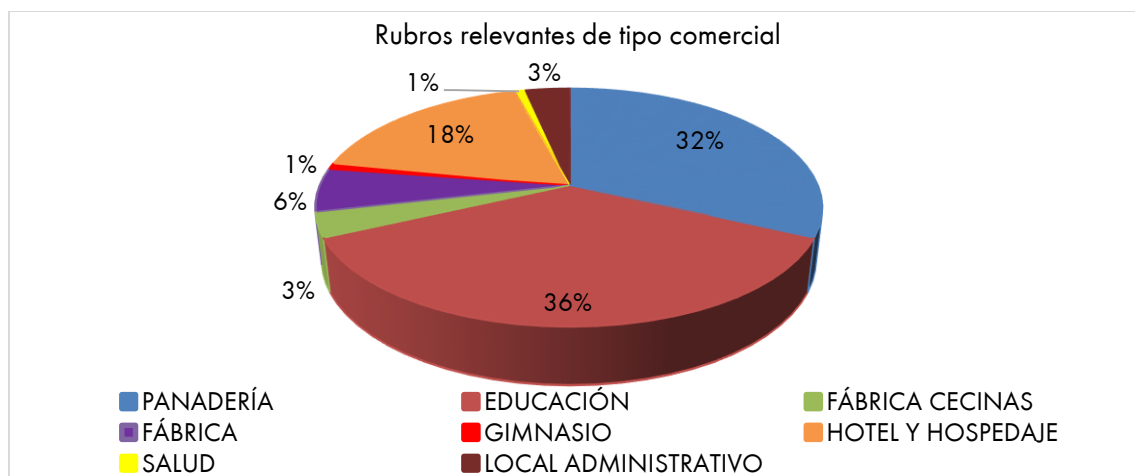




**Figura 20.** Consumo de leña de edificios

### 5.3.2 Identificación de Fuentes Relevantes de tipo Comercial

Como se mencionó en el capítulo de metodología del presente informe, la principal fuente de información de los consumidores de tipo comercial de combustibles sólidos es el registro de patentes comerciales de la I. Municipalidad de Osorno. Luego de considerar los rubros relevantes y dentro de estos, considerar solo los consumidores relevantes (por tamaño o por tipo de combustible) se logró seleccionar 106 fuentes consideradas como relevantes. Dentro de las cuales, los más importantes corresponden al rubro de Educación Particular (incluyendo colegios, escuelas, jardines infantiles, institutos y otros centros educacionales). Otro rubro considerado importante es el correspondiente a Hoteles y Hospedajes y las Panaderías (incluyendo fábricas de empanadas, amasanderías, fábrica de masas).



**Figura 21.** Rubros relevantes considerados como fuentes comerciales.

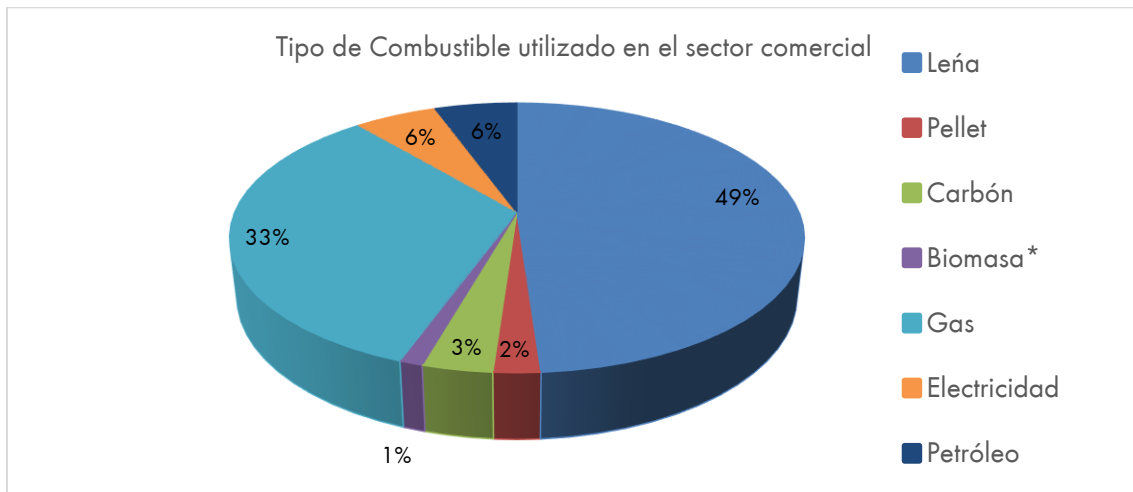
La lista completa de locales comerciales que serán considerados para el levantamiento de información se presenta en la Base de datos "BD\_Patentes\_Rubros\_Relevantes".

Dentro de los 106 locales comerciales identificados, fue posible obtener la información de 90 de ellos. Dentro de los cuales el 49% utiliza leña como combustible ya sea de proceso o de calefacción. El detalle del tipo de combustible utilizado por el rubro comercial catastrado se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 25.** Tipo de combustible utilizado por el rubro comercial.

| Encuestas Totales                  | Cantidad de locales | %           | Consumo Anual | Unidad              |
|------------------------------------|---------------------|-------------|---------------|---------------------|
| Leña                               | 44                  | 49%         | 6.880         | m <sup>3</sup> /año |
| Pellet                             | 2                   | 2%          | 19.800        | Kg/año              |
| Carbón                             | 3                   | 3%          | 40.430        | Kg/año              |
| Biomasa*                           | 1                   | 1%          | 9.216         | m <sup>3</sup> /año |
| Gas                                | 30                  | 33%         |               |                     |
| Electricidad                       | 5                   | 6%          |               |                     |
| Petróleo                           | 5                   | 6%          |               |                     |
| <b>Encuestas Efectivas Totales</b> | <b>90</b>           | <b>100%</b> |               |                     |

\* MEZCLA DE ASERRÍN, LEÑA, CORTEZA, VIRUTA



**Figura 22.** Tipo de combustible utilizado por el rubro comercial.

En relación a la relevancia de los locales a catastrar en relación a su aporte al consumo total de combustibles sólidos, se estableció que un corte adecuado es un consumo menor a 100 m<sup>3</sup>/año.

De esta manera se obtiene que de la totalidad de los establecimientos comerciales consumidores de leña, el 43% se considera relevante (19 establecimientos) y el 57% No relevante (25 establecimientos), aun cuando se consideró el dato de consumo para fines de cálculo. En relación a la cantidad, se tiene que los 19 establecimientos relevantes consumen el 90% de la leña total del rubro, mientras que los 25 restantes (considerados no relevantes) consumen solo el 10% del total de leña.

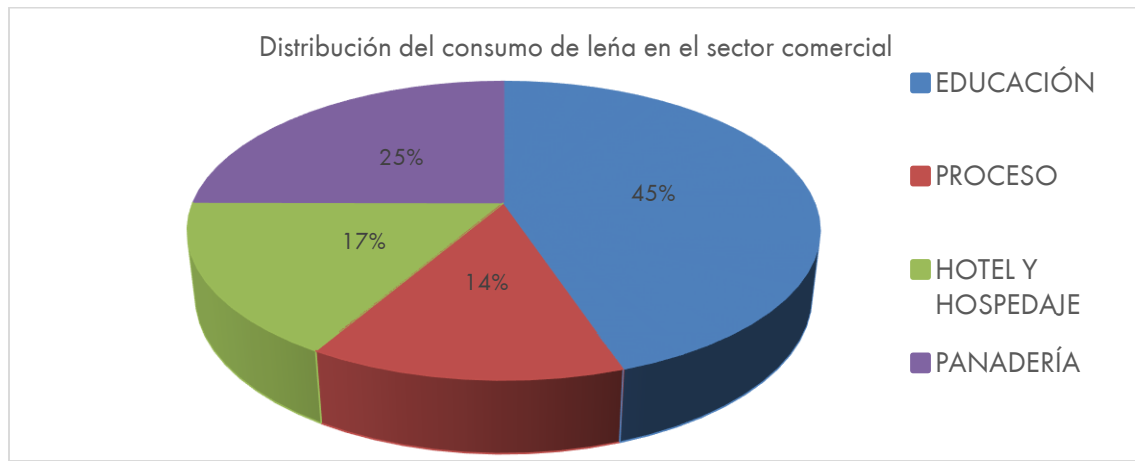
**Tabla 26.** Categorización consumidores de leña de tipo comercial

| Categorización Leña                      | Cantidad locales | %           | Consumo (m <sup>3</sup> /año) | % Consumo   |
|--|------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| Relevantes (> 100 m <sup>3</sup> /año)   | 19               | 43%         | 6.174                         | 90%         |
| No Relevantes (<100 m <sup>3</sup> /año) | 25               | 57%         | 706                           | 10%         |
| <b>Total</b>                             | <b>44</b>        | <b>100%</b> | <b>6.880</b>                  | <b>100%</b> |

Para el análisis se consideró solo los consumidores relevantes, los cuales se distribuyen por rubros de acuerdo a lo que se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 27.** Consumo de leña por rubro del sector comercial

| RUBRO             | Cantidad leña (m <sup>3</sup> /año) | %           |
|-------------------|-------------------------------------|-------------|
| EDUCACIÓN         | 2.770                               | 45%         |
| PROCESO           | 840                                 | 14%         |
| HOTEL Y HOSPEDAJE | 1.024                               | 17%         |
| PANADERÍA         | 1.540                               | 25%         |
| <b>Total</b>      | <b>6.174</b>                        | <b>100%</b> |



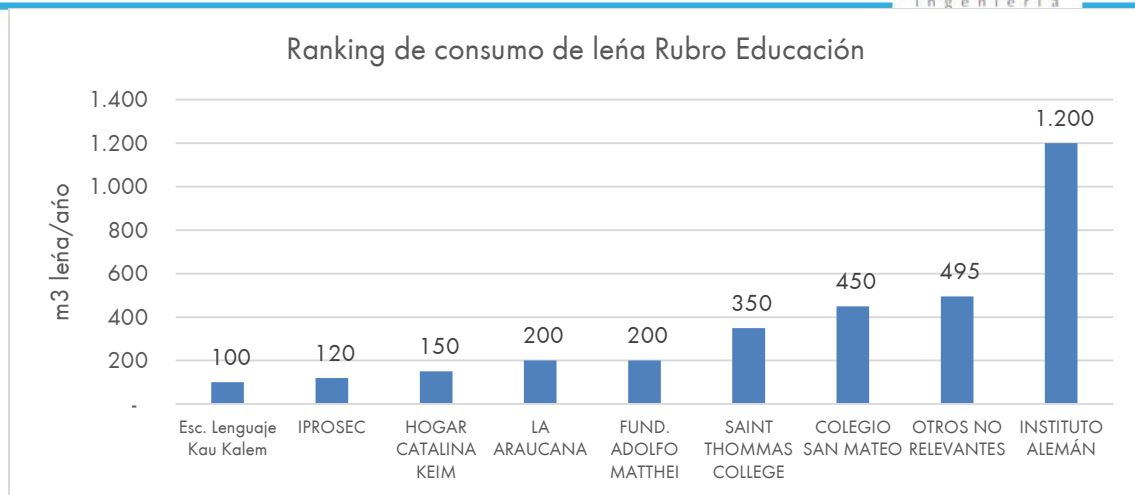
**Figura 23.** Distribución de consumo de leña en el sector comercial

### 5.3.2.1 Consumo de combustibles sólidos en el Rubro Educación

Dentro de los más relevantes se encuentra el rubro educación con el 46% del consumo del sector, le sigue el rubro de panadería y el hotelero. Para el rubro educación se puede individualizar el consumo por establecimiento obteniendo el siguiente ranking de consumo.

