



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE MODELO DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN CHILE: APLICACIÓN AL PARQUE INDUSTRIAL DE LA REINA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

ARTURO ANDRÉS OVALLE RAMÍREZ

PROFESOR GUÍA:

MANUEL DÍAZ ROMERO

MIEMBROS DE LA COMISIÓN

RAUL URIBE DARRIGRANDI

FELIPE CÉLÈRY CÉSPEDES

SANTIAGO DE CHILE

2018

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE:** Ingeniero Civil Industrial
POR: Arturo Andrés Ovalle Ramírez
FECHA: 24/08/2018
PROFESOR GUÍA: Manuel Díaz Romero

PROPUESTA DE MODELO DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN CHILE: APLICACIÓN AL PARQUE INDUSTRIAL DE LA REINA

Desde hace unos años es posible observar una tendencia sostenida al surgimiento de grupos con intereses ambientales, que promueven una actividad económica sustentable y amigable con el medio ambiente, tanto a nivel global como nacional. Ante este contexto, los gobiernos han trabajado en adoptar y promover normativas que reduzcan el impacto medioambiental de la industria, minimicen las externalidades negativas y reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero a través del aumento en la eficiencia de los recursos naturales (McKinsey & Company, 2015). Ante el contexto anterior, la literatura y experiencia internacional sugieren que la simbiosis industrial es un método que promueve el establecimiento de sinergias entre industrias, produciendo interrelaciones beneficiosas entre los actores y su entorno, además de aumentar la eficiencia de los recursos y reducir el nivel de residuos y emisiones, con lo cual genera impactos ambientales, económicos y sociales.

En este estudio se diseña un modelo de simbiosis industrial para el Parque Industrial de la Reina, que permite identificar oportunidades de colaboración en eficiencia energética y gestión de residuos. Se trabaja con 24 de las 102 empresas del parque, con el apoyo del Centro de Energía de la Universidad de Chile y la Asociación de Industriales de la Reina (AIR). Se realiza un levantamiento de información que permite entender el metabolismo industrial del parque, además de identificar problemáticas y/u oportunidades de colaboración, para luego formular y evaluar económica y ambientalmente 4 propuestas de simbiosis industrial, enfatizando los beneficios asociados al trabajo colaborativo.

Se propone a la Asociación de Industriales de la Reina un plan de inversiones a 3 años para el proyecto conjunto, cuyos ahorros asociados a la colaboración generan un VAN de 79 millones evaluado a 20 años, con periodos de retorno de la inversión cercanos a 8.5 años, una reducción de gases de efecto invernadero de 260 toneladas de CO₂ equivalente al año, y una reducción en 13% del consumo de energía eléctrica del parque.

Finalmente, se concluye que la simbiosis industrial y el enfoque colaborativo son herramientas útiles y económicamente atractivas para el cumplimiento de los compromisos ambientales de las empresas del Parque Industrial de la Reina. Además, el modelo aumenta su resiliencia si se logra incluir a más empresas del parque industrial, por lo que se recomienda a la AIR fomentar la participación de más firmas y crear un área de administración de proyectos, que esté orientada a la innovación en materia de gestión ambiental y eficiencia energética del parque, y que coordine la implementación del modelo de simbiosis industrial propuesto.

AGRADECIMIENTOS

David Steindl-Rast dijo: “no es la felicidad lo que nos hace agradecidos; es la gratitud la que nos hace felices”. Es felicidad lo que siento al mirar hacia atrás y pensar en lo afortunado y agradecido que me encuentro de todas las personas que participaron de este proceso y me ayudaron a llegar donde estoy ahora.

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, quienes me han apoyado en un viaje que comenzó hace más de 11 años en Temuco, y que hoy converge a un momento de nuevas experiencias, aprendizajes y desafíos. A mi madre, quien con su cariño y empatía ha sabido estar siempre presente a pesar de la distancia; a mi padre, que con su confianza y apoyo me ha enseñado e incentivado a tomar mis propias decisiones; a mi hermana, que en la distancia ha sido siempre un apoyo y contención en los momentos difíciles; y a mi tía Lali, que a través de su cariño logró hacerme sentir siempre en casa.

Quiero agradecer a los distintos compañeros y personas que conocí a lo largo de los años, que sin dudas han sido un apoyo diario; destacar primero a mis compañeros mineros Pedro, Raúl, Sergio, Marcos, Eduardo y Leandro, con quienes compartí muchas alegrías y largas jornadas de estudio en los primeros años; también a mis amigos industriales Sebastián, Macarena, Javiera, Leo y Miguel, a quienes conocí más tarde pero que lograron ser un apoyo importante; a los vecinos Diego, Karim, Katy, Javi, quienes fueron compañeros de varias onces, asados y fiestas; finalmente agradecer a Néstor, Matías, Fernando y Cristian, cuya amistad y apoyo han sido fundamentales y están entre las cosas más valiosas que me dio esta etapa.

Le agradezco al Centro de Energía de la Universidad de Chile, por el constante apoyo e interés en el trabajo. En particular, agradecer al profesor Manuel Díaz por facilitarme el tema de memoria y darme la confianza y autonomía para el desarrollo del mismo. Agradecer también a Paz Araya, que siempre estuvo interesada en el trabajo y dispuesta a ayudar y responder consultas.

También quiero agradecer a profesionales y especialistas que conocí a lo largo del presente trabajo, y que con su apoyo lograron orientarme y explicarme temas que en ocasiones eran desconocidos. Agradecerle a Mauricio Allaires y Hernan Inssen por sus consejos y experiencia en gestión de residuos; a Vanja Isamat y José Gonzales por su excelente disposición cada vez que recurrí a ellos; a los profesores Felipe Célery y Felipe Díaz, por su apoyo y orientación en las etapas iniciales de este trabajo; y a mis profesores de Ingeniería Industrial, que con su experiencia supieron guiarme cada vez que hubo dudas.

Finalmente, quiero agradecer a la Asociación de Industriales de la Reina, ya que sin su apoyo en el trabajo este no sería posible. En particular, agradecer a Felipe Westendarp, Daniela Sepúlveda y Marcela Lillo, quienes desde el primer momento mostraron interés en la memoria de título y realizaron las gestiones necesarias para el trabajo con las empresas del parque.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	MOTIVACIÓN	1
1.2	ANTECEDENTES GENERALES.....	2
1.2.1	CENTRO DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE (CE)	2
1.2.2	ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES DE LA REINA (AIR AG)	3
1.2.3	ACUERDO DE PRODUCCIÓN LIMPIA DE AIR AG.....	3
1.3	OBJETIVOS.....	4
1.4	METODOLOGÍA.....	5
1.5	ALCANCES	7
2	MARCO CONCEPTUAL	9
2.1	ECOLOGÍA INDUSTRIAL.....	9
2.2	SIMBIOSIS INDUSTRIAL	9
2.2.1	ASPECTOS GENERALES.....	9
2.2.2	APROXIMACIÓN A MODELOS DE NEGOCIOS EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL	10
2.2.3	BARRERAS Y DIFICULTADES EN MODELOS DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL	12
3	SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN CHILE Y EL MUNDO	14
3.1	KALUNDBORG	14
3.2	VRETEN	16
3.3	PROPUESTA DE SIMBIOSIS EN PARQUE PUCHUNCAVÍ- QUINTEROS	17
3.4	PLAN PILOTO DE GESTIÓN CONJUNTA DE RESIDUOS EN BODEGAS SAN FRANCISCO.....	18

4	LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	19
4.1	METODOLOGÍA.....	19
4.2	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PARQUE INDUSTRIAL DE LA REINA	21
4.3	ANÁLISIS DE BARRERAS Y CONDICIONES INTERNAS HABILITANTES PARA PROYECTOS DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA REINA	28
4.3.1	Barreras presentes en el parque	28
4.3.2	Condiciones internas habilitantes	29
5	PROPUESTA DE SIMBIOSIS PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA REINA	31
5.1	PROBLEMAS Y/O NECESIDADES DEL PARQUE	31
5.1.1	EFICIENCIA ENERGÉTICA E INCORPORACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	31
5.1.2	GESTIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA	31
5.1.3	REQUERIMIENTOS DE AGUA CALIENTE.....	32
5.1.4	RECICLAJE, REGULARIZACIÓN Y GESTIÓN FORMAL DE RESIDUOS.....	32
5.2	RELACIONES SIMBIÓTICAS IDENTIFICADAS	34
5.2.1	PROYECTO CONJUNTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	34
5.2.2	PROYECTO CONJUNTO DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA	36
5.2.3	PROYECTO CONJUNTO DE COLECTORES SOLARES	38
5.2.4	GESTIÓN CONJUNTA DE RESIDUOS	39
5.3	MATRIZ RESUMEN DE EVALUACIÓN	49
5.4	PROPUESTA GLOBAL DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL PARA AIR Y PLAN DE INVERSIONES	50
5.5	MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO	52
5.5.1	MECANISMOS PÚBLICOS	52
5.5.2	MECANISMOS PRIVADOS	53

5.6	RECOMENDACIONES Y OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	55
5.6.1	SOBRE LA PROPUESTA DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL.....	55
5.6.2	SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN Y CONTINUIDAD DE LOS PROYECTOS.....	57
5.6.3	SOBRE LA METODOLOGÍA PROPUESTA PARA ESCALABILIDAD Y REPLICABILIDAD EN OTROS PARQUES INDUSTRIALES.	59
6	CONCLUSIONES.....	66
7	BIBLIOGRAFÍA.....	70
8	ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1: Número de empresas que producen residuo no peligroso y gestión asociada (Fuente: Elaboración propia).	23
Tabla 4-2: Número de empresas que producen residuos peligrosos y gestión asociada (Fuente: Elaboración propia).	24
Tabla 4-3: Consumos de combustible (Fuente: Elaboración propia).	25
Tabla 5-1: Consumo reactivo acumulado (Fuente: Elaboración propia).	32
Tabla 5-2: Ahorros anuales por reemplazo de tubos fluorescentes para BIOGRAM (Fuente: Elaboración propia).	34
Tabla 5-3: Inversiones propuesta iluminación LED BIOGRAM (Fuente: Elaboración propia)... ..	35
Tabla 5-4: Estimación de los ahorros e inversión necesaria de propuesta individual (Fuente: Elaboración propia).	35
Tabla 5-5: Indicadores proyecto de iluminación eficiente (Fuente: Elaboración propia).	36
Tabla 5-6: Estimación de inversiones y ahorros en proyecto de generación distribuida (Fuente: Elaboración propia).	37
Tabla 5-7: Indicadores proyecto generación distribuida (Fuente: Elaboración propia).	38
Tabla 5-8: Inputs explorador solar en proyecto de colectores solares (Fuente: Elaboración propia).	38
Tabla 5-9: Estimación de inversiones y ahorros para proyecto de colectores solares (Fuente: Elaboración propia).	39
Tabla 5-10: Indicadores proyecto colectores solares (Fuente: Elaboración propia).	39
Tabla 5-11: Propuesta de valorización de residuos no peligrosos (Fuente: Elaboración propia)..	42
Tabla 5-12: Evaluación económica Modelo I de gestión de residuos (Fuente: Elaboración propia).	44
Tabla 5-13: Análisis de sensibilidad Modelo I empresa HOPE (Fuente: Elaboración propia).	45
Tabla 5-14: Evaluación económica Modelo II de gestión de residuos (Fuente: Elaboración propia).	47
Tabla 5-15: Evaluación económica Modelo III de gestión de residuos (Fuente: Elaboración propia).	48
Tabla 5-16: Matriz resumen de propuestas (Fuente: Elaboración propia).	49

Tabla 8-1: Lista de empresas entrevistadas	72
Tabla 8-2:Situación base iluminación BRIOGRAM (Fuente: Elaboración propia).....	107
Tabla 8-3:Situación propuesta iluminación BIOGRAM (Fuente: Elaboración propia).....	107
Tabla 8-4: Evaluación económica propuesta iluminación LED BIOGRAM (Fuente: Elaboración propia).....	108
Tabla 8-5:Evaluación económica proyecto de iluminación LED conjunta (Fuente: Elaboración propia).....	108
Tabla 8-6:Evaluación económica proyecto conjunto de generación distribuida (Fuente: Elaboración propia).....	109
Tabla 8-7:Evaluación económica proyecto conjunto de colectores solares (Fuente: Elaboración propia).....	109
Tabla 8-8: Flujos mensuales por residuos (Fuente: Elaboración propia).	111
Tabla 8-9: Evaluación económica propuesta de simbiosis industrial para el Parque Industrial de la Reina (Fuente: Elaboración propia).....	111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1: Metodología de trabajo (Fuente: Elaboración propia)	6
Ilustración 3-1: Modelo de simbiosis industrial en Kalundborg (Fuente: Cervantes, (2007)).	15
Ilustración 4-1: Caracterización de flujos por empresa	19
Ilustración 4-2: Mapa referencial de empresas participantes (Fuente: Elaboración propia)	21
Ilustración 4-3: Ejemplos de visualización de cantidades generadas y/o consumidas a nivel individual (Fuente: Elaboración Propia).....	27
Ilustración 5-1: Modelo de gestión RESPEL en situación base (Fuente: elaboración propia)	40
Ilustración 5-2: Residuos considerados en Modelo I (Fuente: elaboración propia)	41
Ilustración 5-3:Esquema de gestión RESPEL en Modelo I (Fuente: elaboración propia)	43
Ilustración 5-4: Residuos y empresas consideradas en Modelo II (Fuente: elaboración propia)..	45
Ilustración 5-5: Esquema de gestión RESPEL Modelo II (Fuente: elaboración propia).....	46
Ilustración 5-6: Esquema gestión de residuos Modelo III (Fuente: elaboración propia)	48
Ilustración 5-7:Esquema de ejecución de los proyectos, plan de inversiones e impacto anual en energía y reducción de GEI (Fuente: elaboración propia).....	50
Ilustración 5-8:Propuesta metodológica para formulación de proyectos de SI (Fuente: Elaboración propia).....	59
Ilustración 8-1 Organigrama Centro de Energía de la Universidad de Chile (Fuente: (Centro de Energía, 2017))	72
Ilustración 8-2: Distribución residuos de cartón (Fuente: Elaboración propia).	83
Ilustración 8-3: Distribución residuos de madera (Fuente: Elaboración propia).....	84
Ilustración 8-4: Distribución residuos plásticos (Fuente: Elaboración propia).	85
Ilustración 8-5: Distribución residuos de papel (Fuente: Elaboración propia).....	86
Ilustración 8-6: Distribución residuos neumáticos (Fuente: Elaboración propia).....	87
Ilustración 8-7: Distribución residuos metálicos (Fuente: Elaboración propia).....	88
Ilustración 8-8: Distribución de residuos peligrosos (Fuente: Elaboración propia).....	89
Ilustración 8-9: Consumo mensual de energía eléctrica (Fuente: Elaboración propia).....	92
Ilustración 8-10: Distribución potencia eléctrica instalada (Fuente: Elaboración propia).	93

Ilustración 8-11: Distribución consumo energía eléctrica en aire acondicionado (Fuente: Elaboración propia).....	94
Ilustración 8-12: Distribución consumo energía eléctrica en iluminación (Fuente: Elaboración propia).....	95
Ilustración 8-13: Distribución consumo energía eléctrica en refrigeración (Fuente: Elaboración propia).....	96
Ilustración 8-14:Distribución consumo energía eléctrica en equipos de operaciones (Fuente: Elaboración propia).....	97
Ilustración 8-15: Distribución del consumo de energía de combustibles por empresa (Fuente: Elaboración propia).....	99
Ilustración 8-16: Distribución del consumo de agua caliente por empresa (Fuente: Elaboración propia).....	100
Ilustración 8-17: Distribución proporcional de los usos del agua (Fuente: Elaboración propia).	101
Ilustración 8-18:Costo retiro RESPEL (Fuente: ECOSER)	110
Ilustración 8-19: Costo gestión RESPEL (Fuente: ECOSER)	110
Ilustración 8-20: Cotización bodegas RESPEL (Fuente: ECOSTANDAR)	111

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4-1: Clasificación de empresas según nivel de ventas y actividad económica	21
Gráfico 4-2: Generación mensual de residuos no peligrosos (Fuente: Elaboración propia).....	22
Gráfico 4-3: Generación mensual de residuos peligrosos a nivel agregado (Fuente: Elaboración propia).....	23
Gráfico 4-4: Consumos de agua y energía eléctrica mensuales a nivel agregado (Fuente: Elaboración propia).	24
Gráfico 4-5: Distribución del consumo mensual de energía eléctrica por uso (Fuente: Elaboración propia).....	25
Gráfico 4-6:Distribución de usos de la energía de combustibles (Fuente: Elaboración propia) ...	26
Gráfico 5-1: Estimación de inversión necesaria según capacidad a instalar (Fuente: TerraLink (2018))	37
Gráfico 8-1: Proporción de consumo de energía eléctrica y por combustible, por empresa (Fuente: Elaboración propia).	90
Gráfico 8-2:Distribución del uso de energía eléctrica por empresa (Fuente: Elaboración propia).	91
Gráfico 8-3: Distribución del uso de energía de combustibles por empresa (Fuente: Elaboración propia).....	98

1 INTRODUCCIÓN

1.1 MOTIVACIÓN

La Asociación de Industriales de la Reina (AIR AG) es una organización que reúne a 102 empresas ubicadas en el Parque Industrial de la Reina, en la región metropolitana. Esta asociación se formó con el propósito de aglutinar y dar fuerza a las inquietudes de sus afiliados y representarlos ante las entidades gubernamentales y privadas, para lograr acciones en beneficio de sus socios.

En agosto de 2017, la AIR firmó un Acuerdo de Producción Limpia (APL) con 30 empresas del parque, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC) y la Municipalidad de la Reina. Este acuerdo involucra una serie de compromisos y metas en materia de Responsabilidad Social Empresarial, Eficiencia Energética y Gestión de Residuos, entre otros.

Por otro lado, en junio de 2016 se promulgó la ley marco 20.920, de Responsabilidad Extendida al Productor y Fomento al Reciclaje, conocida como ley REP, en la cual todos los productores o importadores de “productos prioritarios” deben hacerse cargo de los bienes, una vez que terminan su vida útil. Esta ley, y su evolución en el tiempo, genera una serie de obligaciones que son a la vez un desafío como una oportunidad para que la gestión de residuos pueda generar negocios y una mayor valorización.

Por otra parte, el surgimiento de grupos con intereses ambientales y de salud pública, en conjunto con el aumento de la presión por hacer sustentable la actividad económica a nivel global, promueven hoy en día un cambio en las políticas nacionales respecto del uso de la energía y la generación y reutilización de residuos. Para ello, los gobiernos están trabajando en adoptar nuevas normativas y prácticas que reduzcan el impacto medioambiental de la industria. En este sentido, es posible minimizar las externalidades negativas de la industria a través del aumento del rendimiento de los recursos naturales, desvinculando el crecimiento económico del uso de los recursos naturales y reduciendo consecuentemente las emisiones de gases de efecto invernadero (McKinsey & Company, 2015).

Un área del conocimiento que adquiere especial relevancia en temas medioambientales, y en particular en la situación descrita previamente, es la Ecología Industrial (EI). La EI es un área interdisciplinaria que intenta asimilar el funcionamiento de los ecosistemas industriales al de los naturales, con una interrelación entre industrias, el medio social y natural que tiende a cerrar el ciclo de materia (Cervantes, 2007) y quiere llevar los sistemas industriales hacia el desarrollo sostenible. Esta relación entre industrias tiene, como uno de sus objetivos, tender a cerrar el ciclo de materia y, por lo tanto, a obtener un nivel cero de residuos. Esto lo consigue en parte usando los residuos de una industria como materia prima de otras, como pasa en los ecosistemas naturales.

En línea con lo anterior, la simbiosis industrial (SI) es un método que promueve el establecimiento de sinergias entre industrias de manera que se produce una interrelación beneficiosa para las empresas involucradas (Cervantes, 2007). Estas sinergias suelen ser el uso de un residuo como materia prima de otra industria, pero también pueden ser la utilización o implantación conjunta de un servicio o infraestructura. La diferencia entre SI y EI, como se definió previamente, es que el último tiene una visión más amplia y un triple objetivo: ambiental, social y económico. Por tanto, la simbiosis industrial es el método por excelencia usado por la EI y está incluido en ella.

En base al contexto mencionado, el Centro de Energía de la Universidad de Chile (CE) propone formular un modelo de simbiosis industrial para el parque Industrial de la Reina a través de una memoria de título. Este proyecto, cuyo enfoque es la gestión de residuos y eficiencia energética, debe estar en línea con el Acuerdo de Producción Limpia firmado por AIR A.G. mediante la búsqueda de soluciones cooperativas, aprovechando economías de escala y beneficios económicos mutuos entre las empresas adherentes. Además, el proyecto buscaría generar, a partir de la experiencia en el parque, una recomendación metodológica para diseñar, formular y evaluar proyectos de SI que pueda ser replicable a distintas escalas, territorios y tipos de industrias en el resto del país.

1.2 ANTECEDENTES GENERALES

La presente sección busca introducir el contexto en el cual se desarrolla el trabajo de título y sus principales actores involucrados. Primero se presenta el Centro de Energía de la Universidad de Chile, quien es el organismo solicitante del trabajo de título; luego se describe a la Asociación de Industriales de la Reina, que corresponde a la entidad sobre la cual se aplica el trabajo; finalmente se detalla el Acuerdo de Producción Limpia firmado por el Parque Industrial de la Reina, el cual es un aspecto clave en el contexto actual del parque industrial, y que sirve como motivación para el proyecto de título a desarrollar en el presente informe.

1.2.1 CENTRO DE ENERGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE (CE)

El Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, nace en 2009 como iniciativa académica. Su misión es contribuir al ámbito energético, a través del desarrollo de soluciones tecnológicas novedosas, innovadoras y de calidad, relevantes para el desarrollo del país y competitivas internacionalmente (Centro de Energía, 2017).

El CE-FCFM ha encauzado la investigación, innovación y desarrollo en asociaciones con la industria y el sector público, además de colaboraciones académicas estratégicas nacionales e internacionales. Esto lo ha convertido en un motor de emprendimientos y en un referente regional, reconocido como un espacio de discusión, maduración de ideas y enriquecimiento.

En cuanto a la organización interna, en Centro de Energía se compone de un consejo, cuyo director es el señor Guillermo Jiménez, Doctor en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Chile. El subdirector es el señor Marcelo Matus, Doctor en Ingeniería Eléctrica y Computación de la Universidad de Arizona. El consejo se compone además del director del departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE), un académico del DIE, un académico de la FCFM, representantes de jefes de área, un representante del equipo profesional de I+D y un representante de la industria. Se adjunta en anexos la Ilustración 8-1 que muestra el organigrama del CE.

Finalmente, el CE-FCFM se autofinancia gracias a proyectos elaborados por encargo de distintas instituciones pertenecientes a los sectores público y privado, fondos concursables dedicados a la producción científica, innovación y emprendimiento y a la cooperación de distintas instituciones internacionales. Cada una de ellas, participantes o interesadas en el rubro energético, contribuyen para el desarrollo del sector y para la creación de las distintas soluciones tecnológicas, cuyo fin es enriquecer la industria y potenciar el emprendimiento, con el objetivo de transformar el conocimiento en empresas y negocios de impacto económico y social.

1.2.2 ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES DE LA REINA (AIR AG)

La Asociación de Industriales de la Reina (AIR AG) es una organización formada en 1996 que reúne a 102 empresas ubicadas en el Parque Industrial de la Reina, en una superficie de 33 Ha's. Esta asociación se formó con el propósito de aglutinar y dar fuerza a las inquietudes de sus afiliados y representarlos ante las entidades gubernamentales y privadas, para lograr acciones en beneficio de sus socios (Asociación de Industriales de la Reina A.G., 2017).

AIR es una Corporación de derecho privado, sin fines de lucro, que se financia con el aporte que realizan sus socios y el arrendamiento de su propiedad. La administración se encuentra a cargo de un Gerente, que es designado por el Directorio, y cuenta con todas las facultades que expresamente contemplan los estatutos o le sean conferidas expresamente por el Directorio.

La visión de la asociación gremial es ser un referente social de reconocido prestigio y trayectoria para todas las empresas pequeñas y medianas de la comuna de la Reina y el país. En la misma línea, su misión es contribuir al desarrollo integral de nuestros asociados, la comuna y el país, en un ambiente de responsabilidad social basado en el logro de un desarrollo sustentable. Potenciando la interrelación entre las empresas asociadas y de éstas con la comuna y la institucionalidad pública y privada del país (Asociación de Industriales de la Reina A.G., 2017).

Finalmente, el Parque Industrial de la Reina tiene alrededor de 6.000 trabajadores, de los cuales se estima que un 70% vive en La Reina, que está asociada a labores poco especializadas (obreros, jornaleros, operarios, etc.), así como también a labores más especializadas, de administración y dirección de las empresas (profesionales) (Castro, 2016).

1.2.3 ACUERDO DE PRODUCCIÓN LIMPIA DE AIR AG

Un acuerdo de producción limpia (APL) es un convenio de carácter voluntario celebrado entre una asociación empresarial representativa de un sector productivo y los organismos públicos competentes en materias ambientales, sanitarias, de higiene y seguridad laboral, eficiencia energética e hídrica y de fomento productivo, cuyo objetivo es aplicar la Producción Limpia a través de metas y acciones específicas en un plazo determinado para el logro de lo acordado (Consejo Nacional de Producción Limpia, 2017). Se busca mejorar las condiciones productivas y ambientales en términos de higiene y seguridad laboral, eficiencia energética e hídrica, reducción de emisiones, valorización de residuos, buenas prácticas, fomento productivo y otras temáticas abordadas por el acuerdo, buscando generar sinergias y economías de escala, así como el cumplimiento de las normas ambientales que propenden al aumento de la productividad y la competitividad de las empresas.

Desde el punto de vista ambiental, las actividades industriales de las empresas ubicadas en el Parque Industrial de la comuna de La Reina involucran una serie de potenciales impactos que se deben considerar para el crecimiento sustentable del sector. Por tal razón juegan un rol fundamental las medidas de prevención y control ambiental, como parte del diseño de una estrategia de gestión productiva y ambiental. Considerando lo anterior, en enero del año 2017, la Asociación de Industriales de la Reina firmó una propuesta de Acuerdo de Producción Limpia, cuyo objetivo general es el siguiente:

- “Implementar en forma sistemática y permanente, medidas de Producción Limpia y Sostenibilidad relacionadas con la capacitación permanente de los trabajadores, gestión y

manejo de residuos sólidos, eficiencia energética, y responsabilidad social, que permitan mejorar los estándares de sustentabilidad, logrando mayor eficiencia y competitividad.”

Además, se incluyeron los siguientes objetivos específicos:

1. “Desarrollar competencias laborales de producción limpia de los trabajadores de las áreas productivas de manera permanente.”
2. “Desarrollar un sistema de minimización, reutilización y reciclaje de los Residuos sólidos de las empresas socias de AIR A.G.”
3. “Disminuir en un 8% el total de energía consumida por el total de las empresas participantes en este APL. Utilizando medidas de eficiencia energética y/o utilización de energías renovables.”
4. “Incorporar un programa de responsabilidad social empresarial en cada una de las empresas participantes o en conjunto a través de AIR A.G., especialmente en temas de Vinculación con la Comunidad.”

El APL descrito previamente y sus objetivos adquieren especial relevancia en el contexto del presente trabajo, ya que su desarrollo e implementación se realizará de forma paralela al estudio y levantamiento de información que involucra el proyecto de título y que será descrito más adelante. Además, permite anticipar un interés por parte de las empresas participantes en temas de sustentabilidad y ecología ambiental, lo cual es clave en este tipo de iniciativas.

1.3 OBJETIVOS

Considerando el contexto mencionado anteriormente, y en particular el Acuerdo de Producción Limpia firmado por la Asociación de Industriales de la Reina, se define el siguiente objetivo general del presente trabajo de título:

- “Proponer un modelo de simbiosis industrial para el Parque Industrial de la Reina, que permita identificar oportunidades de colaboración y sinergias en gestión conjunta de residuos y/o eficiencia energética.

Este objetivo se encuentra en línea con el contexto mencionado previamente, ya que cumple con lo solicitado por el Centro de Energía y a la vez identifica oportunidades en gestión de residuos y eficiencia energética en el Parque Industrial de la Reina, lo cual permitirá a la AIR A.G. aprovechar estas oportunidades para apoyar el cumplimiento de sus compromisos ambientales, generar proyectos y/o postular a fondos que ayuden a mejorar su eficiencia energética y ambiental.

Para poder llevar a cabo el objetivo general, así como para disponer de una medida de evaluación del cumplimiento de dicho objetivo, se proponen los siguientes objetivos específicos:

1. “Generar una base de datos georreferenciada de los principales insumos, residuos y consumos de agua y energía, para cada una de las empresas participantes”.
2. “Realizar un diagnóstico de condiciones internas habilitantes para un proyecto de simbiosis industrial en el Parque Industrial de la Reina”.
3. “Identificar relaciones simbióticas entre las empresas entrevistadas, con foco en la gestión de residuos y eficiencia energética y cuantificar el potencial impacto ambiental y económico asociado a estas relaciones simbióticas.”
4. “Proponer a la Asociación de Industriales de la Reina un modelo de simbiosis industrial”.
5. “Proponer mecanismos de financiamiento para el desarrollo e implementación de las

relaciones simbióticas identificadas”.

6. “Proponer a la Asociación de Industriales de la Reina un plan de inversiones y dar recomendaciones para una eventual implementación de los proyectos”.

Los objetivos específicos anteriores se encuentran ordenados de forma secuencial, y se propusieron en base a la metodología propuesta por (Chertow, 2007) para la formulación de modelos de simbiosis industrial. El primer objetivo busca, en primer lugar, levantar información para entender el “metabolismo industrial” de cada una de las empresas participantes, tanto en su consumo de materiales, agua y energía, así como su generación de residuos. De igual manera, la georreferenciación de la información busca facilitar la identificación de las relaciones simbióticas potenciales a modo de aprovechar la proximidad geográfica.

El segundo objetivo busca evaluar el estado base del parque en términos de las barreras existentes para la implementación de un proyecto de simbiosis industrial, así como destacar los aspectos facilitadores que puedan ser aprovechados en las etapas de diseño y/o evaluación del modelo de simbiosis industrial.

El tercer objetivo apunta a detectar problemas y/u oportunidades que permitan generar las relaciones simbióticas entre las empresas del Parque Industrial de la Reina y su entorno, además de cuantificar para cada relación los potenciales beneficios económicos y ambientales asociados al enfoque colaborativo.

El cuarto objetivo busca entregar una propuesta final de simbiosis industrial para el Parque Industrial de la Reina, considerando el potencial impacto ambiental y económico de cada una de las propuestas y relaciones simbióticas que se incluyan, además de las condiciones internas habilitantes del parque.

El quinto objetivo busca entregar un compilado de mecanismos o instrumentos públicos o privados para financiar iniciativas acordes a las relaciones simbióticas identificadas, ya sea en gestión de residuos o bien eficiencia energética. Con esto se busca dar alternativas a la AIR AG para apoyar a los empresarios en la ejecución de los proyectos.

Finalmente, el último objetivo busca entregar a la Asociación de Industriales de la Reina una guía para la implementación secuencial de los proyectos, además de una serie de recomendaciones para el manejo de incentivos y coordinación, aspectos claves para la continuidad y materialización del modelo de simbiosis industrial.

1.4 METODOLOGÍA

La Ilustración 1-1 muestra la metodología considerada para el desarrollo del trabajo de título, la que se basa en la método propuesto por (Chertow, 2007) para el diseño de proyectos de simbiosis industrial y que va en línea con el cumplimiento de objetivos específicos y objetivo general mencionados en las secciones previas. La metodología comienza con una revisión bibliográfica, que es una etapa importante dentro del trabajo de título debido a que los modelos de simbiosis industrial siguen siendo propuestas colaborativas innovadoras en el mundo y en particular en Chile. Esta revisión tiene un enfoque en la ecología y simbiosis industrial, parques eco-industriales, y aspectos claves en modelos de simbiosis, tales como barreras y modelos de negocio posibles.

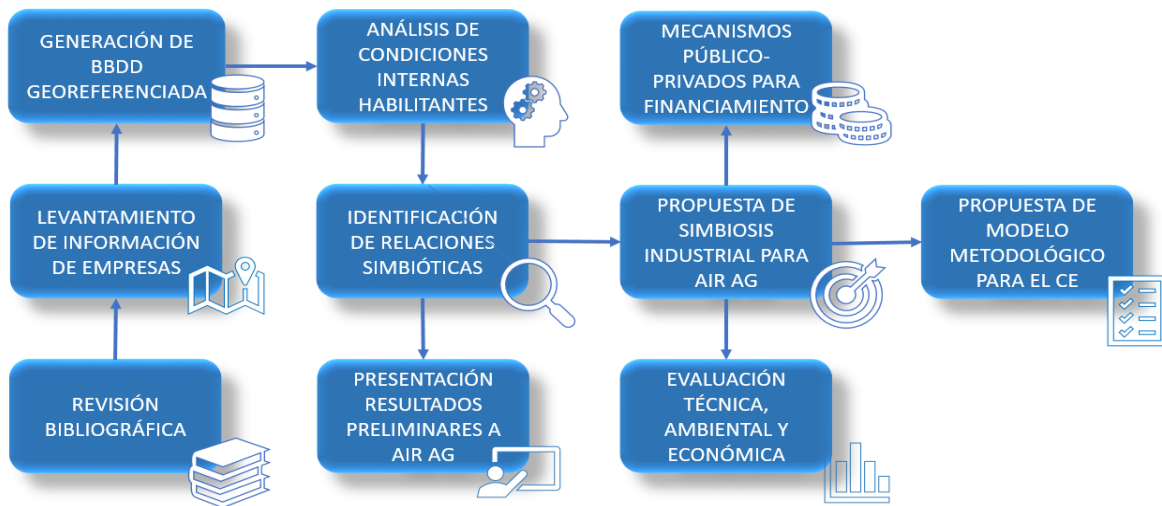


Ilustración 1-1: Metodología de trabajo (Fuente: Elaboración propia)

La revisión bibliográfica también incluye un estudio de casos exitosos de ecoparques industriales que han implementado modelos de simbiosis industrial. A pesar de que las principales experiencias exitosas de este tipo de modelos proceden de países europeos, se buscará incluir algún caso de aplicación ya sea en Chile o en Latinoamérica, que sea más representativo de las condiciones presentes en el Parque Industrial de la Reina.

El levantamiento de información se realiza mediante una entrevista que tiene un enfoque en insumos, residuos, consumos de agua y energía en 24 de las 30 empresas que participan del acuerdo de producción limpia firmado por AIR A.G. El diseño de esta entrevista se realiza en colaboración con expertos del Centro de Energía y, además, el proceso es iterativo, recopilando inicialmente información general que permita en primer lugar identificar los flujos de entrada y salida de cada empresa, cuantificándolos parcialmente, para luego detectar las oportunidades de colaboración y relaciones simbióticas que tengan mayor potencial.

La base de datos georeferenciada que permite el análisis del parque se construye mediante un levantamiento de información primaria en terreno, complementado con información secundaria que se obtiene mediante revisión bibliográfica y/o conversaciones con expertos del Centro de Energía. Se utiliza como referencia la encuesta realizada por la Asociación de Industriales de la Reina para el diagnóstico del Acuerdo de Producción Limpia del año 2016 (Castro, 2016), además de la metodología empleada en un informe de consultoría en simbiosis industrial, realizado para la Asociación de Empresas de la V Región. Además, se emplea el software de ARCGIS para realizar la visualización de la información y así facilitar la identificación de relaciones simbióticas considerando las oportunidades entregadas por la proximidad geográfica y el enfoque territorial.

El análisis de condiciones internas se realiza a partir de la información primaria levantada en terreno, además de conversaciones con los principales actores de cada firma. El análisis contempla estudiar el metabolismo industrial de las empresas tanto a nivel individual como agregado, considerando la diversidad de rubros existente. Este análisis será complementado con bibliografía, e incluirá un estudio de las principales barreras que dificulten la colaboración y potenciales sinergias, sean estas de tipo logístico, legal, social, etc.

Posteriormente, se identifican oportunidades de colaboración y/o relaciones simbióticas entre las empresas a partir de problemáticas y/o necesidades existentes en el parque, que puedan estimular el interés y acción conjunta para abordar dichas temáticas. Estas relaciones son evaluadas de forma preliminar a través de una matriz que considera factores ambientales y económicos. Posteriormente se presentan estas relaciones a la AIR AG para que, de forma conjunta e iterativa, se identifiquen oportunidades de corrección y/o mejora.

La propuesta final de simbiosis es evaluada desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, dando énfasis a los beneficios económicos asociados a la propuesta colaborativa en comparación a la gestión individual. Además, la formulación de esta propuesta contempla, en caso de aplicar, la elaboración de un modelo de negocios que permita su comprensión y su sustentabilidad, para lo cual se contempla aplicar alguno de los modelos de negocio comunes en Simbiosis Industrial, sugeridos por (Albino, 2015) y explicados en la sección de marco teórico. Además, se incluye una sección en la cual se recopilan instrumentos público-privados para el financiamiento de las relaciones simbióticas identificadas.

Finalmente, se incluye una sección con recomendaciones y una propuesta de modelo metodológico para el diseño, formulación y evaluación de proyectos de simbiosis industrial en otros parques industriales, a partir del caso estudiado en el Parque Industrial de la Reina, a modo de generar una herramienta base para el Centro de Energía que permita dar escalabilidad y replicabilidad de este tipo de proyectos.

1.5 ALCANCES

El presente trabajo de título tiene dos principales actores involucrados en los alcances esperados: por un lado se encuentra el Centro de Energía de la Universidad de Chile, que es el organismo oferente de la memoria y que necesita un levantamiento de la situación actual del Complejo Industrial de la Reina, además de una primera aproximación de un modelo metodológico para el diseño, formulación y evaluación de proyectos de simbiosis industrial; por otro lado, se encuentra la Asociación de Industriales de la Reina, quienes se encuentran implementando un APL y que facilitan la información para el presente trabajo de título.

En base a lo anterior, y considerando las restricciones de tiempo existentes para realizar el trabajo de título, el levantamiento de información inicial y análisis de condiciones internas habilitantes para proyectos de simbiosis industrial involucrará a 24 de las 30 empresas participantes del APL existentes hasta el mes de octubre de 2017. Se intentó incluir a otras 6 empresas, sin embargo, algunas no mostraron interés o disponibilidad para la etapa de levantamiento de información. No se considera en este trabajo a empresas del Parque Industrial de la Reina que no participan del APL, ya que la muestra es cree representativa de la diversidad de rubros y potencial del parque, y por solicitud de AIR AG.

En relación con la información levantada en las entrevistas, esta se utiliza para entender los flujos de recursos y materias primas en cada empresa, además de facilitar la identificación de oportunidades de colaboración, sinergias y problemas existentes en el parque. Es por lo anterior que las entrevistas no consideran el levantamiento de procesos productivos, principalmente por restricciones de tiempo.

La identificación de oportunidades de colaboración entre las empresas del Parque Industrial de la Reina incluye una evaluación técnica, económica y ambiental, pero a nivel de ingeniería de perfil,

ya que se busca principalmente evidenciar los beneficios asociados al trabajo colaborativo en lugar de entrar en los detalles técnicos de cada propuesta. Además, se propone un plan de inversiones y se incluyen una serie de recomendaciones para una eventual materialización e implementación de los proyectos.

La aproximación de modelo metodológico para el Centro de Energía considera la revisión de algunos casos de simbiosis industrial. Además, incluye aspectos del estado del arte en simbiosis industrial, y la experiencia práctica en el Parque Industrial de la Reina. Sin embargo, se debe tener presente que el modelo es una recomendación y no una metodología propiamente tal, ya que se considera que esto último requiere de una mayor experiencia.