**Tabla 28.** Ranking de consumo establecimientos privados

| Establecimiento         | Cantidad (m <sup>3</sup> /año) | %           |
|-------------------------|--------------------------------|-------------|
| Esc. Lenguaje Kau Kalem | 100                            | 3%          |
| IPROSEC                 | 120                            | 4%          |
| HOGAR CATALINA KEIM     | 150                            | 5%          |
| LA ARAUCANA             | 200                            | 6%          |
| FUND. ADOLFO MATTHEI    | 200                            | 6%          |
| SAINT THOMMAS COLLEGE   | 350                            | 11%         |
| COLEGIO SAN MATEO       | 450                            | 14%         |
| OTROS NO RELEVANTES     | 495                            | 15%         |
| INSTITUTO ALEMÁN        | 1.200                          | 37%         |
| <b>Total</b>            | <b>3.265</b>                   | <b>100%</b> |
| <b>Promedio</b>         | <b>363</b>                     |             |



**Figura 24.** Ranking de consumo de leña dentro del rubro Educación

Como se aprecia en el gráfico anterior, el Instituto Alemán corresponde al mayor consumidor de leña dentro de su rubro, lo cual se sustenta en que este establecimiento posee 6 calderas, las cuales cumplen la función de calefacción y además mantienen una piscina temperada.

### 5.3.2.2 Consumo de combustibles sólidos en el Rubro Panaderías

En relación al rubro panadería, de las 17 que se pudieron catastrar, 6 de ellas utilizan leña dentro de sus procesos (35%), estando en segundo lugar después del gas (59%).

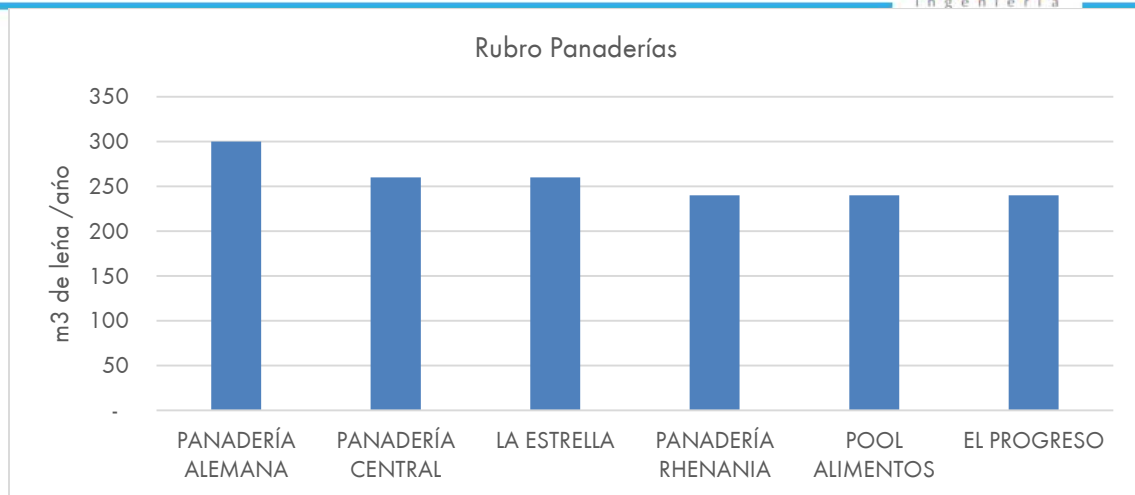
**Tabla 29.** Tipo de combustible consumido en Panaderías relevantes

| Tipo combustible | Cantidad (m³/año) | %           |
|------------------|-------------------|-------------|
| Gas              | 10                | 59%         |
| Leña             | 6                 | 35%         |
| Petróleo         | 1                 | 6%          |
| <b>Total</b>     | <b>17</b>         | <b>100%</b> |

Dentro de las panaderías que consumen leña para su proceso, fue posible obtener de manera efectiva la encuesta, solo 4, ya que Panadería Central y La Estrella, si bien indicaron que el combustible utilizado corresponde a leña, se negaron a entregar la información solicitada. Por lo tanto, considerando la envergadura similar a las catastradas, se estableció un consumo promedio, para fines de cálculo y para evitar subestimar el rubro.

**Tabla 30.** Cantidad de leña consumida (m³/año) por Rubro Pandero

| Local              | Cantidad (m³ leña/año) | %           |
|--------------------|------------------------|-------------|
| PANADERÍA ALEMANA  | 300                    | 19%         |
| PANADERÍA CENTRAL  | 260                    | 17%         |
| LA ESTRELLA        | 260                    | 17%         |
| PANADERÍA RHENANIA | 240                    | 16%         |
| POOL ALIMENTOS     | 240                    | 16%         |
| EL PROGRESO        | 240                    | 16%         |
| <b>Total</b>       | <b>1.540</b>           | <b>100%</b> |



**Figura 25.** Ranking de Panaderías consumidoras de Leña

### 5.3.2.3 Consumo de combustibles sólidos en el Rubro Hotelero

Dentro del rubro Hotelero, fue posible catastrar a 10, dentro de los cuales 6 son consumidores de leña.

**Tabla 31.** Tipo de combustible consumido en el rubro hotelero

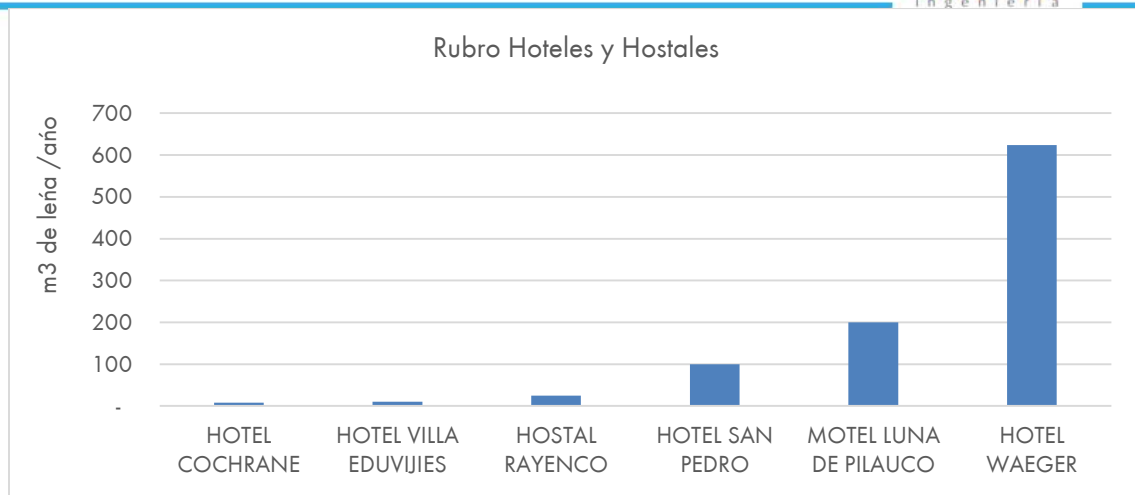
| Tipo combustible | Cantidad  | %           |
|------------------|-----------|-------------|
| Gas              | 2         | 20%         |
| Leña             | 6         | 60%         |
| Petróleo         | 2         | 20%         |
| <b>Total</b>     | <b>10</b> | <b>100%</b> |

Todo el rubro hotelero catastrado consume del orden de los 1000 m³/año. Para este catastro se descartaron las asimilables a domiciliarias, tales como hostales u hospedajes de menor tamaño.

**Tabla 32.** Consumo de leña del sector hotelero.

| Local                 | Cantidad (m³ leña/año) | %           |
|-----------------------|------------------------|-------------|
| HOTEL COCHRANE        | 8                      | 1%          |
| HOTEL VILLA EDUVIJIES | 10                     | 1%          |
| HOSTAL RAYENCO        | 25                     | 3%          |
| HOTEL SAN PEDRO       | 100                    | 10%         |
| MOTEL LUNA DE PILAUCO | 200                    | 21%         |
| HOTEL WAEGER          | 624                    | 65%         |
| <b>Total</b>          | <b>967</b>             | <b>100%</b> |

De los hoteles catastrados consumidores de leña, se puede considerar que existen 3 considerados relevantes, como se muestra en la gráfica siguiente.



**Figura 26.** Ranking de consumo rubro hotelero.

#### 5.3.2.4 Consumo de combustibles sólidos en el Rubro Restaurantes

A solicitud de la contraparte, se procedió a realizar un catastro dentro del perímetro del sector centro de la ciudad de Osorno, de los restaurantes que potencialmente consuman combustibles sólidos. Para lo cual fue posible lograr que respondieran la encuesta en terreno solo 10 de ellos, dentro de los cuales 3 funcionan con carbón (parrillas) y los 7 restantes utilizan gas.

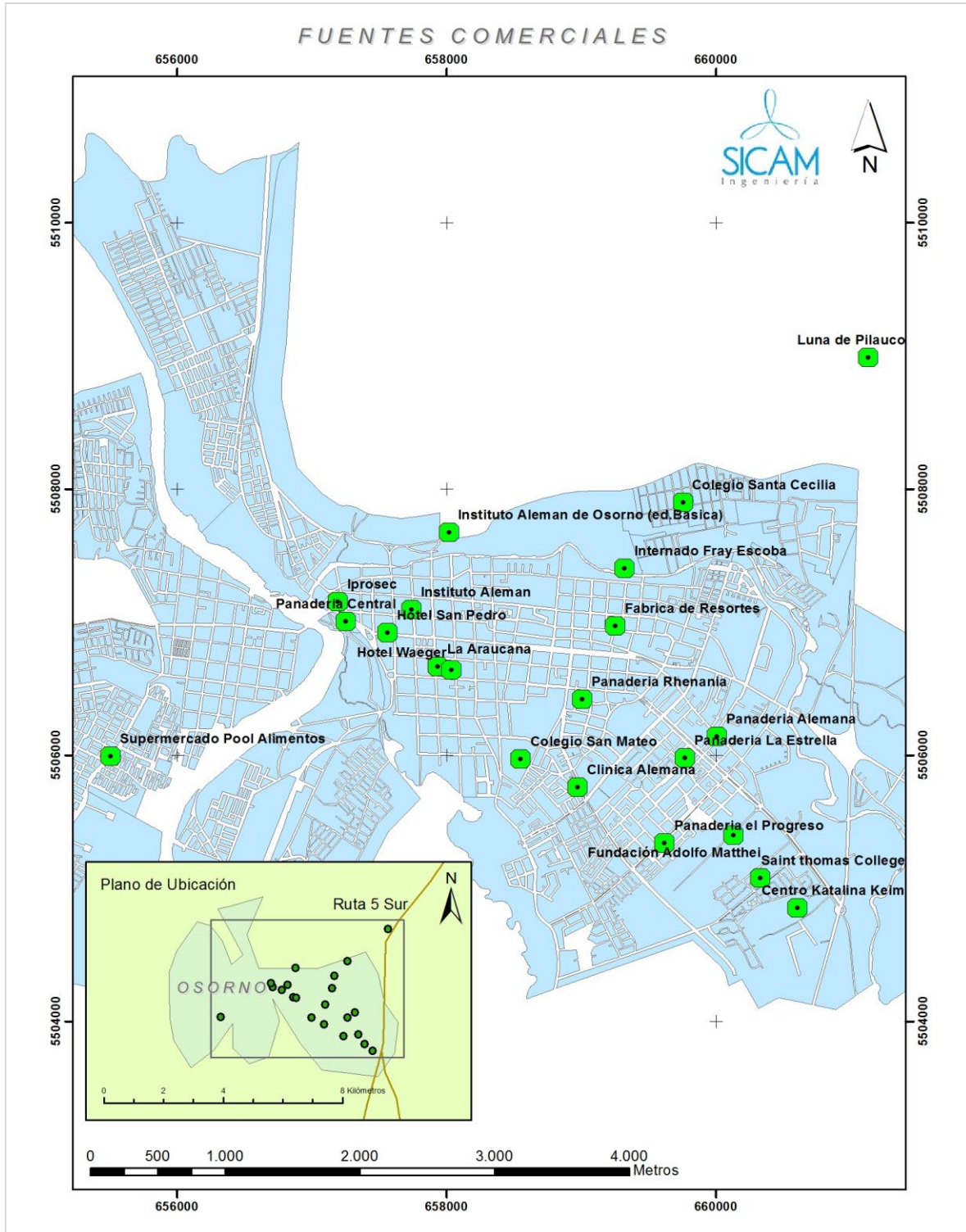
Dentro del rubro se estableció que en general no utilizan combustibles sólidos dentro de sus procesos, salvo los que poseen parrilla que utilizan carbón, pero resultan poco relevantes en relación al rubro industrial. El consumo de leña en este rubro se limita solo a consumos asimilables a domiciliario, pudiéndose encontrar artefactos a leña para calefacción, lo que no se considera relevante.