Finalmente, es importante destacar que, si bien el Acuerdo de Producción Limpia firmado por AIR y sus metas son una de las principales motivaciones para el presente trabajo, el modelo de simbiosis a desarrollar busca ser un apoyo en el cumplimiento de dichos objetivos y no necesariamente la solución. En este sentido, se pretende que el modelo muestre que una solución cooperativa es una opción viable para cumplir los compromisos ambientales, económicos y sociales del Parque Industrial de la Reina.

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 ECOLOGÍA INDUSTRIAL

La EI es un área interdisciplinaria que intenta asimilar el funcionamiento de los ecosistemas industriales al de los naturales, con una interrelación entre industrias, el medio social y natural que tiende a cerrar el ciclo de materia (Cervantes, 2007) y quiere llevar los sistemas industriales hacia el desarrollo sostenible. Esta relación entre industrias tiene, como uno de sus objetivos, tender a cerrar el ciclo de materia y, por lo tanto, a obtener un nivel cero de residuos. Esto lo consigue en parte usando los residuos de una industria como materia prima de otras, como pasa en los ecosistemas naturales. Otro de los objetivos es la creación de sistemas interrelacionados, formando redes donde el intercambio no es solo material. La ecología industrial crea redes socioeconómicas que se vinculan en relaciones de cooperación, cliente-proveedor, de investigación, de pertenencia a asociaciones, de colaboración en proyectos comunes, etc.

La EI también busca situar la actividad tecnológica como parte del ecosistema que la incluye, analizando las entradas de recursos y salidas de residuos, así como también la manera en que la actividad humana afecta al ecosistema. Esta visión sistémica ha sido una de las grandes aportaciones de la ecología industrial (Cervantes, 2007). También la ecología industrial desarrolla herramientas y estrategias para la creación de parques eco industriales. Por este motivo, la ecología industrial es una buena herramienta para la planificación de nuevos parques industriales y para la reconversión de otros. Por tanto, la EI promueve la creación de relaciones, en forma de redes, conectando al sistema industrial entre sí y a éste con la sociedad y el medio natural. Este es un aspecto muy importante de la EI y la clave para que ésta contribuya al desarrollo sostenible de los sistemas industriales (Cervantes, 2007).

La EI conlleva beneficios económicos, medioambientales y sociales tales como el ahorro de recursos, la minimización de residuos, la disminución de emisiones y cargas contaminantes, la disminución de costos ambientales, la mejora en puestos de trabajo, la creación de redes, la mejora de la imagen ambiental de las empresas, entidades y municipios y la mayor relación y colaboración dentro del sector industrial y del sector industrial con el medio social y natural (Cervantes, 2009).

A pesar de los múltiples beneficios de la EI, existen muchas limitaciones en la aplicación de la ecología industrial a sistemas industriales. Una de las principales es la dificultad de crear las redes de interrelación entre industrias que permitirán el intercambio entre ellas. El sistema industrial está bajo la premisa de la competición y resulta difícil que se cambie la mentalidad para comprender que la cooperación en algunos aspectos puede ser más beneficiosa. Otra dificultad es cómo establecer relaciones dinámicas, ya que el sistema industrial es dinámico y debe estar en continuo cambio. Si dos empresas establecen un contrato para el intercambio de un residuo como materia prima, deben tener una visión más amplia y establecer los mecanismos para seguir cooperando cuando ya no interese el intercambio del citado residuo.

2.2 SIMBIOSIS INDUSTRIAL

2.2.1 ASPECTOS GENERALES

La Simbiosis Industrial fusiona industrias tradicionalmente separadas en un enfoque colectivo para obtener ventajas competitivas incluyendo intercambio físico de materiales, energía, agua y/o subproductos. La clave es la colaboración y posibilidad de sinergias ofrecidas por la proximidad geográfica (Chertow, 2007). Este concepto es clave en la ecología industrial, ya que permite utilizar

los recursos de forma más eficiente, mediante la aplicación de sinergias de sustitución y reciprocidad. Además, permite minimizar los impactos ambientales de las actividades productivas, ya que considera acciones como reciclaje, valorización y reutilización de productos, y gestión conjunta de residuos.

La creación de una simbiosis industrial transcurre en tres etapas metodológicas (Chertow, 2007):

- I. El análisis del **“metabolismo industrial”** de un sector industrial consiste en efectuar un balance cualitativo y cuantitativo de los flujos de recursos y energía, estableciendo un fundamento informativo para identificar las sinergias potenciales y las oportunidades a desarrollar.
- II. La **“identificación de las sinergias”** entre las actividades industriales es un análisis más detallado, caracterizando los flujos entrantes y salientes de cada una de las operaciones, destacando asimismo las cooperaciones operacionales potenciales.
- III. La etapa de las **“sinergias de reciprocidad”** busca unir las necesidades de los actores económicos bajo el concepto de racionalización. Las estrategias de reciprocidad pueden considerar los siguientes componentes: adquirir materias primas en común; unir y compartir diferentes servicios (colección y tratamiento, logística o transporte); compartir equipo y/o recursos.

En el mundo existen varios parques industriales en los que se aplica simbiosis industrial. Los primeros casos se registraron en Europa (Kalundborg Vreten y Styria), luego en Norte América (Burnside, en Canadá; Devens, Brownsville y Midlohan en US; Tampico en México) y otros en Asia (Naroda, India; BuganganBaru, Indonesia; Corea, China, etc). En la siguiente sección se presenta con mayor detalle los casos emblemáticos de Kalundborg y Vreten.

2.2.2 APROXIMACIÓN A MODELOS DE NEGOCIOS EN SIMBIOSIS INDUSTRIAL

La OCDE considera a la simbiosis industrial como un “modelo de negocio sustentable”, es decir, un modelo que crea ventajas competitivas a través de un valor del consumidor superior y contribuye al desarrollo sustentable de la empresa y sociedad (OECD, 2012). A continuación, se mencionan aproximaciones a modelos de negocio asociados a simbiosis industrial, cuya clasificación se relaciona según la propuesta de valor que ofrecen las empresas (Albino, 2015).

2.2.2.1 INTERCAMBIO DE RESIDUOS

Esta es la estrategia más común para adoptar SI: los desechos generados en un proceso productivo sirven como input para otro proceso productivo. Estos procesos pueden involucrar una firma (intercambio interno) o varias firmas (intercambio externo). El primer caso es mucho más simple ya que evita los problemas asociados a relaciones entre-empresas: beneficios económicos no son iguales, falta de confianza e intercambio de información, distintos poderes de negociación, etc. A pesar de lo anterior, el segundo caso tiene mayor potencial debido a que una mayor diversidad de empresas aumenta el número de intercambios simbióticos técnicamente posibles e implementables. Además, las firmas pueden obtener beneficios económicos adicionales por las cuotas asociadas a cada intercambio.

2.2.2.2 COGENERACIÓN DE PRODUCTOS

Las compañías valorizan sus residuos a través de la generación de nuevos productos que pueden ser vendidos en el mercado. Por lo tanto, la empresa implementa una estrategia de expansión ya que añade más productos a los actualmente producidos. Es por esto que este modelo es estratégicamente más desafiante que los anteriores porque los nuevos productos pueden ser muy diferentes a los del negocio principal.

2.2.2.3 COGENERACIÓN DE PRODUCTOS DESTINADOS A CONSUMO INTERNO

Este modelo surge a partir de la intersección entre el modelo de intercambio de residuos y el de cogeneración de productos. Como en el modelo anterior, las empresas usan sus residuos para generar nuevos productos. La diferencia radica en que estos productos no son destinados para un mercado externo, sino que para ser explotados dentro de la compañía. A modo de ejemplo, en el año 2006, McDonald's lanzó el proyecto "fried for fuel", con el objetivo de producir biodiesel a partir del aceite que generaba en sus locales. Este combustible se usaría posteriormente para energizar los camiones de la compañía.

2.2.2.4 COGENERACIÓN DE PRODUCTOS A PARTIR DE RESIDUOS EXTERNOS

Este modelo surge a partir de la intersección del modelo de intercambio externo de residuos y el de cogeneración de productos. Las compañías producen y venden en el Mercado nuevos productos utilizando residuos de otras empresas. Tal como en el modelo de cogeneración de productos, este también provee la oportunidad para la expansión del negocio de cada empresa. En este caso, el volumen de producción de los nuevos productos es estrictamente dependiente de la cantidad de residuos recibida por la firma. Por lo tanto, el riesgo de abastecimiento es un asunto crítico en este modelo.

2.2.2.5 NEGOCIOS BASADOS EN SI

Las iniciativas de negocio pertenecientes a este párrafo son completamente basadas en la aproximación de simbiosis industrial, es decir, la simbiosis constituye el principal negocio de las firmas que las implementen. Dentro de esta categoría, se pueden distinguir dos diferentes tipos de negocios.

I. Plataforma de intercambio de residuos online:

Este modelo de negocios se encuentra experimentando una amplia diseminación y muchas compañías nuevas se encuentran adoptándolo. Las plataformas de intercambio de residuos online crean un Marketplace electrónico de residuos, el cual permite la intersección de la oferta con la demanda. Las compañías que proveen tales servicios obtienen ganancias a partir de las comisiones por transacción. Algunos ejemplos son wastrade.it (Italia), thewastetradecompany.co.za (Sudáfrica) y smileexchange.ie (Irlanda).

II. Orientado a generación de productos:

Nuevas compañías surgen con el objetivo de crear nuevos productos a partir de residuos. Kazmok es una compañía holandesa que produce bolsas de negocios y accesorios hechas a partir de cintas transportadoras, los cuales tuvieron vida previa en la industria de flores, aeropuertos, servicios postales, centros de distribución, etc. El negocio de la empresa es completamente basado en

simbiosis industrial. Tal como en el modelo de cogeneración de productos a partir de residuos externos, el riesgo de abastecimiento es un punto crítico. En particular, el riesgo es mayor ya que afecta al principal negocio de la empresa.

2.2.3 BARRERAS Y DIFICULTADES EN MODELOS DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL

De acuerdo con (CEPAL, 2014), la transición hacia economías sostenibles o más verdes resulta compleja debido a los innumerables desafíos que enfrentan los países a la hora de emprenderlas. En el caso de los países en desarrollo, estos países no solo deben enfrentar el desafío de acelerar el crecimiento y reducir las brechas de ingresos con el mundo desarrollado, sino que además deben reducir la heterogeneidad, mejorar el acceso a bienes y servicios básicos y aumentar el bienestar de la población sin imponer una excesiva degradación sobre el medioambiente.

Estos países deben conciliar las políticas de desarrollo sostenible con políticas sociales. Esta conciliación es especialmente difícil en estos países, porque los problemas sociales que enfrentan son más graves y parten de estructuras muy poco diversificadas, altamente dependientes de unos pocos commodities. Dentro de las principales barreras que dificultan la internalización de estos conceptos en la industria se destaca la poca cultura de innovación y asociatividad. En este sentido, se requiere de un alto grado de esfuerzo en el desarrollo de acuerdos de asociación y cooperación entre las firmas y las autoridades. Otras barreras importantes identificadas se describen a continuación:

2.2.3.1 Barreras técnicas:

Encontrar formas de reutilizar los subproductos y residuos, y hacer uso eficiente de los recursos requiere soluciones tecnológicas y de gestión. Si bien muchos de los subproductos se pueden utilizar, las soluciones innovadoras para hacer frente a algunos residuos no están totalmente disponibles. Se requiere la creación de un área de investigación y desarrollo que en ocasiones no pueden ser soportadas por las empresas, por sus altos requerimientos (Ministerio del Medio Ambiente, 2015).

2.2.3.2 Barreras de Información:

Para hacer que el trabajo sea eficaz y eficiente la información debe fluir de forma vertical y horizontal. La implantación de principios regidos por la ecología industrial es una de las maneras de garantizar que la información está disponible y sea compartida entre las partes interesadas. En el contexto competitivo de la industria, compartir información puede ser difícil, sin embargo, las industrias necesitan mecanismos para facilitar las conexiones y vínculos entre las empresas y las estrategias para recopilar información de fuentes dispersas (Ministerio del Medio Ambiente, 2015).

2.2.3.3 Barreras económicas:

La competencia entre las empresas y el deseo de maximizar los rendimientos de las inversiones representa un obstáculo importante para la aplicación de la ecología industrial. Dado que la Industria percibe que la gestión de los residuos en pro del cuidado ambiental es costosa. Sin embargo, hay muchas evidencias de que la prevención de la contaminación ahorra dinero. La ecología industrial se puede ver como prevención de la contaminación aplicada a grupos o parques industriales. El costo de las soluciones de diseño innovadoras puede probar el financiamiento,

arrendamiento y gestión de las organizaciones anfitrionas de los proyectos. La inseguridad de los mercados y los cambios en las actividades empresariales pueden crear condiciones que limitan el interés en las innovaciones para la sostenibilidad (Ministerio del Medio Ambiente, 2015).

2.2.3.4 Barreras regulatorias.

En el contexto de las regulaciones que se desarrollan para tratar de inducir el buen comportamiento y cumplimiento en la industria, se pueden generar ambientes de confrontación que presentan un desafío a la cooperación, especialmente en las pequeñas y medianas empresas. Regulando definiciones de residuos y residuos peligrosos, en particular, puede desalentar a las oportunidades de utilizar los subproductos (Ministerio del Medio Ambiente, 2015).

2.2.3.5 Barreras motivacionales.

Tal vez el obstáculo más difícil de superar es el reto de motivar a las empresas y las comunidades para hacer las cosas de manera diferente y atraer a los consumidores a cambiar sus actitudes. Nuestra sociedad de consumo ha aceptado la idea de lanzar "la basura afuera" aunque esta tradición parece estar cambiando. Hemos visto la naturaleza como fuente de riqueza material sin fin y un receptor inagotable para nuestros desechos. La ecología industrial se propone una nueva mentalidad, una que requiere que estudio de los flujos de entrada y salida para realizar el seguimiento y gestión, en busca del beneficio de las empresas, la sociedad y el medio ambiente. (Carrillo, Constantino, & Roldán, 2010).

Por otra parte, en lo que respecta a la legislación ambiental y los instrumentos de políticas en la región, el (BID, 2008) constata que la mayor parte de los países han favorecido el enfoque tradicional de comando y control. Sin embargo, la eficacia de esas medidas ha sido limitada, por cuanto las autoridades no siempre disponen de los recursos financieros y técnicos necesarios para aplicarlas de manera efectiva. Asimismo, en muchos segmentos del sector privado, e incluso entre los responsables de las políticas económicas, aún prevalece la idea de que la gestión ambiental es un gasto "no productivo" que dificulta la competitividad.

Finalmente, además de las barreras mencionadas previamente, las PYMEs en Latinoamérica y Chile enfrentan una serie de importantes desafíos, entre los que destacan (BID, 2008):

- La baja conciencia que existe dentro de las PYMEs sobre el impacto ambiental.
- Dificultades para el acceso a financiamiento e inversión.
- Incertidumbre asociada a los costos, tiempos de ejecución y resultados de largo plazo de los nuevos procesos relacionados con la mitigación del impacto ambiental.
- Necesidad de capacitar adecuadamente a su personal.
- Limitado acceso a la información, el conocimiento y la tecnología.
- Baja capacidad para responder a una regulación más estricta.
- Barreras para participar en los mercados de bienes verdes y cadenas de valor mundiales: alta demanda de recursos financieros.

3 SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN CHILE Y EL MUNDO

La presente sección presenta algunos ejemplos del estado del arte en lo que respecta a ecoparques industriales donde se realiza simbiosis industrial. La literatura da cuenta que este tipo de relaciones entre empresas surgieron a partir de los años 70 aproximadamente en los países escandinavos, en particular en Dinamarca con el caso de Kalundborg (Chertow, 2007). En la actualidad es posible encontrar ejemplos de simbiosis en todo el mundo, destacando los parques de Devens y Brownville (EEUU), Burnside en Canada, Kawasaki Eco Town (Japón), TEDA (China) y Tampico en México.

A continuación, se muestran los casos de Kalundborg en Dinamarca, Vreten en Suecia, un proyecto de Simbiosis Industrial desarrollado para la Asociación de Industriales de Valparaíso, (ASIVA), como un intento para abordar la problemática ambiental del parque del sector Puchuncaví-Quinteros, y el caso de gestión conjunta de residuos en Bodegas San Francisco, que si bien no es un modelo tradicional de simbiosis industrial, evidencia los beneficios asociados a la colaboración.

3.1 KALUNDBORG

Se localiza en el fiordo de Kalundborg a 100 kilómetros de Copenhague, ciudad que posee una pequeña zona industrial al margen de la costa danesa. Allí nació entre los años 60-70 y sin planificación previa, una red de intercambio de residuos a la que se le dio el nombre de Simbiosis Industrial (SI), y que ha sido hasta la fecha el programa más completo en cuanto a intercambio de subproductos se refiere (Kalundborg Symbiosis, 2017). La simbiosis surgió espontáneamente cuando unas pocas empresas, tratando de reducir costos y cumplir con la legislación ambiental del país, buscaron alternativas para el manejo de sus residuos y el aprovechamiento del agua subterránea.

El parque de Kalundborg se creó principalmente con:

- Asnaes (central eléctrica), ésta posee 600 empleados, alimentada por carbón, es la mayor central de Dinamarca, con una capacidad de 1500 Megavatios.
- Statoil (refinería), cuenta con 250 empleados, siendo la mayor refinería de petróleo de Dinamarca, con una capacidad de 3,2 millones de toneladas procesadas/año. Con proyección a alcanzar los 4,8 millones de toneladas procesadas/año.
- Gyproc (placas de yeso para la construcción), tiene empleadas a 160 personas y su producción anual es de 14 millones de m².
- Novo Nordisk (empresa internacional de biotecnología), emplea a 1400 personas con ventas anuales de 2000 millones de dólares. La planta que posee en Kalundborg es la mayor de la empresa: elabora productos farmacéuticos (incluyendo el 40% de la oferta mundial de insulina) y enzimas industriales.

El ciclo se inicia cuando la empresa Gyproc decide reducir sus costos de producción a través de la explotación del gas excedente que Statoil quemaba. Posteriormente la empresa Asnaes modifica su sistema de abastecimiento, al combinar en su consumo, agua proveniente del lago de Tisso junto con agua de refrigeración y residuos de la refinería de Statoil, con lo que logró evitar al 100% el uso de agua proveniente de recursos subterráneos. Asnaes también traspasaba los picos de energía excedentes a la red de calefacción central, esta colaboración entre empresa y comunidad permitió reducir en un 80% los desechos energéticos de la empresa y proveer calefacción a un bajo costo a la comunidad.

3.2 VRETEN

El parque de Vreten está localizado en Suecia, cerca de Estocolmo. Fue fundado por Solna, una municipalidad de los alrededores de Estocolmo al este de Suecia Central. El parque es poblado especialmente por pequeñas y medianas empresas, compuestas por cerca de 80 firmas y 50 mil trabajadores.

Este parque es un ejemplo de aproximaciones de clústeres, en donde las firmas, divididas en “ciclos de negocio”, estudian y encuentran soluciones a sus problemas sociales, ambientales y económicos (Chertow, 2007). Estos ciclos de negocio son pequeños grupos de firmas que periódicamente organizan reuniones internas para discutir acerca de sus proyectos y problemas. Principalmente buscan:

- Reducir el consumo de energía e incrementar el uso de fuentes renovables.
- Administrar desechos industriales eficientemente.
- Mejorar los centros logísticos.
- Reducir la contaminación.
- Implementar edificios eco-sustentables

Los ciclos de negocios son la principal característica del parque Vreten. Son capaces de crear fuertes alianzas público-privadas que generan beneficios tanto a firmas como a la comunidad local. En los últimos años, las firmas involucradas en los negocios circulares han logrado considerables reducciones de costos. Además, han mejorado su “imagen verde”, sus recursos y competencias. La comunidad local también ha mejorado su imagen y atractivo (Cervantes, 2007). Más aún, ha expandido el uso de edificios verdes y reducido:

- Desechos industriales en 50%.
- El tráfico de carga en 50%.
- Consumo de agua y energía en 20%.
- Desempleo en 30%.

Cabe destacar que, por las características del parque, así como en las simbiosis desarrolladas y ciclos de negocios, el Parque Industrial de Vreten es un ejemplo de lo que puede aspirar a generar el Parque Industrial de la Reina en materia de sustentabilidad, eficiencia energética y responsabilidad social empresarial.

3.3 PROPUESTA DE SIMBIOSIS EN PARQUE PUCHUNCAVÍ-QUINTEROS

El parque industrial del sector Puchuncaví-Quinteros es conocido como uno de los barrios industriales con problemas de contaminación de Chile. Hace años que las empresas del sector vienen trabajando en conjunto en materia de gestión de residuos sólidos. Uno de los productos concretos es un Acuerdo de Producción Limpia, donde todas las empresas firmantes se comprometen a llevar a cabo acciones para minimizar la generación de residuos sólidos y de esta forma disminuir los impactos ambientales que éstos puedan acarrear.

La constitución de empresas en este barrio industrial es muy variada, existiendo empresas termoeléctricas, químicas, de servicios portuarios, de distribución de petróleo y gas, de energía, etc., todas ellas con una producción importante de residuos sólidos. Esta diversidad de sectores en el barrio es una de las principales necesidades para crear sinergias entre las diferentes empresas.

En base a lo anterior, se desarrolló una consultoría en la que se llevó a cabo una clasificación de residuos de acuerdo a su composición y peligrosidad, se realizó un benchmarking a nivel nacional e internacional respecto a las alternativas de tratamiento, reciclaje, reutilización y disposición final de residuos. También se exploró el mercado nacional respecto a la gestión de los residuos sólidos tanto peligrosos como no peligrosos e inertes.

Posteriormente se llevó a cabo un exhaustivo análisis de las posibilidades de gestión de los residuos sólidos con miras a cumplir el objetivo general de esta consultoría, presentándose una propuesta de Plataforma para la Gestión Integral de los Residuos, la que necesariamente se sustenta en dos principios fundamentales: i) la Estrategia Jerarquizada y ii) la Simbiosis Industrial. En este sentido se identificaron medidas de prevención en la generación de residuos e instancias de valorización conjunta.

La factibilidad de la plataforma de colaboración se evaluó bajo la condición de que para que fuese factible debía haber una gestión conjunta de residuos generados por lo menos por tres empresas, de lo contrario bastaría con conversaciones bilaterales, como podría ser el caso de la eliminación en hornos cementeros de cenizas o la comercialización de escorias de cobre. Así, los resultados de la consultoría arrojaron que la Plataforma sería factible técnicamente para la gestión conjunta de baterías usadas, aceites y lubricantes, chatarra y metales, transporte en conjunto de residuos peligrosos y gestión conjunta de residuos reciclables a través de un punto limpio.

3.4 PLAN PILOTO DE GESTIÓN CONJUNTA DE RESIDUOS EN BODEGAS SAN FRANCISCO

Bodegas San Francisco (BSF) es la empresa de bodegaje con mayor trayectoria y tamaño en Chile, alcanzando una infraestructura de 1.800.000 m² desde 1985, distribuidos en 14 centros a lo largo del país. El servicio ofrecido consiste en el arriendo de módulos independientes desde bodegas hasta centros logísticos. Cada centro logístico funciona como un “condominio de bodegas”, contando con una administración, infraestructura y una amplia gama de servicios complementarios al bodegaje.

El centro logístico de Puerto Madero cuenta con 440.000 m² de bodegas y corresponde al centro más grande y moderno del país, contando con una gran variedad de servicios complementarios, entre ellos un sistema de gestión de residuos antiguamente a cargo de la administración de BSF. En este sistema, la administración actuaba como el ente generador de los residuos y varias empresas proveedoras de servicios de retiro y gestión de residuos participaban en la recolección. No existía un registro de las cantidades y tipos de residuos generados por cada cliente de BSF, y se le cobraba una cuota mensual similar a un gasto común.

En el año 2018 la empresa de gestión integral de residuos ECOSER realizó una propuesta comercial para el centro Puerto Madero de BSF, en la cual se reemplazaría el antiguo sistema de gestión de residuos por uno cuyos objetivos fueron:

- Mejorar el servicio prestado a los clientes de BSF.
- Identificar los residuos según quién los genera y entregar información para declarar.
- Aumentar las tasas de recuperación.
- Adelantarse a la ley de Responsabilidad Extendida al Productor (REP).
- Trabajar con un solo proveedor para la gestión de residuos.

Entre las acciones tomadas en un plan piloto implementado en dicho centro, se puede mencionar el reemplazo de contenedores y equipos de recolección, aumento de la frecuencia de retiro, registro digital de los volúmenes generados por cada cliente, entrega de informes de gestión y sustentabilidad para cada cliente, mejoramiento de puntos de acopio a puntos limpios, mejoramiento del patio de acopio a patio de recuperación. Por otro lado, los pagos se realizan a la administración de BSF, pero proporcional a las cantidades generadas. Además, existe un descuento asociado a la cantidad de residuos valorizados por empresa, principalmente cartones, papel y films de plástico.

Entre los beneficios asociados al plan piloto, se puede mencionar la mejora en la calidad del servicio de gestión de residuos para los clientes de BSF, contar con un sistema de gestión orientado a la reducción de emisiones y residuos (el que genera paga) y un aumento en la tasa de residuos valorizados, alcanzando un 40.3% a los 6 meses de su implementación, y una reducción de 470 toneladas de GEI. Finalmente, el sistema simplifica la operación de los clientes de BSF y permite dar trazabilidad identificando a los generadores de cada residuo.

4 LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

El presente capítulo explica el proceso de levantamiento de información primaria y su análisis, realizado para las 24 empresas del Parque Industrial de la Reina incluidas dentro del presente trabajo. Primero se explica la metodología seguida para el levantamiento de información, luego se detalla el análisis a nivel agregado de la información recopilada y finalmente el análisis a nivel individual, con foco en la información utilizada en el modelo de simbiosis industrial desarrollado en el capítulo 5. La Tabla 8-1, adjunta en los anexos del capítulo 1, incluye una breve descripción de cada una de las empresas participantes, a modo de interiorizar al lector con los rubros y actividades presentes en el parque.

4.1 METODOLOGÍA

El objetivo del levantamiento de información consiste en caracterizar y cuantificar los flujos de entrada y salida de materiales y recursos en cada de las empresas participantes del Acuerdo de Producción Limpia firmado por AIR AG, incluidas en el presente trabajo. La Ilustración 4-1 muestra esquemáticamente los flujos mencionados.

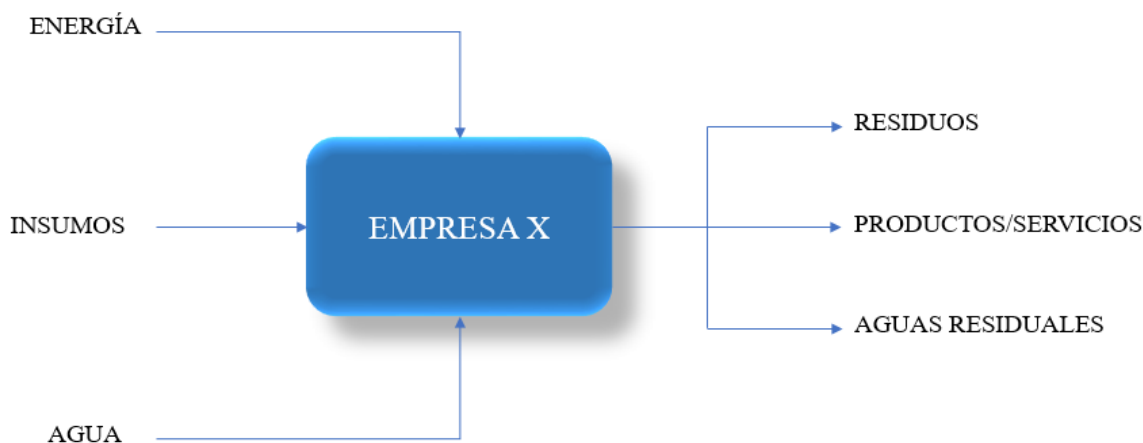


Ilustración 4-1: Caracterización de flujos por empresa

Se busca caracterizar estos flujos ya que, a partir de la metodología propuesta por Chertow (2007) para la generación de proyectos de simbiosis industrial, se hace necesario comprender el “metabolismo industrial” de las empresas y del parque industrial en el que se quiere trabajar.

Para lograr lo anterior, se preparó una encuesta que sirvió como guía para una primera ronda de entrevistas que tuvo como objetivos, en primer lugar, entender qué hace cada empresa participante, y en segundo lugar transmitir a los empresarios el objetivo de la memoria y los posibles beneficios asociados al enfoque colaborativo que propone la simbiosis industrial. En dicha instancia se manifestó que, en caso de requerirlo, se solicitaría una segunda ronda de entrevistas para poder indagar en detalles que resultaran relevantes para el futuro desarrollo del trabajo de título.

El diseño y preparación de la encuesta se realiza con apoyo de académicos e investigadores del Centro de Energía de la Universidad de Chile, considerando un enfoque desde lo general a lo particular. Se adjunta en los anexos del capítulo 4 el formato de entrevista utilizado. Cabe agregar que, debido a la diversidad de empresas existentes en el parque, la encuesta tuvo un formato

iterativo el cual se fue ajustando a las características del rubro y tamaño de cada empresa, además de considerar el tiempo disponible para la realización de cada entrevista, el cual solía ser cercano a una hora.

En cuanto al proceso de entrevistas, estas se desarrollaron entre el 6 de noviembre y el 5 de diciembre de 2017. La coordinación y agendamiento de las actividades estuvo a cargo de la Sra. Marcela Lillo, ejecutiva de proyectos de AIR AG. Previo a cada entrevista, se le envió a cada empresa un correo con un resumen y objetivos del trabajo, junto a una planilla con los requerimientos de información.

Los datos levantados en las entrevistas se obtuvieron a partir de información disponible en las empresas, cuentas de agua, gas y luz, y en algunos casos, estimaciones de parte de los entrevistados, quienes en general estaban directamente involucrados en los procesos productivos y/o de servicios de cada empresa. En el caso de la distribución del uso de la energía eléctrica, se realizaron aproximaciones sobre la potencia instalada de máquinas y equipos, luego se obtuvo los tiempos aproximados de uso y finalmente se obtuvo el gasto energético mensual asociado a cada uno.

La información obtenida se sistematizó en una base de datos en Excel, con lo que se pudo realizar un análisis preliminar a nivel agregado y por empresa, los cuales se detallan en las secciones siguientes. Posteriormente se procede a cargar la información en el Software ArcGIS¹, con el objetivo de obtener una visualización de los datos que facilite la identificación de oportunidades de simbiosis.

¹ ArcGIS es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. (ArcGis Resources, 2018)

4.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PARQUE INDUSTRIAL DE LA REINA

El Parque Industrial de la Reina agrupa a más de 100 empresas socias de AIR, de las cuales se pudo entrevistar y recopilar información de 24. La Ilustración 4-2 muestra la localización geográfica de cada una de las empresas. La mayoría de las firmas incluidas en el estudio se encuentran dentro del terreno de uso industrial del parque, a excepción del Club de Tenis Tobalaba, pero que por sus características no posee mayores requerimientos de uso industrial.

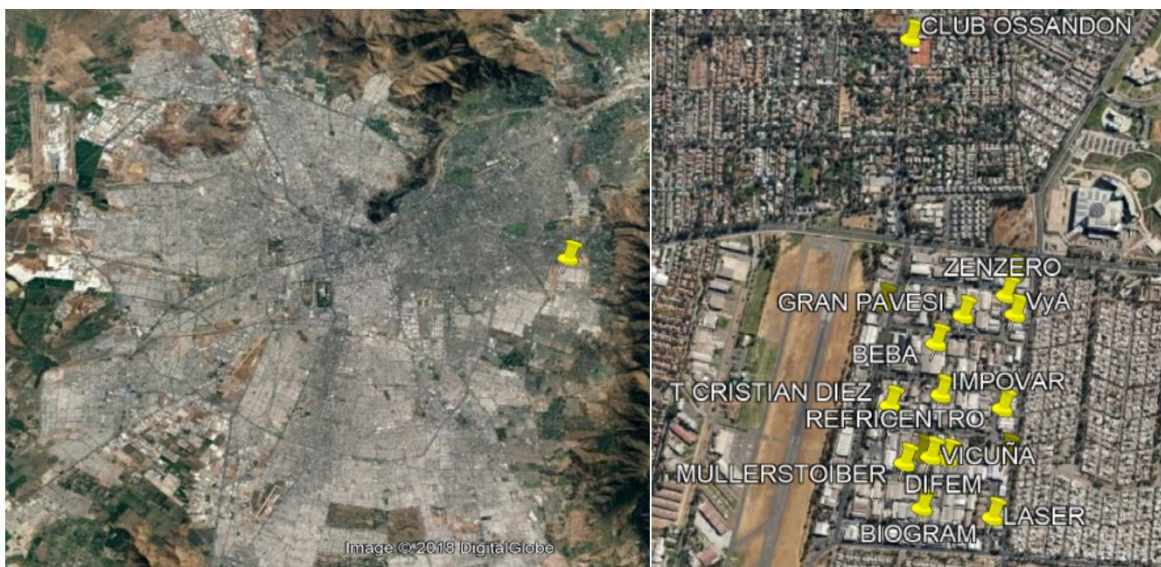


Ilustración 4-2: Mapa referencial de empresas participantes (Fuente: Elaboración propia)

Una característica del Parque Industrial de la Reina es la gran variedad de tamaños y actividades económicas presentes, lo cual se muestra en el Gráfico 4-1. En relación a los rubros, 13 empresas entrevistadas tienen actividades económicas relacionadas con el sector industrial manufacturero; 4 comercializan productos importados de varios países; y las 7 restantes ofrecen servicios, principalmente del sector automotriz.

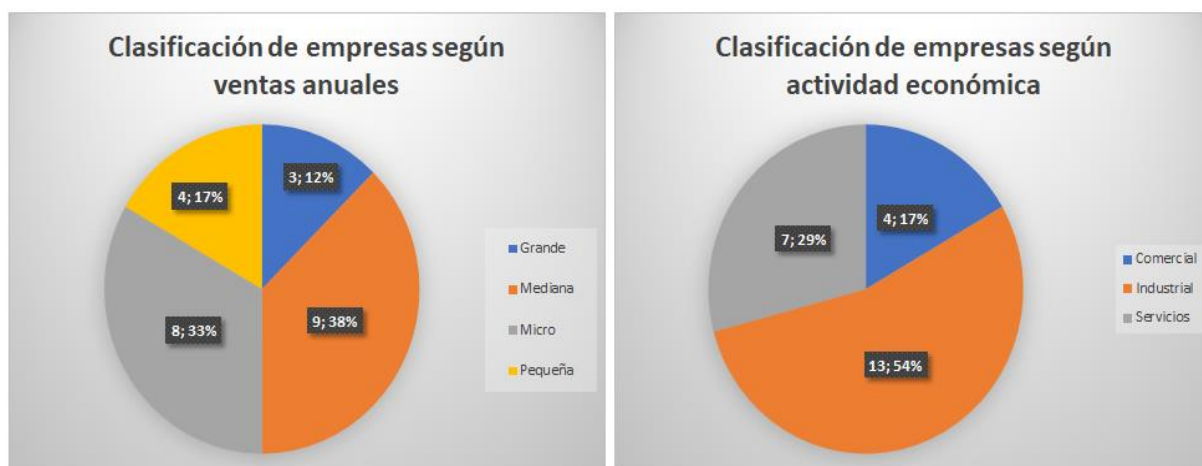


Gráfico 4-1: Clasificación de empresas según nivel de ventas y actividad económica

Ahora bien, la generación de residuos en las empresas entrevistadas es muy variable, tanto en cantidad como en los tipos de residuos. Se pudo evidenciar que, en general, las empresas no cuentan con un registro cuantitativo de los residuos producidos, principalmente porque a nivel individual se generan en cantidades relativamente menores y la ley no les exige llevar un control, o bien porque les resulta complejo de medir.

El Gráfico 4-2 muestra una aproximación de los residuos no peligrosos totales generados mensualmente por las 24 empresas entrevistadas. Los residuos resultantes en mayor cantidad (en peso) son plásticos, cartón, papel, residuos de madera y restos orgánicos. Sin embargo, existen algunas empresas, principalmente medianas o grandes, que son responsables de un alto porcentaje de los residuos generados a nivel agregado. Por ejemplo, BIOGRAM Y ZENZERO generan el 100% de los restos orgánicos, DIFEM concentra el 65% de la generación de plásticos, y BEBA el 62% de los cartones. Casos similares ocurren con el papel y los lodos, mientras que con los otros residuos la distribución es más homogénea

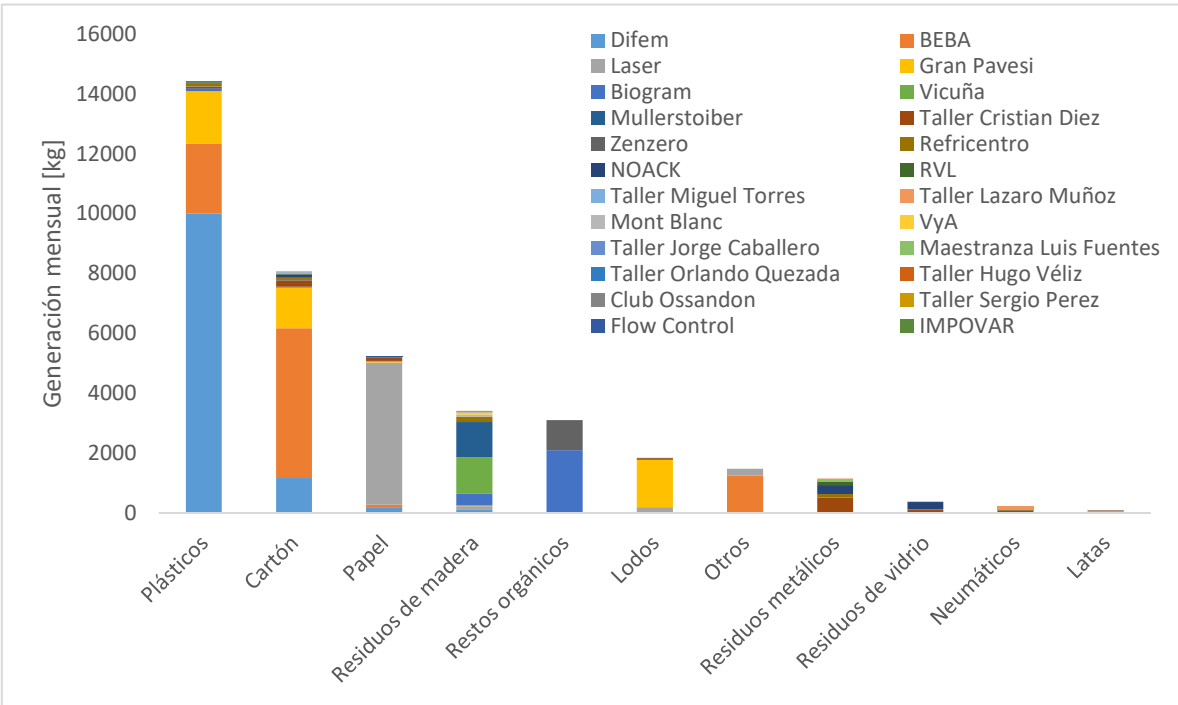


Gráfico 4-2: Generación mensual de residuos no peligrosos (Fuente: Elaboración propia).

La Tabla 4-1 muestra el número de empresas que generan cada residuo y el tipo de gestión que realizan. La mayoría de las empresas gestiona informalmente cada residuo, ya sea vendiéndolo a alguna empresa o particular no registrados o bien dejándolo en la calle para que lo retiren recicladores. En el caso de las empresas que gestionan sus residuos formalmente, la mayoría lo hace porque se genera dicho residuo en gran cantidad y/o porque la normativa vigente les exige hacerse cargo. Las micro y pequeñas empresas en general no poseen actores formales que gestionen sus residuos, por lo que normalmente los disponen en el camión de aseo municipal o bien se los lleva algún reciclador informal.

Tabla 4-1: Número de empresas que producen residuo no peligroso y gestión asociada (Fuente: Elaboración propia).

Residuos no peligrosos	Camión basura	Empresa formal	Fundación San José	Gestión interna	Se botan informalmente	Se gestiona informalmente	Total empresas
Cartón	5	3		1		9	18
Latas	4	1		2		2	9
Lodos		2			2		4
Metales	1	1		2		8	12
Neumáticos				1		3	4
Otros		2					2
Papel	4	1	9			2	16
Plásticos	9	5				1	15
Polímeros	3					1	4
Residuos de madera	4	1		1		12	18
Residuos de vidrio	4						4
Restos orgánicos		1				1	2

La situación con los residuos peligrosos es bastante similar al caso anterior, ya que la distribución es bastante heterogénea en algunos elementos. Por ejemplo, un taller concentra el 100% del diluyente generado como residuo, DIFEM cerca del 65% de los envases de productos peligrosos y el TALLER LAZARO MUÑOZ con GRAN PAVESI generan el total de baterías de plomo. En el resto de los residuos, la distribución es más homogénea. Se observa también que los talleres automotrices son los principales generadores de residuos peligrosos, con 3 empresas concentrando el 50% aproximadamente del total mensual.

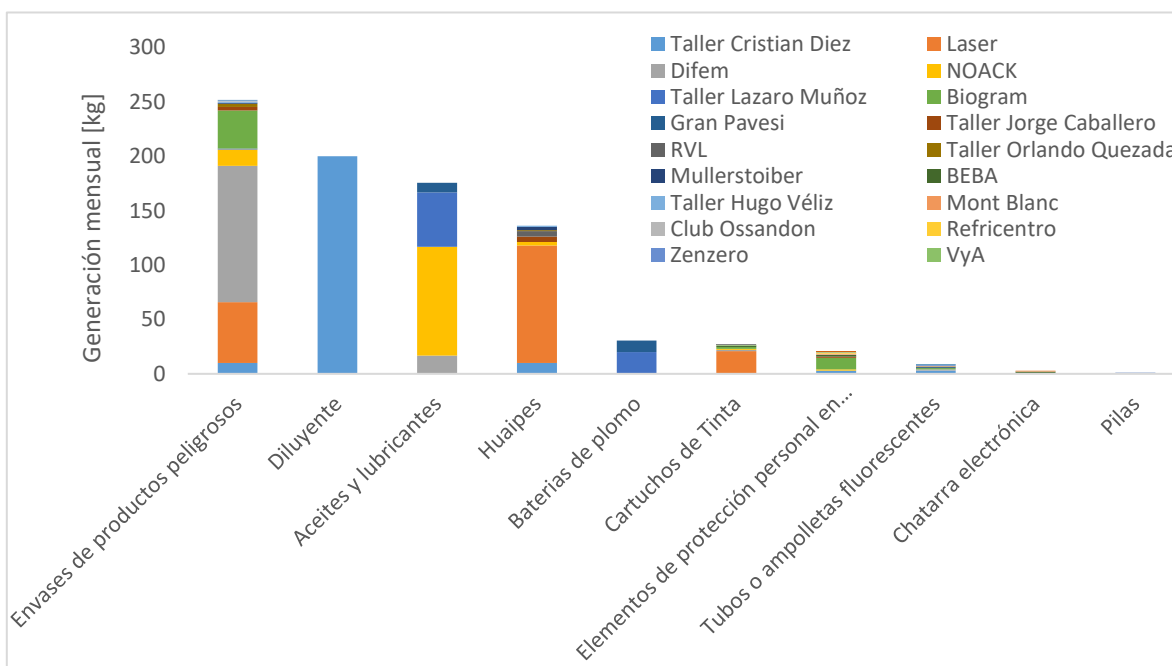


Gráfico 4-3: Generación mensual de residuos peligrosos a nivel agregado (Fuente: Elaboración propia).

La Tabla 4-2 muestra el número de empresas que generan cada tipo de residuo, y la gestión asociada. Al igual que con los residuos no peligrosos, la mayoría de los residuos se gestiona

informalmente o bien se dispone en el camión de aseo municipal, a excepción de los aceites que suelen venderse o gestionarse con particulares. En ocasiones, algunas empresas pagan informalmente por el retiro de algunos residuos peligrosos.

Tabla 4-2: Número de empresas que producen residuos peligrosos y gestión asociada (Fuente: Elaboración propia).

Residuos peligrosos	Camión basura	Empresa formal	Gestión interna	Se gestiona informalmente	Total empresas
Aceites y lubricantes		3		1	4
Baterías de plomo		1		1	2
Cartuchos de Tinta	3	4	1	1	9
Chatarra electrónica	1			2	3
Solventes	1				1
Elementos de protección personal en desuso	13				13
Envases de productos peligrosos	8	3		2	13
Huaipes	8				8
Otros		2			2
Paños de limpieza		1			1
Pilas	2		3	1	6
Tubos o ampollitas fluorescentes	9	2			11

En relación con el consumo de agua en las empresas entrevistadas, este es relativamente constante, con un aparente aumento en la demanda en los primeros meses del año, y un promedio de 3,870 metros cúbicos mensuales. Sin embargo, la distribución del consumo es bastante heterogénea, con DIFEM y GRAN PAVESI concentrando cerca del 70% del total a nivel agregado debido a que el agua corresponde a un insumo crítico en sus operaciones. En el resto de las empresas, el consumo es bastante menor y destinado a usos domésticos y/o higiene.

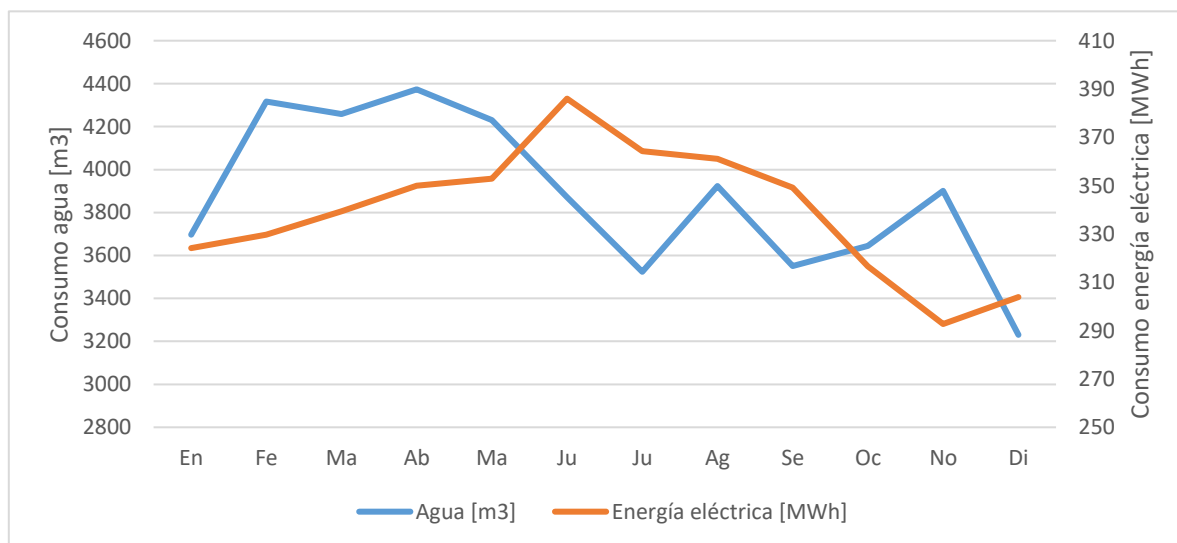


Gráfico 4-4: Consumos de agua y energía eléctrica mensuales a nivel agregado (Fuente: Elaboración propia).

El consumo total de energía eléctrica promedio mensual en las empresas entrevistadas es 340 MWh, presentando un aumento en invierno. Al igual que con el consumo de agua, la distribución del consumo de energía eléctrica es bastante heterogénea, con DIFEM y GRAN PAVESI

concentrando nuevamente cerca del 80% de total. Estas dos empresas son clasificadas como grandes y poseen operaciones con gran cantidad de equipos y máquinas de trabajo que realizan un uso intensivo de la energía.

La distribución con los usos de la energía eléctrica se muestra en el Gráfico 4-5. Cerca del 70% de esta energía se usa en máquinas y equipos de trabajo. Además, DIFEM, GRAN PAVESI y ZENZERO poseen un elevado consumo de energía en refrigeración de productos, siendo responsable de cerca del 80% de la energía consumida en este ítem.

En cuanto al consumo en iluminación, se estima cercano al 7% del total de la energía eléctrica requerida por el parque. La mayoría de las empresas entrevistadas mencionó tener intenciones o haber comenzado un proceso de cambio gradual hacia ampollitas y focos de tecnología LED.

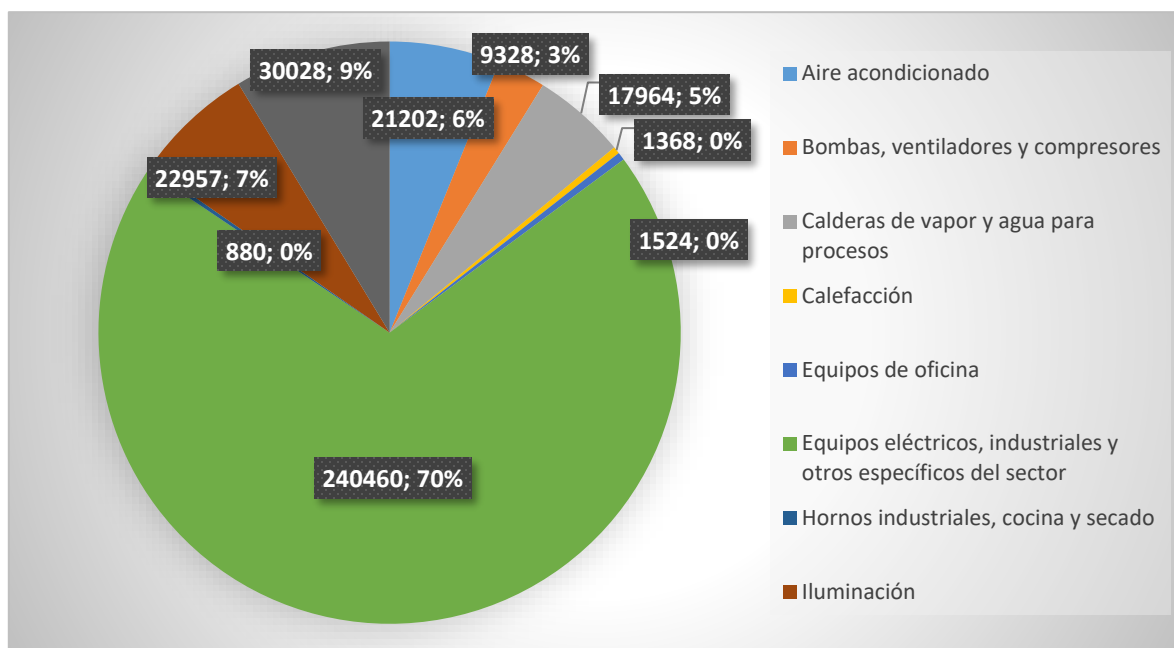


Gráfico 4-5: Distribución del consumo mensual de energía eléctrica por uso (Fuente: Elaboración propia)

Finalmente, la Tabla 4-3 presenta los valores estimados de consumo de combustibles en el parque a nivel agregado. El petróleo utilizado generalmente se destina a camiones y distribución de productos, mientras que el gas licuado generalmente se destina a calentar agua para ducha e higiene. El gas natural, cuyo consumo es el mayor, lo utiliza GRAN PAVESI en una etapa de su proceso productivo, por lo que su consumo es relativamente constante y con un uso específico.

Tabla 4-3: Consumos de combustible (Fuente: Elaboración propia).

Combustible	Consumo Mensual	Consumo Mensual [kWh]
Gas Licuado [kg]	5,095	63,840
Gas Natural [kg]	18,400	289,800
Petróleo diésel [lt]	7,982	94,347
Gasolina [lt]	3	37

El Gráfico 4-6 muestra la distribución del uso de la energía proveniente de combustibles en el parque, al calcular los equivalentes energéticos en kWh.

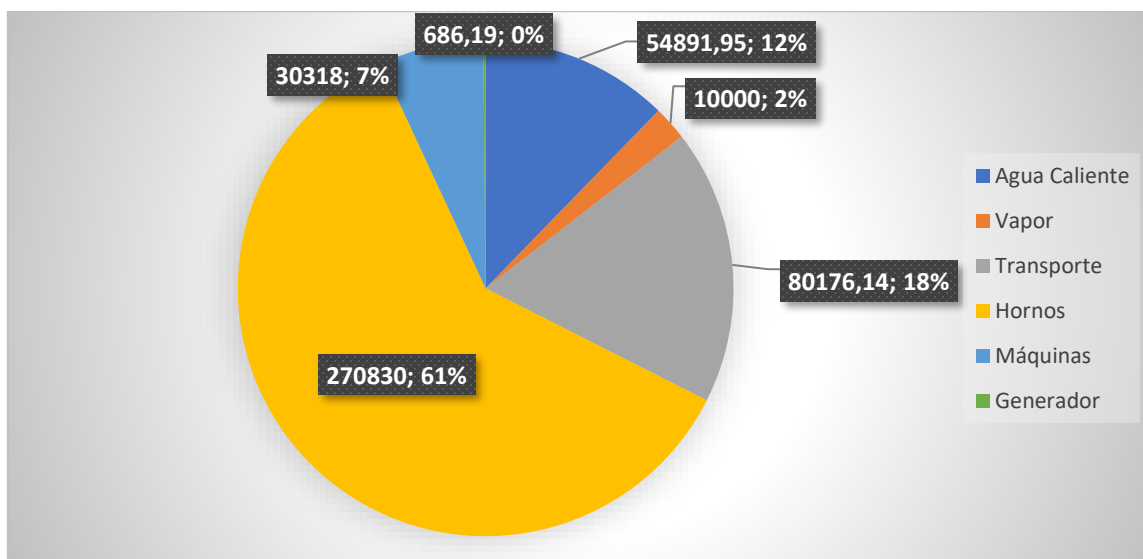


Gráfico 4-6: Distribución de usos de la energía de combustibles (Fuente: Elaboración propia)

En términos comparativos, el consumo de energía por combustibles del parque es cerca de 1.2 veces mayor al consumo de energía eléctrica, principalmente por GRAN PAVESI que consume 18,400 litros mensuales de gas natural para uso en hornos. Si se omite esta empresa, el consumo de energía por combustibles es un tercio del consumo de energía eléctrica. Además, el requerimiento total de energía del parque alcanza los 700 MWh mensuales en promedio.

Por otro lado, también se realiza un análisis y descripción del Parque Industrial de la Reina a nivel individual. Esta descripción, cuyo detalle se adjunta en el anexo 8.2.3, muestra los niveles mensuales de los diversos flujos de residuos (en kg), energía (en kWh) y agua (en m³) para cada una de las empresas entrevistadas. Se muestra en cada subsección una ilustración que refleja de forma relativa cada una de las cantidades mencionadas y la distribución espacial de los puntos de generación, lo cual se utilizó durante la etapa de identificación de relaciones simbióticas.

Como ejemplo de lo realizado, la Ilustración 4-3 muestra la distribución espacial de las empresas generadoras de cartón (en amarillo), residuos peligrosos (en morado) y los consumos de energía destinada a agua con requerimientos térmicos. Lo importante del análisis de las distintas visualizaciones es que permite identificar oportunidades de colaboración y sinergias asociadas a la proximidad geográfica. Por ejemplo, al observar la distribución de los residuos peligrosos en la Ilustración 4-3, se observa que las empresas ubicadas en la parte inferior de la imagen presentan una generación mayor en términos relativos, lo cual puede representar una oportunidad de colaboración local en términos de gestión conjunta de residuos peligrosos.

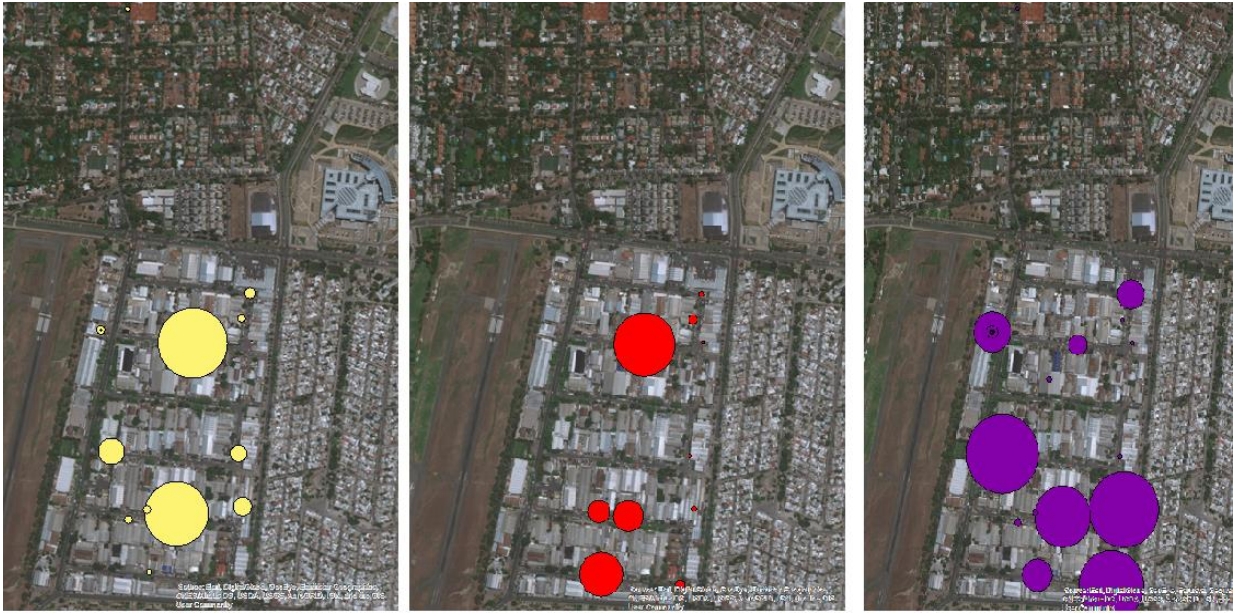


Ilustración 4-3: Ejemplos de visualización de cantidades generadas y/o consumidas a nivel individual (Fuente: Elaboración Propia)

4.3 ANÁLISIS DE BARRERAS Y CONDICIONES INTERNAS HABILITANTES PARA PROYECTOS DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL EN EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA REINA

El Parque Industrial de la Reina se caracteriza por agrupar un gran número de empresas en un área relativamente pequeña en el centro de la comuna del sector oriente de Santiago. Este parque, que a su vez es uno de los más antiguos del país, presenta una serie de características que facilitan y/o dificultan la implementación de un proyecto de simbiosis industrial, y que, por lo tanto, deben considerarse en la etapa de diseño.

4.3.1 Barreras presentes en el parque

Como se menciona previamente, el Ministerio del Medio Ambiente menciona 5 tipos de barreras presentes en parques industriales con pequeñas y medianas empresas, las cuales pueden dificultar y en algunos casos inviabilizar proyectos en el área de sustentabilidad y en particular en ecología industrial (Ministerio del Medio Ambiente, 2015).

4.3.1.1 Barreras económicas

La primera barrera que se puede mencionar corresponde a la relacionada a aspectos económicos. Como se detalla en la sección 4.2, las empresas entrevistadas y el parque en general se componen de empresas muy heterogéneas, tanto en magnitud de ingresos como en rubros. Esto se traduce en que existen varios microempresarios y pequeñas empresas cuya solvencia financiera es limitada, lo cual tiende a reducir su interés y capacidad de inversión en proyectos en materia de sustentabilidad.

En línea con lo anterior, una baja solvencia económica puede inducir que las empresas no se atrevan a invertir en determinados proyectos colaborativos, si estos implican variabilidad y/o incertidumbre en los flujos de costos y beneficios, al igual que si los proyectos involucran una elevada inversión o bien periodos de retorno del capital muy extensos. Cabe agregar el temor latente a eventuales fluctuaciones de mercado.

4.3.1.2 Barreras de información

Esta barrera se manifiesta en distintos niveles, destacando en primer lugar que la información sobre residuos, consumos energéticos y de combustible no siempre se encuentra registrada. Esto es un problema ya que, como no existe un registro sistemático de la información, los proyectos generados presentarán sesgos cuya magnitud no es clara, lo que eventualmente aumenta la desconfianza o desinterés por participar en las iniciativas.

Otro nivel en que se manifiesta la barrera de la información tiene relación con la confidencialidad, ya que hay empresas que generan residuos peligrosos los cuales no son gestionados de una forma ambiental y/o socialmente correcta. Esto implica que, en algunos casos, los valores reportados por las empresas pueden presentar un sesgo a la baja, o bien, en algunos proyectos puede ocurrir que las empresas no se atrevan a participar por miedo a una eventual fiscalización.

4.3.1.3 Barreras técnicas

Un aspecto presente en todos los parques industriales con simbiosis industrial tiene relación con la constante innovación y adaptación de los procesos internos de cada empresa a la interacción con las otras empresas. Esto se traduce en que constantemente se crean y redefinen relaciones de colaboración entre las firmas, lo cual es posible gracias al conocimiento técnico de los procesos internos que tienen los trabajadores.

En el caso del Parque Industrial de la Reina, existen empresas grandes que cuentan con un equipo de ingenieros y especialistas en los procesos internos de la firma. Sin embargo, la mayoría de las empresas son pequeñas y medianas, muchas de ellas sin trabajadores capacitados técnicamente para generar soluciones y/o innovaciones tecnológicas que permitan aplicar el enfoque colaborativo en, por ejemplo, la generación de nuevos productos a partir de residuos, o bien identificar y aprovechar energías residuales de determinados procesos.

4.3.1.4 Barreras regulatorias

Esta barrera se manifiesta en la normativa de residuos (decreto 148), la cual estipula que, para determinados residuos sólidos peligrosos, las empresas deben hacerse cargo solo si la generación mensual supera determinados valores. Esto puede producir incentivos para que las empresas no declaren las cantidades reales de residuos generados, o bien gestionen de manera informal determinada cantidad para estar bajo los límites.

4.3.1.5 Barreras motivacionales

La última barrera presente, y probablemente la más importante en temas de ecología industrial, corresponde a la barrera motivacional. A partir de las entrevistas se pudo inferir que, a pesar de que las empresas se encuentran participando de un acuerdo de producción limpia, existe un desconocimiento sobre los compromisos adquiridos por cada empresa, más allá de los aspectos económicos. Este desconocimiento en general se justifica por la poca relevancia que tiene la sustentabilidad en las PYMES, en relación a otros temas empresariales como la dimensión económica o de seguridad.

Además, suele ocurrir que las empresas no son conscientes de las sinergias que se pueden generar mediante el enfoque colaborativo, ya que existe una desconfianza generalizada que muchas veces bloquea dicho enfoque, por temor a ser engañado o bien por la aparente dificultad para llegar a acuerdos. En línea con lo anterior, una eventual inestabilidad asociada a la interconectividad y codependencia que se pueda generar entre las empresas también es un factor que puede reducir la motivación a colaborar y/o participar.

4.3.2 Condiciones internas habilitantes

Por otro lado, las empresas entrevistadas y el parque en su conjunto presentan algunas características que son positivas y que pueden facilitar la implementación de proyectos de simbiosis industrial, por lo que son relevantes de mencionar.

4.3.2.1 Existencia de organismo coordinador

La primera característica del parque, la cual es destacada por (Mirata, 2004), corresponde a la existencia de un organismo coordinador, el cual corresponde a la Asociación de Industriales de la Reina (AIR AG). A pesar de que (Mirata, 2004) sugiere un sistema centralizado que maneje el parque, AIR AG ha logrado, a través de los años, diseñar e implementar algunos proyectos entre los empresarios lo cual puede servir como base para dirigir y coordinar la implementación de un proyecto de simbiosis industrial.

4.3.2.2 Proximidad geográfica

Un aspecto clave en simbiosis industrial por (Chertow, 2007), corresponde a la proximidad geográfica entre las empresas del parque. A pesar de que en las experiencias mundiales en simbiosis industrial la distancia entre empresas es una variable secundaria en relevancia, el hecho de que las empresas estén ubicadas dentro de un área aproximada de 33 hectáreas da lugar a la posible existencia de relaciones simbióticas más locales, además de reducir eventuales costos en infraestructura.

4.3.2.3 Conocimiento entre empresarios del parque

Este aspecto positivo se relaciona con la antigüedad de las empresas del parque y se traduce en una mayor confianza entre empresarios, la que puede reforzarse a través de las actividades organizadas por AIR AG, Esta característica es sumamente relevante ya que una mayor confianza entre los participantes de una relación simbiótica puede repercutir directamente en la resiliencia de esta en el tiempo.

4.3.2.4 Interacción con la comuna

En base a su relevancia económica y ambiental para la comuna, junto a su ubicación céntrica, el parque ha logrado ser un actor clave en La Reina, y constantemente participa en actividades con la Municipalidad, lo cual da señales de una buena relación entre las entidades. Esto se evidencia, por ejemplo, en la instalación de un punto limpio municipal en el parque para uso de los vecinos y empresas.

4.3.2.5 Diversidad de rubros e industrias

Un quinto aspecto positivo tiene relación con la diversidad de empresas presentes en el parque, lo cual genera la posibilidad de que algunas se involucren de forma más directa en posibles soluciones o relaciones simbióticas. Cabe destacar el caso de la empresa HOPE, la cual se dedica a la recolección y gestión integral de residuos no peligrosos, y que se encuentra trabajando actualmente con algunas empresas del parque. Esta empresa se instaló en el Parque Industrial de la Reina durante el año 2017 y posee un punto limpio en un terreno facilitado por la municipalidad de la comuna, con la intención de fomentar el reciclaje de las empresas del parque y los vecinos. Este tipo de empresa es sumamente relevante ya que puede prestar sus servicios a otras empresas en el parque, lo cual aplica como uno de los modelos de negocios de simbiosis menos tradicionales pero que sin duda ofrece oportunidades de colaboración.

Finalmente, los elementos positivos y negativos del parque mencionados en los párrafos anteriores buscan evidenciar determinados aspectos que pueden ser una oportunidad en el caso de los positivos o un problema en el caso de los negativos. Con respecto a estos últimos, es importante identificar qué barreras son más sensibles en cada una de las oportunidades de simbiosis identificadas, y en caso de ser posible, definir mecanismos de acción o recomendaciones que apunten a superarlas.

5 PROPUESTA DE SIMBIOSIS PARA EL PARQUE INDUSTRIAL DE LA REINA

El presente capítulo describe en primera instancia las problemáticas y/o necesidades identificadas en las empresas a partir del levantamiento de información descrito en el capítulo anterior, además de mencionar de manera preliminar posibles formas colaborativas de abordarlas. Posteriormente, se mencionan 4 oportunidades de colaboración que son seleccionadas principalmente por su mayor factibilidad para abordar las problemáticas mencionadas. Luego, las propuestas de simbiosis se evalúan en base a criterios económicos y ambientales, y se elabora una propuesta conjunta de simbiosis industrial para el parque junto a un plan de inversión. Finalmente se mencionan algunos mecanismos de financiamiento que podrían apoyar en la materialización de los proyectos, y se entregan algunas recomendaciones orientadas a mejorar y darle continuidad a la propuesta de simbiosis industrial para AIR.

5.1 PROBLEMAS Y/O NECESIDADES DEL PARQUE

5.1.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA E INCORPORACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

Uno de los objetivos del Acuerdo de Producción Limpia firmado por las empresas participantes, consiste en reducir en un 8% el consumo total de energía entre dichas empresas ya sea a través de medidas de eficiencia energética o bien con la incorporación de energías renovables. Para poder cumplir esta meta, todas las empresas entrevistadas manifestaron interés en buscar opciones de eficiencia energética en iluminación, climatización, o bien en la adquisición de paneles solares.

Como se detalla en la sección 4.2, cerca de un 8% de la energía eléctrica total consumida por las empresas se destina a iluminación, un 7% se utiliza en climatización y un 14% en refrigeración. El resto de la energía eléctrica es consumida por máquinas y equipos de procesos productivos. De lo anterior se desprende que existen varias alternativas para conseguir eficiencia energética, las cuales pueden derivar en proyectos colaborativos que busquen generar sinergias y beneficios a través economías de escala. Entre estas opciones se encuentran:

- Reemplazo de iluminaria actual por tecnologías eficientes y sensores de movimiento.
- Reemplazo de refrigeradores y congeladores por equipos más eficientes.
- Restauración energética de edificios para reducir pérdidas de calor/frío y mejorar eficiencia en climatización.
- Incorporación de paneles solares fotovoltaicos para autoconsumo.

5.1.2 GESTIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA

Al revisar las boletas de electricidad facilitadas por las empresas, se pudo observar que las empresas con mayor consumo en general trabajan con tarifas de alta tensión que aparentemente satisfacen de forma óptima sus requerimientos. Sin embargo, en el caso de las empresas pequeñas y medianas, no es claro si han realizado un ajuste de sus tarifas en base a sus requerimientos de energía y potencia horaria, lo cual sugiere una oportunidad de ahorro.

También se pudo observar que la mayoría de las empresas no ha realizado un ajuste de sus bloques de consumo en base a su tarifa, ni tampoco han aplicado medidas para “aplanar” la curva de

demanda y reducir el consumo en hora punta, lo cual es posible de optimizar mediante un estudio del consumo horario de cada empresa y un conocimiento sobre los procesos y operación.

Además, 4 empresas han presentado problemas con su factor de potencia de forma sostenida, lo cual se traduce en cargos extras por consumo reactivo. El cargo acumulado en 12 meses se muestra en la Tabla 5-1, que equivale prácticamente al consumo mensual en energía de cada empresa. La forma de abordar esta problemática suele ser incorporar un banco de condensadores, aunque la factibilidad técnica y económica depende de cada empresa. La empresa distribuidor ENEL incluye entre sus servicios la instalación de estos equipos y la corrección del mal factor de potencia. El costo aproximado del servicio es cercano a 6 veces el ahorro generado con la mejora.

Tabla 5-1: Consumo reactivo acumulado (Fuente: Elaboración propia).

Empresa	Consumo Reactivo acumulado (12 meses)	
BEBA	\$	373,300
NOACK	\$	173,000
TALLER LUIS FUENTES	\$	118,000
ZENZERO	\$	1,297,300

5.1.3 REQUERIMIENTOS DE AGUA CALIENTE

El consumo de energía destinada a calentar agua corresponde a 55 MWh mensuales, lo que equivale al 7% de la energía total consumida por las empresas entrevistadas. Los usos del agua caliente son principalmente agua caliente sanitaria (duchas, consumo), lavado de utensilios y procesos productivos, aunque a priori se desconoce su distribución.

Los requerimientos térmicos del agua utilizada por algunas empresas del parque se pueden ver como una oportunidad para apoyar el cumplimiento de los compromisos energéticos del APL. Al igual que con las medidas de eficiencia eléctrica, existen varias alternativas para abordar la problemática de manera conjunta. Entre estas se puede mencionar:

- Instalación de colectores solares para autoconsumo o consumo compartido.
- Instalación de bomba de calor geotérmica o aerotérmica, para consumo individual o compartido.
- Generación de agua caliente a partir de la biomasa generada en el parque (principalmente pallets).
- Uso de intercambiadores de calor para aprovechar calores residuales y precalentar agua.
- Aislamiento térmico de cañerías y calderas, para mejorar eficiencia térmica.

5.1.4 RECICLAJE, REGULARIZACIÓN Y GESTIÓN FORMAL DE RESIDUOS

Un objetivo del Acuerdo de Producción Limpia firmado por AIR tiene relación con generar medidas de reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos no peligrosos en las empresas. A partir de las entrevistas y el levantamiento de información, existen varios residuos que pueden ser valorizados a partir de su reciclaje o reutilización, y que actualmente no están siendo aprovechados.

Otra problemática identificada tiene relación con el manejo de los residuos peligrosos, ya que en la mayoría de las empresas no existen una gestión formal y ambientalmente sustentable de estos

residuos. Como se menciona en el capítulo 4, muchas de las empresas disponen de sus residuos en los camiones del servicio de aseo municipal o bien, en casos más extremos, en terrenos abandonados o alcantarillado.

Uno de los enfoques de simbiosis industrial para gestionar residuos, sugerido por la teoría, tiene relación con el intercambio y aprovechamiento de residuos como materia prima para algunas empresas. Sin embargo, no se pudo encontrar relaciones simbióticas de este estilo, por lo que las propuestas para abordar las problemáticas/oportunidades mencionadas previamente son:

- Sistema de gestión integral conjunta de residuos, que a través de la valorización de los residuos sólidos reciclables permita financiar la gestión de los residuos peligrosos generados.
- Gestión conjunta de residuos peligrosos en base a retiros coordinados entre principales generadores

Finalmente, el APL les exige a las empresas del parque gestionar una parte de sus residuos en el punto limpio habilitado por HOPE, así como disponer de los informes de trazabilidad de sus residuos, lo cual no es cumplido por la mayoría de las empresas generadoras de residuos peligrosos.

5.2 RELACIONES SIMBIÓTICAS IDENTIFICADAS

En esta sección se presentan 4 proyectos que apuntan a abordar las problemáticas detectadas en la sección anterior. Primero se describe la oportunidad simbiótica identificada, luego se detalla la formulación del proyecto y finalmente se evalúa económica y ambientalmente, dando énfasis en los beneficios asociados al trabajo colaborativo.

La tasa de descuento utilizada en la evaluación económica corresponde a 8% y se obtiene como referencia a partir de la tasa de descuento social vigente en Chile, que corresponde a 6%. Su valor, levemente mayor, se justifica en que existen microempresarios cuyo valor presente del dinero puede ser mayor al de las empresas grandes del parque, por lo que se asume un 8% como un costo de oportunidad promedio entre las 24 empresas participantes.

5.2.1 PROYECTO CONJUNTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

5.2.1.1 Iluminación

Sobre la base de las entrevistas y visitas realizadas a las 24 empresas, se pudo observar que la mayoría emplea focos u ampollas fluorescentes, los cuales son de baja eficiencia energética. En general todas las empresas tienen la intención de realizar un cambio gradual hacia tecnologías más eficientes, mientras que algunas ya comenzaron.

La oportunidad en iluminación consiste en realizar un reemplazo conjunto de la iluminaria actual por ampollas y tubos LED u otras tecnologías de mayor eficiencia, intentando generar ahorros por economías de escala. Además, proponer el uso de sensores fotoeléctricos, sensores de movimiento y otros sistemas de control de iluminación y control de intensidad en iluminación exterior.

En base a estudios del Centro de Energía, los ahorros promedio asociados al uso de tecnologías eficientes en iluminación alcanzan un 64%. Sin embargo, para poder cuantificar mejor los posibles ahorros para las empresas, se realizó un levantamiento base de la iluminaria en la empresa BIOGRAM, y una propuesta de cambio cuyo detalle se encuentra respectivamente en las tablas Tabla 8-2 y Tabla 8-3 adjuntas en los anexos del capítulo 5.

La Tabla 5-2 detalla los ahorros anuales en potencia y energía consumida en pesos, considerando que la tarifa actual de BIOGRAM es BT4.3. Se observa que se logran ahorros cercanos al 50% en el consumo de energía, lo cual se traduce en un ahorro anual cercano a los 280 mil pesos.

Tabla 5-2: Ahorros anuales por reemplazo de tubos fluorescentes para BIOGRAM (Fuente: Elaboración propia).

Potencia Ahorrada [W]	Consumo Anual Ahorrado [kWh/año]	Ahorro Anual Potencia Hora Valle [\$]	Ahorro Anual Potencia Hora Punta [\$]	Ahorro Consumo Anual [\$]	Ahorro Total Anual [\$]
2,280	3,342	6,480	29,430	244,655	280,564

La Tabla 5-3 muestra los tubos de reemplazo, su cantidad y la inversión necesaria para la propuesta. Es importante mencionar que la inversión sólo involucra un reemplazo en los focos actuales, dado que la estructura de soporte ya existe. Además, los valores utilizados no corresponden a un precio mayorista, pues por ahora buscan reflejar el beneficio económico asociado al cambio de tecnología de forma individual.

Tabla 5-3: Inversiones propuesta iluminación LED BIOGRAM (Fuente: Elaboración propia).

Tubo	Cantidad	Costo unitario empresa POWERENERGY
Tubos 120 cm 18W	117	\$ 2,990
Tubos 60 cm 9W	18	\$ 2,500
Inversión c/IVA (19%)		\$ 469,848

Finalmente, la Tabla 8-4 adjunta en anexos muestra la evaluación económica de la propuesta para BIOGRAM, en periodo de evaluación de 4 años y una tasa de descuento de 8%. Se observa que la inversión se recupera a los 20 meses aproximadamente, lo cual sugiere que esta propuesta corresponde a un proyecto que puede ser un “Quick Win” que permita incentivar a las empresas a adoptar otras medidas de eficiencia energética.

Teniendo como referencia el levantamiento base realizado en la empresa BIOGRAM, la Tabla 5-4 muestra para cada empresa la estimación de la inversión necesaria, ahorros estimados y periodo de recuperación de la inversión, para la propuesta individual de reemplazo de iluminaria. Los consumos anuales se obtuvieron a partir de la información levantada en las entrevistas, se asume un ahorro promedio en consumo de energía de 40%², el ahorro en dinero se estima a partir del costo de la energía según la tarifa de cada empresa, y la inversión estimada se aproxima a partir de un indicador de inversión/consumo anual [\$/kWh] construido según el levantamiento base en la empresa BIOGRAM (100\$ por kWh/año ahorrado). Cabe recalcar que, en los ahorros estimados, no se consideran los beneficios asociados a reducción en potencia hora valle y reducción en potencia hora punta, los que en algunos casos pueden ser importantes.

Tabla 5-4: Estimación de los ahorros e inversión necesaria de propuesta individual (Fuente: Elaboración propia).

Empresa	Tarifa	Consumo anual [kWh]	Ahorro 40% [kWh]	Ahorro 40% [\$]	Inversión estimada [\$]	Payback [años]
BEBA	BT2	4,608	1,843	134,922	\$ 184,320	1.37
Biogram	BT4.3	10,800	4,320	316,224	\$ 432,000	1.37
Club Ossandon	BT3	9,504	3,802	278,277	\$ 380,160	1.37
Difem	AT4.3	67,362	26,945	1,570,564	\$ 2,694,480	1.72
Gran Pavesi	AT4.3	26,466	10,586	617,063	\$ 1,058,642	1.72
Maestranza Luis Fuentes	BT3	240	96	7,027	\$ 9,600	1.37
Mont Blanc	BT4.3	14,616	5,846	427,956	\$ 584,640	1.37
Mullerstoiber	AT4.3	1,080	432	25,181	\$ 43,200	1.72
NOACK	BT4.3	1,800	720	52,704	\$ 72,000	1.37
RVL	BT4.3	600	240	17,568	\$ 24,000	1.37
Taller Cristian Diez	BT4.3	19,608	7,843	574,122	\$ 784,320	1.37
Vicuña	AT4.3	1,788	715	41,688	\$ 71,520	1.72
VyA	BT3	648	259	18,973	\$ 25,920	1.37
IMPOVAR	BT4.3	22,425	8,970	656,604	\$ 897,000	1.37
Zenzero	BT4.3	540	216	15,811	\$ 21,600	1.37
Total		182,085	72,834	\$4,754,685	\$ 7,283,402	1.53

² No se pudo realizar un levantamiento base para cada empresa, por lo que se asume de forma conservadora un 40% en ahorro de energía.