**Tabla 33.** Consumo de combustibles del rubro restaurante.

| Restaurante                           | Combustible | Consumo (kg/año) |
|---------------------------------------|-------------|------------------|
| Restaurant pollo a las brasas La Mano | CARBÓN      | 15.550           |
| SchopDog                              | GAS         |                  |
| Restaurant Guisos                     | GAS         |                  |
| Resto Bar Nativo                      | GAS         |                  |
| Restaurant Caserón Freire             | GAS         |                  |
| Café Restaurant Rayi Milla            | GAS         |                  |
| Club Alemán Osorno                    | CARBÓN      | 18.660           |
| Full Pollo                            | CARBÓN      | 6.220            |
| RESTAURANT EL MESÓN                   | GAS         |                  |
| Café Restaurant Donde Gabriel         | GAS         |                  |

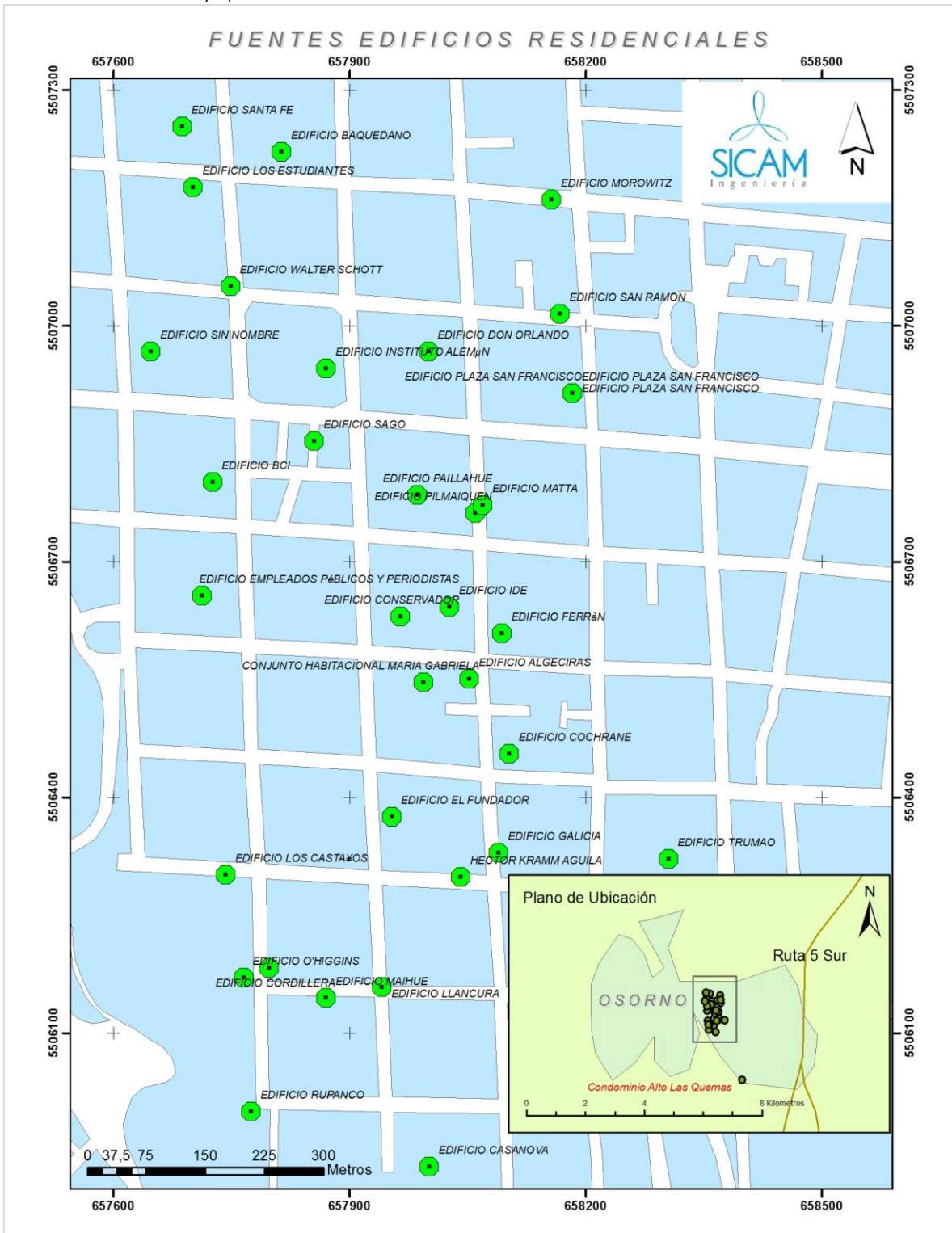
### 5.3.3 Fuentes Comerciales Relevantes Georreferenciadas

La figura siguiente muestra la distribución espacial de las fuentes comerciales relevantes dentro de la comuna de Osorno.



**Figura 27.** Ubicación de las fuentes comerciales relevantes en la ciudad de Osorno

La figura siguiente muestra la distribución espacial de los edificios catastrados dentro de la comuna de Osorno y que son consumidores de combustibles sólidos.



**Figura 28.** Ubicación edificios consumidores de combustibles sólidos ciudad de Osorno



## 5.4 RESULTADOS: ESTIMACIÓN DE EMISIONES

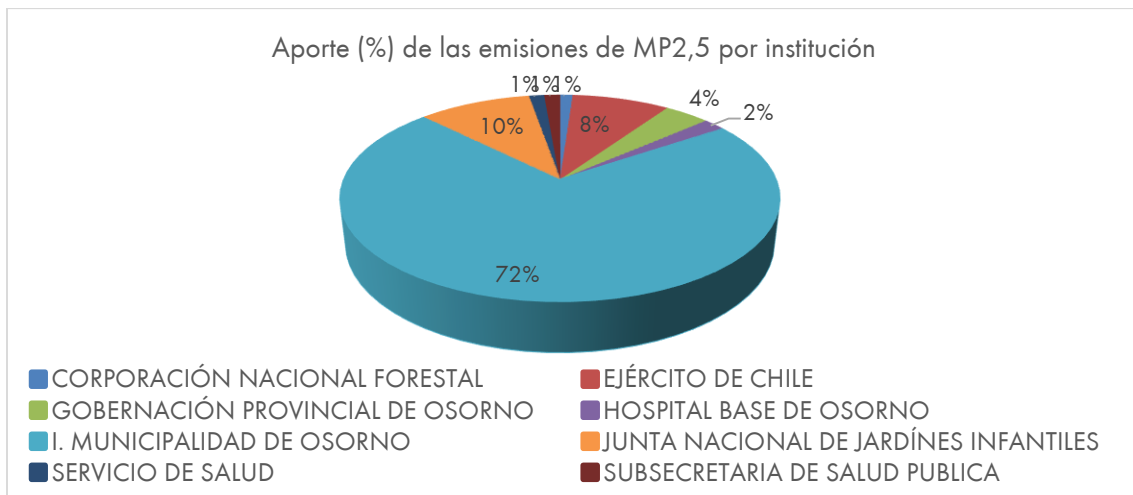
### 5.4.1 Estimación de Emisiones de Fuentes Institucionales Año Base 2013.

Se realizó el cálculo de estimación de emisiones para las fuentes de tipo institucional considerando la información de consumos del año 2013, estimando un total de emisiones de material particulado correspondiente a 7,2 Ton/año de MP10 y 6,72 Ton/año de MP2,5.

**Tabla 34.** Consumo de combustibles del rubro restaurante.

| INSTITUCIONES              | Emisiones (Ton/año) |              |                |                 |                 |
|----------------------------|---------------------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|
|                            | MP10                | MP2,5        | CO             | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> |
| CONAF                      | 0,081               | 0,076        | 1,506          | 0,001           | 0,026           |
| EJÉRCITO DE CHILE          | 0,613               | 0,571        | 11,342         | 0,005           | 0,194           |
| GOBERNACIÓN OSORNO         | 0,291               | 0,271        | 5,387          | 0,002           | 0,092           |
| HOSPITAL BASE DE OSORNO    | 0,136               | 0,126        | 2,509          | 0,001           | 0,043           |
| I. MUNICIPALIDAD DE OSORNO | 5,185               | 4,831        | 95,956         | 0,040           | 1,642           |
| JUNJI                      | 0,713               | 0,664        | 13,199         | 0,005           | 0,226           |
| SERVICIO DE SALUD          | 0,098               | 0,091        | 1,807          | 0,001           | 0,031           |
| SEREMI DE SALUD PUBLICA    | 0,097               | 0,090        | 1,796          | 0,001           | 0,031           |
| <b>TOTAL</b>               | <b>7,214</b>        | <b>6,721</b> | <b>133,502</b> | <b>0,055</b>    | <b>2,285</b>    |

Porcentualmente la institución que más aporta en las emisiones corresponde a la I. Municipalidad de Osorno, debido a que esta institución concentra el mayor consumo de combustibles sólidos asociados principalmente a establecimientos educacionales y servicios de salud.



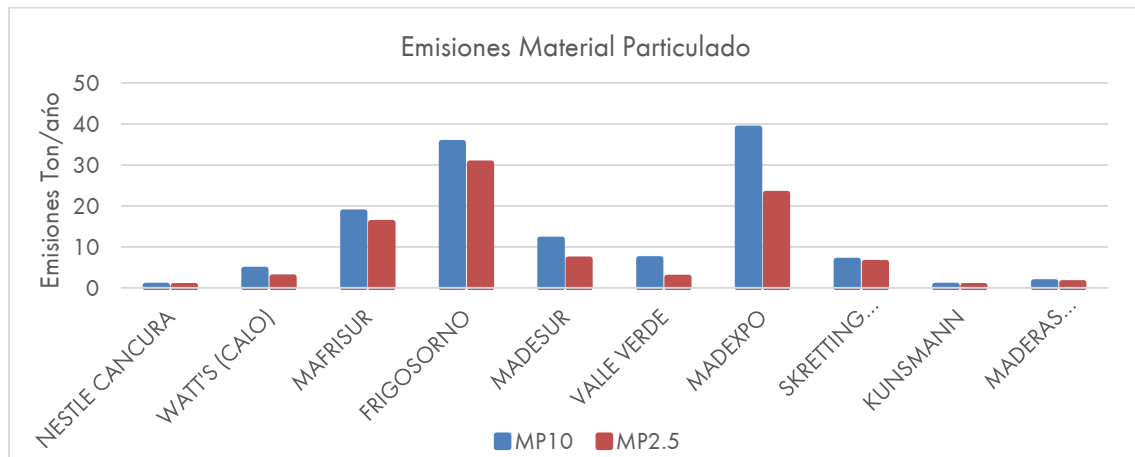
**Figura 29.** Aporte porcentual de emisiones de MP2,5 por institución

### 5.4.2 Estimación de Emisiones de Fuentes Industriales

La estimación de emisiones del rubro Industrial indican que su aporte es de 126,2 Ton/año de MP10 y 90,5 Ton/año de MP2,5, siendo relevante además su aporte de NO<sub>x</sub>, estimando una cantidad de 248,1 Ton/año, provenientes en su mayoría de las calderas que funcionan a carbón.

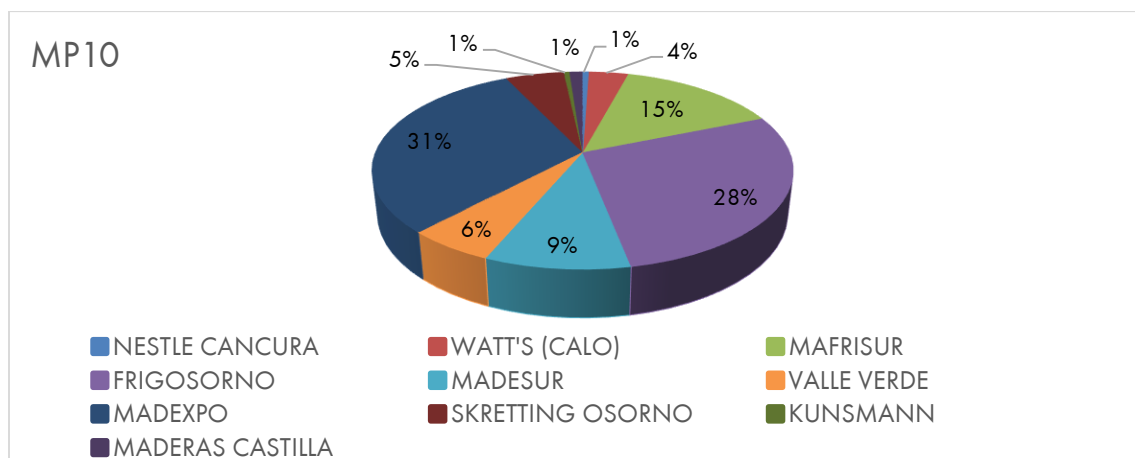
**Tabla 35.** Estimación de Emisiones del Sector Industrial

| ESTABLECIMIENTO  | EMISIONES (Ton/Año) |              |               |               |               |             |
|------------------|---------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
|                  | MP10                | MP2,5        | SOx           | NOx           | CO            | COVs        |
| NESTLE CANCURA   | 0,68                | 0,58         | 2,61          | 22,96         | 62,62         | 1,77        |
| WATT'S (CALO)    | 4,57                | 2,67         | 524,06        | 115,19        | 52,73         | -           |
| MAFRISUR         | 18,50               | 15,93        | 1,28          | 25,18         | 30,83         | 0,87        |
| FRIGOSORNO       | 35,47               | 30,51        | 1,77          | 15,61         | 42,57         | 1,21        |
| MADESUR          | 11,92               | 7,05         | 0,61          | 5,35          | 14,59         | 0,41        |
| VALLE VERDE      | 7,15                | 2,62         | 67,89         | 8,93          | 7,15          | 0,08        |
| MADEXPO          | 39,02               | 23,10        | 1,99          | 17,52         | 47,78         | 1,35        |
| SKRETTING OSORNO | 6,76                | 6,22         | 3,92          | 34,46         | 93,98         | 2,66        |
| KUNSMANN         | 0,66                | 0,57         | 0,05          | 0,90          | 1,10          | 0,03        |
| MADERAS CASTILLA | 1,48                | 1,28         | 0,10          | 2,02          | 2,47          | 0,07        |
| <b>TOTAL</b>     | <b>126,20</b>       | <b>90,52</b> | <b>604,28</b> | <b>248,12</b> | <b>355,82</b> | <b>8,47</b> |



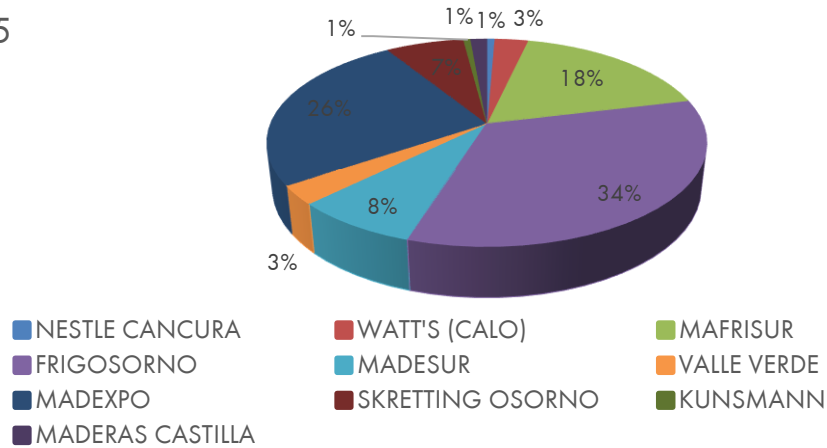
**Figura 30.** Aporte porcentual de emisiones de material particulado del Sector Industrial

A continuación en las figuras siguientes se presenta el aporte porcentual de las distintas fuentes a los contaminantes criterio, abordados en el presente estudio.



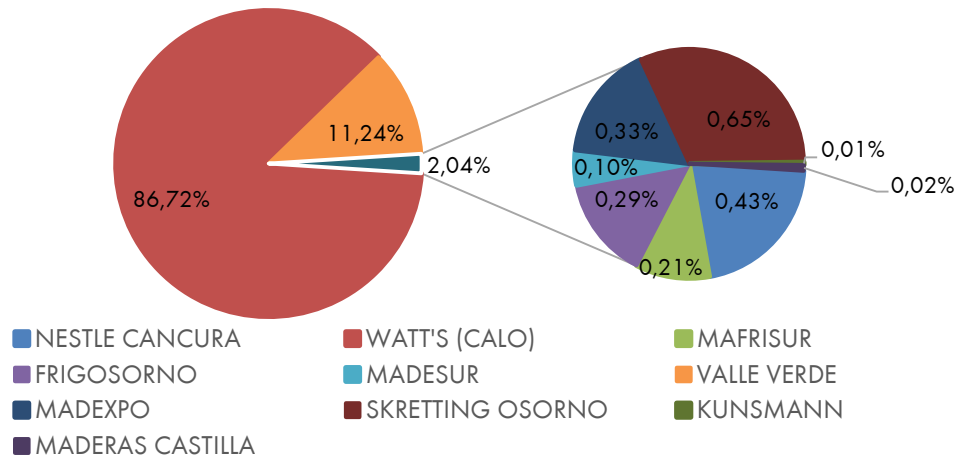
**Figura 31.** Aporte porcentual de emisiones de MP10 por Empresa

MP2,5



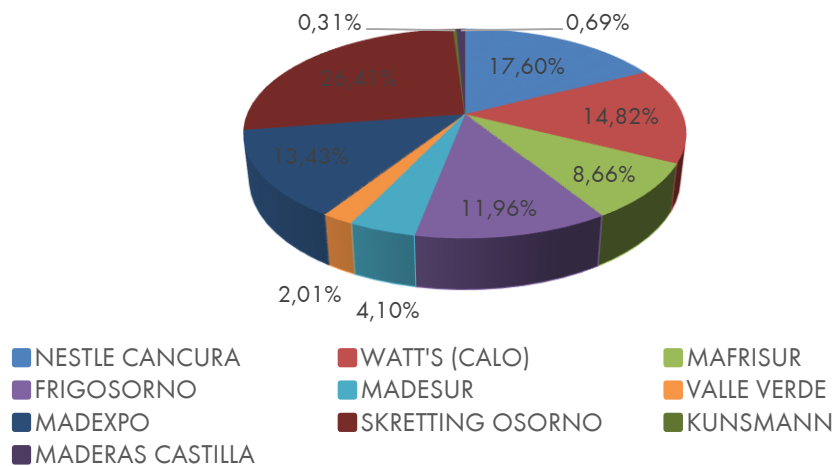
**Figura 32.** Aporte porcentual de emisiones de MP2,5 por Empresa