Finalmente, al consultar a la empresa de iluminación MayoristaLED (2018) sobre los posibles descuentos al comprar en grandes cantidades, esta menciona ahorros de hasta 25% por sobre el descuento al superar las 100 unidades, que ronda el 20%. Lo anterior se traduce en que, al realizar la propuesta anterior de manera conjunta, la inversión necesaria podría reducirse cerca de 40%, lo cual haría que el proyecto anterior requiera aproximadamente \$4,734,211 y tuviera un payback de 14 meses aproximadamente. La Tabla 5-5 resume los indicadores económicos de este proyecto, con ambos enfoques, y su beneficio ambiental.

Tabla 5-5: Indicadores proyecto de iluminación eficiente (Fuente: Elaboración propia).

<i>Iluminación eficiente</i>	Enfoque Individual	Enfoque Conjunto
Inversión [M\$]	-7.3	-4.8
VAN [M\$]	5	7.1
PAYBACK [Años]	1.5	1.2
Número potencial de empresas involucradas	24	
Beneficio ambiental [kgCO2 eq/año]	38,606	

5.2.2 PROYECTO CONJUNTO DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Esta propuesta consiste en la adquisición e instalación conjunta de paneles solares fotovoltaicos para autoconsumo, los que a la vez permitan aprovechar la ley 20,571 de generación distribuida para vender los excedentes a la empresa distribuidora eléctrica a un precio regulado.

La propuesta intenta abordar preliminarmente el 25% de la energía consumida de forma anual por cada empresa, pero en el caso de DIFEM y Gran Pavesi, empresas que presentan los mayores consumos de energía eléctrica, la propuesta considera el 3% y 10% respectivamente. A nivel agregado, se intentará cubrir cerca del 9% del consumo en energía eléctrica de las empresas participantes.

Se asume instalar un 25% de la energía consumida por cada empresa, ya que a priori no existe conocimiento sobre la capacidad disponible en los empalmes a los cuales se conectan las empresas. Este estudio lo realizan las empresas que ofrecen servicios de instalación de paneles solares, y normalmente se optimiza la cantidad a instalar según los requerimientos energéticos anuales de cada empresa y el área disponible en techo.

La Tabla 5-6 muestra la estimación de las inversiones y ahorros anuales estimados para cada una de las empresas incluidas en la propuesta individual. El área disponible en techo se estima a partir de la herramienta Google Earth, considerando aproximadamente un tercio del total del área disponible. La potencia requerida se calcula a partir de la capacidad de generación de energía según la localización geográfica, lo cual es entregado por la herramienta del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, el “Explorador Solar”³. El número de paneles se obtiene asumiendo que cada uno en promedio tiene una capacidad de 330W y un área de 2.5 m².

³ El Explorador Solar es una herramienta en línea destinada al análisis de los recursos renovables que permiten, de manera gráfica, realizar una evaluación preliminar del potencial energético sobre cualquier sitio definido por el usuario.

Tabla 5-6: Estimación de inversiones y ahorros en proyecto de generación distribuida (Fuente: Elaboración propia).

Empresa	Tarifa	Consumo promedio anual [kWh]	Área disponible techo [m2]	25% del consumo [kWh]	Potencia requerida [kW]	Número paneles	Área requerida [m2]	Inversión estimada [\$]	Ahorro anual estimado [\$]	Payback [años]
BEBA	S/I	52,800	980	13,200	9	26	66	\$ 9,166,667	\$ 980,000	9.4
Biogram	BT4.3	93,990	600	23,498	16	47	118	\$ 15,540,675	\$ 1,748,326	8.9
Club Ossandon	S/I	S/I	380	4,720	3	9	24	\$ 4,370,370	\$ 330,000	13.2
Difem	AT4.3	2,694,666	1,370	80,840	53	162	405	\$ 48,119,036	\$ 5,653,491	8.5
Flow Control	BT1	3,000	40	750	0	2	4	\$ 744,048	\$ 59,524	12.5
Gran Pavesi	AT4.3	616,214	620	61,621	41	123	309	\$ 36,679,405	\$ 4,390,523	8.4
IMPOVAR	BT4.3	89,700	300	22,425	15	45	112	\$ 14,831,349	\$ 1,544,932	9.6
Laser	AT3	129,300	187	32,325	21	65	162	\$ 19,241,071	\$ 2,209,160	8.7
Maestranza Luis Fuentes	BT3	5,036	40	1,259	1	3	6	\$ 1,249,008	\$ 90,206	13.8
Mont Blanc	BT4.3	37,970	400	9,493	6	19	48	\$ 7,219,859	\$ 667,052	10.8
Mullerstoiber	S/I	S/I	500	12,599	8	25	63	\$ 9,166,270	\$ 842,355	10.9
NOACK	BT4.3	72,742	800	18,185	12	36	91	\$ 12,027,417	\$ 1,298,961	9.3
Refricentro	BT1	18,880	150	4,720	3	9	24	\$ 4,370,370	\$ 390,212	11.2
RVL	BT4.3	20,172	90	5,043	3	10	25	\$ 4,669,444	\$ 357,355	13.1
Taller Cristian Diez	BT4.3	64,476	160	16,119	11	32	81	\$ 10,660,714	\$ 1,108,714	9.6
Taller Hugo Véliz	BT1	S/I	40	814	1	2	4	\$ 807,044	\$ 64,563	12.5
Taller Jorge Caballero	BT1	3,254	40	814	1	2	4	\$ 807,044	\$ 64,563	12.5
Taller Lazaro Muñoz	BT1	3,348	40	837	1	2	4	\$ 830,357	\$ 66,429	12.5
Taller Miguel Torres	BT1	120	40	30	0	0	0	\$ 29,762	\$ 2,381	12.5
Taller Orlando Quezada	BT1	370	40	93	0	0	0	\$ 91,766	\$ 7,341	12.5
Taller Sergio Perez	BT1	S/I	40	814	1	2	4	\$ 807,044	\$ 64,563	12.5
Vicuña	AT4.3	50,398	290	12,599	8	25	63	\$ 9,166,270	\$ 862,355	10.6
VyA	BT3	11,040	250	2,760	2	6	14	\$ 2,738,095	\$ 191,667	14.3
Zenzero	BT4.3	151,920	180	37,980	25	76	190	\$ 22,607,143	\$ 2,685,140	8.4
Total		4,119,396	7,577	363,537	240	729	1,821	\$235,940,227	\$25,679,813	11.1

La inversión estimada se calcula a partir de la información sobre proyectos fotovoltaicos facilitado por la empresa TerraLink (2018) y validado por expertos del Centro de Energía, la cual se resume en el Gráfico 5-1. Los ahorros estimados también se obtienen a partir del “Explorador Solar”, considerando la tarifa de cada empresa.

Finalmente, al considerar la adquisición conjunta de paneles y su instalación, la empresa TerraLink estima un ahorro por economía de escala cercano al 15%. Además, la empresa menciona que es posible alcanzar otros ahorros aprovechando la cercanía geográfica y la generación de micro redes. Sin embargo, dado que para estimar dichos ahorros se necesita un mayor detalle de las condiciones de cada empresa, se asume preliminarmente el 15% como el beneficio asociado al proyecto conjunto de generación distribuida.

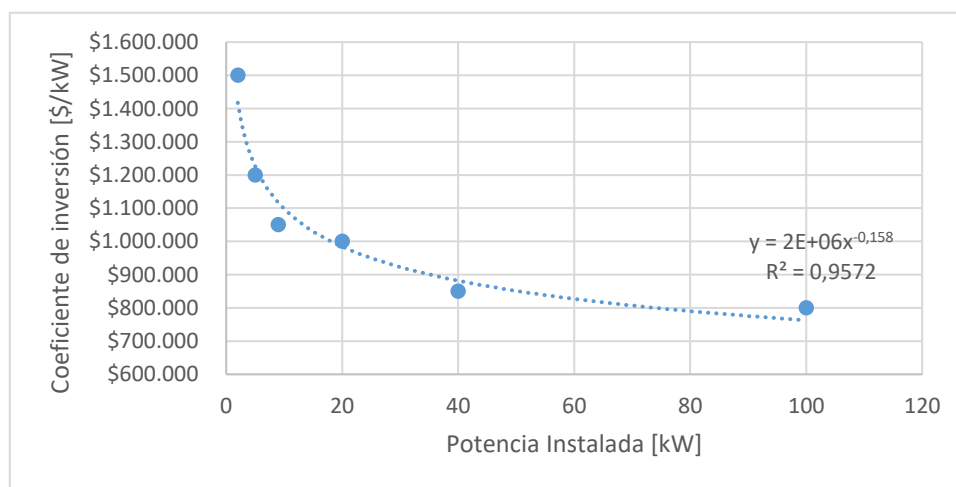


Gráfico 5-1: Estimación de inversión necesaria según capacidad a instalar (Fuente: TerraLink (2018))

A modo de resumen, el proyecto a nivel conjunto involucra instalar 240 kW a través de 729 paneles solares, requiriendo un área de 1,821 m². Se generaría anualmente 363,537 kWh, lo cual se traduce en una reducción de la huella de carbono equivalente a 134,440 kg de CO₂ equivalentes. En términos económicos, la Tabla 8-6 adjunta en anexos muestra la evaluación económica del proyecto conjunto de generación distribuida, considerando el 15% de descuento en la inversión, un periodo de evaluación a 20 años y una tasa de descuento del 8%. La Tabla 5-7 resume los indicadores asociados a este proyecto con ambos enfoques.

Tabla 5-7: Indicadores proyecto generación distribuida (Fuente: Elaboración propia).

<i>Generación distribuida</i>	Enfoque Individual	Enfoque Conjunto
Inversión [M\$]	-236	-200.5
VAN [M\$]	37.4	66.7
PAYBACK [Años]	11.1	9.3
Número potencial de empresas involucradas	24	
Beneficio ambiental [kgCO₂ eq/año]	134,440	

5.2.3 PROYECTO CONJUNTO DE COLECTORES SOLARES

Esta propuesta consiste en la adquisición e instalación conjunta de colectores solares para generar agua caliente sanitaria en 10 empresas que declararon usar combustibles para calentar agua, ya sea para duchas, lavado de utensilios y/o procesos. La Tabla 5-9 muestra una aproximación de los ahorros posibles y la inversión necesaria, para la propuesta individual de colectores solares. Dado que se desconoce el volumen de agua caliente consumida, se realiza una aproximación del consumo doméstico a partir de la cantidad de trabajadores y el tamaño de la empresa, usando la herramienta “Explorador Solar” del departamento de geofísica de la Universidad de Chile (2018). Se utiliza gas natural como combustible base, y los parámetros técnicos empleados se muestran a continuación:

Tabla 5-8: Inputs explorador solar en proyecto de colectores solares (Fuente: Elaboración propia).

Área colector [m²]	Volumen estanque [lt]	Inclinación [°]	Azimut [°]	Eficiencia óptica [%]	Factor global de pérdidas [W/m²K]
2.5	105	30	0	67	3.7

La generación de energía (en kWh anuales) y el ahorro estimado lo entrega el “Explorador Solar”, mientras que la inversión necesaria se obtuvo como una estimación a partir de un indicador de un proyecto facilitado por la empresa Red Genera (2018), para el edificio El Olivar, el cual correspondió a un campo de 64 m² cuyo costo total fue cercano a los \$17,000,000, por lo que el indicador para la aproximación es de \$300.000 por m² instalado.

Tabla 5-9: Estimación de inversiones y ahorros para proyecto de colectores solares (Fuente: Elaboración propia).

Empresa	Consumo promedio anual [kWh]	Area techo disponible [m2]	Litros equivalentes [lts]	Número colectores	Área [m2]	Generación anual [kWh]	Ahorro anual [\$]	Inversión [\$]	Payback [años]
Biogram	82,980	600	840	8	20	9,671	\$ 1,271,000	\$ 6,000,000	4.72
Difem	90,216	1,370	1,260	12	30	15,603	\$ 2,052,000	\$ 9,000,000	4.39
Gran Pavesi	378,000	620	1,260	12	30	15,603	\$ 2,052,000	\$ 9,000,000	4.39
Laser	13,532	187	630	6	15	7,581	\$ 997,000	\$ 4,500,000	4.51
Mont Blanc	52,626	400	1,050	10	25	13,076	\$ 1,719,000	\$ 7,500,000	4.36
NOACK	3,759	800	315	3	7.5	3,566	\$ 469,000	\$ 2,250,000	4.80
Refricentro	2,255	150	210	2	5	2,527	\$ 332,330	\$ 1,500,000	4.51
RVL	3,759	90	315	3	7.5	3,566	\$ 469,000	\$ 2,250,000	4.80
VyA	2,256	250	210	2	7.5	2,527	\$ 332,330	\$ 2,250,000	6.77
Zenzero	11,277	180	840	8	20	9,671	\$ 1,271,000	\$ 6,000,000	4.72
Total	640,661	4,647	6,930	66	168	83,391	\$10,964,660	\$50,250,000	4.80

Finalmente, al realizar un proyecto conjunto de colectores solares, la empresa RedGenera menciona de forma preliminar descuentos por economías de escala entre 10% y 15%. Sin embargo, resaltan que es posible alcanzar mejores precios al detectar de forma local oportunidades, por ejemplo, en el uso de estanques acumuladores compartidos.

A modo de resumen, la propuesta conjunta cubre el 13% de la energía consumida para los requerimientos térmicos de agua, a través de la instalación de 66 colectores solares. La reducción de huella de carbono es de 30,958 kg de CO₂ equivalentes. La Tabla 5-10 presentada a continuación muestra los resultados de la evaluación económica del proyecto conjunto de colectores solares, en un periodo de 15 años y una tasa de descuento de 8%. Se observa que el periodo de recuperación de la inversión se reduce a 3.9 años, y el valor presente neto del proyecto alcanza los 32 millones a través del enfoque colaborativo.

Tabla 5-10: Indicadores proyecto colectores solares (Fuente: Elaboración propia).

Colectores solares	Enfoque Individual	Enfoque Conjunto
Inversión [M\$]	-50.3	-42.7
VAN [M\$]	26	32.4
PAYBACK [Años]	4.6	3.9
Número potencial de empresas involucradas	10	
Beneficio ambiental [kgCO₂ eq/año]	25,246	

5.2.4 GESTIÓN CONJUNTA DE RESIDUOS

Esta propuesta busca abordar en primer lugar la gestión de residuos peligrosos (RESPEL) ya que en la mayoría de las empresas entrevistadas, la regularización y gestión correcta de estos residuos no se encuentra interiorizada en sus estructuras de costos, debido a que las cantidades generadas suelen ser relativamente bajas y/o existen acuerdos informales con recolectores de residuos municipales para disponer desechos peligrosos en los camiones de basura, lo cual además de ser ilegal (multas entre 2 a 100 UTM para quien encarga el transporte de basura) tiene consecuencias ambientales y puede provocar incendios en rellenos sanitarios y/o vertederos.

En segundo lugar, se busca aprovechar los residuos valorizables como una forma de fomentar el reciclaje y la reutilización, además de asegurar la correcta gestión y disposición final de estos residuos, reducir la cantidad de basura que llega a los vertederos y/o rellenos sanitarios junto con disminuir la cantidad de basura que transportan los camiones del servicio de aseo municipal.

Otro aspecto fundamental, y que surge como una solicitud de la Asociación de Industriales de la Reina, consiste en incluir a la empresa HOPE dentro de la propuesta de gestión conjunta de residuos, debido a que es una empresa perteneciente a la asociación gremial y que, a pesar de llevar poco tiempo en el parque industrial de la reina, puede convertirse en un actor relevante en la gestión de residuos de las empresas del parque y de los vecinos de la reina, además de fomentar la resiliencia del proyecto conjunto.

Por otro lado, dado que actualmente no existe un modelo de gestión conjunta entre las empresas, y en general muy pocas tramitan correctamente sus residuos, la propuesta considera un caso base en el cual las empresas con generación de residuos peligrosos deban hacerse cargo de estos residuos, según las exigencias del D.S.148 “Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos”, en el cual se consideran aspectos como adquisición de bodegas de residuos peligrosos, trazabilidad y destino final de residuos, etc.

La Ilustración 5-1 muestra esquemáticamente la situación base propuesta para los residuos peligrosos, en donde se incluyen los aspectos requeridos por el D.S. 148 y se incluye a la empresa de gestión de residuos ECOSER, como un ejemplo para denotar el rol intermediario, aunque este puede ser asumido por una o varias empresas, según el tipo de residuo en cuestión.

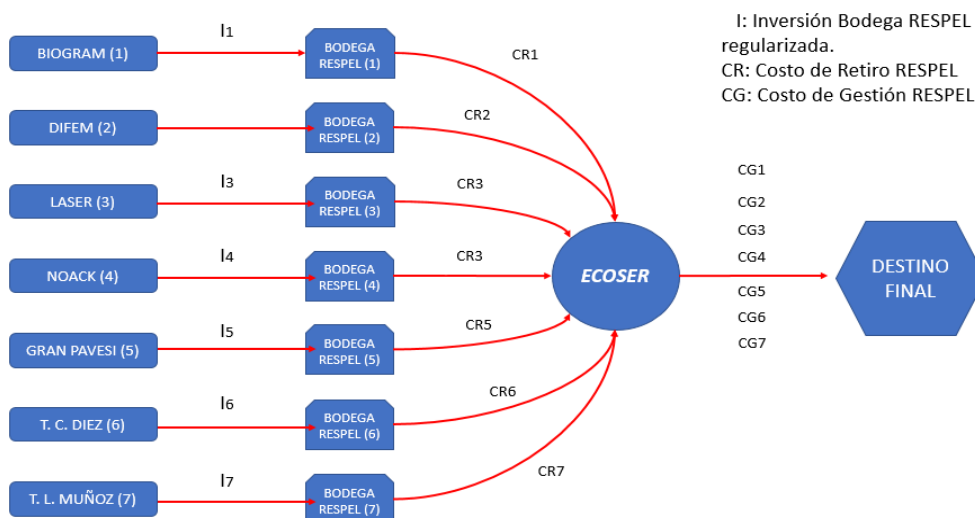


Ilustración 5-1: Modelo de gestión RESPEL en situación base (Fuente: elaboración propia)

En la situación base, las 7 empresas con mayor generación de residuos peligrosos adquieren bodegas RESPEL de 5 m² y asumen costos de retiro de residuos peligrosos (CR) y costos de gestión y disposición final de residuos peligrosos (CG). El costo de retiro suele tener un valor fijo, del orden de 5.95 UF, y el costo de gestión un valor según el tipo de residuos y cantidad generada, con valores mínimos cercanos a las 3.57 UF. Los detalles con los precios de bodegas y gestión de residuos considerados para la evaluación se adjuntan en los anexos del capítulo 5, en la Ilustración 8-18, Ilustración 8-19 e Ilustración 8-20.

Para la evaluación económica, se considera que las empresas LASER y TALLER CRISTIAN DIEZ realizan 4 retiros anuales, DIFEM 3 retiros anuales, y el resto 2 retiros anuales. Cabe destacar que la ley exige que los residuos peligrosos no pueden permanecer más de 6 meses en un punto de

almacenamiento temporal, por lo que cada empresa debe realizar al menos 2 retiros en el año. En total, se estiman al menos 20 retiros anuales individuales.

A continuación, se presentan 3 modelos de gestión conjunta de residuos, propuestos en base a la información levantada en las entrevistas y discutidos con la Asociación de Industriales de la Reina. El primero considera valorización y gestión conjunta de residuos peligrosos y no peligrosos, mientras que los otros dos consideran solo gestión de residuos peligrosos y una valorización voluntaria de residuos reciclables, la cual no se incluye en la evaluación económica. Cabe destacar que en los 3 modelos se incluye a la empresa HOPE con agente intermediario entre las empresas generadoras de residuos y las empresas de disposición final de residuos.

5.2.4.1 MODELO I: GESTIÓN Y VALORIZACIÓN CONJUNTA DE RESIDUOS

La Ilustración 5-2 muestra los residuos generados por las 24 empresas que se incluyen dentro de la presente modelo, cuya elección se debe a que a priori pueden ser valorizados económicamente por las cantidades generadas, o en el caso de los residuos peligrosos, su gestión formal representa un gasto que las empresas no están asumiendo actualmente.

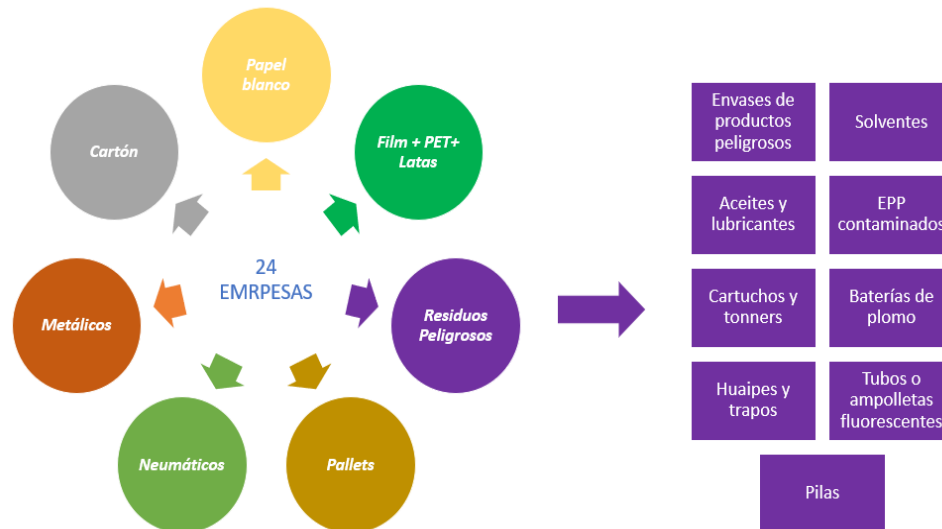


Ilustración 5-2: Residuos considerados en Modelo I (Fuente: elaboración propia)

En la Tabla 5-11 se detalla la propuesta de valorización para cada residuo, en la cual se muestra la cantidad generada mensualmente a nivel agregado, la empresa destino final que gestionará el residuo y la valorización asociada por kg de residuo.

En el caso del papel blanco, la empresa destino final con la oferta más atractiva corresponde a SOREPA, que ofrece entregar puntos de almacenamiento temporal del papel, y realizar retiros gratis cuando las cantidades superan los 500 kg mensuales. El pago que realiza por kg de papel es de \$75, con lo cual se puede obtener una recaudación promedio cercana a los \$400.000 mensuales.

Se propone que el cartón sea gestionado por la empresa RECUPAC, que ofrece poner un contenedor de 20 m³ para el almacenamiento temporal de los residuos, y retirarlos gratuitamente si las cantidades superan los 8,000 kg mensuales. La valorización es de \$50 por kg.

Tabla 5-11: Propuesta de valorización de residuos no peligrosos (Fuente: Elaboración propia).

Residuo	Cantidad [kg/mes]	Empresa propuesta	Valor Unitario [\$/kg]	Ingresos Mensuales
Papel blanco	5,230	SOREPA	75	400,000
Cartón	8,100	RECUPAC	50	400,000
Film Stretch + PET	4,180	RECUPAC	130	130,000
Latas de aluminio	34	RECUPAC	200	7,000
Metálicos	1,980	RECUPAC	90	176,355
Neumáticos	230	INNOVASHIPS	60	13,800
Pallets	1,100	PALLETS S.A.	100	101,400

El film de plástico y los envases de PET pueden ser gestionados por la empresa RECUPAC. Al igual que con el cartón, la empresa ofrece disponer de una tolva de 20 m³ cuando las cantidades superan los 8,000 kg mensuales. En el escenario actual, el film y los envases deben ser acumulados en maxisacos, y el valor por retiro es de 0.6 UF (el retiro es gratis si cantidades superan los 8,000 kg). El valor por kg de plástico es de \$30⁴, con los que se obtiene una recaudación mensual aproximada de \$130,000.

Se incluyen las latas de aluminio en el presente modelo de gestión, ya que RECUPAC se ofrece a retirarlas junto al plástico, lo cual se traduce en que no hay costos en su gestión. Su valorización es de \$200 por kg, con lo que se recaudan cerca de \$7,000 mensuales aproximadamente.

Los residuos metálicos son de muchos tipos, tanto ferrosos como no ferrosos. La empresa RECUPAC se ofrece a gestionarlos, a un valor aproximado de \$90 por kg como mínimo, ya que en algunos residuos se puede obtener un mejor precio. La forma de gestión es instalar una tolva de 20 m³ una o dos veces al año, con un costo de 7.33 UF por retiro.

Los neumáticos pueden ser gestionados por la empresa INNOVASHIPS, la cual utiliza caucho para la construcción de canchas de fútbol. Por la baja cantidad generada, la empresa ofrece realizar un retiro anual a un costo de 2.85 UF, y un precio de \$60 por kg de neumático.

Los pallets pueden ser gestionados por la empresa PALLETS S.A., quienes se ofrecen a realizar un retiro gratuito y un precio de \$1,000 por pallet, con lo que se obtendría en promedio poco más de \$100,000 mensuales. No aceptan pallets rotos.

La recolección de los residuos mencionados anteriormente está a cargo de la empresa HOPE, que empleará sus recursos y personal para coordinar y efectuar recolecciones semanales con el fin de almacenar temporalmente los residuos en sus instalaciones, y a la vez mantener libre de residuos los patios de las empresas participantes.

Por otro lado, la Ilustración 5-3 muestra el modelo de gestión de RESPEL considerado en la propuesta I. En este modelo, las empresas asumen el costo de gestión de los residuos peligrosos,

⁴ Es importante mencionar que no todos los plásticos declarados por las empresas son reciclables, y en general solo el film de embalaje es el plástico con mayor potencial para ser reciclado. Es por esto que en la valorización no se consideran el total de plástico generado por las 24 empresa (14,200 kg/mes). Los envases PET requieren de un acondicionamiento previo, que puede ser logrado con educación.

mientras que el costo de retiro es asumido por la empresa HOPE, como acción de reciprocidad a cambio de los residuos valorizables de las empresas. Este modelo también considera que HOPE adquiera una bodega RESPEL de 25 m² autorizada por la seremi de salud acorde a las indicaciones del D.S. 148.

Los residuos peligrosos son retirados semanalmente por la empresa HOPE y almacenados en la bodega RESPEL, con una frecuencia estimada de retiro cercana a 4 veces al año. Esto representa una reducción importante en los costos totales de retiro de residuos peligrosos, pasando de 20 retiros en el caso base a 4, lo cual implica impacto económico y ambiental asociación a la menor cantidad de viajes.

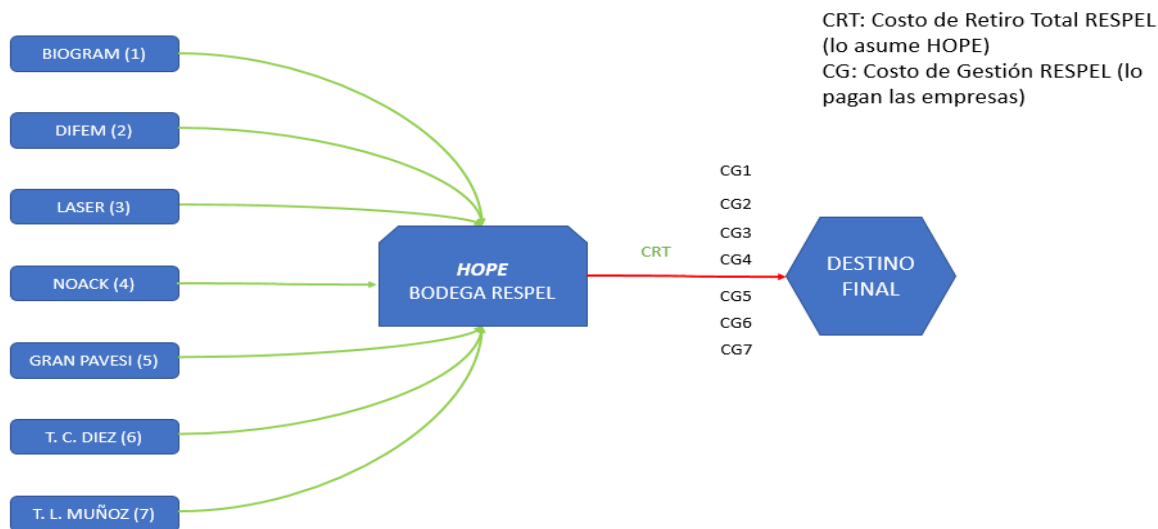


Ilustración 5-3: Esquema de gestión RESPEL en Modelo I (Fuente: elaboración propia)

En cuanto a la propuesta de valor de este modelo, se puede mencionar que las empresas pueden regularizar la gestión de sus residuos y obtener ahorros principalmente en los costos de retiro e inversión a cambio de entregar los residuos valorizables a HOPE, los cuales en la mayoría de los casos no son aprovechados actualmente. En el caso de HOPE, puede generar economías de escala y valorizar residuos que no están siendo aprovechados, a cambio de la adquisición de una bodega RESPEL y la recolección semanal de los residuos de las empresas del parque. Cabe destacar que, dado que las empresas generadoras pagan por la cantidad de residuos generados, y HOPE paga el costo de retiro, los incentivos económicos están alineados con la parte ambiental ya que empresas deberían generar menos residuos y HOPE optimizar la frecuencia de retiro.

La Tabla 5-12 muestra la evaluación económica para las empresas generadoras de residuos peligrosos y HOPE, comparando la situación base y la situación propuesta en el Modelo I. Se observa que el enfoque colaborativo genera un 100% de ahorro en los costos de retiro de RESPEL de las empresas, 89% de ahorro promedio en la inversión necesaria, y un aumento promedio de 83% del VAN de las empresas al comparar la situación base y el modelo de gestión de residuos evaluado a 10 años y una tasa de descuento de 8%. En el caso de HOPE, el VAN de su participación en el modelo de gestión de residuos alcanza los 22 millones.

Tabla 5-12: Evaluación económica Modelo I de gestión de residuos (Fuente: Elaboración propia).

MODELO I		COSTO RETIRO RESPTEL		COSTO GESTIÓN RESPTEL		INVERSIÓN		VAN (8%, 10 años)		Payback [años]
EMPRESA	GENERACIÓN ANUAL [KG]	SITUACIÓN BASE	SITUACIÓN PROPUESTA	SITUACIÓN BASE	SITUACIÓN PROPUESTA	SITUACIÓN BASE	SITUACIÓN PROPUESTA	SITUACIÓN BASE	SITUACIÓN PROPUESTA	SITUACIÓN PROPUESTA
LASER	2,924	\$ -532,000	\$ -	\$ -653,402	\$ -653,402	\$ -4,476,057	\$ -500,000	\$ 6,928,877	\$ 2,196,513	1.2
T CRISTIAN DIEZ	2,688	\$ -532,000	\$ -	\$ -1,002,128	\$ -1,002,128	\$ -4,476,057	\$ -500,000	\$ -4,476,057	\$ 2,196,513	1.2
DIFEM	1,724	\$ -399,000	\$ -	\$ -277,864	\$ -277,864	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,954,445	0.0
NOACK	1,404	\$ -266,000	\$ -	\$ -227,270	\$ -227,270	\$ -4,476,057	\$ -500,000	\$ -4,476,057	\$ 893,550	2.4
T LAZARO MUÑOZ	792	\$ -266,000	\$ -	\$ -159,600	\$ -159,600	\$ -4,476,057	\$ -500,000	\$ -4,476,057	\$ 1,284,882	1.8
BIOGRAM	575	\$ -266,000	\$ -	\$ -159,600	\$ -159,600	\$ -4,476,057	\$ -500,000	\$ -4,476,057	\$ 893,550	2.5
PAVESI	281	\$ -266,000	\$ -	\$ -159,600	\$ -159,600	\$ -4,476,057	\$ -500,000	\$ -4,476,057	\$ 1,284,882	1.8
TOTAL	10,388	\$ -2,527,000	\$ -	\$ -2,639,465	\$ -2,639,465	\$ -26,856,342	\$ -3,000,000	\$ -15,451,408	\$ 10,704,335	1.6
HOPE	0	\$ -	\$ -532,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -14,208,115	\$ -	\$ 22,453,046	2.8

Se observa además que los ahorros en las empresas asociados al costo de retiro de residuos peligrosos e inversión generan un periodo de retorno de la inversión cercano a los 1.6 años. En el caso de HOPE, los ingresos asociados a la valorización de los residuos del parque permiten recuperar la inversión de la bodega RESPTEL en 2.8 años.

Solo una empresa (LASER) se encuentra peor que en su situación base, debido a que dicha empresa realiza actualmente valorización de sus residuos de papel, con ingresos promedio cercanos a los 2 millones anuales producto de esta actividad, lo cual representa una dificultad para este modelo ya que los incentivos no son lo suficientemente fuertes como para que esta empresa entregue libremente sus residuos valorizables.

Para intentar mejorar la posición de LASER, se puede organizar reuniones de trabajo entre las empresas generadoras de residuos peligrosos y HOPE, con el objetivo de generar sinergias de reciprocidad en las cuales se apoye a LASER con la gestión de otros residuos, o bien entre todos acuerden subvencionar parcialmente los residuos de papel de LASER a cambio de su permanencia en el proyecto conjunto. Sin embargo, es un tema pendiente que debe ser abordado eventualmente en caso de aplicarse este modelo.

Algo similar ocurre con empresas que no generan residuos peligrosos y que tengan residuos valorizables, como restos metálicos, pallets, cartón, etc. Ante esta situación, HOPE y las empresas con residuos peligrosos deberían generar acciones para retribuir parcialmente a las empresas que manifiesten oposición a entregar sus residuos libremente. Sin embargo, es importante mencionar que entre los compromisos adquiridos por las empresas participantes del APL, se incluye estas deben gestionar los residuos reciclables en el punto limpio del parque administrado por HOPE, aunque no se establecen cantidades mínimas ni máximas.

Por otro lado, la Tabla 5-13 muestra un análisis de sensibilidad de este modelo para la empresa HOPE. Se consideran 5 escenarios cuyas variables de sensibilidad en estudio corresponden a la cantidad de residuos generados mensualmente y al precio de los residuos valorizables:

- I. Normal: situación actual según información levantada en entrevistas.
- II. Optimista I: 20% más de residuos que en escenario normal.
- III. Optimista II: 20% aumento de precio de residuos valorizables.
- IV. Pesimista I: 20% menos de residuos que en escenario normal, y solo un 50% de los plásticos pueden ser reciclados.
- V. Pesimista II: 20% disminución de precio de residuos valorizables.
- VI. Pesimista III: 20% menos de residuos que en escenario normal, disminución de 20% en precio de residuos valorizables.

Tabla 5-13: Análisis de sensibilidad Modelo I empresa HOPE (Fuente: Elaboración propia).

Escenario	Descripción	VAN [\$]	Payback [años]
Optimista I	20% más de residuos	\$37,608,209	2.1
Optimista II	20% más de precio de residuos	\$38,040,205	2.1
Normal	Situación base propuesta	\$22,453,046	2.9
Pesimista I	20% menos de residuos, 50% de plásticos reciclables	\$ 5,418,445	6
Pesimista II	20% menos en precio de residuos	\$ 6,865,887	5
Pesimista III	20% menos residuos, 20% menos en precio	\$ -5,171,845	No recupera

Se observa que la propuesta es muy sensible al precio y a la cantidad de residuos valorizables, aunque solo en el escenario pesimista III el modelo no es económicamente atractivo para HOPE. Esto sugiere, por un lado, que HOPE debe continuar fomentando que otras empresas del parque gestionen sus residuos valorizables y peligrosos de forma conjunta, y por otro lado, que HOPE podría hacerse cargo de generar el incentivo económico necesario para que la empresa LASER participe debido a la mayor holgura que tendría en su flujo de caja.

Finalmente, el reciclaje y reutilización de los residuos incluidos en el escenario normal de la propuesta anterior genera una reducción de 61,679 kg de CO2 equivalente, y en el caso de los residuos peligrosos, se evita que 10.625 kg sean botados a un vertedero o relleno sanitario anualmente.

5.2.4.2 MODELO II: GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS CON BODEGA RESPEL EN INSTALACIONES DE HOPE.

La Ilustración 5-4 muestra las 7 empresas consideradas en el presente modelo de gestión de residuos, junto a los residuos considerados. A diferencia del modelo I, esta propuesta solo aborda la gestión de residuos peligrosos y asume la entrega voluntaria de los residuos valorizables a la empresa HOPE, a modo de evitar los problemas de incentivos asociados al modelo I.

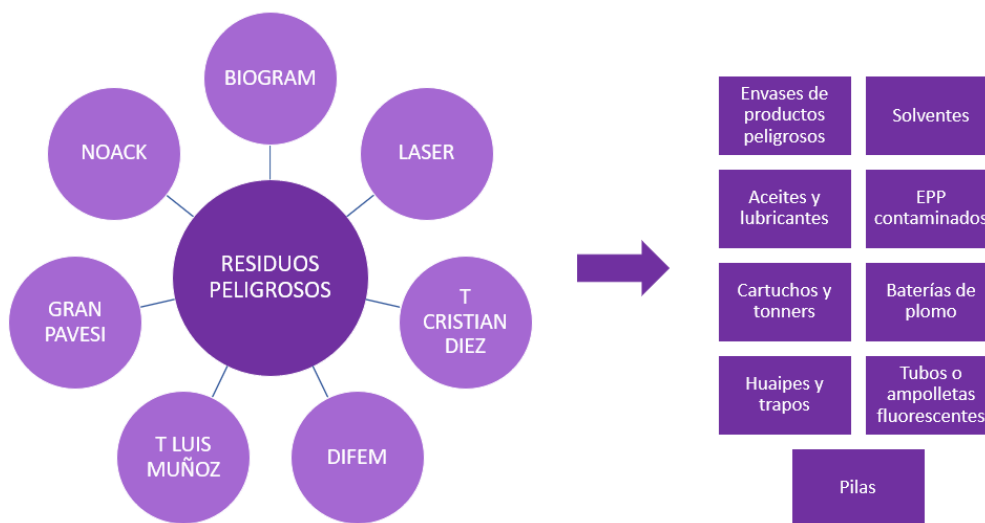


Ilustración 5-4: Residuos y empresas consideradas en Modelo II (Fuente: elaboración propia)

La Ilustración 5-5 muestra un esquema del modelo propuesto, en el cual las empresas generadoras de residuos peligrosos almacenan temporalmente los residuos en una bodega RESPEL de la

empresa HOPE, y pagan el costo de gestión de los residuos peligrosos, además de un monto fijo asociado a la gestión que realiza HOPE por el retiro y almacenamiento de los residuos.