SOx

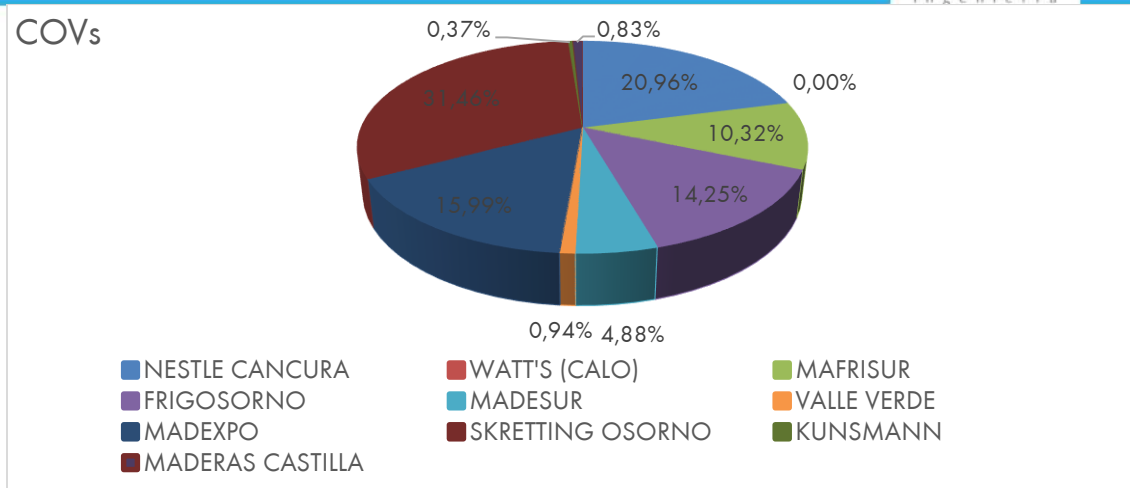


**Figura 33.** Aporte porcentual de emisiones de SOx por Empresa

CO



**Figura 34.** Aporte porcentual de emisiones de CO por Empresa



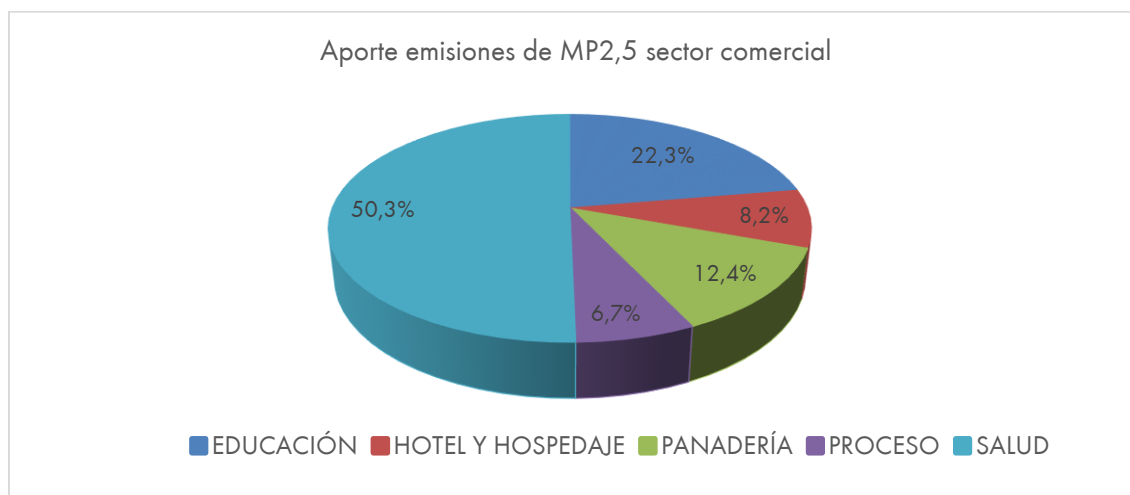
**Figura 35.** Aporte porcentual de emisiones de COVs por Empresa

### 5.4.3 Estimación de Emisiones de Fuentes Comerciales

La estimación de emisiones del rubro comercial indica que su aporte es de 21,8 Ton/año de MP10 y 18,8 Ton/año de MP2,5.

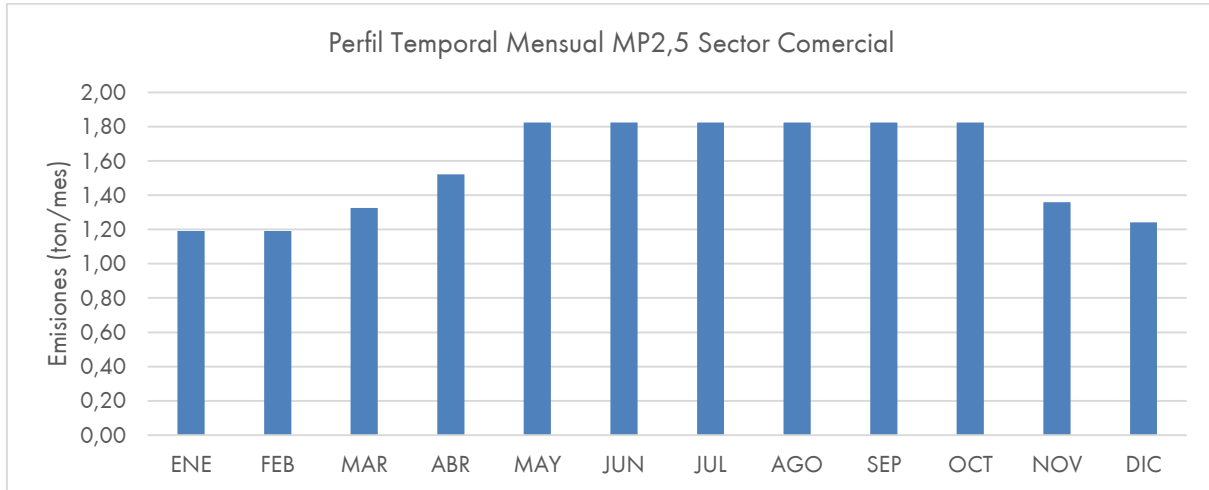
**Tabla 36.** Emisiones generadas en el sector comercial

| ESTABLECIMIENTO   | EMISIONES (Ton/Año) |              |                 |                 |              |             |
|-------------------|---------------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-------------|
|                   | MP10                | MP2,5        | SO <sub>x</sub> | NO <sub>x</sub> | CO           | COVs        |
| EDUCACIÓN         | 4,87                | 4,20         | 8,20            | 0,34            | 6,69         | 0,23        |
| HOTEL Y HOSPEDAJE | 1,79                | 1,55         | 2,99            | 0,12            | 2,44         | 0,08        |
| PANADERÍA         | 2,70                | 2,32         | 6,04            | 0,04            | 0,67         | 0,034       |
| PROCESO           | 1,47                | 1,27         | 2,69            | 0,08            | 1,53         | 0,056       |
| SALUD             | 10,99               | 9,46         | 13,19           | 0,55            | 4,84         | 0,37        |
| <b>TOTAL</b>      | <b>21,83</b>        | <b>18,79</b> | <b>33,12</b>    | <b>1,12</b>     | <b>16,17</b> | <b>0,78</b> |



**Figura 36.** Aporte porcentual de emisiones de MP2,5 Sector Comercial

El siguiente gráfico muestra el perfil temporal de las emisiones de MP2,5 proveniente del sector comercial considerando todos los rubros analizados, tomando como base de cálculo las emisiones mensuales totales.



**Tabla 37.** Emisiones de MP2,5 generadas en el sector comercial

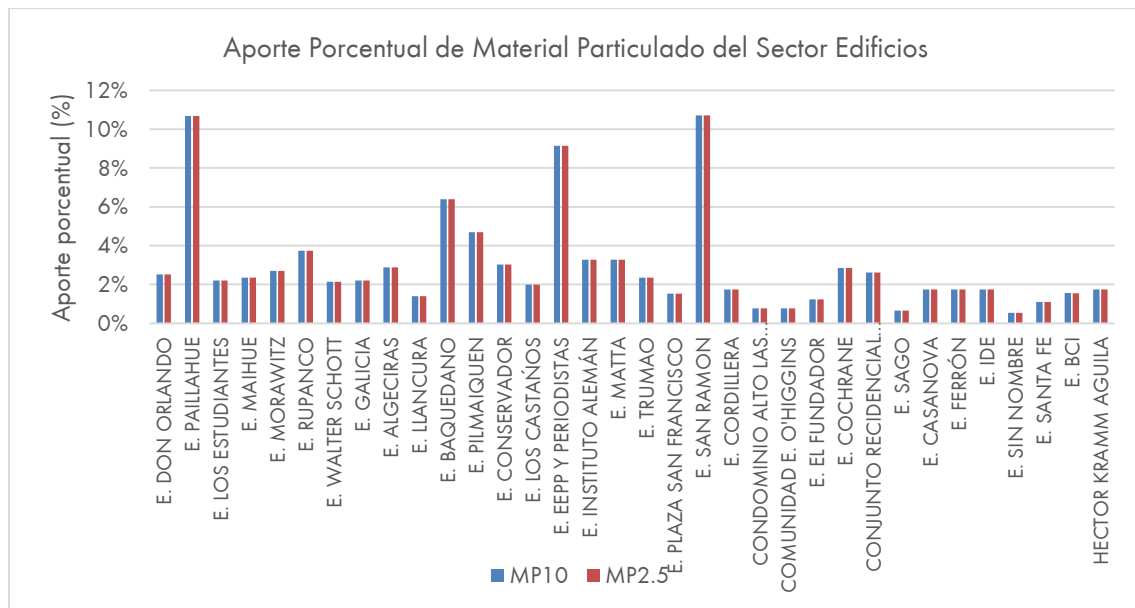
#### 5.4.4 Estimación de Emisiones de Edificios

La estimación de emisiones provenientes de edificios indica que el aporte del sector es de 16 Ton/año de MP10 y 13,8 Ton/año de MP2,5, siendo los que aportan con mayor cantidad de emisiones el edificio San Ramón y Edificio Paillahue, aportando entre ambos con el 21, 4% de las emisiones del sector.

**Tabla 38.** Emisiones generadas en el sector Edificios

| EDIFICIO                 | Emisiones (Ton/año) |       |      |                 |                 |      |
|--------------------------|---------------------|-------|------|-----------------|-----------------|------|
|                          | MP10                | MP2,5 | CO   | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | COVs |
| EDIFICIO DON ORLANDO     | 0,40                | 0,35  | 0,67 | 0,03            | 0,55            | 0,02 |
| EDIFICIO PAILLAHUE       | 1,71                | 1,47  | 2,85 | 0,11            | 2,33            | 0,08 |
| EDIFICIO LOS ESTUDIANTES | 0,35                | 0,31  | 0,59 | 0,03            | 0,48            | 0,02 |
| EDIFICIO MAIHUE          | 0,378               | 0,33  | 0,63 | 0,03            | 0,52            | 0,02 |
| EDIFICIO MORAWITZ        | 0,43                | 0,37  | 0,72 | 0,03            | 0,59            | 0,02 |
| EDIFICIO RUPANCO         | 0,60                | 0,52  | 1,00 | 0,04            | 0,82            | 0,03 |
| EDIFICIO WALTER SCHOTT   | 0,34                | 0,29  | 0,57 | 0,02            | 0,47            | 0,02 |
| EDIFICIO GALICIA         | 0,35                | 0,31  | 0,59 | 0,03            | 0,48            | 0,02 |
| EDIFICIO ALGECIRAS       | 0,46                | 0,40  | 0,77 | 0,03            | 0,63            | 0,02 |
| EDIFICIO LLANCURA        | 0,22                | 0,19  | 0,37 | 0,02            | 0,31            | 0,01 |
| EDIFICIO BAQUEDANO       | 1,03                | 0,88  | 1,71 | 0,07            | 1,40            | 0,05 |
| EDIFICIO PILMAIQUEN      | 0,75                | 0,65  | 1,26 | 0,05            | 1,03            | 0,04 |
| EDIFICIO CONSERVADOR     | 0,49                | 0,42  | 0,81 | 0,03            | 0,66            | 0,02 |
| EDIFICIO LOS CASTAÑOS    | 0,32                | 0,28  | 0,53 | 0,02            | 0,43            | 0,02 |