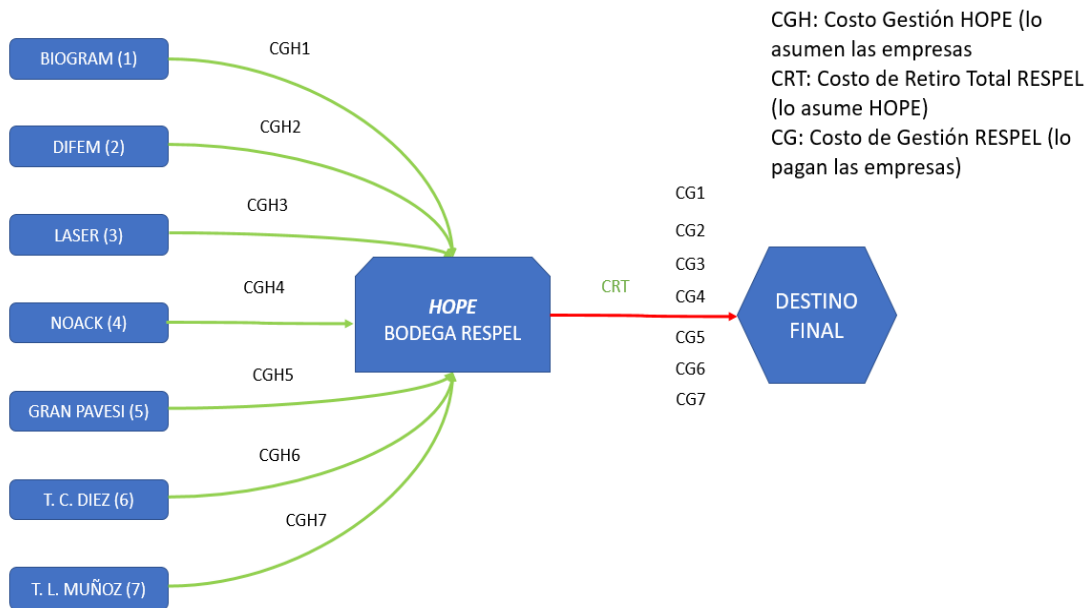


Ilustración 5-5: Esquema de gestión RESPEL Modelo II (Fuente: elaboración propia)

En esta propuesta, las empresas no adquieren una bodega RESPEL propia, como en el caso base, sino que adquieren una bodega de manera conjunta con HOPE, en la que, para efecto de la evaluación económica, esta última paga el 50% y el porcentaje restante lo asumen las empresas de manera proporcional a los residuos generados anualmente.

En cuanto a la propuesta de valor para las empresas y HOPE, se tiene que el principal beneficio para las primeras se relaciona con la regularización de la gestión de sus residuos peligrosos y el ahorro en inversión asociado a adquirir una bodega RESPEL de manera conjunta. En el caso de HOPE los principales beneficios son los ingresos fijos por su gestión, además de las economías de escala que puede generar tanto en retiro como en gestión de RESPEL.

La Tabla 5-14 muestra la evaluación económica del Modelo II de gestión de residuos propuesto. Se tiene que en promedio las empresas ahorran un 74% en inversión en bodegas RESPEL, mientras que el VAN aumenta en promedio 57% con respecto al escenario base de evaluación. Dado que en este modelo no existen ahorros en costos de retiro ni gestión de residuos peligrosos, las empresas (a excepción de LASER) no recuperan la inversión necesaria en el modelo, a pesar de que es considerablemente menor que en el caso base.

Tabla 5-14: Evaluación económica Modelo II de gestión de residuos (Fuente: Elaboración propia).

MODELO II		COSTO RETIRO RESPTEL		COSTO GESTIÓN RESPTEL		INVERSIÓN		VAN (8%, 10 años)		Payback [años]
EMPRESA	GENERACIÓN ANUAL [KG]	SITUACIÓN BASE	SITUACIÓN PROPUESTA	SITUACIÓN BASE	SITUACIÓN PROPUESTA	SITUACIÓN BASE	SITUACIÓN PROPUESTA	SITUACIÓN BASE	SITUACIÓN PROPUESTA	SITUACIÓN PROPUESTA
LASER	2,924	\$ -532,000	\$ -532,000	\$ -653,402	\$ -653,402	\$ -4,476,057	\$ -2,399,684	\$ 6,928,877	\$ 7,397,035	1.8
T CRISTIAN DIEZ	2,688	\$ -532,000	\$ -532,000	\$ -1,002,128	\$ -1,002,128	\$ -4,476,057	\$ -2,206,002	\$ -4,476,057	\$ -2,206,002	No recupera
DIFEM	1,724	\$ -399,000	\$ -399,000	\$ -277,864	\$ -277,864	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	No recupera
NOACK	1,404	\$ -266,000	\$ -266,000	\$ -227,270	\$ -227,270	\$ -4,476,057	\$ -1,152,242	\$ -4,476,057	\$ -1,152,242	No recupera
T LAZARO MUÑOZ	792	\$ -266,000	\$ -266,000	\$ -159,600	\$ -159,600	\$ -4,476,057	\$ -649,983	\$ -4,476,057	\$ -649,983	No recupera
BIOGRAM	575	\$ -266,000	\$ -266,000	\$ -159,600	\$ -159,600	\$ -4,476,057	\$ -471,894	\$ -4,476,057	\$ -471,894	No recupera
PAVESI	281	\$ -266,000	\$ -266,000	\$ -159,600	\$ -159,600	\$ -4,476,057	\$ -230,202	\$ -4,476,057	\$ -230,202	No recupera
TOTAL	10,388	\$ -2,527,000	\$ -2,527,000	\$ -2,639,465	\$ -2,639,465	\$ -26,856,342	\$ -7,110,007	\$ -15,451,408	\$ 2,686,711	No recupera
HOPE	0	\$ -	\$ -532,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -7,104,058	\$ -	\$ 6,058,677	3.8

Por otro lado, se observa que solo una empresa (DIFEM) no se encuentra peor ni mejor con respecto al caso base, principalmente porque ya dispone de una bodega RESPTEL. Para mejorar la posición de esta empresa, se puede subvencionar parcialmente los costos de retiro o gestión de los residuos de la empresa, como una manera de incentivar su participación, aunque una solución definitiva debe surgir a partir de la interacción directa entre los principales actores del modelo en una mesa de trabajo.

En el caso de que la bodega pueda ser financiada externamente, como por ejemplo a través de un fondo concursable o donación municipal, el desempeño económico mejora considerablemente, con ahorros de 38% en retiro de residuos, 8% en gestión de residuos y un aumento promedio en el VAN de aproximadamente 91%, con respecto al escenario base.

Por último, los incentivos económicos de este modelo están alineados con los incentivos ambientales, ya que las empresas pagan por la generación de residuos y HOPE por su retiro, por lo que, al ser eficientes, el desempeño económico del proyecto mejora. Más aún, si se incluyen otras empresas en el proyecto, se logra generar economías de escala que igualmente mejoran la evaluación económica del modelo.

5.2.4.3 MODELO III: GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS A PARTIR DE RETIROS COORDINADOS ENTRE PRINCIPALES GENERADORES.

Este modelo de gestión de residuos busca ser otra alternativa para abordar el manejo y disposición final de residuos peligrosos entre las empresas del parque. Al igual que en el caso base, las empresas generadoras adquieren una bodega RESPTEL, aunque de menores dimensiones, y la simbiosis se genera a partir de la coordinación de los retiros y gestión de residuos peligrosos, la cual puede ser realizada por HOPE o bien otra empresa intermediaria entre las empresas generadoras de residuos y las empresas destino final.

La Ilustración 5-6 muestra de forma esquemática el presente modelo de gestión de residuos peligrosos. Se observa que las empresas deben hacerse cargo de los costos de retiro y gestión de residuos peligrosos, pero a través de la coordinación logran economías de escala que generan ahorros en dichos costos.

En cuanto a la propuesta de valor del presente modelo, las empresas obtienen ahorros en inversión, costos de retiro y gestión de residuos, además de la regularización de estos. En el caso de HOPE, los beneficios no son tan directos, y pueden generarse a través de las economías de escala o bien mediante la interacción con los empresarios del parque y el fomento al reciclaje de residuos valorizables en estas empresas.

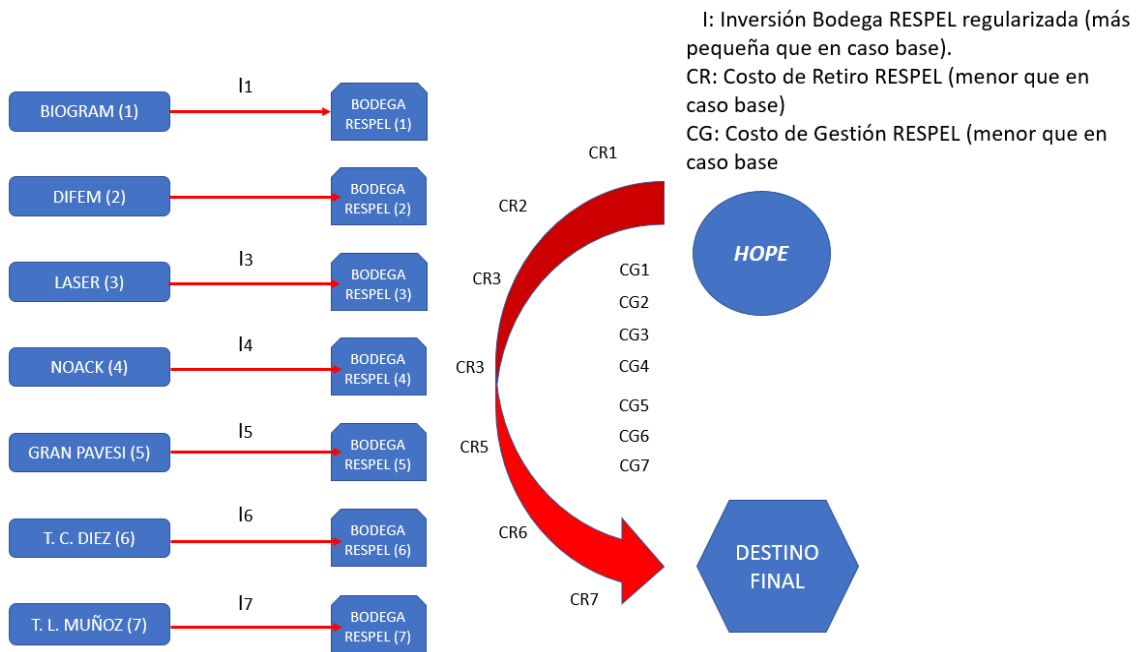


Ilustración 5-6: Esquema gestión de residuos Modelo III (Fuente: elaboración propia)

La Tabla 5-15 muestra la evaluación económica del Modelo III de gestión de residuos. Se observa que todas las empresas se encuentran mejor en relación con el escenario base, con ahorros promedio de 31% en inversión, 79% en costos de retiro RESPEL, 8 % en costos de gestión RESPEL y un aumento de 68% en el VAN del proyecto en relación con el caso base.

Tabla 5-15: Evaluación económica Modelo III de gestión de residuos (Fuente: Elaboración propia).

MODELO III		COSTO RETIRO RESPEL		COSTO GESTIÓN RESPEL		INVERSIÓN		VAN (8%, 10 años)		Payback [años]
EMPRESA	GENERACIÓN ANUAL [KG]	SITUACIÓN BASE	SITUACIÓN PROPUESTA	SITUACIÓN BASE	SITUACIÓN PROPUESTA	SITUACIÓN BASE	SITUACIÓN PROPUESTA	SITUACIÓN BASE	SITUACIÓN PROPUESTA	SITUACIÓN PROPUESTA
LASER	2,924	\$ -532,000	\$ -112,000	\$ -653,402	\$ -653,402	\$ -4,476,057	\$ -4,476,057	\$ 6,928,877	\$ 8,986,188	2.5
T CRISTIAN DIEZ	2,688	\$ -532,000	\$ -112,000	\$ -1,002,128	\$ -1,002,128	\$ -4,476,057	\$ -4,476,057	\$ -4,476,057	\$ -1,657,823	10.6
DIFEM	1,724	\$ -399,000	\$ -84,000	\$ -277,864	\$ -277,864	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,542,983	0.0
NOACK	1,404	\$ -266,000	\$ -56,000	\$ -227,270	\$ -227,270	\$ -4,476,057	\$ -2,380,000	\$ -4,476,057	\$ -970,883	11.5
T LAZARO MUÑOZ	792	\$ -266,000	\$ -56,000	\$ -159,600	\$ -121,615	\$ -4,476,057	\$ -2,380,000	\$ -4,476,057	\$ -734,091	9.6
BIOGRAM	575	\$ -266,000	\$ -56,000	\$ -159,600	\$ -96,492	\$ -4,476,057	\$ -2,380,000	\$ -4,476,057	\$ -611,027	9.2
PAVESI	281	\$ -266,000	\$ -56,000	\$ -159,600	\$ -41,735	\$ -4,476,057	\$ -2,380,000	\$ -7,331,868	\$ -342,812	7.8
TOTAL	10,388	\$ -2,527,000	\$ -532,000	\$ -2,639,465	\$ -2,420,507	\$ -26,856,342	\$ -18,472,114	\$ -18,307,219	\$ 6,212,536	7.3
HOPE	0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	-

Al igual que en los modelos anteriores, los incentivos económicos están alineados con los incentivos ambientales, ya que las empresas pagan por la generación de residuos y también por su retiro, por lo que al ser eficientes, el desempeño económico del proyecto mejora. En línea con esto, si más empresas se suman, se logra generar economías de escala que igualmente mejoran los resultados económicos del proyecto.

5.3 MATRIZ RESUMEN DE EVALUACIÓN

La Tabla 5-16 muestra la matriz que resume la evaluación de las propuestas descritas previamente, dando énfasis al beneficio asociado a desarrollar los proyectos de forma colaborativa y considerando indicadores económicos y ambientales.

Tabla 5-16: Matriz resumen de propuestas (Fuente: Elaboración propia).

Proyecto	Número potencial de empresas involucradas	Beneficio ambiental [kgCO2 eq/año]	Inversión [M\$]		VAN [M\$]		Payback [años]	
			Enfoque individual	Enfoque conjunto	Enfoque individual	Enfoque conjunto	Enfoque individual	Enfoque conjunto
<i>Iluminación eficiente</i>	24	38,606	-7.3	-4.8	5	7.1	1.5	1.2
<i>Generación distribuida</i>	24	134,440	-236	-200.5	37.4	66.7	11.1	9.3
<i>Colectores solares</i>	10	25,246	-50.3	-42.7	26	32.4	4.6	3.9
<i>Modelo I gestión residuos</i>	24	61,679	-26.9	-17.2	-15.45	33.1	No recupera	2.2
<i>Modelo II gestión residuos</i>	7	S/I	-26.9	-14.2	-15.45	8.74	No recupera	No recupera
<i>Modelo III gestión residuos</i>	7	S/I	-26.9	-18.47	-15.45	6.2	No recupera	7

Se observa que el proyecto de iluminación eficiente y el Modelo I de gestión de residuos son los proyectos más atractivos en cuanto a inversión necesaria y periodos de retorno, por lo que podrían ser implementados en primera instancia para generar el efecto de “Quick Win” y fomentar la participación de nuevas empresas del parque. Además, siempre se debe comenzar por la reducción del consumo (eficiencia energética) y luego realizar las inversiones necesarias en tecnología.

Al igual que en la propuesta anterior, el proyecto de colectores solares es atractivo ya que es una manera viable de incorporar energías renovables al parque industrial, con una recuperación de la inversión aproximadamente en 4 años.

En el caso del modelo III de gestión de residuos, su desempeño económico y su periodo de recuperación de la inversión pueden mejorarse fomentando el ingreso de más empresas que generen residuos peligrosos, con lo cual se puede potenciar la economía de escala asociada al retiro y gestión de RESPEL y reducir el periodo de retorno de la inversión.

El proyecto de generación distribuida es el que presenta el periodo de recuperación de la inversión más largo, por lo que a priori podría ser el menos atractivo para algunos empresarios, considerando que entre las barreras existentes en el parque se encuentra el bajo capital para invertir que tienen algunos empresarios. Sin embargo, existen varios mecanismos de financiamiento que pueden volver el proyecto más atractivo, los cuales se discuten más adelante.

Finalmente, la tabla anterior permite evidenciar el beneficio asociado al desarrollo de proyectos de forma colaborativa, que si bien no es un modelo tradicional de Simbiosis Industrial, permite obtener beneficios asociados al trabajo conjunto y puede dar paso al desarrollo futuro de nuevos proyectos e iniciativas.

5.4 PROPUESTA GLOBAL DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL PARA AIR Y PLAN DE INVERSIONES

En la sección anterior se propusieron y evaluaron 4 proyectos que intentan abordar problemáticas y/o necesidades existentes entre las 24 empresas consideradas en el presente trabajo, en materia de eficiencia energética y gestión de residuos, dando énfasis a los beneficios asociados al enfoque colaborativo.

En la presente sección se propone un plan de inversiones para el desarrollo de un proyecto colaborativo, gestionado por la Asociación de Industriales de la Reina, que incluya las 4 propuestas desarrolladas en el capítulo anterior, además de incluir la evaluación económica en un periodo de 20 años.

La Ilustración 5-7 muestra un esquema del plan de inversiones por año y el impacto energético y ambiental esperado. La propuesta considera un horizonte de 3 años para la ejecución de las inversiones, partiendo con los proyectos más atractivos en cuanto a los tamaños de inversión y periodos de retorno. En base a este criterio, el orden de desarrollo de los proyectos que maximiza el VAN es el siguiente:

1. Eficiencia energética en iluminación
2. Modelo I de gestión conjunta de residuos
3. Colectores solares
4. Generación distribuida

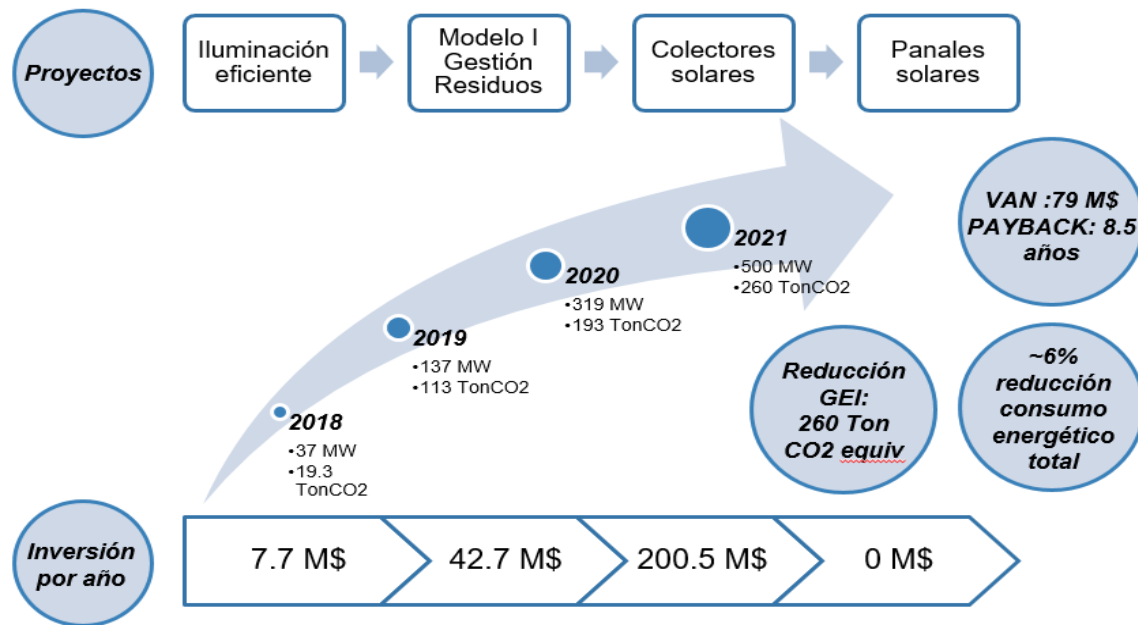


Ilustración 5-7: Esquema de ejecución de los proyectos, plan de inversiones e impacto anual en energía y reducción de GEI (Fuente: elaboración propia)

Se decide comenzar el primer año con el reemplazo de iluminación convencional a tecnologías eficientes ya que corresponde al proyecto con efectos más rápidos, además de recuperar el capital invertido en 1.5 años aproximadamente. Además, permite que las PYMES puedan evidenciar los beneficios económicos asociados a la eficiencia energética, lo cual puede resultar un estímulo para el desarrollo de los proyectos siguientes. Por último, este proyecto es una forma rápida de reducir

el consumo energético del parque, en línea con los objetivos propuestos por el Acuerdo de Producción Limpia.

Se propone también comenzar con el Modelo I de gestión conjunta de residuos. Esto se justifica en que corresponde al modelo de gestión de residuos con mejor desempeño económico, incluye a la empresa HOPE como un actor principal en el manejo de residuos del parque y porque a priori es el modelo con mayor resiliencia debido a que la coordinación y gestión se encuentra en manos de un actor que tiene incentivos para la materialización y continuidad del proyecto. Además, es el modelo que tiene el mayor impacto en GEI ya que formaliza la gestión y disposición final de la mayor cantidad de residuos peligrosos y no peligrosos.

El segundo año se propone la ejecución del proyecto de colectores solares, ya que es un proyecto que requiere una inversión mayor, lo cual puede significar un menor atractivo, principalmente para las empresas pequeñas con menor capital, tal como se menciona en el análisis de condiciones internas del parque. Sin embargo, este proyecto mejora directamente la eficiencia energética del parque, por lo que resulta un apoyo en el cumplimiento de las metas del Acuerdo de Producción Limpia.

Por último, el tercer año se propone la ejecución del proyecto de generación distribuida, el cual representa la mayor inversión y el mayor periodo de recuperación de la inversión. Por otro lado, si se considera la tendencia sostenida a la baja en el precio de los paneles solares fotovoltaicos, reduciéndose el costo por watt de potencia un 72% desde 2010 (PVinsights, 2018), sumado al aumento en su eficiencia, se puede estimar un menor costo en la inversión necesaria, lo cual podría volver el proyecto más atractivo.

La Tabla 8-9 adjunta en anexos muestra la evaluación económica del proyecto global, considerando el plan de inversiones anterior y un periodo de evaluación de 20 años. A modo de resumen, se puede mencionar que el proyecto tiene un VAN de 79 millones y un periodo de recuperación de inversión global, con flujos descontados, cercano a los 8.5 años. Se observa que el desempeño económico de la propuesta global mejora los periodos de recuperación de la inversión del proyecto de paneles solares, ya que los ahorros generados en iluminación y gestión de residuos ayudan a financiar los proyectos posteriores.

Finalmente, la propuesta global reduce la huella de carbono del parque en 260 toneladas de CO₂ equivalente anuales y el consumo energético total y eléctrico de las empresas entrevistadas en un 6% y 13% respectivamente, por lo que es una alternativa viable de apoyo al cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de Producción Limpia firmado por AIR y las 24 empresas participantes.

5.5 MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO

A continuación, se presentan algunos instrumentos de financiamiento públicos y privados que podrían aplicarse a nivel individual y/o colectivo para financiar total o parcialmente las propuestas detalladas en la sección anterior.

5.5.1 MECANISMOS PÚBLICOS

5.5.1.1 CRÉDITO EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES

En el marco del convenio de cooperación suscrito por el Ministerio de Energía, Banco Estado y la Agencia Chilena de Eficiencia Energética se están desarrollando diferentes acciones tendientes a disminuir las barreras de información y facilitar el financiamiento a proyectos de eficiencia energética y energías renovables no convencionales en las empresas, con el objeto de introducir mejoras y eficiencia en el uso y generación de energía que permitan obtener ahorros en sus procesos productivos y a la vez contribuir al cuidado del medio ambiente.

Dentro de este marco, se encuentra disponible el primer crédito especializado para el financiamiento de proyectos de auto consumo mediante ERNC y Eficiencia Energética para empresas pequeñas (ACEE, 2018), con ingresos anuales entre UF 2.400 y las UF 50.000. El financiamiento presenta las siguientes características:

- Plazo hasta 12 años.
- Financiamiento de hasta 80% del valor neto del proyecto (en \$ o UF).
- Productos: Crédito o Leasing.
- Calendario de pagos acorde al ciclo del negocio.
- Garantías estatales o reales.
- Cliente debe contar con ficha de factibilidad técnica y ahorro el cual será emitido por el proveedor y validado por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética.

Este financiamiento está disponible a nivel nacional en todas las plataformas de Pequeñas Empresas de Banco Estado. Para poder acceder al financiamiento, las empresas deben completar un formulario de factibilidad técnica, el cual es validado por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, y posteriormente deben presentarlo al ejecutivo comercial correspondiente.

5.5.1.2 FONDO PARA EL RECICLAJE

El Fondo para el Reciclaje es un instrumento del Ministerio del Medio Ambiente creado especialmente para apoyar a nivel comunal el cumplimiento de la Ley Marco para la Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (Ley N° 20.920). Es un mecanismo que permite financiar proyectos de las municipalidades y asociaciones de municipalidades, dirigidos a prevenir la generación de residuos en sus comunas y promover su separación, reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización. (MMA, 2018)

El Fondo para el Reciclaje, en su primera versión, financia dos líneas de proyectos para prevenir la generación de residuos en la comunidad, y fomentar la separación en origen, reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización.⁵

⁵ Existe una tercera línea de implementación de proyectos de infraestructura, que no estará abierta en esta primera versión del Fondo, pero igual es una opción a futuro.

Sensibilización ciudadana:

- Campañas de comunicación.
- Actividades de educación ambiental y capacitación de la comunidad.
- Actividades de sensibilización ciudadana para fomentar la separación en origen, que contemplen instalaciones de recepción y almacenamiento de residuos y su equipamiento.

Promoción del conocimiento técnico municipal y de los recicladores de base:

- Actividades de capacitación orientadas a potenciar las competencias al interior de las Municipalidades.
- Actividades de capacitación orientadas a potenciar las competencias de los recicladores de base.
- Desarrollo del diseño y memoria técnica de instalaciones de recepción y almacenamiento de residuos, con o sin pretratamiento realizada por un tercero.

5.5.2 MECANISMOS PRIVADOS

5.5.2.1 MODELO EMPRESAS ESCO

Las Empresas de Servicios Energéticos o ESCOs (Energy Services Companies) surgieron en países industrializados (Europa y EEUU) hace más de 25 años como una vía para superar las principales barreras para la implementación de proyectos de Eficiencia Energética. A nivel latinoamericano las ESCOs constituyen un negocio de rápido desarrollo con un potencial de mercado muy atractivo, que ha sido desarrollado en países como México, Uruguay, Brasil y actualmente en Chile.

Las ESCOs son empresas que están orientadas a mejorar la forma en que se utiliza la energía (ANESCO, 2018). Una ESCO implementa soluciones de eficiencia energética en todo el espectro de proyectos facilitando el acceso al financiamiento para su ejecución. El proyecto se paga con el ahorro generado. Los servicios ofrecidos por una empresa ESCO son:

- Estudios de oportunidades de ahorro de energía.
- Evaluaciones de rentabilidad.
- Diseño de soluciones, desarrollo de ingeniería de detalle y construcción.
- Implementación y verificación del cumplimiento de los resultados esperados.
- Apoyo y facilitación para el acceso de financiamiento.

Los principales beneficios para el cliente de una empresa ESCO son financieros, energéticos y ambientales, entre los que destacan:

- Baja inversión inicial del cliente: La ESCO o el agente financiero aporta los recursos necesarios y la inversión se recupera con los ahorros generados por los proyectos de ahorro de energía.
- Garantía de resultados: Los pagos se relacionan directamente con los resultados medidos que se obtienen del proyecto de Eficiencia Energética implementado.
- Ahorros energéticos y económicos de largo plazo: Los ahorros se mantienen aún después del período de contratación.
- El cliente se enfoca en su negocio, sin tener que preocuparse más que por brindar las condiciones mínimas para el desarrollo del proyecto.
- Transfiere riesgos técnicos y financieros a la ESCO, ya que su rentabilidad está directamente asociada al éxito del proyecto.

- Optimización de proyectos técnicos, porque la ESCO tiene una visión orientada a la eficiencia.

El modelo de negocio de una empresa ESCO involucra tres elementos claves. El primero es el contrato por desempeño, el cual es un instrumento legal que especifica las condiciones para el desarrollo de proyectos de eficiencia energética, de manera tal que las inversiones realizadas puedan recuperarse a través de los ahorros económicos generados. En este contrato se detallan:

- La línea base o consumo de referencia de las instalaciones.
- Las mejoras y las medidas para conseguir los ahorros de energía.
- La garantía de los ahorros de energía.
- El procedimiento de medición y verificación de ahorros.
- El periodo de recuperación de la inversión.

El segundo elemento claves corresponde al plan financiero, el cual puede contemplar una serie de posibilidades, dentro de las cuales la empresa ESCO garantiza los ahorros de energía. Estas posibilidades son:

- Ahorros compartidos: La Inversión asociada al proyecto de Eficiencia Energética es asumida completamente por la ESCO.
- Inversión compartida entre el cliente y la ESCO.
- Ahorros garantizados: La inversión asociada al Proyecto de Eficiencia Energética es asumida completamente por el Cliente.

El último elemento del modelo ESCO corresponde al plan de medición y verificación. El plan contiene el marco metodológico y conceptual para medir y verificar de forma efectiva y transparente el ahorro energético resultante de la implementación de medidas de Eficiencia Energética. También incluye todos los detalles de cómo serán calculados los ahorros de energía, para cada una de las medidas de Eficiencia Energética propuestas.

5.5.2.2 LEASING

El Leasing viene a ser un tipo de préstamo con arriendo incluido. Es decir, la entidad que presta el dinero (entidad bancaria u otra institución prestamista) queda como dueña del activo (instalación generadora) y cobra cuotas previamente establecidas al usuario final a través de un contrato. Una vez cumplido el plazo previamente fijado, el activo pasa, por lo general, a ser propiedad del usuario final.

En este modelo el riesgo financiero lo asume plenamente la entidad prestadora, por lo cual los costos financieros asociados serán probablemente mayores a los de un crédito convencional. El usuario final no será legalmente el dueño de la instalación hasta el fin del contrato de Leasing y luego de que todas las obligaciones hayan sido pagadas. La Banca y/o entidades financieras tienen por lo general productos de Leasing preestablecidos para fines determinados, por lo cual es importante evaluar que instituciones financieras tienen productos de leasing para fines de autoconsumo energético o proyectos de eficiencia energética.

En este mecanismo de financiamiento, los ahorros son de aproximadamente 20-30% en el valor de la cuenta de la luz, y el periodo de leasing suele estar entre 9 y 15 años (luego el sistema es de propiedad del cliente). En algunos casos, se puede optar por un cofinanciamiento para obtener un mayor retorno de la inversión.

5.6 RECOMENDACIONES Y OPORTUNIDADES DE MEJORA

A continuación, se discute sobre recomendaciones y oportunidades que, a juicio del autor, permitirían mejorar el desempeño económico de los proyectos anteriores, así como su factibilidad en la implementación. Finalmente, se incluye una recomendación sobre la metodología propuesta para el diseño, formulación y evaluación de proyectos de simbiosis industrial, que puede emplearse como una herramienta base para la escalabilidad y replicabilidad de este tipo de proyectos en otros parques industriales de Chile.

5.6.1 SOBRE LA PROPUESTA DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL

La propuesta de simbiosis industrial explicada en la sección 5.4 representa una primera aproximación del potencial impacto económico, energético y ambiental asociado a implementar cada una de las propuestas, tanto en materia de energía como en gestión de residuos. Sin embargo, existen varios factores que deben considerarse ante una eventual implementación, a modo de recomendación y/u oportunidad de mejora.

El proyecto conjunto de eficiencia energética en iluminación es un claro ejemplo de los potenciales ahorros posibles al generar economías de escala a través de la coordinación y colaboración, sin mencionar los ahorros asociados a las tecnologías más eficientes. Si bien este proyecto es una medida con impacto inmediato en el consumo energético del parque, se debe tener presente, a partir del análisis de los consumos energéticos de las empresas del parque, que el mayor consumo en energía se encuentra asociado a las máquinas y motores empleados en algunos procesos productivos de las empresas, y proviene principalmente de combustibles como el gas licuado y el petróleo.

Lo anterior sugiere que, para generar impactos importantes en el consumo energético total del parque, se deberían identificar oportunidades locales en eficiencia energética, como por ejemplo aprovechar calores residuales de procesos que involucren energía, aislar térmicamente cañerías que transporten fluidos calientes, buscar oportunidades de reemplazo de máquinas o equipos por otros de mayor eficiencia, optimizar la logística de distribución para reducir el consumo de combustible, etc.

Otras oportunidades en eficiencia energética se encuentran asociadas a la climatización y refrigeración, que en conjunto representan entre el 15-20 % de la energía eléctrica consumida por las empresas. Para este punto, es importante identificar oportunidades en el acondicionamiento térmico de las instalaciones, que, sumado al cambio cultural de mantener puertas y ventanas bien cerradas, puede generar ahorros significativos en climatización. En línea con lo anterior, existen empresas que en sus procesos involucran calores que pueden ser recirculados, y complementados a un intercambiador de calor, pueden apoyar la climatización de las empresas.

Con respecto a los proyectos de generación distribuida y colectores solares, se pudo observar que estos representan una forma económica y ambientalmente sostenible de incorporar energías renovables a las empresas del parque. Si bien las inversiones y periodos de recuperación del capital pueden ser considerados largos para algunas empresas debido a la heterogeneidad existente en el parque, existe una amplia gama de mecanismos de financiamiento, tanto para las PYMES como para las empresas grandes del parque, los cuales pueden ser aprovechados para financiar total o parcialmente el proyecto.

Además, y como se menciona en la sección 5.2.2, es posible alcanzar mejores precios al buscar oportunidades y sinergias de reciprocidad locales, tales como compartir techos para instalar los paneles, instalar estanques de almacenamiento de agua compartidos, etc. Estas sinergias pueden ser identificadas por empresas que tengan cercanía geográfica, y deben ser validadas por la empresa a cargo de la implementación del proyecto.

En el caso del proyecto de generación distribuida, existe la posibilidad de generar una micro-red entre las empresas del parque, la cual podría generar eficiencias no solo en generación de energía, sino que en gestión de demanda. En esta micro-red, las empresas podrían compartir e intercambiar la energía generada por sus paneles según los requerimientos energéticos de cada firma y sus tarifas respectivas, apuntando a maximizar el beneficio total de las empresas. Sin embargo, es importante mencionar que se requiere un estudio mucho más detallado para determinar la factibilidad técnica de este proyecto, por lo que no se incluyó dentro del presente trabajo.

Con respecto al modelo de gestión de residuos sugerido en la sección 5.2.4, se pudo evidenciar que la propuesta es factible considerando aspectos técnicos y económicos, además de representar una mejora significativa en la formalización de la gestión de los residuos del parque, sean estos peligrosos o no peligrosos. Sin embargo, es necesario abordar algunos aspectos asociados a los incentivos de las empresas para participar de la propuesta.

Como se mencionó en la sección 5.2.4.1, solo una empresa que genera residuos peligrosos no se encuentra mejor con la propuesta conjunta, por lo que se debe apuntar a buscar sinergias de reciprocidad entre las empresas generadoras de residuos peligrosos que se encuentran en una mejor situación con respecto a la propuesta base. Estas sinergias pueden ir asociadas a una subvención parcial de los costos de gestión de los RESPEL de LASER para mejorar el desempeño de su flujo de caja, o bien que la empresa HOPE reciba solo una parte de los ingresos asociados a la valorización del papel, de tal manera que LASER tenga incentivos suficientes para participar.

Otro problema de incentivos puede producirse entre las empresas que no generan residuos peligrosos y que estarían “donando” sus residuos valorizables a la empresa HOPE, en particular con las empresas que generan residuos metálicos y que en algunos casos los acumulan y luego venden informalmente. Si bien en el Acuerdo de Producción Limpia se les exige a las empresas participantes formalizar la gestión de sus residuos para poder recibir la acreditación, esto podría no resultar lo suficiente atractivo, sobre todo para los microempresarios del centro metalmecánico o bien para los talleres automotrices, que son los principales generadores de este tipo de residuos. Ante estos casos, la empresa HOPE podría ofrecer generar los informes de gestión y sustentabilidad que avalen la correcta manipulación de los residuos de la empresa, sumado al retiro gratuito del resto de los residuos. Cabe agregar que el informe anterior tiene un costo cercano a 1.2 UF, y suelen elaborarse al menos 2 veces por año para acreditar la correcta disposición final de los residuos.

Por otro lado, como se mencionó en el análisis de sensibilidad, el proyecto de gestión de residuos es considerablemente sensible a la cantidad generada mensualmente. Existen más de 75 empresas que no están consideradas en el proyecto, e independiente de si participan o no en el Acuerdo de Producción Limpia, poseen requerimientos en gestión de residuos. Es por esto que, es importante continuar el trabajo para que otras empresas se adhieran al modelo de gestión propuesto, y a la vez hacer difusión para que los vecinos del parque industrial lleven los residuos reciclables al punto limpio.

Otro aspecto importante a considerar corresponde a las capacitaciones sobre reciclaje y separación in situ de residuos. Se tiene constancia de que la empresa HOPE ha realizado varios talleres de esta índole para los empresarios del Parque Industrial de la Reina, aunque el cambio cultural es algo que requiere tiempo y reforzamiento, no solo desde HOPE sino que de parte de los empresarios del parque para con sus trabajadores. En línea con lo anterior, se recomienda instalar contenedores de residuos similares a un punto limpio, que permitan separar de forma sencilla los residuos valorizables. Estos contenedores pueden ser suministrados, en algunos casos, por la empresa HOPE, o bien pueden fabricarse de forma casera por las mismas empresas, empleando pallets o bien cajas de cartón para su fabricación. Lo importante no es el contenedor, sino que la separación correcta del residuo, que permita facilitar las labores de recolección y valorización de la empresa HOPE.

En paralelo al modelo de gestión de residuos, se pueden organizar jornadas de recolección de otros residuos no incluidos en la propuesta pero que se generan de forma esporádica. Estos residuos pueden ser chatarra y equipos electrónicos, escombros, pallets rotos, residuos de madera, etc. Este tipo de actividades puede ser coordinado por la AIR y HOPE, y permitiría que las empresas limpiaran sus patios de algunos residuos complejos de gestionar de forma ambientalmente amigable.

Finalmente, en la sección 5.5 se presentaron algunas alternativas para el financiamiento de los proyectos. En base a lo expuesto en dicha sección, así como en el contexto y heterogeneidad de las empresas participantes, se recomienda contactar a empresas que trabajen con el modelo ESCO ya que con su experiencia podrían abordar los proyectos de colectores solares, generación distribuida y eficiencia energética, además de otras formas de eficiencia energética. Igualmente, son un mecanismo en el cual cada empresa participante puede definir el nivel de inversión que estime pertinente, así como los ahorros mensuales en la cuenta de electricidad dentro de un rango estipulado por la empresa ESCO que le permita recuperar su inversión.

Para el financiamiento del proyecto de gestión de residuos, no existen fondos concursables que apunten directamente a la gestión de residuos. Sin embargo, HOPE en conjunto con la Municipalidad de la Reina pueden postular al Fondo para el Reciclaje, instrumento del Ministerio del Medio Ambiente creado para apoyar a nivel comunal el cumplimiento de la ley de Responsabilidad Extendida al Productor. El Fondo para el Reciclaje permite financiar proyectos de las municipalidades y asociaciones de municipalidades, dirigidos a prevenir la generación de residuos en sus comunas y promover su separación, reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización.

5.6.2 SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN Y CONTINUIDAD DE LOS PROYECTOS

Un aspecto clave en el éxito de los proyectos de simbiosis industrial y en la formación de ecoparques industriales, tiene relación con la *coordinación y liderazgo en la gestión e implementación de las iniciativas*. Como se mencionó en el marco conceptual, la materialización de los proyectos posee varias barreras que en general tienen relación con el bajo interés para trabajar de manera colectiva, además de la dificultad para coordinarse y gestionar la implementación. Un ejemplo de esto se mostró en el intento de simbiosis industrial en Puchuncaví-Quinteros, el cual, a pesar de tener factibilidad técnica y económica, no logró ejecutarse.