|                                      |              |              |              |             |              |             |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| ED. EMPLEADOS PÚBLICOS Y PERIODISTAS | 0,96         | 0,82         | 1,59         | 0,07        | 1,30         | 0,05        |
| ED. EMPLEADOS PÚBLICOS Y PERIODISTAS | 0,51         | 0,44         | 0,85         | 0,04        | 0,70         | 0,02        |
| EDIFICIO INSTITUTO ALEMÁN            | 0,53         | 0,45         | 0,88         | 0,04        | 0,72         | 0,03        |
| EDIFICIO MATTA                       | 0,53         | 0,45         | 0,88         | 0,04        | 0,72         | 0,03        |
| EDIFICIO TRUMAO                      | 0,38         | 0,33         | 0,63         | 0,03        | 0,52         | 0,02        |
| EDIFICIO PLAZA SAN FRANCISCO         | 0,25         | 0,21         | 0,41         | 0,02        | 0,33         | 0,01        |
| EDIFICIO SAN RAMON                   | 0,25         | 0,21         | 0,41         | 0,02        | 0,33         | 0,01        |
| EDIFICIO CORDILLERA                  | 0,28         | 0,24         | 0,47         | 0,02        | 0,38         | 0,01        |
| CONDOMINIO ALTO LAS QUEMAS           | 0,12         | 0,11         | 0,20         | 0,01        | 0,17         | 0,01        |
| COMUNIDAD EDIFICIO O'HIGGINS         | 0,12         | 0,11         | 0,20         | 0,01        | 0,17         | 0,01        |
| EDIFICIO EL FUNDADOR                 | 0,20         | 0,17         | 0,33         | 0,01        | 0,27         | 0,01        |
| EDIFICIO COCHRANE                    | 0,46         | 0,39         | 0,76         | 0,03        | 0,62         | 0,02        |
| CONJUNTO RESIDENCIAL MARIA GABRIELA  | 0,42         | 0,36         | 0,70         | 0,03        | 0,57         | 0,02        |
| EDIFICIO SAGO                        | 0,11         | 0,09         | 0,18         | 0,01        | 0,14         | 0,01        |
| EDIFICIO CASANOVA                    | 0,28         | 0,24         | 0,47         | 0,02        | 0,38         | 0,01        |
| EDIFICIO FERRÓN                      | 0,28         | 0,24         | 0,47         | 0,02        | 0,38         | 0,01        |
| EDIFICIO IDE                         | 0,28         | 0,24         | 0,47         | 0,02        | 0,38         | 0,01        |
| EDIFICIO (SIN NOMBRE)                | 0,09         | 0,08         | 0,15         | 0,01        | 0,12         | 0,00        |
| EDIFICIO SANTA FE                    | 0,18         | 0,15         | 0,29         | 0,01        | 0,24         | 0,01        |
| EDIFICIO BCI                         | 0,25         | 0,21         | 0,30         | 0,01        | 0,11         | 0,01        |
| ED. HECTOR KRAMM AGUILA              | 0,28         | 0,24         | 0,47         | 0,02        | 0,38         | 0,01        |
| <b>TOTAL</b>                         | <b>16,04</b> | <b>13,81</b> | <b>26,61</b> | <b>1,11</b> | <b>21,60</b> | <b>0,75</b> |



**Figura 37.** Emisiones de material particulado proveniente de Edificios

## 5.5 RESULTADOS GENERALES DEL ESTUDIO

### 5.5.1 CONSUMO DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS

En relación al consumo de combustibles sólidos, específicamente al consumo de leña, se estableció que la demanda total de todos los sectores en estudio corresponde a 29.515 m<sup>3</sup>/año, tal como se muestra en la Tabla 39.

**Tabla 39.** Consumo de leña por sector catastrado

| SECTOR        | Cantidad leña (m <sup>3</sup> /año) | %           |
|---------------|-------------------------------------|-------------|
| COMERCIAL     | 6.880                               | 23%         |
| EDIFICIOS     | 8.851                               | 30%         |
| INDUSTRIAL    | 12.520                              | 42%         |
| INSTITUCIONAL | 1.354                               | 5%          |
| <b>TOTAL</b>  | <b>29.515</b>                       | <b>100%</b> |



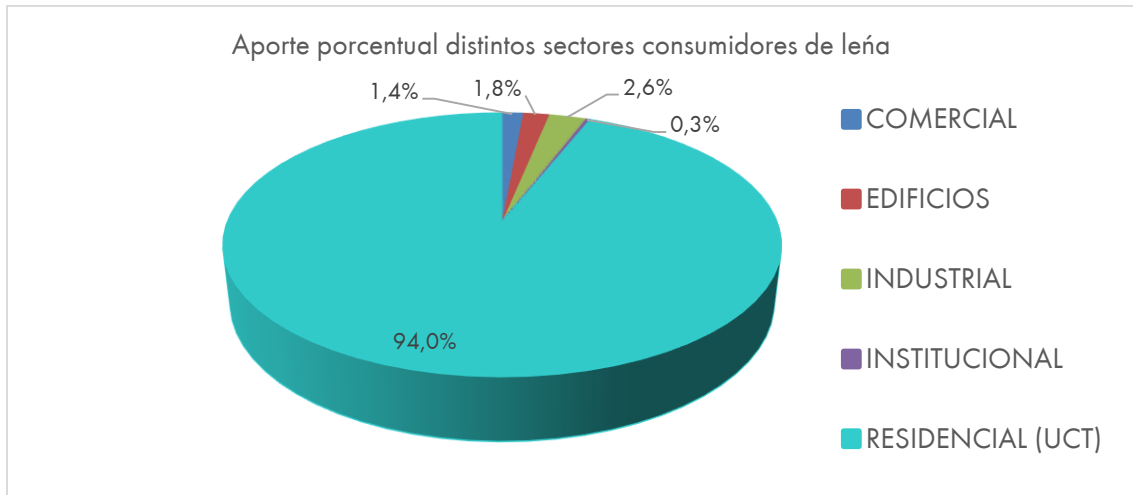
**Figura 38.** Distribución porcentual del consumo de leña por sector catastrado

A fin de comparar resultados, es posible incorporar dentro de la matriz el consumo de leña de origen residencial, el cual fue obtenido mediante el “Estudio de Consumo y Caracterización del Uso de la Leña en Osorno” ejecutado el año 2012 por la UC Temuco y encargado por la SEREMI del Medio Ambiente de Los Lagos. En este estudio se determinó mediante una proyección de resultados obtenidos tras la aplicación de cerca de 1.000 encuestas residenciales, que el consumo total de leña proveniente del sector residencial para la ciudad de Osorno es de 459.920 m<sup>3</sup>/año estéreo.

**Tabla 40.** Comparación de aportes de los distintos sectores consumidores de leña.

| SECTOR          | Cantidad (m <sup>3</sup> leña/año) | %           | Fuente              |
|-----------------|------------------------------------|-------------|---------------------|
| COMERCIAL       | 6.880                              | 1,4%        |                     |
| ED. RESIDENCIAL | 8.851                              | 1,8%        |                     |
| INDUSTRIAL      | 12.520                             | 2,6%        |                     |
| INSTITUCIONAL   | 1.354                              | 0,3%        |                     |
| RESIDENCIAL     | 459.920                            | 94,0%       | En base a UCT, 2012 |
| <b>TOTAL</b>    | <b>489.525</b>                     | <b>100%</b> |                     |

Por lo tanto considerando este valor, podemos determinar el aporte porcentual de las fuentes catastradas en el presente estudio, obteniendo como resultado que en su totalidad no superan el 6% de la demanda total de leña de la ciudad.



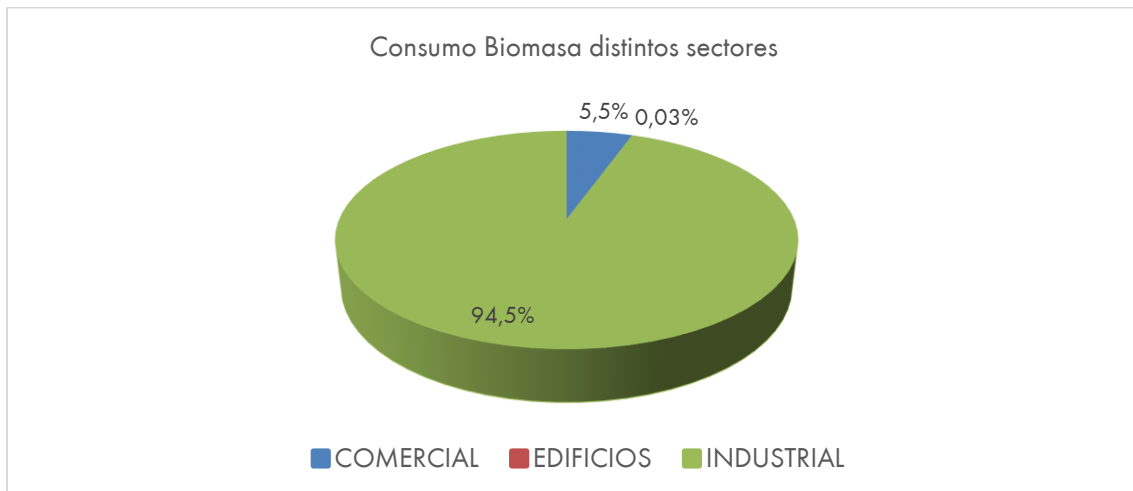
**Figura 39.** Aporte porcentual de los distintos sectores consumidores de leña en Osorno.

Se determinó el consumo de biomasa (chip, aserrín y viruta) en los distintos rubros analizados, encontrándose que el 94,5% es utilizado por el sector industrial, seguido por el sector comercial con un 5,5%, representado en gran parte por la Clínica Alemana.

**Tabla 41.** Consumo de Biomasa\* distintos rubros

| SECTOR       | Cantidad Biomasa* (m <sup>3</sup> /año) | %           |
|--------------|---|-------------|
| COMERCIAL    | 9.216                                   | 5,5%        |
| EDIFICIOS    | 56                                      | 0,03%       |
| INDUSTRIAL   | 159.034                                 | 94,4%       |
| <b>TOTAL</b> | <b>168.415</b>                          | <b>100%</b> |

\* Biomasa: Chips, Aserrín, Viruta



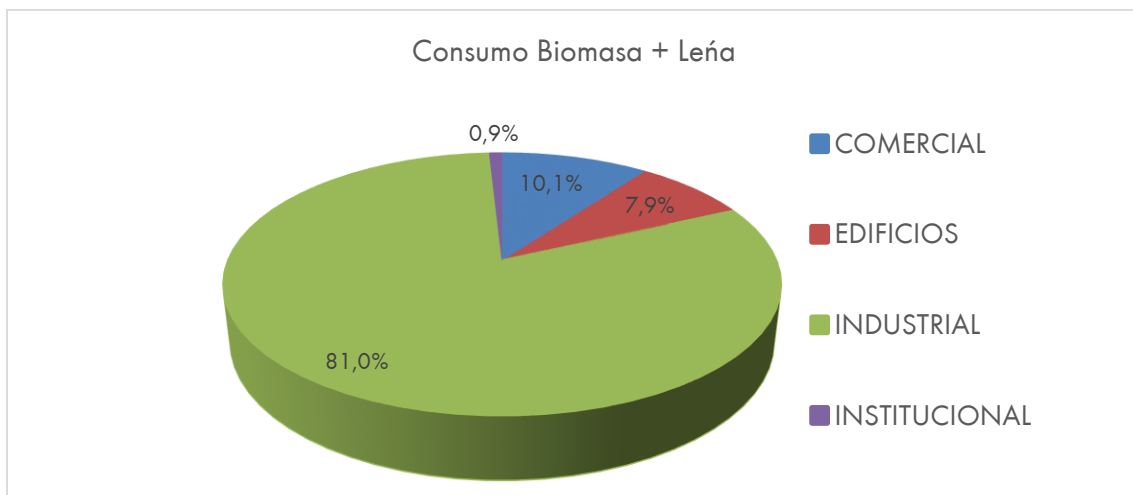
**Figura 40.** Consumo Biomasa distintos sectores



Para obtener una base de comparación común se transformó el consumo de leña en volumen a masa, pasando de m<sup>3</sup>/año a Ton/año, empleando datos de densidad presentados en la Tabla 2 y los factores de espaciamiento correspondientes. De esta manera aumenta el aporte porcentual del sector industrial, lo que se explica por la utilización de calderas a chips mayoritariamente.

**Tabla 42.** Consumo de Biomasa (chip, viruta, aserrín, pellet) + leña (Ton/año)

| SECTOR        | Biomasa + Leña (Ton/año) | %           |
|---------------|--------------------------|-------------|
| COMERCIAL     | 6.223                    | 10,1%       |
| EDIFICIOS     | 4.863                    | 7,9%        |
| INDUSTRIAL    | 49.705                   | 81,0%       |
| INSTITUCIONAL | 537                      | 0,9%        |
| <b>TOTAL</b>  | <b>61.328</b>            | <b>100%</b> |



**Figura 41.** Consumo Biomasa + Leña

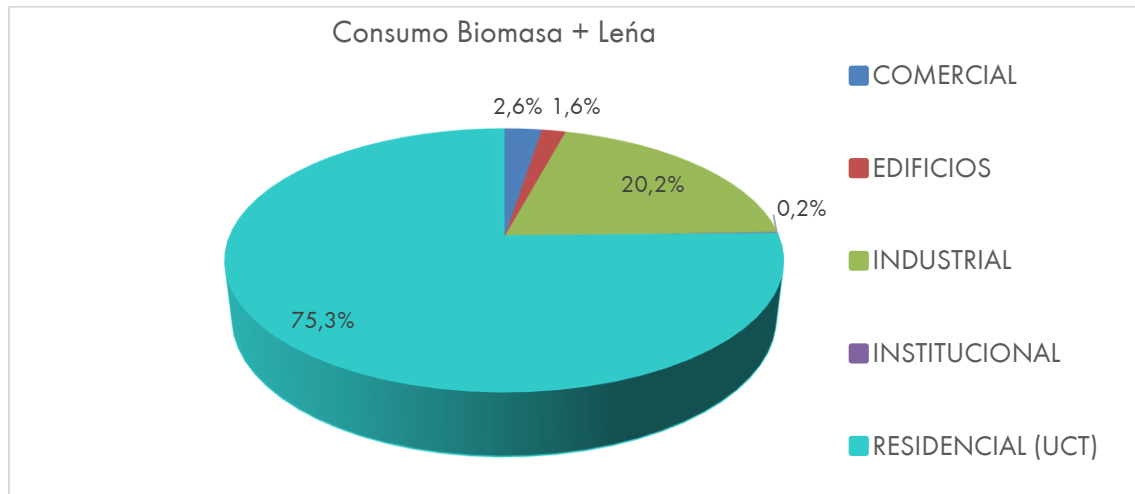
Tomando como base el cálculo de biomasa en toneladas, se convirtió el consumo estimado por el estudio de la UC Temuco 2012, desde metros cúbicos a toneladas a modo de establecer una unidad equivalente y poder hacer comparativos los resultados, obteniendo los datos presentados en la siguiente tabla.

**Tabla 43.** Consumo de Biomasa (chip, viruta, aserrín, pellet) + leña (Ton/año)

| SECTOR            | Biomasa + Leña (Ton/año) | %           |
|-------------------|--------------------------|-------------|
| COMERCIAL         | 6.223                    | 2,6%        |
| EDIFICIOS         | 4.006                    | 1,6%        |
| INDUSTRIAL        | 49.217                   | 20,2%       |
| INSTITUCIONAL     | 602                      | 0,2%        |
| RESIDENCIAL (UCT) | 183.131                  | 75,3%       |
| <b>TOTAL</b>      | <b>243.178</b>           | <b>100%</b> |

Al establecer una unidad de comparación equivalente, es posible determinar el aporte real de cada rubro en relación al consumo de biomasa en todos sus formatos (leña, aserrín, chip,

viruta, pellet), con lo que cobra relevancia el rubro industrial y de la misma forma las fuentes de combustión residencial de leña bajan su aporte porcentual.



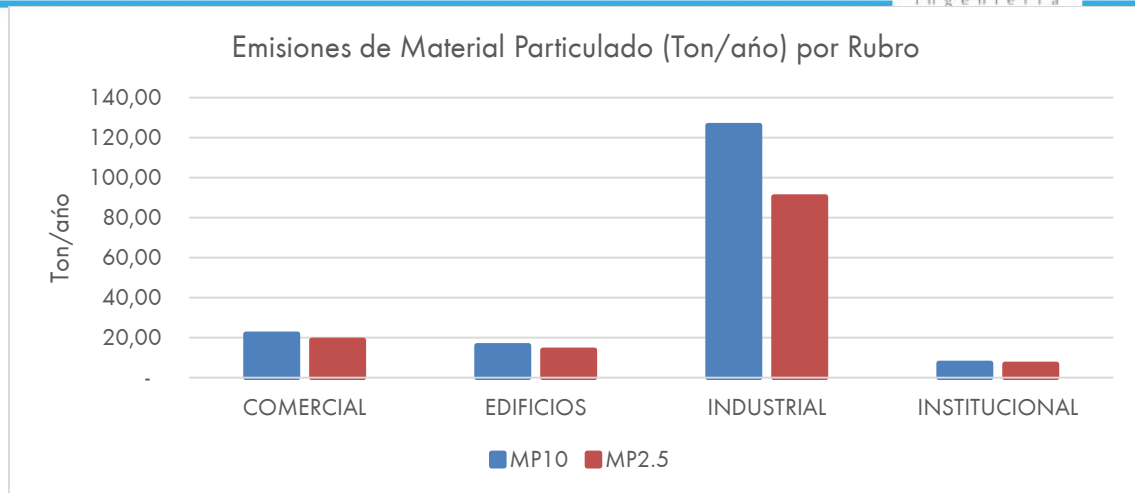
**Figura 42.** Consumo Biomasa + Leña distintos rubros.

### 5.5.2 ESTIMACIÓN DE EMISIONES

Con los resultados obtenidos de la estimación de emisiones para los distintos rubros se construyó la tabla siguiente que presenta el resumen de las emisiones de contaminantes criterio, lo que permite determinar que todos los rubros en su conjunto aportan un total de 171,3 Ton/año de MP10 y 120, 8 Ton/año de MP2,5.

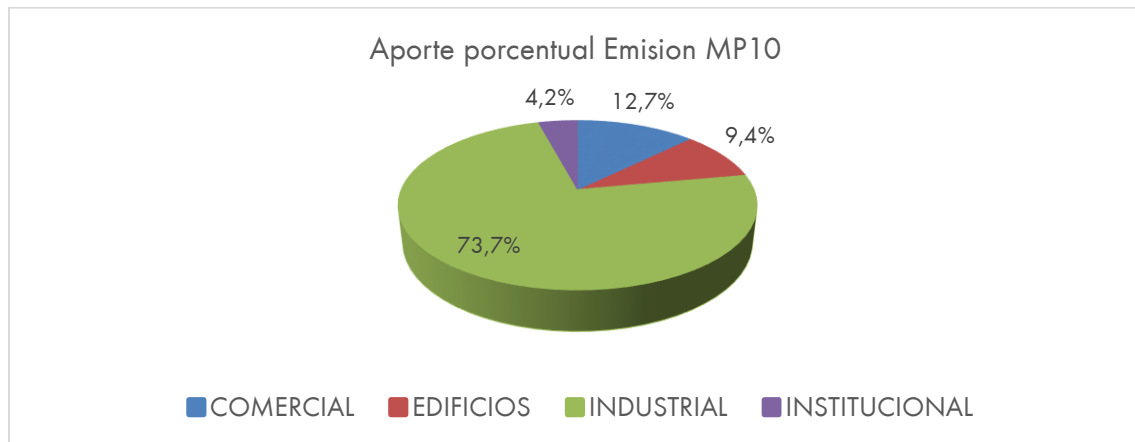
**Tabla 44.** Estimación de emisiones por rubro

| SECTOR        | EMISIONES (Ton/Año) |               |                 |                 |               |                  |  |
|---------------|---------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|------------------|--|
|               | MP10                | MP2,5         | SO <sub>x</sub> | NO <sub>x</sub> | CO            | COV <sub>s</sub> |  |
| COMERCIAL     | 21,83               | 18,79         | 33,12           | 1,13            | 16,17         | 0,78             |  |
| EDIFICIOS     | 16,04               | 13,81         | 26,61           | 1,11            | 21,60         | 0,75             |  |
| INDUSTRIAL    | 126,20              | 90,52         | 604,28          | 248,12          | 355,82        | 8,47             |  |
| INSTITUCIONAL | 7,21                | 6,72          | 0,06            | 2,28            | 133,50        | -                |  |
| <b>TOTAL</b>  | <b>171,29</b>       | <b>129,84</b> | <b>664,07</b>   | <b>252,64</b>   | <b>527,10</b> | <b>10,00</b>     |  |