En el caso del parque industrial de Kalundborg, que es pionero en proyectos de simbiosis industrial, la cooperación y coordinación surgió de manera espontánea como una forma para resolver

problemas de abastecimiento de agua entre algunas empresas, y posteriormente se fue perfeccionando y complejizando a través de la creación en el año 1996 de la Agencia de Desarrollo Industrial de Kalundborg y el Instituto de Simbiosis, organismos cuyo objetivo fue coordinar y acelerar la cantidad y complejidad de relaciones simbióticas entre las empresas. Los organismos anteriores, según (Chertow, 2007), son una de las principales razones del éxito de la simbiosis en dicho parque.

El parque industrial de Vreten es otro ejemplo exitoso de formulación e implementación de proyectos de simbiosis industrial. En este parque, las relaciones surgieron a partir de la generación de reuniones o “ciclos de negocio”, en las cuales los empresarios se reúnen cada 3 semanas y abordan problemas ambientales sobre energía, logística y gestión de residuos. A través de la creación de un centro de investigación público-privado, el parque ofrece una serie de servicios ambientales a sus empresarios, tales como gestión de residuos, reducción de consumo de agua y energía, transporte común de suministros, etc. De esta forma, el centro se encarga de la formulación y gestión de los proyectos, los cuales son supervisados por las empresas en las reuniones periódicas.

Un segundo aspecto clave para el éxito en la implementación de los proyectos también depende de la correcta ***alineación de incentivos individuales con los incentivos colectivos***. Una forma de apoyar lo anterior y generar acuerdos es concientizar sobre los beneficios asociados a la eficiencia energética y gestión de residuos, principalmente por la relevancia que estos temas han adquirido en los últimos años. Como una manera de abordar esto, los gobiernos han creado algunos instrumentos de trabajo público-privado que permitan generar avances en materia ambiental y energética, tales como los Acuerdos de Producción Limpia o el programa Comuna Energética, los cuales buscan sensibilizar a la población y el mundo empresarial sobre estas temáticas y muchas veces apoyar a los proyectos con fondos y sellos que acrediten y recompensen la responsabilidad ambiental de los involucrados.

Para abordar los dos elementos claves mencionados en los párrafos anteriores, ***se recomienda al directorio de la Asociación de Industriales de la Reina la creación de una oficina o área de administración de proyectos que esté orientada a la innovación en materia de gestión ambiental y eficiencia energética del parque***. Esta área podría ser financiada con los ahorros asociados a los proyectos anteriores y estar compuesta de un miembro del directorio y un ejecutivo de proyectos de la Asociación de Industriales de la Reina. Lo más importantes es que tenga los recursos y autoridad para liderar la difusión y coordinación que permitan materializar los proyectos descritos anteriormente, además de fomentar la mejora continua entre las empresas socias del parque, generando mesas y planes de trabajo entre empresarios y formulando nuevos proyectos, de manera similar a los casos expuestos de Vreten y Kalundborg.

Finalmente, esta área específica de proyectos debería encargarse de reforzar el grado de conciencia ambiental de las empresas socias de AIR y sus trabajadores, lo cual facilitaría la adopción de acuerdos de colaboración en proyectos y a su vez mejoraría la imagen ambiental del Parque Industrial de la Reina. Para esto, el área puede apoyarse en organismos y programas estatales en materia energética y ambiental, además de potenciar el trabajo con universidades, tal como lo realizan en el centro de investigación de los parques de Kalundborg y Vreten.

5.6.3 SOBRE LA METODOLOGÍA PROPUESTA PARA ESCALABILIDAD Y REPLICABILIDAD EN OTROS PARQUES INDUSTRIALES.

La presente sección busca resumir el trabajo expuesto a lo largo del presente informe en una propuesta de metodología para el diseño, formulación y evaluación de proyectos de simbiosis industrial en parques industriales de Chile o bien organizaciones que presenten cercanía geográfica y oportunidades de colaboración.

En la elaboración de la propuesta metodológica, se considera como base la metodología sugerida por (Chertow, 2007) para la generación de simbiosis industrial a través de la identificación de sinergias. En particular, se busca explicitar los pasos a seguir dentro de cada etapa mencionada por la autora, considerando los aprendizajes de la experiencia en el Parque Industrial de la Reina, además de la revisión de casos internacionales de simbiosis industrial mencionados en el capítulo 3.

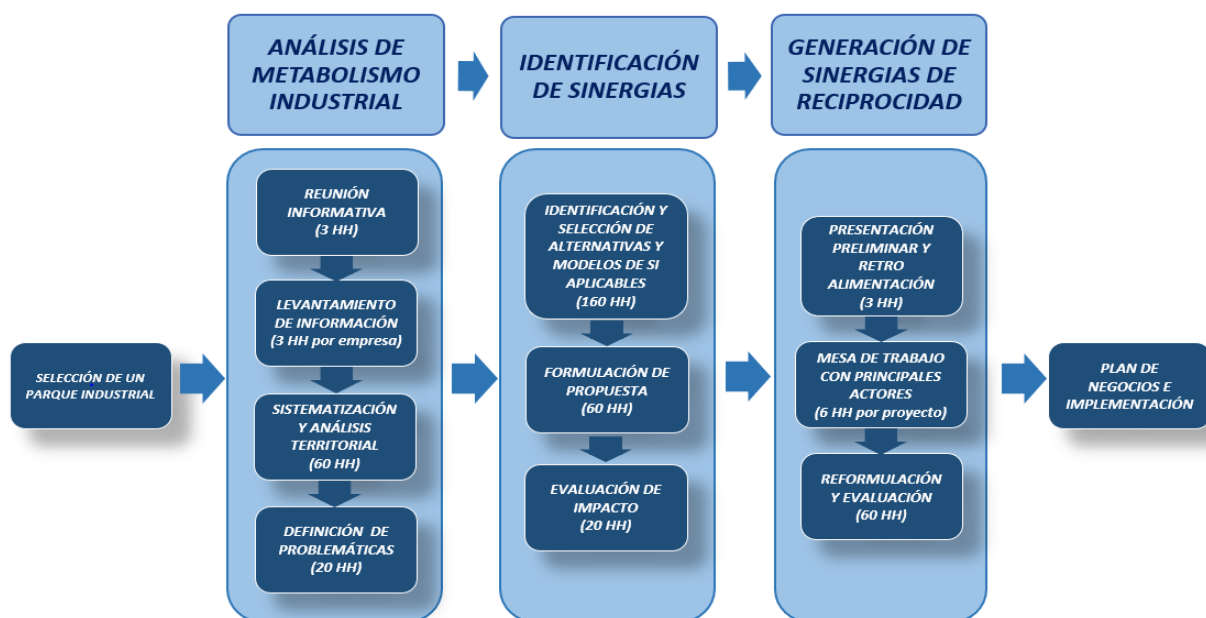


Ilustración 5-8: Propuesta metodológica para formulación de proyectos de SI (Fuente: Elaboración propia).

La Ilustración 5-8 resume esquemáticamente cada etapa y subetapa de la propuesta metodológica, junto con las horas-hombre estimadas en cada hito. Cabe destacar que el foco se encuentra en el diseño, formulación y evaluación de los proyectos de simbiosis, sin entrar en detalles sobre planes de negocios asociados a las propuestas o bien los planes de implementación.

La propuesta comienza con la elección de un parque industrial o conjunto de instituciones que presenten cercanía geográfica. En efecto, la experiencia internacional destaca que los proyectos de simbiosis industrial suelen generarse espontáneamente a partir de la interacción y coordinación inicial de 2 o más organizaciones (Cervantes, 2007). Es altamente deseable que en el parque o grupo de empresas exista un organismo coordinador como la oficina o área de administración de proyectos (por ejemplo, de un directorio o asociación gremial) que facilite la interacción entre las empresas participantes y a la vez asuma inicialmente el liderazgo en las etapas de formulación e implementación.

5.6.3.1 ETAPA I: ANÁLISIS DE METABOLISMO INDUSTRIAL

Una vez seleccionado un parque industrial, se busca entender lo que Chertow (2007) describe como “metabolismo industrial” del parque. En esta etapa se quiere caracterizar los flujos de materias primas y recursos de cada empresa, conocer de forma superficial los principales procesos productivos involucrados en cada firma, familiarizarse con las dinámicas relacionales entre cada empresa y su entorno, y por último, identificar problemas y/o necesidades que afecten a las organizaciones participantes.

Para lograr los objetivos de la primera etapa, se proponen 3 subetapas secuenciales que buscan ordenar el trabajo:

Reunión informativa:

Este paso consiste en generar una instancia que permita reunir a las empresas interesadas en participar del proyecto de simbiosis industrial, a modo de inducir un primer acercamiento entre los actores. Esta instancia buscaría explicar los objetivos del trabajo y posibles beneficios esperados, además de responder inquietudes y/o dudas que los participantes puedan tener. A modo de ejemplo, las empresas participantes del APL tuvieron una reunión informativa al comienzo del proyecto en la cual se discutieron los objetivos y propuestas de trabajo a desarrollar durante los meses siguientes. Además, esta primera aproximación puede servir para conocer parcialmente a las organizaciones participantes, a modo de facilitar el proceso de levantamiento de información a través de entrevistas mejor preparadas.

Levantamiento de información:

Esta etapa consiste en realizar entrevistas con cada una de las organizaciones, a modo de caracterizar los flujos de materiales y recursos, conocer los procesos productivos, la interacción con su entorno e identificar problemáticas. La caracterización de flujos se basa en el formulario utilizado como guía en el Parque Industrial de La Reina (ver anexos 8.2.1), el cual captura información de insumos, consumos de energía eléctrica y agua, consumos de gas y combustibles, productos/servicios ofrecidos, residuos peligrosos y no peligrosos, etc. Dado que las firmas presentes en un parque suelen presentar mucha heterogeneidad, tanto en actividad económica como en los tamaños, el formulario debe servir como una guía para cada entrevista y se sugiere adaptarlo a las características propias de cada organización.

Se debe tener presente que, en general, las organizaciones no disponen de un registro numérico de los flujos anteriores, por lo que en algunos casos se debe recurrir a aproximaciones conservadoras. Además, para facilitar la entrevista y optimizar los tiempos, se recomienda enviar con anticipación el formulario con la información requerida, ya que normalmente se necesita tiempo para recolectar boletas, estimar cantidades de residuos generados, etc. A modo de ejemplo, al realizar el levantamiento de información para el presente trabajo, se envió aproximadamente una semana antes un correo a cada empresa explicando el objetivo de la entrevista, además de adjuntar el formulario a utilizar.

En cuanto a los procesos productivos, la entrevista debe enfocarse en entender conceptualmente los principales procesos que realicen una transformación de los materiales y usos de energía. El objetivo de esto es poder identificar procesos similares entre organizaciones, oportunidades de reducción en el uso de materiales e identificar los principales puntos de consumos de energía eléctrica y/o combustibles.

La entrevista también debe intentar capturar las interacciones entre la organización y otros organismos, tales como municipalidades, recolectores de basura, proveedores, empresas de servicios, etc. Lo anterior tiene como fin identificar oportunidades de simbiosis en la cadena de valor de las organizaciones, junto con identificar otros actores que podrían ser relevantes en un proyecto colaborativo. Por ejemplo, algunas empresas del Parque Industrial de la Reina tienen acuerdos informales con recolectores de basura o bien con algunos trabajadores, lo cual puede ser una oportunidad al momento de diseñar una propuesta.

Finalmente, esta etapa debe identificar las problemáticas, necesidades y/o intereses que tengan las organizaciones participantes a nivel individual. Esto es un aspecto clave en proyectos de simbiosis industrial ya que influye en el diseño y sostenibilidad del mismo.

Sistematización y análisis territorial de la información

La información recolectada en el paso anterior debe ser organizada y sistematizada, ya que, producto de la heterogeneidad de las organizaciones participantes, es probable que se encuentre desordenada y con una gran cantidad de inputs diferentes entre organismos. Una manera de facilitar este trabajo consiste en reconocer primero las problemáticas posibles de abordar y en base a eso generar planillas que contengan los datos necesarios.

El análisis cuantitativo de la información debe considerar un enfoque a nivel individual y a nivel agregado. Esto se refiere, por ejemplo, a identificar las cantidades generadas de residuos por empresa y a nivel de parque, medir requerimientos de energía eléctrica y/o agua caliente, caracterizar los usos de la energía eléctrica y térmica para identificar oportunidades de eficiencia energética, etc. Es importante poder visualizar la información recolectada de una forma que facilite la identificación de problemáticas y oportunidades aprovechando la cercanía geográfica. Para esto, se sugiere emplear algún software como ArcGis o bien complementos de Google Maps o Google Earth que permitan cargar información georreferenciada.

Por último, es recomendable analizar las condiciones internas habilitantes de proyectos de simbiosis industriales, las cuales se ejemplifican en el capítulo 5. Estas barreras y oportunidades deben ser identificadas ya que deben tenerse en cuenta al momento de identificar problemáticas y proponer alternativas de solución. No considerar las barreras puede, por ejemplo, debilitar la sostenibilidad del proyecto, así como aprovechar las oportunidades presentes puede mejorar su resiliencia.

Identificación y definición de problemáticas

El último paso de la primera etapa metodológica consiste en identificar las principales problemáticas y/o necesidades de los organismos participantes y agruparlas por temas a nivel de parque industrial. Por ejemplo, se pueden agrupar por problemas de eficiencia energética, manejo de residuos sólidos, seguridad industrial, responsabilidad social empresarial, etc. El objetivo de agrupar las problemáticas individuales de los organismos en problemas a nivel de parque consiste en facilitar la detección de las oportunidades de colaboración que permitirían generar las sinergias y por lo tanto sustentar las propuestas de simbiosis industrial. A su vez, permite ordenar y resaltar problemas que son comunes para varios organismos y que se suelen abordar de manera individual.

Esta etapa puede estar considerada entre las más importantes, ya que identificar problemáticas reales permitirá apuntar a generar propuestas que sean de interés mutuo entre los organismos, y por

lo tanto, fortalecer la sostenibilidad de las mismas. Por ejemplo, la propuesta de simbiosis del sector Industrial Puchuncaví-Quinteros se generó a partir del esfuerzo conjunto de las empresas para mejorar la situación ambiental existente en el parque, o bien el modelo de gestión conjunta de residuos de las Bodegas San Francisco surge como una forma de formalizar y ordenar la gestión de residuos de las empresas.

5.6.3.2 ETAPA II: IDENTIFICACIÓN DE SINERGIAS

La primera etapa de la metodología propuesta culmina con la identificación y formalización de problemáticas y/o necesidades comunes entre las organizaciones participantes del proyecto. La segunda etapa consiste en buscar soluciones a las problemáticas definidas previamente, considerando siempre la identificación y generación de sinergias como una vía para generar ventajas competitivas, responder a problemáticas comunes y mejorar la sostenibilidad del conjunto de organizaciones participantes.

Al igual que en la etapa anterior, la presente se desglosa en tres subetapas secuenciales las cuales son detalladas a continuación:

Identificación de alternativas y modelos de SI aplicables

Para poder responder a las problemáticas y/o necesidades colectivas, se sugiere en primer lugar barajar un conjunto de alternativas de solución, que busquen hacerse cargo de los problemas colectivos, considerando el enfoque colaborativo, innovación y las condiciones internas habilitantes del parque industrial o del conjunto de organizaciones participantes.

La generación de alternativas que respondan a los problemas anteriores es un paso clave en el diseño del proyecto, por lo que se sugiere realizar una serie de mesas de trabajo con expertos en las temáticas a abordar, sean estos de la academia, del sector privado o bien especialistas presentes en las organizaciones participantes. Por ejemplo, para la generación y descarte de alternativas en eficiencia energética y gestión de residuos se consultó a académicos e investigadores de la Universidad de Chile, ejecutivos de empresas de paneles y colectores solares, ejecutivos de empresas de gestión integral de residuos y destino final de residuos, entre otros.

Además, la generación de alternativas debe considerar simultáneamente los modelos de negocios de simbiosis industrial posibles de aplicar, los cuales se mencionan en el capítulo 2. Esto podría facilitar la generación de alternativas ya que aprovecharía la experiencia internacional como base para la generación de soluciones que empleen modelos de negocio que han funcionado en otros parques industriales.

En línea con lo anterior, es importante que los especialistas consultados se encuentren familiarizados con las organizaciones participantes y las problemáticas identificadas, ya que las alternativas a proponer deben ser factibles y alineadas a las condiciones internas. Es por esto que se sugiere realizar al menos tres jornadas de trabajo, que permitan a los especialistas conocer bien a las empresas y sus procesos, proponer y discutir alternativas de solución a las problemáticas e iterar sobre las propuestas y su factibilidad.

Cabe agregar que, en esta etapa, es posible que se requiera realizar un levantamiento de información más específico en algunas organizaciones. Esto a priori buscaría validar información, recopilar nuevos datos sobre flujos o características de equipos, realizar levantamientos de situación base,

etc. Por lo anterior es que es altamente recomendable intentar generar un medio de comunicación fluida para esta etapa, lo cual debe ser propuesto en las primeras visitas a las organizaciones.

Posterior a la generación de alternativas, se deben seleccionar las opciones que resuelvan de forma integral cada una de las problemáticas abordadas. Esta etapa debe considerar variables de interés para las organizaciones, tales como factores económicos, ambientales y sociales, por lo que se sugiere a priori apoyarse de herramientas de toma de decisiones tales como matrices de comparación, análisis multicriterio, etc.

Formulación de propuestas

En esta subetapa se debe formalizar cada una de las propuestas de solución a las problemáticas consideradas. Para esto, se debe cuantificar a nivel conceptual los requerimientos técnicos asociados a cada una de las propuestas de solución, definir los alcances de cada una, reconocer los aspectos legales a tener presente, e identificar las estructuras de costos e ingresos asociados.

Para poder entender conceptualmente cada una de las propuestas, una herramienta que puede ser utilizada, en caso de aplicar, corresponde al modelo CANVAS, la cual permite representar de forma gráfica modelos de negocio considerando sus elementos clave.

Evaluación de impacto

La evaluación de impacto asociado a las propuestas debe considerar variables que sean relevantes para las organizaciones participantes. Estas variables pueden ser reconocidas en las entrevistas ya que tienen directa relación con las problemáticas a abordar y la situación base levantada. Entre las variables de impacto más comunes, se pueden mencionar algunos indicadores económicos, ambientales y sociales, tales como:

- Periodo de retorno de la inversión (Payback)
- Valor actual neto (VAN)
- Reducción de gases efecto invernadero (GEI)
- Toneladas de residuos reciclados
- Reducción de consumo energético
- Apoyo a la comunidad

Lo más importante a tener presente en esta subetapa es poder construir indicadores que evalúen la situación base y que puedan ser utilizados para comparar el impacto generado por la situación con proyecto y su contribución para alcanzar una situación deseada. De igual manera, al terminar esta etapa se debe evidenciar el beneficio económico asociado al desarrollo de proyectos colaborativos generado, por ejemplo, a través de las economías de escala.

5.6.3.3 ETAPA III: GENERACIÓN DE SINERGIAS DE RECIPROCIDAD

Al finalizar la etapa anterior se obtiene una propuesta de simbiosis industrial que aborda problemas o necesidades presentes en las organizaciones participantes, cuantificando el impacto y ventajas competitivas generadas a partir del enfoque colaborativo. La última etapa busca mejorar la propuesta formulada previamente, buscando encontrar otras oportunidades de colaboración a través de la interacción con los principales actores de cada proyecto.

Para lograr lo anterior, esta etapa considera la realización de una serie de mesas de trabajo que reúnan a los actores involucrados en alguna propuesta de simbiosis, y a partir del avance preliminar puedan optimizar dicho proyecto compartiendo recursos, capacidades y/o experiencias. La etapa termina con una reformulación de la propuesta obtenida en la segunda etapa, junto a la evaluación de impacto final.

Presentación preliminar y retroalimentación

Para comenzar esta etapa, se contempla realizar una presentación que busque sintonizar a las organizaciones con respecto a las problemáticas abordadas y las propuestas de solución colaborativas. Además, esta reunión debe fijar la hoja de ruta para el paso siguiente el cual consiste en la realización de mesas de trabajo entre los principales actores de una propuesta, y a su vez ajustar las expectativas y alcances de cada uno de los proyectos.

El ajuste de expectativas por parte de las organizaciones debe inducir a que aquellos actores cuyo interés por la propuesta no sea tan alto, puedan definir su continuidad y compromiso con las etapas siguientes, a modo de que su incertidumbre no afecte la resiliencia futura de los proyectos.

En el caso del presente trabajo, se realizó una presentación de avance a la Asociación de Industriales de la Reina, en la cual se organizaron 2 mesas de trabajo para iterar sobre la propuesta de gestión de residuos e incluir a la empresa HOPE, que hasta ese momento no se encontraba participando en el trabajo.

Mesas de trabajo con principales actores

Como se anticipó, la realización de mesas de trabajo tiene por objetivo agrupar a los principales actores de cada propuesta y que de forma conjunta se busquen oportunidades de mejora mediante la generación de sinergias de reciprocidad, es decir, que un actor ofrezca facilitar un recurso o capacidad a cambio de obtener un beneficio recíproco de parte de uno o varios actores.

En algunos casos se puede invitar a las mesas de trabajo a agentes externos tales como municipalidades, empresas consultoras, empresas de servicios u organismos públicos, a modo de ampliar y/o mejorar las sinergias. Lo más importante es incentivar que todos los actores ofrezcan y reciban algo con el proyecto, lo cual tendería a mejorar su resiliencia.

Se debe tener presente que la coordinación y liderazgo en esta etapa es un aspecto crucial, ya que reunir y poner de acuerdo a actores que normalmente no trabajan de forma colaborativa es algo complejo, y en ocasiones puede ocurrir que las organizaciones no lleguen a un consenso, lo cual podría suspender el proyecto. Es por esto que, se sugiere partir las mesas de trabajo con propuestas que sean más simples, a modo de generar la confianza y ambiente necesarios para posteriormente mejorar los proyectos más complejos.

Puede ocurrir también que, posterior a las mesas de trabajo, existan actores que no quieran continuar con el proyecto ya que los posibles beneficios o sinergias de reciprocidad le pueden no parecer atractivas. En tales casos se recomienda no insistir en su continuidad, pero a la vez dejar la puerta abierta en caso de que en un futuro quiera reincorporarse o sumarse a nuevas iniciativas.

Finalmente, la coordinación de mesas de trabajo entre los actores de una propuesta o problemática puede dar pie a un sistema similar a los “ciclos de negocio” realizados en el Parque Industrial de Vreten. Esto es deseable ya que es un modelo que ha funcionado y permitiría que las empresas se reúnan periódicamente para discutir sobre oportunidades de mejora y abordar otras problemáticas existentes en el parque.

Reformulación y evaluación

Lo último consiste en formalizar las sinergias de reciprocidad, interacciones y compromisos generados en las mesas de trabajo mediante la reformulación de las propuestas de simbiosis industrial. Al igual que en la segunda etapa, se puede emplear la herramienta CANVAS para poder representar los principales elementos de una determinada propuesta de simbiosis.

Junto a lo anterior se deben medir nuevamente los impactos generados empleando los indicadores utilizados al evaluar la situación base, y a la vez evidenciar los beneficios asociados a las sinergias de reciprocidad, ya que esto contribuirá en la sostenibilidad del proyecto.

Se sugiere incluir en esta etapa un análisis de los mecanismos de financiamiento existentes para cada una de las propuestas, ya que como se vio en la sección 5.5 , existen diversos instrumentos, tanto públicos como privados, que permiten financiar el desarrollo de proyectos principalmente en materia de eficiencia energética y sustentabilidad ambiental.

Para finalizar, se recomienda incluir un plan de inversiones que permita capturar el beneficio asociado al desarrollo de todas las propuestas de solución a las problemáticas definidas en la metodología, fomentando el desarrollo de proyectos “Quick Wins” que sirvan para validar los beneficios asociados al trabajo colaborativo y fomenten la confianza entre los distintos actores involucrados.

Recomendaciones finales para la etapa de implementación

Como se menciona en la sección 5.6.2, el liderazgo en la coordinación y gestión en la etapa de implementación, así como el alineamiento de incentivos, son aspectos claves en la materialización de los proyectos. Es por esto que se sugiere en cualquier proyecto de simbiosis industrial la creación de una estructura institucional similar a una oficina de administración de proyectos, que se encargue de la intermediación entre los empresarios del parque y las empresas tercerizadas que se hagan cargo de las problemáticas. Además, esta área debería gestionar las mesas de trabajo necesarias para darle continuidad a la implementación de los proyectos de simbiosis.

Cabe mencionar el caso de la Asociación de Industriales de la Reina, que, sin poseer un área específica de proyectos, contrató a un consultor externo para la implementación y gestión de los proyectos que permitan cumplir los compromisos del Acuerdo de Producción Limpia que firmaron en 2017. Si bien esta medida es funcional para el contexto actual de AIR y su APL, se recomienda la creación de un área y cargo que permita abordar la formulación e implementación de proyectos que resuelvan problemáticas comunes entre los empresarios de una manera más sistemática y sostenida en el tiempo.

6 CONCLUSIONES

En el presente capítulo se busca destacar las principales conclusiones y recomendaciones del trabajo presentado a lo largo del informe, cuyo objetivo general consistió en proponer un modelo de simbiosis industrial para el Parque Industrial de la Reina, que permita identificar oportunidades de colaboración y sinergias en eficiencia energética y gestión de residuos.

El trabajo comenzó una revisión bibliográfica sobre ecología y simbiosis industrial, junto a un benchmarking de parques eco industriales pioneros en modelos de simbiosis, además de dos casos chilenos donde se identificaron oportunidades de colaboración reales entre empresas. Este estudio permitió concluir, en primer lugar, que existen numerosas experiencias internacionales con casos exitosos de colaboración considerando aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las empresas participantes son de gran tamaño, poseen personal capacitado y recursos financieros para materializar las inversiones requeridas.

Un segundo aspecto que pudo levantarse a partir de la revisión bibliográfica y benchmarking tiene relación con que las principales dificultades en estos modelos de colaboración no están del lado técnico ni económico ya que en general las oportunidades generan ventajas comparativas y sinergias, sino que se encuentran en los incentivos que tienen las empresas para participar. Esto pudo comprobarse en el trabajo con el Parque Industrial de la Reina, ya que aspectos como coordinación, cambios culturales y entregar residuos valorizables por un beneficio común, pueden ser barreras difíciles de superar.

La segunda etapa del trabajo tuvo relación con el levantamiento de información y análisis del metabolismo industrial del parque. Esta etapa permitió evidenciar que existe un desconocimiento de los compromisos asumidos por las empresas a través del Acuerdo de Producción Limpia, principalmente en los microempresarios del centro metalmecánico. Lo anterior, sumado a la ausencia de registros de información, principalmente en generación de residuos, permitió concluir la existencia de barreras de información e interés, como las señaladas en la revisión bibliográfica.

El análisis de la información a nivel agregado permitió reconocer que las cantidades de residuos generadas por las 24 empresas presentan oportunidades interesantes para valorizar y aprovechar los residuos de forma conjunta. Más aún, si se considera que el alcance del estudio considera aproximadamente un cuarto del total de empresas del parque, el potencial remanente es importante y representa una oportunidad, principalmente para HOPE.

Por el lado de los consumos energéticos a nivel agregado, se pudo concluir que la mayor parte proviene de los combustibles como el gas licuado y diésel. Si bien la mayor parte de este consumo proviene de una empresa que emplea hornos a gas, se debe tener presente al momento de considerar medidas de eficiencia energética ya que estas suelen enfocarse en la energía eléctrica.

A través del análisis individual y la distribución espacial de la información visualizada con ArcGis, se pudo evidenciar la heterogeneidad en la generación de residuos y consumos energéticos entre las empresas participantes, lo cual se tradujo en que una o un grupo pequeño de empresas fueran responsables de la generación de casi la totalidad de algunos residuos, similar a la Ley de Pareto, más conocida como “regla del 80/20”. Esta heterogeneidad en la generación, particularmente de residuos peligrosos, es un problema ya que las empresas que no generan residuos de este tipo podrían sentir que están subvencionando a las que sí generan.

Por otro lado, la distribución espacial de la información, el tipo y la calidad de esta, no permitió identificar oportunidades en los modelos tradicionales de simbiosis industrial, particularmente en la utilización de residuos de una empresa como materia prima de otra. Es posible que exista este tipo de relaciones entre las empresas del parque, principalmente por la amplia gama de rubros existentes, pero para su identificación se debería indagar más en los procesos productivos para reconocer en qué punto es posible intervenir y rescatar un residuo utilizable en otra empresa o bien en la misma. En línea con esto, la generación de mesas de trabajo entre empresarios podría permitir reconocer este tipo de relaciones, pero se piensa que el cambio cultural y codependencia necesaria en este tipo de interacciones podría dificultar el interés de las empresas para llevar a cabo los proyectos.

En relación con las propuestas de simbiosis para el Parque Industrial de la Reina, se pudo constatar que la formulación de proyectos conjuntos genera ahorros importantes para las empresas, principalmente por las economías de escala que es posible generar y ahorros en logística. En este sentido, la colaboración es una opción económicamente atractiva para el cumplimiento de los compromisos adquiridos por las empresas del parque, aunque se debe tener presente el alineamiento de los incentivos individuales y colectivos de las empresas.

La identificación y manejo de los incentivos individuales es un aspecto que en el presente trabajo se abordó de manera parcial, ya que no se pudo gestionar mesas de trabajo entre todos los actores participantes en una propuesta. Sin embargo, se enfatiza en la necesidad de abordar este tema a través de reuniones de trabajo que permitan, a través de la generación de sinergias de reciprocidad, cubrir y alinear los incentivos de cada una de las empresas participantes con los objetivos globales.

Con respecto a la propuesta de gestión conjunta de residuos, el Modelo I resultó ser el más atractivo en términos económicos, ambientales y sociales ya que no solo demuestra sustentabilidad económica, sino que la propuesta de valor asociada se cree atractiva como mensaje. El Parque Industrial de la Reina es uno de los más antiguos de Chile, y a través de la Asociación gremial que agrupa a sus empresarios, busca ser un ejemplo a nivel nacional en materia de innovación y sustentabilidad, por lo que apoyar el financiamiento de la gestión formal de residuos peligrosos a través de la valorización de los residuos reciclables y reutilizables es una propuesta en línea con los valores y misión de AIR, además de ser consecuente al contexto nacional y mundial en materia de responsabilidad ambiental.

A pesar de que el Modelo I fue la opción recomendada, se pudo concluir que el Modelo III de gestión de residuos es una opción muy factible ya que considera solo a las empresas generadoras de residuos peligrosos, todas las empresas se encuentran en una situación mejor con respecto al escenario base propuesto y los periodos de retorno de la inversión y ahorros asociados son atractivos en términos económicos.

En cuanto a la escalabilidad de la propuesta global de simbiosis industrial para el Parque Industrial de la Reina, se cree altamente recomendable difundir la propuesta y los beneficios colectivos asociados entre las otras empresas del parque. Como se mencionó previamente, existen poco más de 75 empresas que no se encuentran incluidas en este trabajo y su adhesión mejoraría considerablemente el desempeño económico de los proyectos, en particular el relativo a gestión de residuos, además de contribuir a la reducción de la huella ecológica del parque, así como en mejorar su imagen ambiental con los vecinos de La Reina, proveedores y clientes.

Con respecto a las opciones de financiamiento, se pudo constatar que existen varios mecanismos aplicables a los proyectos relacionados con eficiencia energética y generación a través de fuentes renovables, tanto privados como públicos. En el caso del proyecto de gestión de residuos, la oferta es bastante acotada y apunta al trabajo conjunto con la Municipalidad de la Reina. A pesar de que el desempeño económico de este último proyecto mejora considerablemente con financiamiento externo, la evaluación económica muestra que la propuesta es sostenible y económicamente atractiva sin apoyo externo en la inversión.

La propuesta metodológica para el diseño, formulación y evaluación de proyectos de simbiosis industrial buscó ser un resumen del trabajo presentado en el presente documento, considerando la revisión bibliográfica, experiencia internacional y aplicación en el Parque Industrial de la Reina. Tal como se discutió en la sección 5.6.3, se incorporaron varias etapas no que fueron abordadas en el presente trabajo, y que se consideraron necesarias debido a que la metodología seguida en el trabajo no fue suficiente para capturar y generar los incentivos necesarios para asegurar el interés en la materialización de las propuestas.

En línea con lo anterior, se pudo concluir que el aspecto más importante en la formulación de los proyectos de simbiosis industrial tiene relación con la interacción oportuna entre los principales actores de una determinada propuesta o problemática. Esta interacción, cuyo objetivo es generar el alineamiento necesario de los incentivos individuales a través de sinergias de reciprocidad y cooperación, puede generarse a través de las mesas de trabajo periódicas en las cuales se apunte a abordar las problemáticas y/o necesidades de forma colectiva, de manera similar a lo realizado en los “ciclos de negocio” de los empresarios del parque Vreten en Suecia.

De igual manera, la identificación y levantamiento de problemáticas es una etapa de gran relevancia en el trabajo posterior, ya que apuntar a resolver las problemáticas y/o necesidades correctas será clave para capturar el interés de las empresas o actores involucrados en cada propuesta, y a la vez será la base para alinear los incentivos individuales con los incentivos colectivos.

Con respecto a la implementación y materialización de los proyectos, se pudo concluir que es recomendable la creación de una estructura institucional similar a un área de administración de proyectos en la Asociación de Industriales de la Reina, que facilite la coordinación y gestione las mesas de trabajo necesarias para darle continuidad a los proyectos. Por un lado, esta área se encargaría de elaborar el plan de trabajo necesario para la implementación de la propuesta de simbiosis industrial, y por otro, permitiría continuar la identificación de problemáticas del parque y la elaboración de proyectos que permitan solucionarlos de manera colaborativa, sistemática y sostenida en el tiempo.

Sobre la replicabilidad de esta metodología en otros parques industriales, se considera que es altamente factible de aplicar ya que al menos las problemáticas encontradas en el Parque Industrial de la Reina son relativamente comunes y contemporáneas. Existe una tendencia mundial hacia la eficiencia energética, reciclaje, y responsabilidad ambiental, las cuales están afectando de manera positiva y/o negativa a las empresas, principalmente en materia de gestión de residuos.

En el caso de Chile, la ley REP y sus metas de recuperación están generando un cambio en los procesos productivos y culturales de muchas empresas, lo cual representa una oportunidad clara para aplicar simbiosis industrial en parques y modelos de gestión de residuos, como el propuesto en este trabajo. Lo anterior, sumado a la creciente presión económica que tienen los presupuestos municipales para gestionar los residuos de cada comuna, sugieren que las propuestas viables de

gestión de residuos, que ayuden a reducir la cantidad y tipo de residuos que llega a los vertederos y rellenos sanitarios municipales, pueden ser apoyadas financieramente por las municipalidades, por ejemplo, a través del Fondo para el Reciclaje mencionado anteriormente.

Una vez identificadas las problemáticas y/o necesidades correctas, la aplicación de la metodología propuesta, con énfasis en las mesas de trabajo entre principales actores para generar y alinear incentivos, debería converger en soluciones sinérgicas que sean viables económica y técnicamente. Lo importante es que el proceso sea gradual, identificando oportunidades “quick wins” que evidencien los beneficios de la colaboración y permitan generar confianza entre los actores para seguir coordinando acciones y resolver problemáticas comunes.

Finalmente, se pudo concluir que la simbiosis industrial es una herramienta de la ecología industrial que es factible de implementar en parques industriales con heterogeneidad de rubros y tamaño de empresas, ya que es posible encontrar oportunidades de colaboración de menor escala, que generan sinergias que se traducen en beneficios económicos para las empresas y actores participantes, y que permiten ser una opción atractiva para abordar problemáticas y/o necesidades actuales.

7 BIBLIOGRAFÍA

- ACEE. (30 de Mayo de 2018). *Agencia de Eficiencia Energética*. Obtenido de <https://www.acee.cl/credito-eficiencia-energetica-y-energia-renovable-no-convencional/>
- Albino, F. &. (2015). The Industrial Symbiosis approach: a classification of business models. *ResearchGate*.
- Ambiente, M. d. (2018). *Fondo para el reciclaje*. Obtenido de <http://fondoreciclaje.mma.gob.cl/>
- ANESCO. (30 de Mayo de 2018). *Asociación Nacional de Empresas de Eficiencia Energética*. Obtenido de <http://www.anescochile.cl/esco/>
- Asociación de Industriales de la Reina A.G.* (Noviembre de 2017). Obtenido de <http://www.air.cl/our-team/>
- BID. (2008). *Desarrollo sostenible: medio ambiente, cambio climático y energía. Oportunidades para el diálogo y la cooperación entre la Unión Europea y América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Carrillo, G., Constantino, R., & Roldán, A. (2010). *Incentivos de la política ambiental para ecología industrial en México*.
- Castro, M. (2016). *AIR Diagnóstico APL*.
- Centro de Energía*. (Noviembre de 2017). Obtenido de <http://centroenergia.cl/es/quienes-somos/>
- CEPAL. (2014). *Innovación sustentable: espacios para mejorar la competitividad de las pymes argentinas*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Cervantes, G. (2007). *Ecología Industrial: innovación y desarrollo sostenible en sistemas industriales*. Sostenibilidad, tecnología y humanismo.
- Cervantes, G. (2009). *Ecología Industrial y desarrollo sustentable*. *ResarchGate*.
- Chertow, M. (2007). Uncovering Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*.
- Chile, U. d. (2018). *Explorador Solar*.
- Consejo Nacional de Producción Limpia*. (Noviembre de 2017). Obtenido de [http://www.cpl.cl/Acuerdos\(APL\)/](http://www.cpl.cl/Acuerdos(APL)/)
- Energyst. (30 de Mayo de 2018). *Energyst*. Obtenido de <https://www.energyst.com/es/noticias/contrato-de-compraventa-de-energia/>
- Kalundborg Symbiosis*. (Noviembre de 2017). Obtenido de <http://www.symbiosis.dk/en/>
- Lambert, A. (2002). Eco-industrial parks : stimulating sustainable development in mixed industrial parks. *Technovation*, 471-484.
- MayoristaLED. (2018). Obtenido de <https://mayoristaled.cl/>

- McKinsey & Company. (July de 2015). *Mckinsey*. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/how-companies-can-adapt-to-climate-change>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2015). *Ministerio del Medio Ambiente. Chile*. Recuperado el Agosto de 2015, de Ley para el reciclaje: <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-propertyvalue-16542.html>
- Mirata, M. (2004). Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: Determinant and coordinantion challenges. *Journal of Cleaner Production*, 967-983.
- MMA. (2018). *Fondo para el reciclaje*. Obtenido de <http://fondoreciclaje.mma.gob.cl/>
- OECD. (2012). *THE FUTURE OF ECO-INNOVATION: The Role of Business Models in Green Transformation*. Langelinie Allé 17, Copenhagen, Denmark: Danish Business Authority.
- PVinsights*. (18 de Mayo de 2018). Obtenido de <http://pvinsights.com/ES/>
- RedGenera. (2018).
- TerraLink. (2018).
- Tudor, T., Adam, E., & Bates, M. (2007). Drivers and limitations for the successful development and functioning of EIPs (eco-industrial parks): A literature review. *ELSEVIER*, 199-207.

8 ANEXOS

8.1 ANEXOS CAPÍTULO 1

8.1.1 ANEXO A: ORGANIGRAMA CENTRO DE ENERGÍA

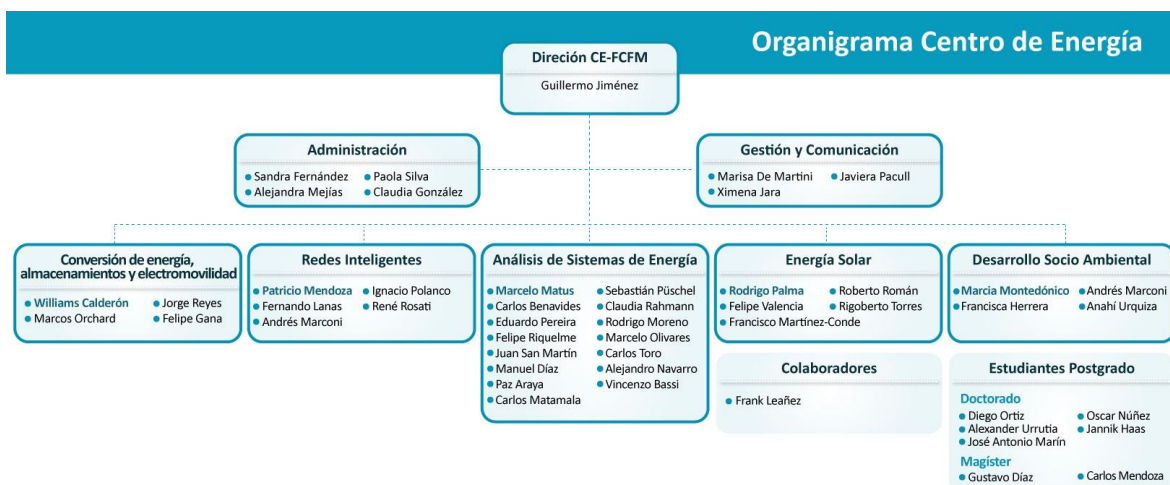


Ilustración 8-1 Organigrama Centro de Energía de la Universidad de Chile (Fuente: (Centro de Energía, 2017))

8.1.2 ANEXO B: LISTADO DE EMPRESAS PARTICIPANTES Y RUBROS

Tabla 8-1: Lista de empresas entrevistadas

Número	Empresa	Rubro o Actividad Económica
1	Taller LUIS JELDRE	Taller metalmecánico
2	Taller JORGE CABALLERO	Taller de fabricación de muebles
3	Taller LUIS A. FUENTES	Taller metalmecánico
4	FLOWCONTROL	Taller metalmecánico
5	Taller JORGE CABALLERO	Taller metalmecánico
6	Taller SEGUNDO MUÑOZ	Taller metalmecánico
7	Taller HUGO VELIZ	Taller metalmecánico
8	Taller MAURICIO PEREZ	Taller metalmecánico
9	Taller MIGUEL TORRES	Taller metalmecánico
10	Comercial V Y A Ltda.	Importación de artículos para mascotas
11	Biogram S. A.	Elaboración de fertilizantes agrícolas
12	Comercial Vicuña S. A.	Materiales de construcción
13	Automotriz Noack	Servicio técnico automotriz
14	Talleres C.Diez	Taller de desabolladura y pintura
15	Calzados Beba	Importadora y comercializadora de calzado
16	Serv. De Impresión Laser	Servicio de impresión laser
17	Anilinas Montblanc	Colorantes textiles
18	Difem	Fábrica de productos de limpieza y desinfección
19	Gran Pavesi	Elaboradora de masas dulces horneadas
20	Refricentro S. A.	Fabricación de estructuras y equipos de frio

21	Alimentos Zenzero Ltda.	Fábrica de helados
22	Club Ossandón	Centro deportivo
23	RVL	Servicio técnico automotriz
24	MullerStoiber	Fábrica de muebles

8.2 ANEXOS CAPÍTULO 4

8.2.1 ANEXO C: FORMATO ENTREVISTA PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre Empresa				
Nombre Persona de Contacto				
Teléfono				
Email				
Razón Social				
Rut				
Dirección				
Comuna				
Teléfono Empresa				
Antigüedad				
Rubro o Actividad Económica				
Nivel de Ventas está entre	800 y 2.400 UF	2.401 y 25.000 UF	25.001 y 100.000 UF	Mayor a 100.001 UF

Número de Inmuebles			
Establecimiento industrial	1	2	3
Identificación del Inmueble			
Latitud (gg° mm' ss)			
Longitud (gg° mm' ss)			
Antigüedad (años)			
Superficie Construida (m2)			
Existe Terreno Disponible (m2)			
¿Posee planos de la estructura?			

PRODUCTOS O SERVICIOS FINALES DE LA EMPRESA

Mencione los principales productos que fabrica su empresa.

Productos Finales	Cantidad por mes m3 o ton	Precio venta unidad

INSUMOS

Mencione los principales insumos materiales que requiere su empresa.

Tipo de Insumo	Cantidad mensual (m3 o ton)	Nombre Proveedor	Frecuencia de compra	Costo unitario (\$)

RESIDUOS NO PELIGROSOS

Residuo o mezcla de residuos que no presentan ninguna característica de peligrosidad y genera o puede generar alguna reacción física, química y/o biológica. Se adjunta en anexos una descripción básica y ejemplos de cada tipo de residuo no peligroso.

Mencione los principales residuos no peligrosos que genera su empresa:

Tipo de residuo	Cantidad mes (m3 o ton)	Frecuencia de retiro	Costo estimado en gestión	Área generadora	Nombre Relleno o Vertedero
Restos orgánicos					
Papel					
Cartón					
Plásticos					
Latas					
Madera					
Vidrio					
Envases de plaguicidas con triple lavado					
Lodos					
Residuos de construcción					
Neumáticos					
Metal					
Otro (_____)					
Otro (_____)					

¿Qué empresa gestiona los residuos?

¿Dispone de planta de tratamiento?

RESIDUOS PELIGROSOS

Residuo o mezcla de residuos que presenta un riesgo para la salud humana y/o al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar alguna

característica de peligrosidad. Se adjunta en anexos una descripción básica y ejemplos de cada tipo de residuo peligroso.

Mencione los principales residuos peligrosos que genera su empresa

Tipo de residuo	Cantidad mes (m3 o ton)	Frecuencia de retiro	Costo estimado de gestión	Área generadora	Nombre Relleno o Vertedero
Aceites y lubricantes					
Residuos de Mantenimiento (huaipes)					
Envases de Productos Peligrosos					
Elementos de Protección Personal en Desuso					
Tubos o Ampolletas Fluorescentes (kg)					
Chatarra electrónica					
Pilas/Baterías					
Cartuchos de Tinta					
Otro (_____)					
Otro (_____)					
Otro (_____)					
Otro (_____)					
Otro (_____)					
Otro (_____)					

¿Registra sus residuos en sistema SIDREP?

¿Qué empresa gestiona los residuos?

¿Dispone de planta de tratamiento?

CONSUMOS DE AGUA

Mencione los principales puntos de consumo de agua y su estimación mensual

Punto de Consumo	Consumo mensual en m3

¿Qué requerimientos de concentración y temperatura tienen las aguas utilizadas en su empresa?

¿Tiene identificado los componentes que se emiten en sus aguas residuales y sus concentraciones? Nómbralos.

¿Las aguas residuales a que temperatura se emiten?

ENERGÍA

Mencione el consumo eléctrico aproximado por mes. De ser posible, adjunte boletas de consumo de los últimos 12 meses.

Demanda eléctrica mensual promedio [kWh]	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre

Complete las siguientes casillas para caracterizar su servicio eléctrico.

Tipo de tarifa eléctrica	
Tipo de conexión	
Tarifa (\$/kWh)	
Potencia Instalada (kVA)	
Compañía con la que posee contrato	
Posee generador Diesel (Mencionar Potencia)	
Uso del generador	

Complete la siguiente información relativa a los principales usos de su consumo eléctrico.

Usos de energía eléctrica	Potencia Total (kW)	Porcentaje de potencia total	Horario de uso	Comentarios
Iluminación				
Refrigeración				
Máquinas de trabajo				
Motores				
Aire acondicionado				
Calefacción Eléctrica				
Otros				
Otros				
Otros				
Otros				

Complete la siguiente información relativa a los combustibles empleados en su empresa, según corresponda.

Tipo de energía combustible	Cantidad mensual	Punto de consumo 1	Punto de consumo 2
Petróleo (m3)			
Carbón (ton)			
Gas Natural (m3)			
Madera (m3 o ton)			
Bencina (m3)			
Gas licuado (m3)			
Otro			
Otro			

Complete la siguiente información relativa a los usos térmicos de la energía consumida en su empresa.

Consumos térmicos	Cantidad mes [kWh]	Porcentaje consumo total estimado
Agua Caliente		
Vapor Alta Presión		
Vapor Baja Presión		
Horno Alta Presión		
Horno Baja Presión		
Otros		
Otros		

8.2.2 ANEXO D: DESCRIPCIÓN DE LAS EMPRESAS ENTREVISTADAS DEL PARQUE INDUSTRIAL DE LA REINA

8.2.2.1 REFRICENTRO SA

Refricentro SA es una empresa cuyo rubro es la fabricación de estructuras y equipos de frío. Es clasificada por el Ministerio de Economía como una empresa grande según su nivel de ingresos anuales, y posee 2 fábricas en Santiago, la principal se encuentra en Pudahuel y tienen una planta de menor tamaño en el Parque Industrial de la Reina, sobre la cual se levantó la información del presente documento.

La empresa tiene 3 líneas de negocio principales: refrigeración industrial, en donde se fabrica una amplia gama de productos y equipos de frío; puertas industriales, con puertas y equipamiento para andenes de carga para distintos rubros; y paneles aislantes, en donde se utilizan paneles isotérmicos para refrigeración industrial y comercial. Cabe mencionar que la mayoría de los productos se fabrican en la planta de Pudahuel, y solo se realizan servicios y fabricación de piezas puntuales en la planta ubicada en La Reina.

8.2.2.2 RVL

RVL automotriz es una empresa cuya actividad económica es la venta y reparación de automóviles. Es clasificada por el Ministerio de Economía como empresa pequeña y posee dos locales en el Parque Industrial de La Reina. El local entrevistado corresponde al ubicado en Los Tejedores 71.

Los servicios ofrecidos por la empresa son 3 principalmente: desabolladuras, pintura de vehículos y mecánica automotriz en general. Existe mucha variabilidad en la cantidad de servicios demandados mensualmente, aunque se puede aproximar en 120, tanto para desabolladuras como pinturas y servicios de mecánica. Además, existe un aumento en la demanda entre los meses de octubre y febrero, aunque en los últimos años se ha observado una tendencia a la baja.

8.2.2.3 TALLER CRISTIAN DIEZ

Talleres Cristian Diez es un taller de desabolladura y pintura de vehículos, especializado en autos de alta gama. Según su nivel de ingresos, el Ministerio de Economía clasifica a la empresa como mediana. Posee un local en el Parque Industrial de la Reina, ubicado en Los Ceramistas 8550.

Los principales servicios ofrecidos son desabolladura y pintura de vehículos, reparaciones de vehículos y piezas de aluminio, y restauración y personalización de llantas. En promedio, mensualmente se realizan 100 desabolladuras de vehículos, se reparan 300 piezas y se restauran 90 llantas. No existe una estacionalidad anual que sea significativa.

8.2.2.4 NOACK

Noack automotriz es una empresa de servicio técnico automotriz especializada en servicios post venta. Según su nivel de ingresos, la empresa es clasificada como pequeña según el Ministerio de Economía. La empresa posee dos locales en Santiago, uno de ellos ubicado en Los Herreros 8828, dentro del Parque Industrial de La Reina.

Los principales servicios ofrecidos por la empresa desabolladura y pintura de vehículos, venta de repuestos y mecánica en general. En promedio, se realizan 250 servicios de desabolladura y pintura al mes, existiendo un aumento en la demanda entre los meses de diciembre y febrero.

8.2.2.5 DIFEM

Difem laboratorios es una empresa especializada en el desarrollo, producción y fabricación de productos de limpieza y desinfección. Por su nivel de ingresos, es una empresa clasificada como grande según el Ministerio de Economía. Posee 3 inmuebles dentro del Parque Industrial de La Reina, ubicados de forma adyacente, y que corresponden a administración, la planta de plásticos y la planta de productos fármacos.

La empresa posee tres áreas de negocio dentro de la fabricación de productos fármacos: productos de higiene y desinfección para área médica (hospitales, clínicas y farmacias); productos de higiene y desinfección para área industrial (agroindustria, acuicultura y alimentos); y productos de higiene y desinfección para consumo masivo (supermercados, almacenes, etc). Además, una de sus plantas fabrica los recipientes plásticos que utilizan para envasar sus productos.

8.2.2.6 CALZADOS BEBA

Calzados Beba es una empresa cuya actividad económica es la importación y comercialización de calzado. Según el nivel de ingresos de la empresa, esta es clasificada como mediana según el Ministerio de Economía. Posee varios locales de venta en Santiago y regiones, y un centro de distribución en el Parque Industrial de La Reina.

La empresa importa y comercializa productos de calzados, entre los que destacan zapatillas, calcetines, sandalias, botas, pantuflas, mocasines y accesorios de calzados. En 2016, la empresa vendió 3.2 millones de unidades, considerando todas sus líneas de productos. Entre los meses de septiembre y diciembre aumenta la demanda de productos.

8.2.2.7 TALLER SERGIO PEREZ

El taller Sergio Pérez es un taller de cuya actividad económica es la fabricación de muebles de línea plana. Por su nivel de ingresos, la empresa se encuentra clasificada como micro-empresa, según la clasificación del Ministerio de Economía. Es una de las 9 empresas del centro metalmeccánico ubicado en Av. Jorge Alessandri 180, utilizando el local número 1.

Si bien el taller fabrica muebles de línea plana, se especializa en muebles de cocina, fabricando cerca de 3 cocinas en el año. El dueño de la empresa también realiza servicios de construcción en general fuera del Parque Industrial de la Reina, por lo que suele trabajar de forma parcial en el taller. No existe una estacionalidad significativa en la fabricación de muebles.

8.2.2.8 TALLER MIGUEL TORRES

El taller de Miguel Torres es un local arrendado por el señor Luis Roa, cuya actividad económica es la fabricación e instalación de ductos de aire. Luis Roa le presta servicios a la empresa ALMA CALEFACCIÓN, que le paga por proyecto y se encarga del abastecimiento de materiales. El taller a cargo de Luis Roa es clasificado como micro empresa, y es uno de los 9 talleres ubicados en el centro metalmeccánico ubicado en Av. Jorge Alessandri 180.

El taller se utiliza exclusivamente para la fabricación de los ductos encargados por ALMA CALEFACCIÓN a Luis Roa, con un estimado promedio de 500 kg mensuales de ductos. La demanda de ductos tiende a disminuir en los meses de verano.

8.2.2.9 TALLER JORGE CABALLERO

El taller Jorge Caballero es una empresa cuya actividad económica es la fabricación de muebles artesanales. Según la clasificación del Ministerio de Economía, el taller califica como microempresa. Es una de los 9 talleres del centro metalmeccánico ubicado en Av. Jorge Alessandri 180, y se compone de dos locales aledaños, uno perteneciente al señor Jorge Caballero Canelo y el segundo perteneciente al señor Jorge Caballero Astudillo.

Dentro de la fabricación de muebles artesanales, el taller se especializa en mueblería de línea plana, principalmente escritorios y cocinas. También se fabrican muebles con madera nativa. Se menciona además que existe un aumento significativo en la demanda en los meses de abril y diciembre.

8.2.2.10 TALLER ORLANDO QUEZADA

El taller de Orlando Quezada es una empresa cuya actividad económica es el revestimiento de superficies sólidas. Se clasifica como una micro empresa y utiliza un local dentro del centro metalmeccánico ubicado en Av. Jorge Alessandri 180.

Los principales productos fabricados son cubiertas de lavamanos, cubiertas de lavaplatos y recepciones, cuyas cantidades estimadas mensuales promedio son 8, 5 y 2 respectivamente. Existe además un aumento estacional de la demanda, principalmente entre los meses de noviembre y febrero.

8.2.2.11 FLOW CONTROL

Flow Control es una empresa cuya actividad económica es la instrumentación y automatización de procesos industriales. Es una empresa clasificada como mediana según el Ministerio de Economía, y arrienda el local de Luis Jeldres en el centro metalmeccánico ubicado en Av. Jorge Alessandri 180.

La empresa tiene dos líneas de negocio principales, que corresponden a válvulas de control de flujo e instrumentación de campo. Los productos son importados desde EEUU, China, España y Corea

del Sur, y los principales clientes son la industria minera y de celulosa. La demanda es muy variable, y en los últimos años se ha manifestado una tendencia a la baja.

Cabe destacar que la empresa importa y despacha inmediatamente, por lo que no requiere de una bodega para el almacenamiento de productos, ni tampoco se generan sub-productos que remanezcan en las instalaciones de la empresa.

8.2.2.12 TALLER HUGO VÉLIZ

El taller de Hugo Véliz es una empresa cuya actividad económica es la fabricación de estructuras metálicas. Se encuentra calificada como micro empresa según el nivel de ventas anuales, y ocupa un local dentro del centro metalmecánico ubicado en Av. Jorge Alessandri 180.

Los principales productos fabricados en el taller son tapas de calzadas telefónicas y postes metálicos, promediando las 50 unidades mensuales para cada producto. La demanda suele ser pareja a lo largo del año, y suele trabajar con una empresa que le solicita productos de forma periódica.

8.2.2.13 TALLER LÁZARO MUÑOZ

El taller de Lázaro Muñoz es conocido como taller mecánico “El Chepa”, y su actividad económica es mecánica y venta de repuestos. Según su nivel de ventas, el taller se clasifica como micro empresa, y utiliza un local dentro del centro metalmecánico ubicado en Av. Jorge Alessandri 180.

Los principales servicios ofrecidos por el taller son vulcanización, mecánica general, cambio de neumáticos y reparación de tubos de escape. Se suelen realizar mensualmente alrededor de 30 servicios de vulcanización y 20 de mecánica. La demanda es pareja a lo largo del año.

8.2.2.14 TALLER LUIS FUENTES

El taller de Luis Fuentes es una empresa cuya actividad económica es la metalmecánica en general. Su nivel de ventas anual la clasifica como una pequeña empresa, según el criterio del Ministerio de Economía. Tiene 2 locales unidos en el centro metalmecánico ubicado en Av. Jorge Alessandri 180.

Los principales servicios ofrecidos por la empresa son fabricación de piezas de máquinas, soldadura y mecánica general. Cabe destacar que han alcanzado un gran desarrollo en sus productos, pasando de fabricación de piezas hasta la construcción completa de algunas máquinas. No hay estacionalidad en la demanda de servicios, y la cantidad anual es muy variable, ya que depende del tipo de proyecto y su dificultad.

8.2.2.15 MONT BLANC

Anilinas MontBlanc es una empresa cuya actividad económica es la importación y envasado de colorantes textiles, además del desarrollo de colorantes para la industria textil. Por su nivel de ventas, la empresa califica como mediana según el criterio del Ministerio de Economía.

La empresa posee tres líneas principales de negocio: el área tradicional, la cual se encarga de la comercialización de las anilinas y su distribución en Chile; y el área industrial, en la cual se fabrican colorantes y productos de teñido en un laboratorio, según las necesidades del cliente; también se ofrece un servicio de tintorería artesanal para particulares y/o empresas.

8.2.2.16 ALIMENTOS ZENZERO

Alimentos Zenzero es una empresa cuya actividad económica es la fabricación y distribución de helados orgánicos. Según su nivel de ventas anual, la empresa califica como mediana según el

criterio del Ministerio de Economía. Posee varios locales de venta en Santiago, y su planta de producción se encuentra en el Parque Industrial de la Reina.

La empresa posee varias líneas de productos, entre las que destacan las líneas tradicionales de helados de leche y agua, y las líneas “healthy” como risso (en base a arroz), zero ultra (veganos), super food (con probióticos) y proteicos. La planta tiene una capacidad de 23 mil litros mensuales, cuya producción es 70% de líneas tradicionales y 30% de líneas “healthy”. Además, existe un aumento significativo de demanda entre los meses de septiembre y marzo.

8.2.2.17 COMERCIAL VyA

Comercial VyA limitada es una empresa cuya actividad económica es la importación y distribución de alimentos y productos para mascotas. Según su nivel de ventas anual, la empresa califica como una mediana empresa, según el criterio del Ministerio de Economía.

Las principales líneas de negocio de la empresa son productos para gato (alimento, juguetes y arena) y productos para perro (alimentos y juguetes). El 91% de los productos que distribuyen corresponden a la línea orientada a perros, que equivalen a cerca de 270 toneladas de alimento mensual. La demanda de productos suele ser pareja durante el año.

8.2.2.18 LASER

Servicios de Impresión Laser S.A. es una empresa cuya actividad económica es la imprenta y encuadernación. Por su nivel de ventas anuales la empresa califica como mediana según el criterio del Ministerio de Economía.

La empresa posee 6 líneas de negocio principales, las cuales son folletería, cuadernos, papelería, revistas, carpetas y libros, siendo folletería y papelería los principales en cuanto a volumen de impresiones. Además, existe una estacionalidad en el negocio, caracterizándose por un aumento en la demanda entre noviembre y diciembre, así como una disminución en febrero.

8.2.2.19 BIOGRAM

Productos e Insumos Biotecnológicos S.A. (BIOGRAM) es una empresa cuya actividad económica es la elaboración de productos para la agricultura, principalmente fertilizantes. Según su nivel de ventas anual, la empresa califica como mediana en base al criterio del Ministerio de Economía.

Existen 10 líneas de productos principales en la empresa, entre las que destacan los fertilizantes foliares, bioestimulantes, acondicionadores de suelo e inductores de defensa. Los productos anteriores se fabrican en una planta industrial o un laboratorio, ambos ubicados en Los Canteros 8534. La demanda es relativamente variable en el año, siendo los meses entre septiembre y noviembre los que concentran la mayor producción industrial.

8.2.2.20 CLUB OSSANDON

El club Ossandón es un centro deportivo que se ubica en las instalaciones del Club de Tenis Tobalaba. Por su nivel de ventas anual, el club califica como una empresa pequeña según el criterio del Ministerio de Economía.

El club tiene 6 líneas de negocio, las cuales son tenis, gimnasio, “biomachine”, “new fit”, “cross fit” y muro. La mayor cantidad de clientes se encuentran asociados a las áreas de tenis y gimnasio, y el negocio presentan cierta estacionalidad, cuya temporada alta corresponde a los meses entre septiembre y noviembre.

8.2.2.21 GRAN PAVESI

Gran Pavesi Alimentos Ltda es una empresa cuya actividad económica es la fabricación de masas dulces horneadas. Por su facturación anual, la empresa califica como grande según el criterio del Ministerio de Economía.

La empresa tiene 6 líneas de productos principales las cuales son masas de merengues, bizcochos, hojarascas, bases, panqueques y galletas, produciendo mensualmente 1785 toneladas de productos en promedio. La empresa presenta dos temporadas altas de demanda, siendo la primera entre abril y mayo, y la segunda entre noviembre y diciembre. El resto del año la producción es pareja.

8.2.2.22 VICUÑA

Vicuña SA es una empresa cuya actividad económica es la fabricación de piezas para carpintería y construcción. Según su nivel de ventas anual, la empresa califica como mediana empresa según el criterio del Ministerio de Economía.

Las principales líneas de negocio de la empresa son puertas, marcos y molduras. En promedio, el año 2017 se han fabricado mensualmente 900 puertas y 600 marcos. Cabe destacar que la mayoría de los productos fabricados por la empresa son hechos a pedido del cliente, por lo que existe una gran variabilidad tanto en la demanda como en el tipo de puertas, marcos y molduras que se fabrican. Además, suele haber un aumento en la demanda de productos entre noviembre y febrero.

8.2.2.23 INPOVAR

IMPOVAR SA es una empresa cuya actividad económica es la importación y comercialización de productos para construcción. Según su nivel de ventas anual, la empresa califica como grande según el criterio del Ministerio de Economía.

Las principales líneas de negocio que ofrece la empresa corresponden a productos en cobre, bronce, PVC y PPR, entre los cuales se encuentran planchas, cañerías, filtros, platinas y tuberías. No se posee más información de la empresa ya que entregó la información de forma parcial.

8.2.2.24 MULLERSTOIBER

MULLERSTOIBER es una empresa cuya actividad económica es la fabricación de muebles de línea plana. Según su nivel de ventas anual, la empresa califica como pequeña según el criterio del Ministerio de Economía.

Las principales líneas de negocio de la empresa son muebles de baño, cocina, closet y muebles para clínicas de salud. Existe una pequeña estacionalidad entre los meses de noviembre y febrero, en donde la demanda aumenta. No se dispone de más información ya que la empresa entregó la información de manera parcial.

8.2.3 ANEXO E: DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL METABOLISMO INDUSTRIAL DEL PARQUE A NIVEL INDIVIDUAL.

La presente sección muestra los valores mensuales de los diversos flujos de residuos (en kg), energía (en kWh) y agua (en m³) para cada una de las empresas entrevistadas. Se muestra en cada subsección una ilustración que refleja de forma relativa cada una de las cantidades mencionadas, y se adjunta en anexos las tablas con los valores respectivos.

8.2.3.1 RESIDUOS

8.2.3.1.1 Cartón

La Ilustración 8-2 muestra espacialmente los puntos de generación de residuos de cartón en el parque. Los principales son BEBA con 5 toneladas⁶, GRAN PAVESI con 1.3 toneladas y DIFEM con 1.1 toneladas. El cartón presente corresponde principalmente a cajas de zapato y a cajas de embalaje (cartón corrugado).



Ilustración 8-2: Distribución residuos de cartón (Fuente: Elaboración propia).

⁶ Se excluye de la imagen la empresa BEBA, ya que proporcionalmente es mucho mayor a las otras empresas.

8.2.3.1.2 *Residuos de madera*

La Ilustración 8-3 muestra los puntos de generación de residuos de madera en el parque. Los principales son VICUÑA (3,750 kg), MULLERSTOIBER (1,210 kg) y BIOGRAM (400 kg), mientras que las empresas restantes generan 614 kg aproximadamente. Cabe destacar que en la parte inferior de la ilustración se observa un sector con alta generación de madera.

Los residuos de madera presentes corresponden principalmente a despuntes de madera, aserrín, viruta y pallets. Cabe destacar que los residuos de madera generados corresponden a maderas de muchas variedades y algunas veces contienen MDF. Los pallets normalmente se reutilizan y solo se botan cuando están rotos.

Se puede agregar que la empresa que más genera residuos de madera dispone de un contenedor para almacenaje temporal, el cual es retirado entre 2 a 3 veces por mes. El resto suele botar sus residuos al camión de la basura o bien, en el caso de los pallets, entregárselos a recolectores informales⁷.

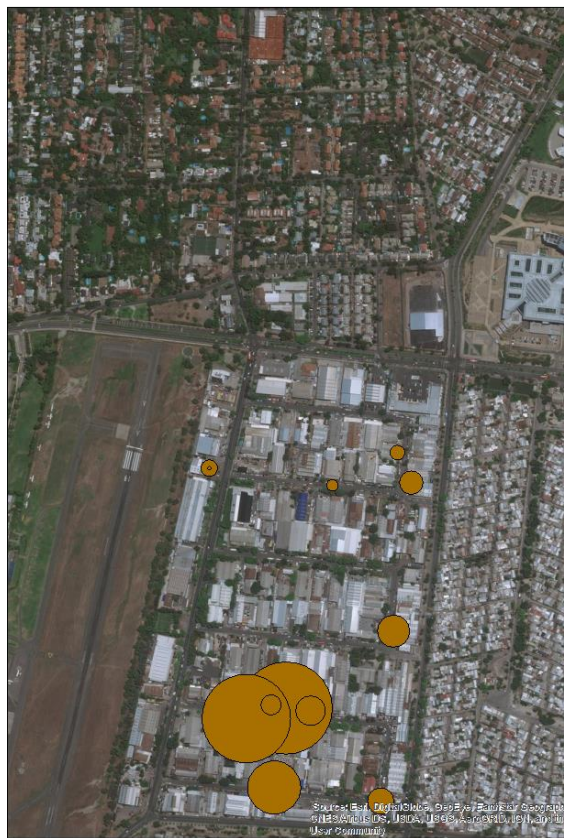


Ilustración 8-3: Distribución residuos de madera (Fuente: Elaboración propia).

⁷ Con la implementación de la ley REP, los recicladores actualmente informales pasaran a ser reconocidos como recicladores base.

8.2.3.1.3 Plásticos

La Ilustración 8-4 muestra los puntos de generación de plásticos como residuos. Los principales son DIFEM (10,000 kg), BEBA (2,333 kg) y GRAN PAVESI (170 kg). Las empresas restantes suman 345 kg.

En relación con los tipos de plástico, DIFEM genera principalmente envases de algunos productos con químicos, BEBA bolsas de plástico que se las lleva el cliente junto a film de embalaje. El resto corresponde a film de embalaje y plásticos tipo PET y HDPE principalmente.

Las empresas con mayor generación en general disponen de una empresa formal que se hace cargo de los plásticos residuales. Por ser cantidades menores, en los otros casos se suelen botar a la basura.

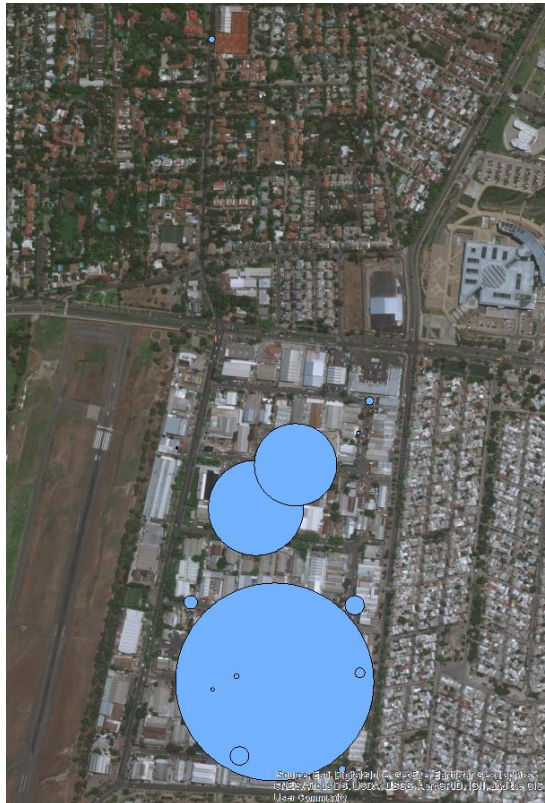


Ilustración 8-4: Distribución residuos plásticos (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.1.4 *Papel*

La Ilustración 8-5 muestra la distribución espacial de los puntos de generación de residuos de papel. Los principales son LASER (4,750 kg), DIFEM (200 kg) y TALLER CRISTIAN DIEZ (100 kg). El resto de las empresas genera 180 kg mensualmente. Cabe destacar que LASER es una empresa que ofrece servicios de impresión, lo cual explica la magnitud del papel como residuo.

Entre los tipos de papel, se encuentra principalmente papel de impresión resultante en las oficinas, folletos y en el caso del TALLER CRISTIAN DIEZ, se genera papel absorbente el cual se utiliza para limpiar vehículos.

Con respecto a la gestión de estos residuos, la mayoría regala el papel de oficina a la fundación San José, LASER lo valoriza a través de la empresa RECUPAC y el resto se dispone en el servicio de aseo municipal.

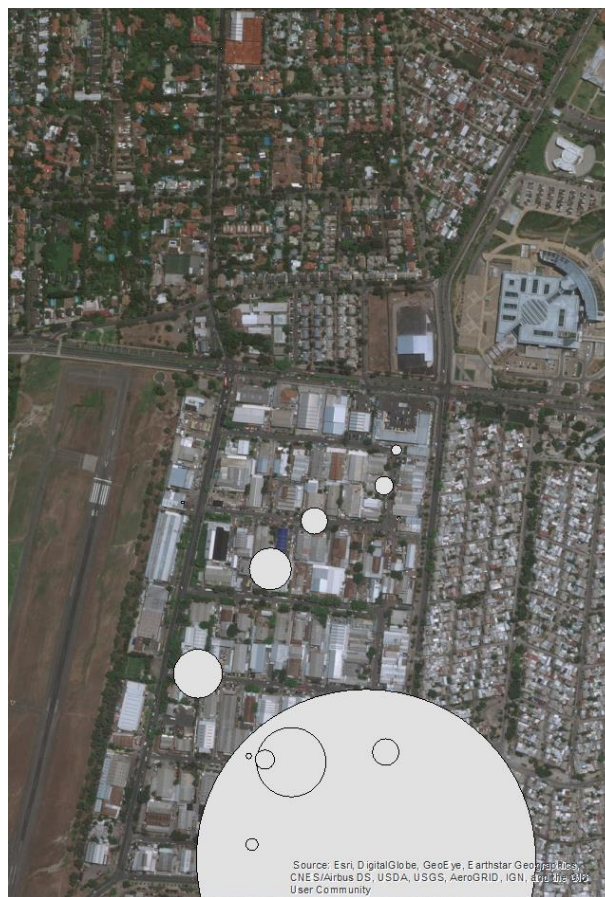


Ilustración 8-5: Distribución residuos de papel (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.1.5 *Neumáticos*

La Ilustración 8-6 muestra espacialmente los puntos de generación de neumáticos como residuo. Los generadores son TALLER LÁZARO MUÑOZ (120 kg), TALLER CRISTIAN DIEZ (65 kg), RVL (26 kg) y GRAN PAVESI (20 kg). Cabe destacar que existen otras empresas que trabajan con camiones y que actualmente dejan los neumáticos en los talleres donde realizan la mantención de su flota.

Los neumáticos que se generan, en el caso de los talleres, corresponden a neumáticos de sus clientes, los cuales presentan daños graves o bien desgaste. En el caso de GRAN PAVESI, los neumáticos residuales son de su flota de camiones.

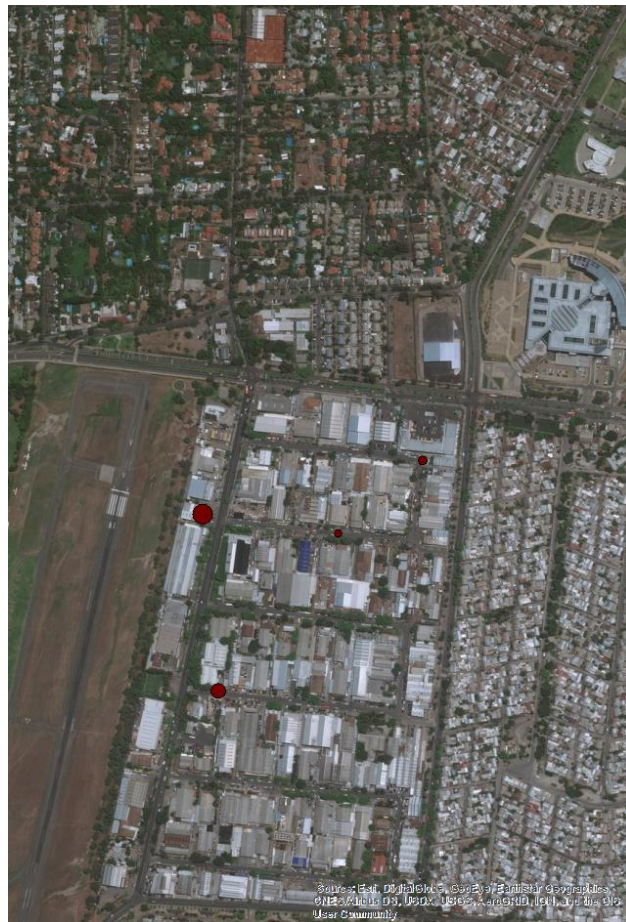


Ilustración 8-6: Distribución residuos neumáticos (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.1.6 *Residuos metálicos*

La Ilustración 8-7 muestra la distribución espacial de los puntos de generación de residuos metálicos. Los principales puntos son REFRICENTRO (600 kg), TALLER CRISTIAN DIEZ (500 kg) y NOACK (300 kg). El resto de las empresas suma cerca de 530 kg mensuales.

Los residuos metálicos generados corresponden principalmente a despuntes de acero, piezas de aluminio y algunas “latas” de piezas de automóviles que se encuentran en los talleres automotrices.

En general existe valorización informal de estos residuos. En algunos casos se venden a recolectores base, y en otros se llevan a talleres particulares que comprar chatarra y luego la comercializan con la empresa GERDAU. Solo un taller elimina viruta de acero en el camión de aseo municipal.

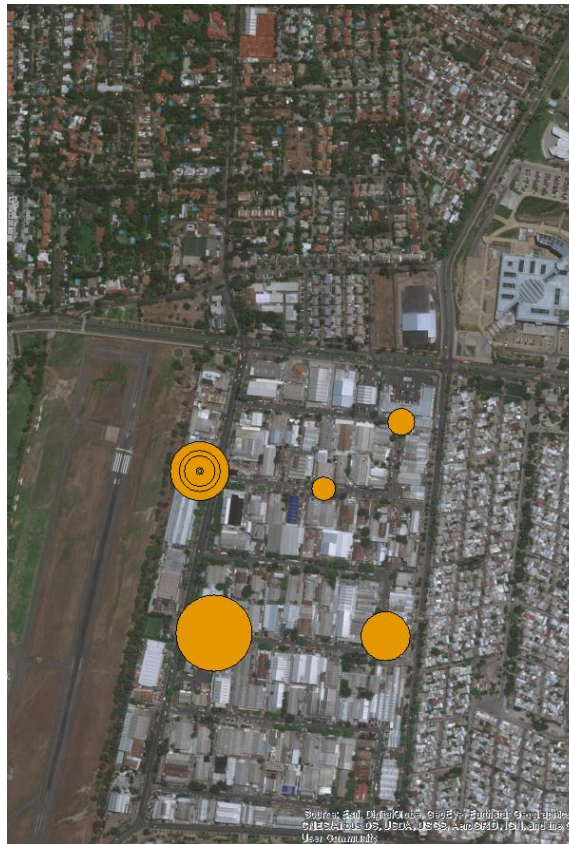


Ilustración 8-7: Distribución residuos metálicos (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.1.7 *Residuos peligrosos*

La Ilustración 8-8 muestra la distribución espacial de las empresas generadoras de residuos peligrosos. Las empresas con mayor generación mensual son el TALLER CRISTIAN DIEZ (225 kg), NOACK (209 kg), LASER (185 kg) y DIFEM (144 kg). El resto de las empresas genera en total 211 kg mensuales aproximadamente.

Es importante destacar que los valores anteriores corresponden a la cantidad total de residuos peligrosos generados por cada empresa, los que varían en tipo según el rubro de cada empresa. En el caso de los talleres automotrices, los principales residuos corresponden a aceites, lubricantes, solventes y envases de productos peligrosos, siendo estos últimos el principal residuo peligroso generado por las 24 empresas entrevistadas (236 kg).

Al observar la Ilustración 8-8 se observa que las empresas ubicadas en la parte inferior de la imagen presentan una generación mayor en términos relativos. Asimismo, estas empresas presentan proximidad geográfica, lo cual puede representar una oportunidad de colaboración en términos de gestión conjunta de residuos peligrosos.



Ilustración 8-8: Distribución de residuos peligrosos (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.1.8 ENERGÍA ELÉCTRICA

El consumo total mensual de energía de las empresas entrevistadas en el parque industrial de la reina, considerando combustibles y electricidad, es cercano a los 792 MWh. El Gráfico 8-1 muestra la proporción de consumo de energía eléctrica y por combustibles, para cada una de las empresas entrevistadas. Si bien no existe una relación clara entre consumo de combustibles y algún rubro, se puede mencionar el caso de la empresa GRAN PAVESI, en la cual existe un elevado consumo de gas natural para uso en hornos, lo cual vuelve insignificante en términos relativos el consumo en energía eléctrica.