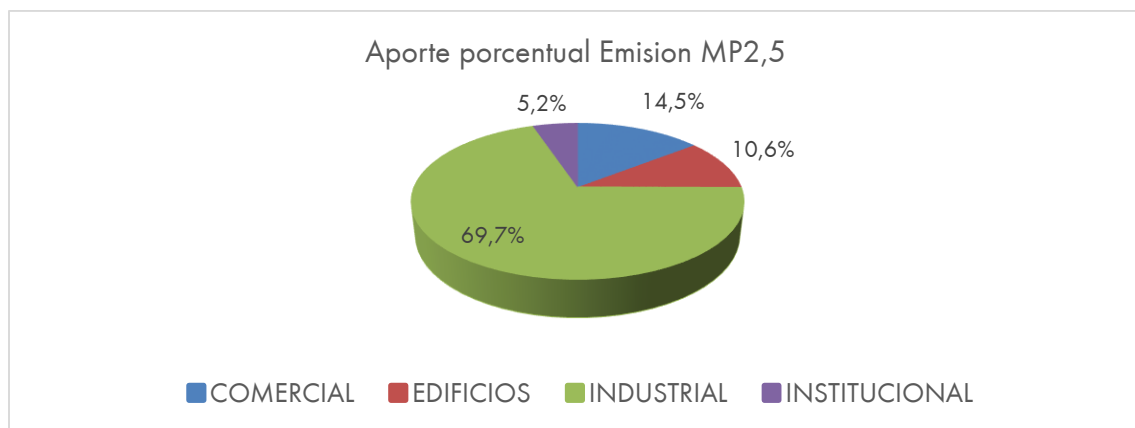


**Figura 43.** Emisión de Material Particulado por rubro

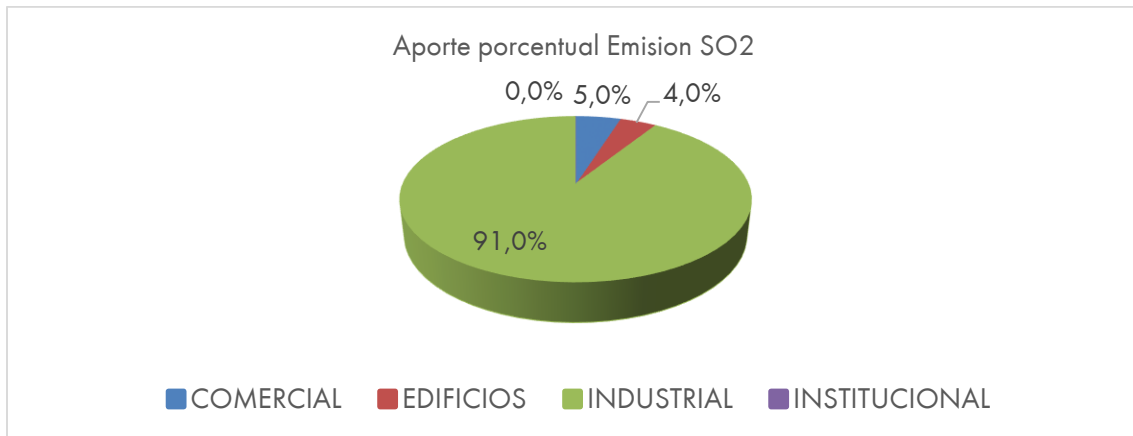
Las figuras siguientes muestran el aporte porcentual de los distintos rubros analizados, para los contaminantes MP10, MP2,5 y SO<sub>2</sub>, siendo el sector industrial el que representa un mayor aporte para los tres contaminantes, sobretodo en relación al SO<sub>2</sub>, con un 91% de las emisiones de este contaminante.



**Figura 44.** Aporte porcentual del MP10 por rubro



**Figura 45.** Aporte porcentual del MP2,5 por rubro

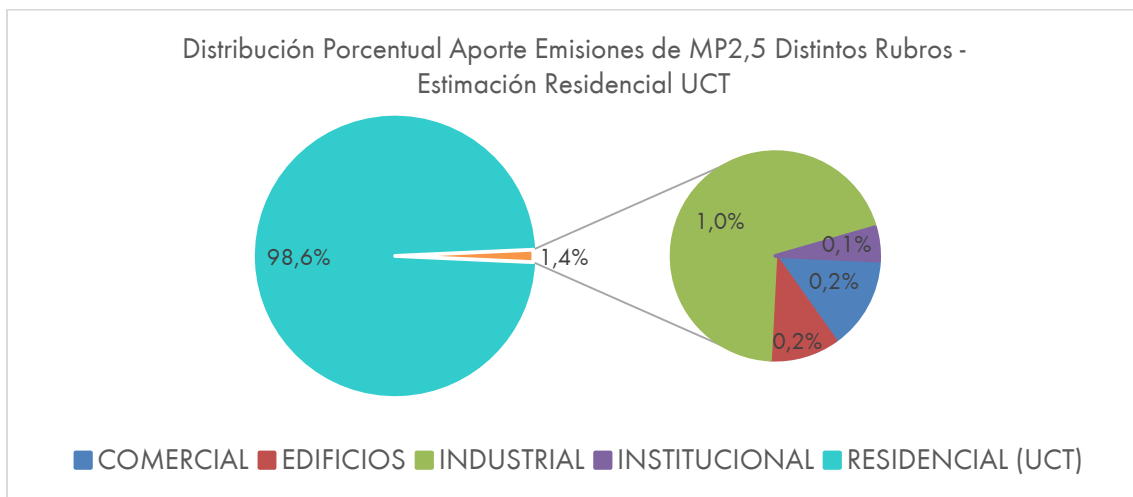


**Figura 46.** Aporte porcentual del SO<sub>2</sub> por rubro

A fin de obtener una distribución completa de las emisiones se utilizó la información obtenida en el estudio de la UC Temuco 2012, que considera el cálculo de las emisiones provenientes de la combustión residencial de leña, estimando las emisiones en 9.180 Ton/año de MP10 y 8.930 Ton/año de MP2,5, como se presenta en la tabla 45.

**Tabla 45.** Estimación de emisiones por rubro + Residencial UCT

| SECTOR            | EMISIONES (Ton/Año) + RESIDENCIAL |                 |               |                 |                  |              |  |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|------------------|--------------|--|
|                   | MP10                              | MP2,5           | SOx           | NOx             | CO               | COVs         |  |
| COMERCIAL         | 21,83                             | 18,79           | 33,12         | 1,13            | 16,17            | 0,78         |  |
| EDIFICIOS         | 16,04                             | 13,81           | 26,61         | 1,11            | 21,60            | 0,75         |  |
| INDUSTRIAL        | 126,20                            | 90,52           | 604,28        | 248,12          | 355,82           | 8,47         |  |
| INSTITUCIONAL     | 7,21                              | 6,72            | 0,06          | 2,28            | 133,50           | -            |  |
| RESIDENCIAL (UCT) | 9.180,10                          | 8.930,20        |               | 1.029,00        | 94.802,00        |              |  |
| <b>TOTAL</b>      | <b>9.351,39</b>                   | <b>9.060,04</b> | <b>664,07</b> | <b>1.281,64</b> | <b>95.329,10</b> | <b>10,00</b> |  |



**Figura 47.** Aporte porcentual del MP2,5 por rubro + Estimación Residencial UCT

## 6 CONCLUSIONES

### Conclusiones respecto al sector: Instituciones Públicas

- El mayor consumidor de combustibles sólidos del sector instituciones públicas corresponde a la I. Municipalidad de Osorno, debido a que abastece a establecimientos educacionales, centros de salud y oficinas municipales, alcanzando una demanda del 78% durante los años de estudio (2010-2014).
- Dentro del sector institucional, los colegios y liceos presentan la mayor demanda de combustibles sólidos alcanzando el 50% de la demanda de la institución, con un promedio de 631,8 m<sup>3</sup>/año para todo el sector.
- Al analizar los tipos de combustibles sólidos se determinó que solo se consume leña. Dentro de la cual la especie más relevante es el Eucalipto, alcanzando el 87% de las compras realizadas.
- El 70,5% de la leña adquirida posee la categoría de Certificada, mientras que el 20,7% de los proveedores se encontraban en marcha blanca al momento de la compra, lo que da cuenta de la relevancia que se atribuye a la temática del uso eficiente de la leña como combustible.
- El Hospital Base de Osorno, hasta el año 2011 realizó una importante adquisición de leña consistente en 6.760 m<sup>3</sup>, lo que es equivalente al consumo anual del sector comercial. Sin embargo, el año 2012 cambiaron las calderas a petróleo por lo que dejó de ser un consumidor relevante, lo cual significa un gran aporte a la disminución de emisiones del rubro.
- De los proveedores de combustible se identifican 3 principales, los cuales se encuentran certificados ante el SNCL (Sistema Nacional de Certificación de Leña), representando entre los tres el 83% de las ventas totales de leña al sector público.
- El sector institucional representa un aporte menor en cuanto a su consumo de combustibles sólidos, contribuyendo con un 5% de la demanda de los rubros analizados, sin embargo esta demanda ha ido en aumento durante los últimos 3 años (2012-2014).

### Conclusiones respecto al sector: Fuentes de Tipo Comercial

- Se evidenció, que el rubro panaderías pudiera ser significativo, toda vez que sea comparado con los demás aportes. Puesto que los consumos de combustibles son asimilables a los registrados en Calderas de edificios residenciales.
- Dentro de las fuentes comerciales, el rubro de hoteles y hospedajes, pudiera representar un aporte significativo, debido a los niveles de actividad de las calderas.
- Los edificios residenciales debido a sus niveles de actividad y a los sistemas de calefacción utilizados se perfilan dentro de los principales contribuyentes en las emisiones de material particulado, después de los industriales.

### Conclusiones respecto al sector: Fuentes de Tipo Industrial

- Queda de manifiesto que los mayores consumos de combustibles sólidos dentro del rubro, no se traducen en una mayor generación de emisiones, debido a la inclusión de sistemas de

control sofisticados que hacen comparables los niveles de emisión de material particulado en muchos casos a los de edificios residenciales.

- Las emisiones de  $SO_2$ , tienen una fuerte influencia relativa al tipo de combustible utilizado, siendo de este modo las fuentes que utilizan carbón los mayores contribuyentes Watt's (Catamutún) e Industrias Valle Verde.
- Las industrias del faenamiento de carne en Osorno representan los principales generadores de material particulado entre todos los sectores estudiados, siendo Frigosorno la principal fuente emisora.

#### Conclusiones generales del Estudio:

- Respecto al consumo de combustibles sólidos en la comuna de Osorno, dentro de los rubros analizados en el presente estudio, el sector que presenta una mayor demanda es el industrial, con un 81% de consumo de biomasa, a continuación se encuentra el sector comercial con un 10,1%, quedando los edificios en tercer lugar con una demanda del 7,8%.
- En relación a la calidad de la leña, en la mayoría de los rubros se utiliza seca, este hecho se sustenta sobre todo en la exigencia de los equipos de combustión, que requieren combustible de calidad para su funcionamiento óptimo. Para el caso de las industrias que utilizan chips, éstos se emplean con un límite de un 40% de humedad.
- En relación a las emisiones de material particulado el rubro industrial representa el mayor aporte con 73,7% de las emisiones de MP10, seguido por un 12,7% del sector comercial y en tercer lugar con un 9,4% correspondiente a edificios, quedando el sector institucional con un 4,2% del aporte a las emisiones de MP10. La misma tendencia se repite por el MP2,5.
- Al aplicar la temporalización de las Emisiones, se puede evidenciar que las fuentes que no se asocian a calefacción residencial, pierden relevancia traducida en el aporte porcentual de la generación de MP en periodos fríos.
- En relación a la estimación de emisiones se tiene que entre todos los sectores analizados se generan 171,3 ton/año de MP10 y 129,8 ton/año de MP2,5. Al incorporar estos resultados, a la estimación de emisiones provenientes del consumo residencial de leña, obtenidos para el sector residencial en el Estudio de "Consumo y Caracterización del Uso de la Leña en Osorno" ejecutado el año 2012 por la UC Temuco y encargado por la SEREMI del Medio Ambiente de Los Lagos se tiene que éste último aporta con 9.180 ton/año, lo que representa un 98,2% de aporte del sector, haciendo todos los demás presenten un aporte no superior al 2% del total de emisiones.



---

## 7 ANEXOS

7.1 ANEXO I. BASE DE DATOS INSTITUCIONES PÚBLICAS

7.2 ANEXO II. BASE DE DATOS INDUSTRIALES

7.3 ANEXO III. BASE DE DATOS FUENTES COMERCIALES Y EDIFICIOS

7.4 ANEXO IV. LISTA DE CHEQUEO CALDERAS

7.5 ANEXO V. LISTA DE CHEQUEO PROCESOS

7.6 ANEXO VI. FACTORES DE EMISIÓN CÁLCULO DE EMISIONES PROVENIENTES DE LA COMBUSTIÓN RESIDENCIAL DE LEÑA

7.7 ANEXO VII. FOTOGRAFÍAS TERRENO FUENTES INDUSTRIALES