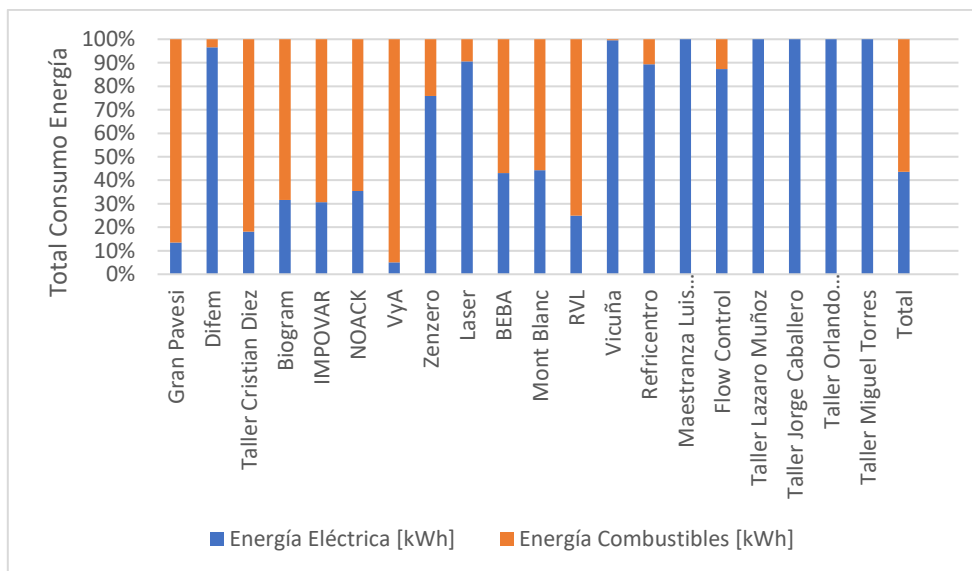


Gráfico 8-1: Proporción de consumo de energía eléctrica y por combustible, por empresa (Fuente: Elaboración propia).

En línea con lo anterior, el Gráfico 8-2 muestra la distribución proporcional de los usos de la energía eléctrica, por empresa. Tal como se mencionó en el análisis general, existe un predominio en el uso de energía eléctrica para procesos, principalmente en las empresas manufactureras grandes, que poseen plantas de tratamiento o bien equipos intensivos en consumo.

Cabe mencionar que las empresas con rubros comerciales, como BEBA, FLOW CONTROL o VYA, poseen consumos proporcionalmente mayores en climatización, iluminación y equipos de administración. Destaca el caso de la empresa ZENZERO, la cual destina cerca del 95% de su energía eléctrica en refrigeración, ya que fabrica helados Gourmet y posee 3 cámaras de frío.

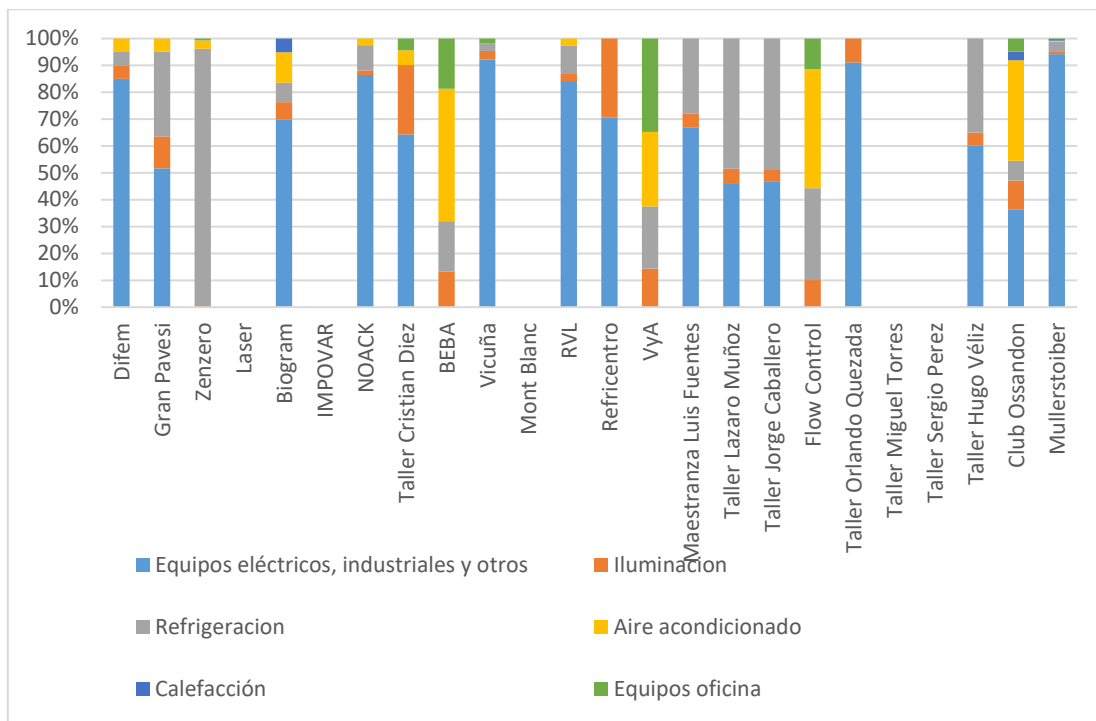


Gráfico 8-2: Distribución del uso de energía eléctrica por empresa (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.1.9 Consumo mensual de energía eléctrica

La Ilustración 8-9 muestra la distribución espacial de los consumos mensuales de energía eléctrica. Las empresas con mayor consumo son DIFEM (224 MWh), GRAN PAVESI (51 MWh) y ZENZERO (12 MWh). El resto de las empresas suma un consumo de 56 MWh mensuales. Más adelante se detallan los principales usos de la energía eléctrica.

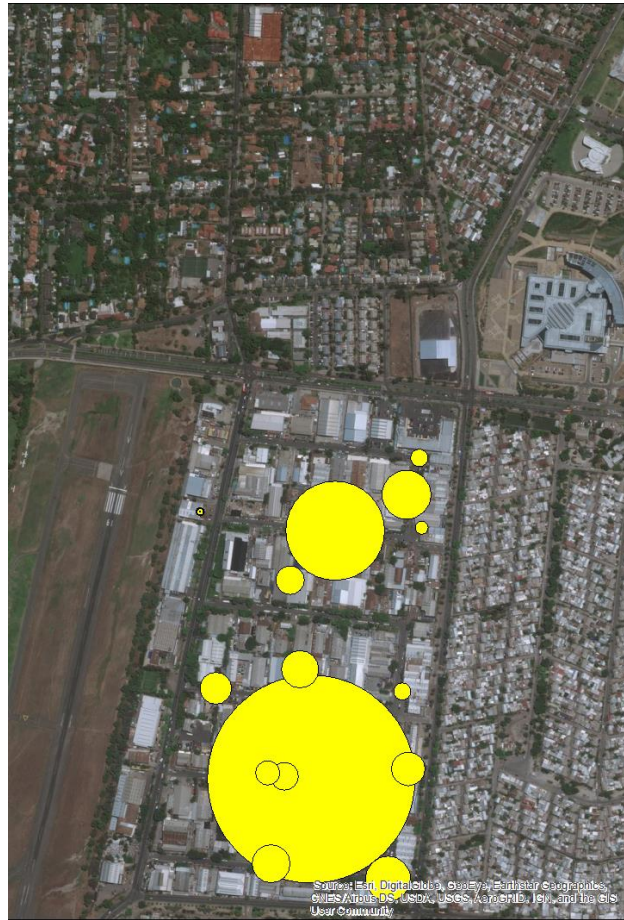


Ilustración 8-9: Consumo mensual de energía eléctrica (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.1.10 Potencia eléctrica instalada

La Ilustración 8-10 muestra la potencia instalada de las empresas entrevistadas. Las mayores corresponden a DIFEM (696 kW), GRAN PAVESI (200 kW) e IMPOVAR (115 kW). El resto de las empresas suma 687 kW. Esta información es de utilidad ya que permite evaluar, entre otras cosas, la factibilidad de que las empresas negocien el precio de su energía como clientes libres, o bien evaluar la potencial implementación de una planta de generación común que abastezca al parque.

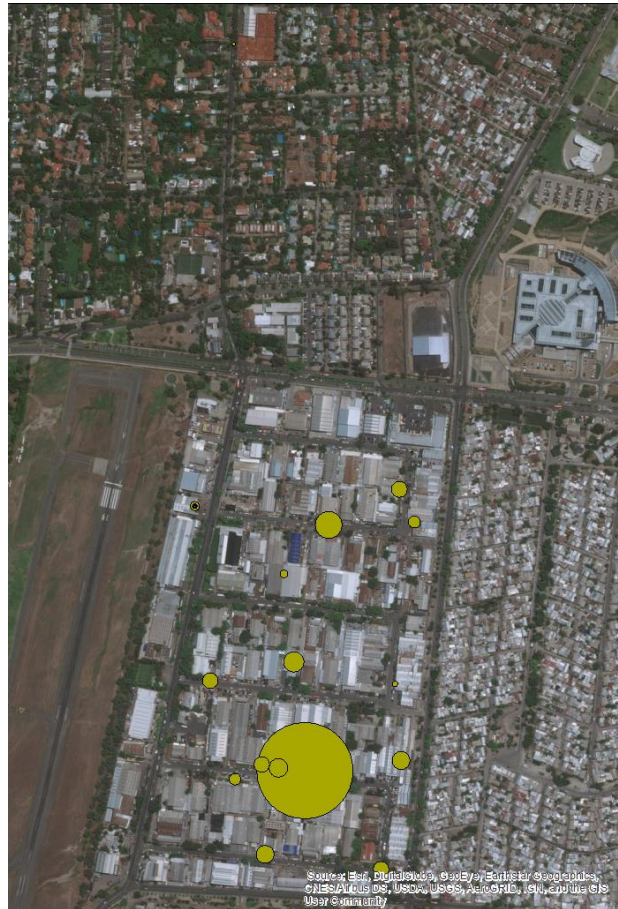


Ilustración 8-10: Distribución potencia eléctrica instalada (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.1.11 Aire acondicionado

La Ilustración 8-11 muestra la distribución espacial de las empresas con consumo de energía eléctrica para aire acondicionado. Las principales son DIFEM (11,227 kWh), CLUB OSSANDON (2,761 kWh) y GRAN PAVESI (2,268 kWh). El resto de las empresas consume 4,150 kWh mensuales en aire acondicionado aproximadamente.

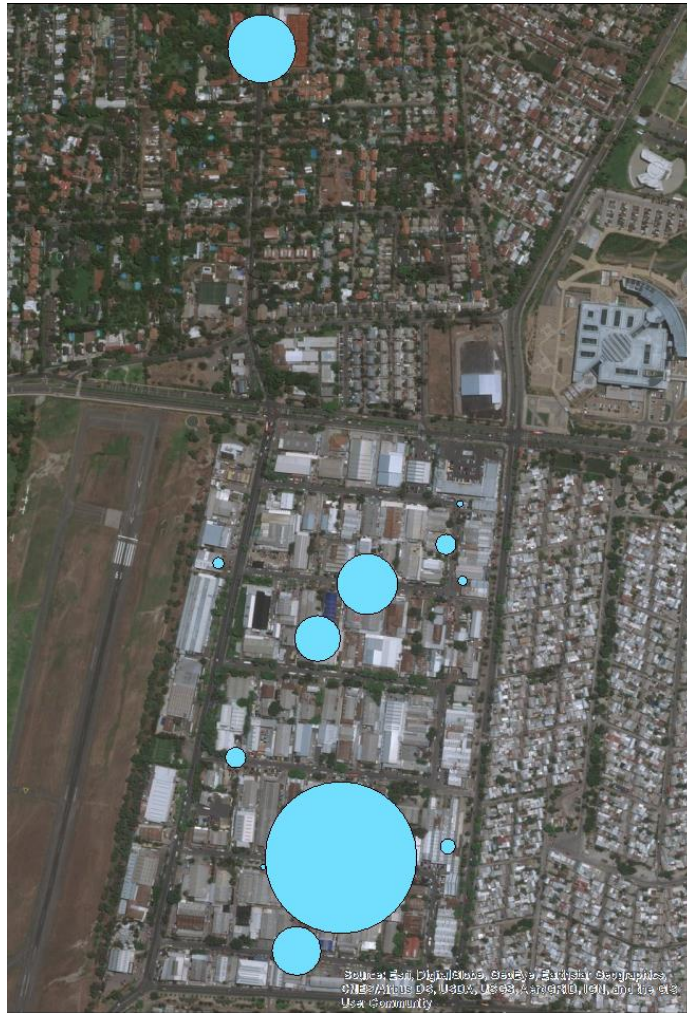


Ilustración 8-11: Distribución consumo energía eléctrica en aire acondicionado (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.1.12 Iluminación

La Ilustración 8-12 muestra la distribución espacial de las empresas con consumo de energía eléctrica destinado a iluminación. Las principales son DIFEM (11,227 kWh), GRAN PAVESI (5,514 kWh) y TALLER CRISTIAN DIEZ (1,634 kWh). El resto de las empresas suma un consumo aproximado de 3,363 kWh mensuales.

Como se mencionó en el análisis general, varias empresas han comenzado un cambio gradual hacia iluminación más eficiente energéticamente, lo cual demuestra un interés en este tema, además de una oportunidad para buscar soluciones cooperativas.

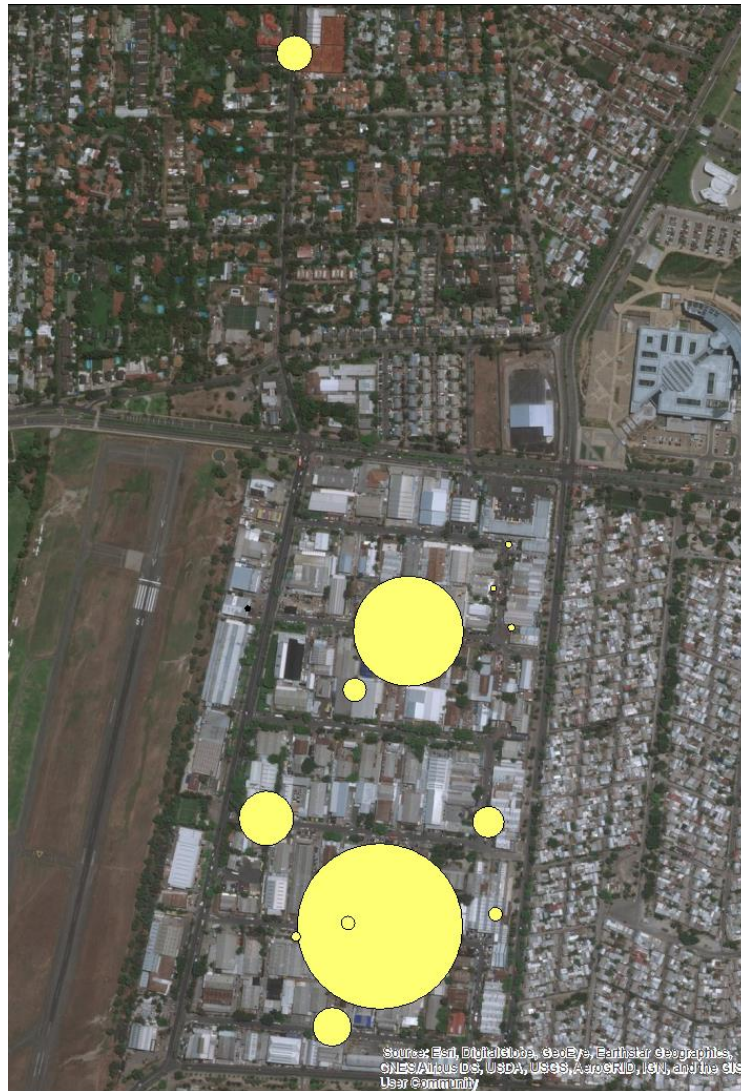


Ilustración 8-12: Distribución consumo energía eléctrica en iluminación (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.1.13 Refrigeración

La Ilustración 8-13 muestra la distribución espacial de los consumos de energía para refrigeración. Las empresas que más energía destinan a este fin son GRAN PAVESI (14,501 kWh), DIFEM (11,227 kWh) y ZENZERO (10,944 kWh). El resto de las empresas consume aproximadamente 4,300 kWh mensuales en refrigeración.

Cabe mencionar que, tanto ZENZERO como GRAN PAVESI tienen equipos de frío para mantener sus productos y materias primas. En el caso de DIFEM, poseen 20 refrigeradores donde almacenan insumos de laboratorio. El resto de las empresas emplea refrigeradores principalmente para mantener alimentos y bebidas de sus trabajadores.

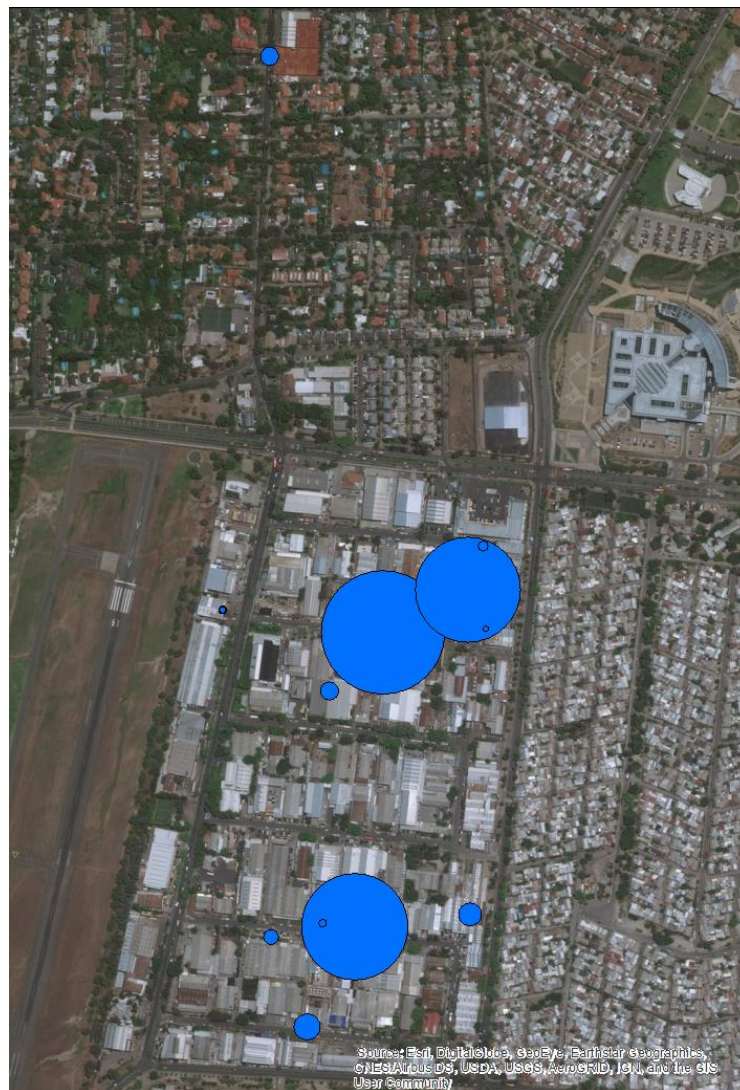


Ilustración 8-13: Distribución consumo energía eléctrica en refrigeración (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.1.14 Equipos eléctricos, industriales y otros específicos del sector

La Ilustración 8-14 muestra la distribución espacial de los consumos de energía en equipos de operaciones. Las empresas con mayor consumo son DIFEM (190,872 kWh), GRAN PAVESI (23,814 kWh) y BIOGRAM (9,790 kWh). El resto de las empresas consume aproximadamente 31,994 kWh mensualmente.

Los tipos de equipos utilizados varían considerablemente según el rubro y los procesos industriales asociados. Sin embargo, se puede mencionar la planta purificadora de agua en DIFEM, los compresores y cabinas de pintura y lavado en los talleres automotrices, y los equipos para el trabajo con madera de VICUÑA y de MULLERSTOIBER.



Ilustración 8-14: Distribución consumo energía eléctrica en equipos de operaciones (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.2 ENERGÍA POR COMBUSTIBLES

Como se menciona en el análisis general, la energía utilizada proveniente de combustibles equivale a aproximadamente 1.2 veces la energía eléctrica total consumida, principalmente por el efecto de GRAN PAVESI y sus hornos que emplean gas natural.

El Gráfico 8-3 muestra la distribución proporcional de los usos de energía proveniente de combustibles, de cada una de las empresas. Entre los principales usos, destaca el agua caliente, el cual se encuentra presente en varias empresas, y el uso para transporte de las empresas que realizan distribución de sus productos.

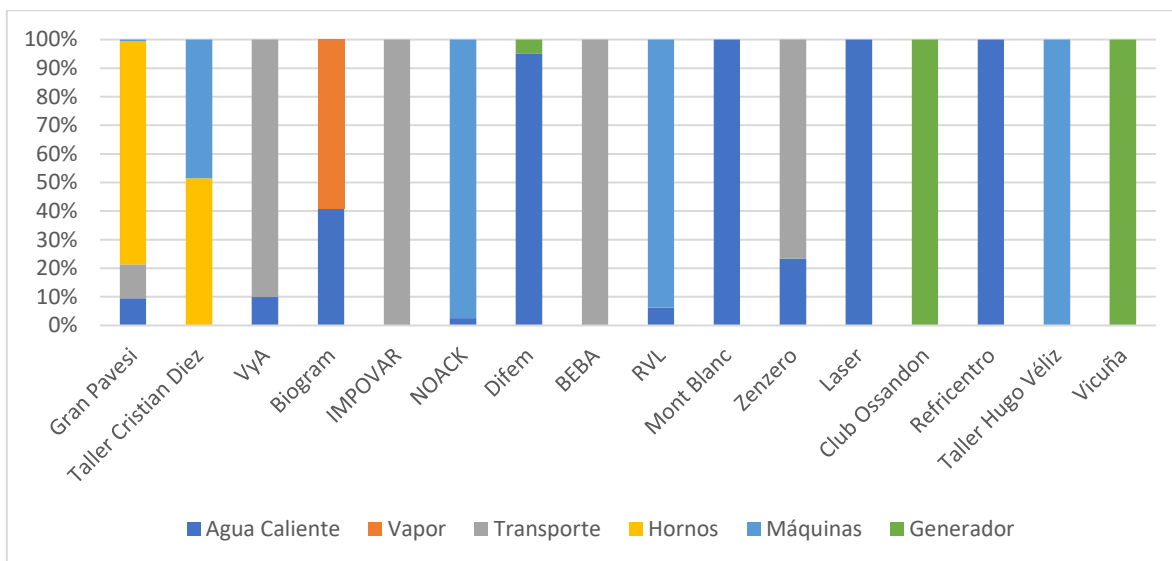


Gráfico 8-3: Distribución del uso de energía de combustibles por empresa (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.2.1 Consumo de energía por combustibles

La Ilustración 8-15 muestra la distribución espacial del consumo de energía proveniente de combustibles⁸. Las empresas con mayor consumo son GRAN PAVESI (330,697 kWh), TALLER CRISTIAN DIEZ (24,350 kWh) y VyA (17,075 kWh). El resto de las empresas suma 74,800 kWh.

Como se menciona, los principales usos de la energía proveniente de combustibles son hornos, calderas para calentar agua, combustible para camiones y grúas horquilla, y generadores eléctricos en caso de emergencias.



Ilustración 8-15: Distribución del consumo de energía de combustibles por empresa (Fuente: Elaboración propia).

⁸ No se incluye a la empresa GRAN PAVESI ya que su consumo energético es muy superior en términos relativos.

8.2.3.2.2 Consumo de agua caliente

La Ilustración 8-16 muestra la distribución espacial del consumo de energía por combustibles, destinada a agua caliente (se separa de la energía utilizada en generación de vapor). Las empresas con mayor consumo son GRAN PAVESI (31,500 kWh), DIFEM (7,518 kWh) y BIOGRAM (6,915 kWh). El resto de las empresas suma 8,960 kWh mensuales.

Los principales usos del agua caliente corresponden a lavado de equipos y utensilios, procesos, y duchas para trabajadores. Cabe destacar que esta información es potencialmente útil ya que permite identificar oportunidades de generar agua caliente con otras fuentes, y eventualmente de forma colaborativa, por ejemplo, en los puntos del lado inferior de la Ilustración 8-16, donde se aprecian 3 puntos cercanos con un consumo elevado de agua caliente.

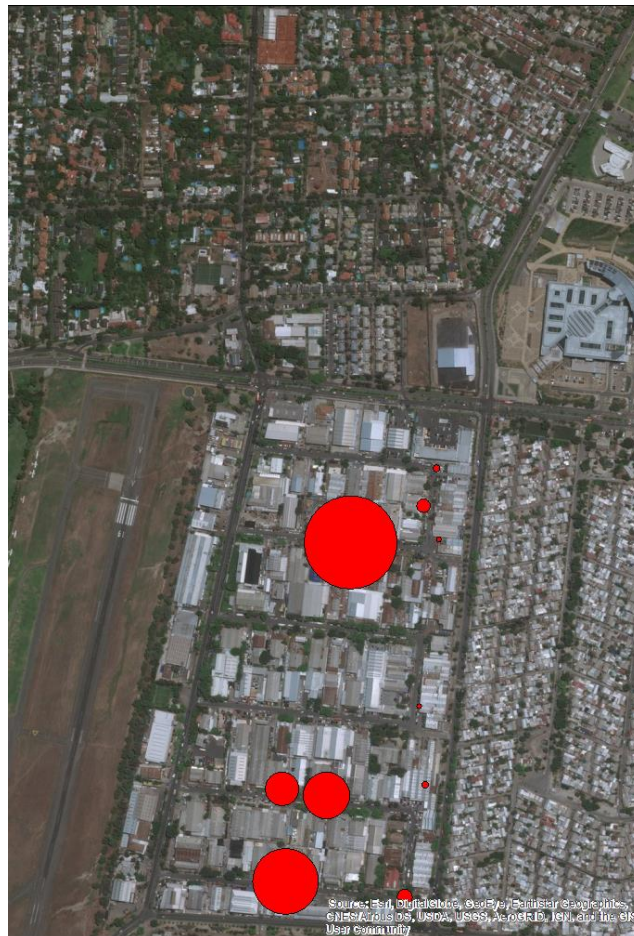


Ilustración 8-16: Distribución del consumo de agua caliente por empresa (Fuente: Elaboración propia).

8.2.3.3 AGUA

La Ilustración 8-17 muestra de forma espacial la distribución de los usos del agua por empresa. Se observa que, en cantidad, la mayoría de las empresas tiene usos domésticos del agua, ya sea para consumo personal o bien duchas de los trabajadores. Hay otras empresas, como DIFEM o ZENZERO, con mayor uso de agua en procesos productivos.

Si se considera el volumen de agua destinado a cada uso, el 75% se destina a procesos, un 24% a consumo doméstico y un 1% a riego.

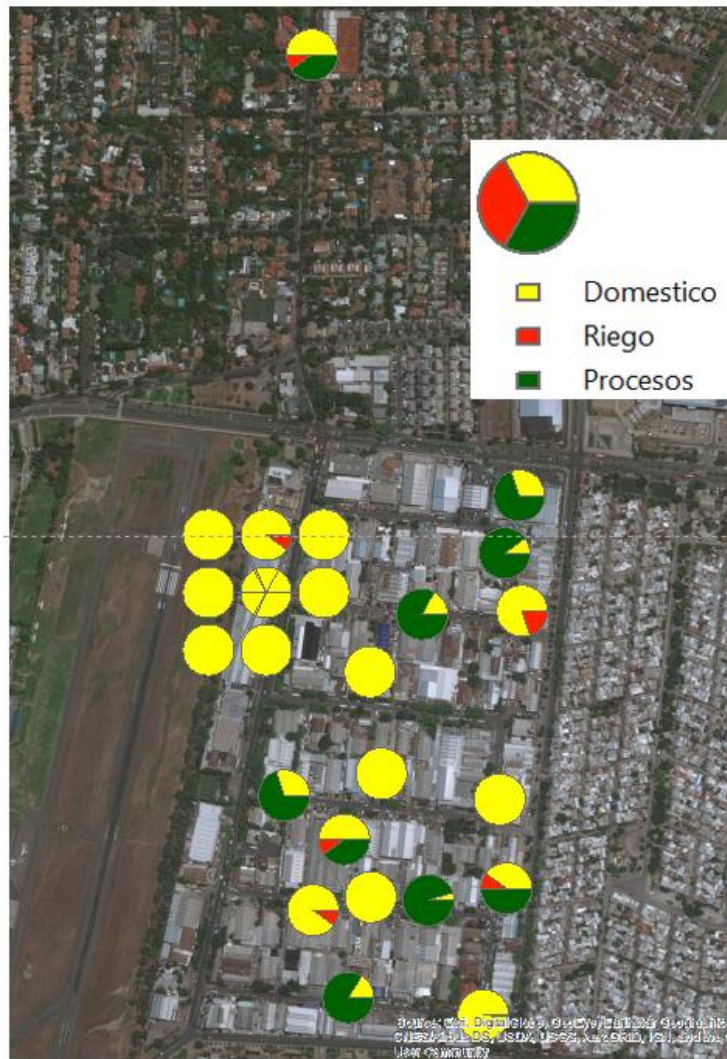


Ilustración 8-17: Distribución proporcional de los usos del agua (Fuente: Elaboración propia).

8.2.4 ANEXO F: INFORMACIÓN UTILIZADA PARA EL ANÁLISIS DEL METABOLISMO INDUSTRIAL DEL PARQUE A NIVEL INDIVIDUAL

RESIDUOS

Empresa	Cartón [kg]	Rubro
BEBA	5,000	Importación y comercio de calzados
Gran Pavese	1,365	Elaboradora de masas dulces horneadas sin relleno
Difem	1,166	Fábrica de productos de limpieza y desinfección
Taller Cristian Diez	200	Desabolladuras y pinturas
NOACK	100	Servicio técnico automotriz
Refricentro	80	Fabricación de estructuras y equipos de frío
RVL	40	Venta y reparación de automóviles
Taller Jorge Caballero	25	Fabricación de muebles artesanales
Mont Blanc	20	Envasadora de colorantes textiles
Mullerstoiber	20	Fábrica de muebles
Zenzero	20	Fábrica de helados orgánicos
Biogram	10	Elaboración de fertilizantes agrícolas
Club Ossandon	8	Centro deportivo
Taller Miguel Torres	2	Fabricación e instalación de ductos de ventilación
Taller Sergio Perez	1	Fabricación de muebles
VyA	1	Importación y distribución de alimentos y productos para mascotas

Empresa	Madera [kg]	Aserrín [kg]	Viruta [kg]	Rubro
Vicuña	1,200	750	1,800	Fabricación de piezas para carpintería y construcción
Mullerstoiber	1,100	100	10	Fábrica de muebles
Biogram	400	0	0	Elaboración de fertilizantes agrícolas
Refricentro	150	0	0	Fabricación de estructuras y equipos de frío
Difem	125	0	0	Fábrica de productos de limpieza y desinfección
Laser	100	0	0	Imprenta y encuadernación
VyA	80	0	0	Importación y distribución de alimentos y productos para mascotas
Mont Blanc	60	0	0	Envasadora de colorantes textiles
Taller Jorge Caballero	40	0	0	Fabricación de muebles artesanales
Zenzero	32	0	0	Fábrica de helados orgánicos
Gran Pavese	20	0	0	Elaboradora de masas dulces horneadas sin relleno
BEBA	5	0	0	Importación y comercio de calzados
Taller Sergio Perez	2	0	0	Fabricación de muebles

Empresa	Plásticos [kg]	Rubro
Difem	10,000	Fábrica de productos de limpieza y desinfección
BEBA	2,333	Importación y comercio de calzados
Gran Pavese	170	Elaboradora de masas dulces horneadas sin relleno
Refricentro	100	Fabricación de estructuras y equipos de frío
Biogram	95	Elaboración de fertilizantes agrícolas
Taller Cristian Diez	50	Desabolladuras y pinturas
NOACK	30	Servicio técnico automotriz
RVL	20	Venta y reparación de automóviles
Laser	16	Imprenta y encuadernación
Club Ossandon	13	Centro deportivo
Mont Blanc	8	Envasadora de colorantes textiles
Zenzero	5	Fábrica de helados orgánicos
Mullerstoiber	4	Fábrica de muebles
Taller Orlando Quezada	3	Rebestimiento de superficies sólidas
Taller Jorge Caballero	2	Fabricación de muebles artesanales

Empresa	Papel [kg]	Rubro
Laser	4,750	Imprenta y encuadernación
Difem	200	Fábrica de productos de limpieza y desinfección
Taller Cristian Diez	100	Desabolladuras y pinturas
BEBA	75	Importación y comercio de calzados
Gran Pavese	30	Elaboradora de masas dulces horneadas sin relleno
NOACK	30	Servicio técnico automotriz
Vicuña	16	Fabricación de piezas para carpintería y construcción
Zenzero	15	Fábrica de helados orgánicos
Biogram	7	Elaboración de fertilizantes agrícolas
RVL	5	Venta y reparación de automóviles
Mont Blanc	2	Envasadora de colorantes textiles
Flow Control	1	Instrumentación y automatización en procesos industriales
VyA	1	Importación y distribución de alimentos y productos para mascotas

Empresa	Neumáticos [kg]	Rubro
Taller Lazaro Muñoz	120	Taller mecánico y venta de repuestos
Taller Cristian Diez	65	Desabolladuras y pinturas
RVL	26	Venta y reparación de automóviles
Gran Pavese	20	Elaboradora de masas dulces horneadas sin relleno

Empresa	Acero [kg]	Aluminio [kg]	Latas (pieza de auto) [kg]	Rubro
Refricentro	583	25	0	Fabricación de estructuras y equipos de frío
Taller Cristian Diez	200	20	300	Desabolladuras y pinturas

NOACK	0	0	300	Servicio técnico automotriz
Taller Miguel Torres	152	0	0	Fabricación e instalación de ductos de ventilación
RVL	26	30	90	Venta y reparación de automóviles
Taller Lazaro Muñoz	120	0	0	Taller mecánico y venta de repuestos
Maestranza Luis Fuentes	60	0	0	Metalmecánica
Taller Hugo Véliz	33	0	0	Fabricación de estructuras metálicas
Gran Pavesi	20	0	0	Elaboradora de masas dulces horneadas sin relleno
Taller Jorge Caballero	0.5	0	0	Fabricación de muebles artesanales

ENERGÍA

Empresa	Energía Eléctrica [kWh]	Energía Combustibles [kWh]	Consumo Energía [kWh]
Gran Pavesi	51,351	2,798,267	2,849,619
Difem	224,556	7,911	232,467
Taller Cristian Diez	5,372	24,350	29,722
Biogram	7,833	16,915	24,748
IMPOVAR	7,475	16,915	24,391
NOACK	6,668	12,133	18,801
VyA	920	17,057	17,978
Zenzero	12,660	4,012	16,673
Laser	10,775	1,127	11,903
BEBA	4,400	5,815	10,215
Mont Blanc	3,480	4,385	7,866
RVL	1,681	5,041	6,722
Vicuña	4,620	19	4,639
Refricentro	1,573	187	1,761
Maestranza Luis Fuentes	420		420
Flow Control	250	36	287
Taller Lazaro Muñoz	279		279
Taller Jorge Caballero	271		271
Club Ossandon		236	236
Taller Hugo Véliz		59.1	59
Taller Orlando Quezada	31		31
Taller Miguel Torres	10		10
Total	344,624	2,914,474	3,259,098

Empresa	Cons Mens Prom [kWh]	Potencia [kW]	Maquinaria [kWh]	Iluminación [kWh]	Refrigeración [kWh]	Aire acondicionado [kWh]	Calefacción eléctrica [kWh]	Equipos administración [kWh]
Difem	224,556	2,478	190,872	11,227	11,227	11,227	0	0
Gran Pavesi	51,351	200	23,814	5,514	14,501	2,268	0	0
Zenzero	12,660	72	0	45	10,944	351	0	81
Laser	10,775	70	0	0	0	0	0	0
Biogram	7,833	90	9,790	900	1,008	1,582	720	0
IMPOVA R	7,475	115	0	0	0	0	0	0
NOACK	6,062	90	7,334	150	795	210	0	0
Taller Cristian Diez	5,373	68	4,066	1,634	0	351	0	274
BEBA	4,400	20	0	384	540	1,420	0	540
Vicuña	4,200	100	4,240	149	130	0	0	81
Mont Blanc	3,164	68	0	0	0	0	0	0
RVL	1,681	3	1,590	50	200	50	0	0
Refricentro	1,573	10	1,540	640	0	0	0	0
VyA	920	41	0	54	86	104	0	130
Maestranza Luis Fuentes	420	27	257	20	108	0	0	0
Taller Lazaro Muñoz	279	8	103	12	108	0	0	0
Taller Jorge Caballero	271	3	137	13	144	0	0	0
Flow Control	250	4	0	32	108	140	0	36
Taller Orlando Quezada	31	6	123	12	0	0	0	0
Taller Miguel Torres	10	6	0	0	0	0	0	0
Taller Sergio Perez	0	2	0	0	0	0	0	0
Taller Hugo Véliz	0	3	248	20	144	0	0	0
Club Ossandon	0	5	2,688	792	540	2,761	240	360

Mullerstoi ber	0	40	9,669	90	388	41	60	22
-------------------	---	----	-------	----	-----	----	----	----

Nombre Empresa	Consumo total [kWh]	Agua Caliente [kWh]	Vapor [kWh]	Transporte [kWh]	Hornos [kWh]	Máquinas [kWh]	Generador [kWh]
Gran Pavesi	2,798,268	31,500		39,006	2,724,750	1,891	
Taller Cristian Diez	24,350				12,530	11,820	
VyA	17,057	1,692		15,366			
IMPOVAR	16,915			16,916			
Biogram	16,915	6,915	10000				
NOACK	12,133	313				11,820	
Difem	7,911	7,518					394
BEBA	5,815			5,815			
RVL	5,041	313				4,728	
Mont Blanc	4,385	4,386					
Zenzero	4,012	940		3,073			
Laser	1,127	1,128					
Club Ossandon	236						236
Refricentro	188	188					
Taller Hugo Véliz	59					59	
Vicuña	20						20

AGUA

Empresa	Consumo Promedio Mes [m3]	Doméstico	Riego	Procesos
Difem	2,128	5%	0%	95%
Gran Pavesi	722	17%	0%	83%
IMPOVAR	181	100%	0%	0%
BEBA	160	100%	0%	0%
Biogram	141	16%	0%	84%
Zenzero	127	10%	0%	90%
NOACK	87	40%	10%	50%
Laser	80	98%	1%	1%
VyA	57	80%	20%	0%
RVL	57	30%	0%	70%
Taller Cristian Diez	33	30%	0%	70%
Vicuña	33	100%	0%	0%
Refricentro	25	100%	0%	0%
Taller Lazaro Muñoz	25	90%	10%	0%
Mont Blanc	23	50%	10%	40%
Maestranza Luis Fuentes	21	100%	0%	0%

Taller Orlando Quezada	10	100%	0%	0%
Taller Jorge Caballero	8	100%	0%	0%
Taller Miguel Torres	7	100%	0%	0%
Taller Hugo Véliz	2	100%	0%	0%
Taller Sergio Perez	2	100%	0%	0%
Flow Control	1	100%	0%	0%
Club Ossandon	0	50%	10%	40%
Mullerstoiber	0	90%	10%	0%

8.3 ANEXOS CAPÍTULO 5

8.3.1 ANEXO G: RELACIONES SIMBIÓTICAS IDENTIFICADAS

8.3.1.1 PROYECTO CONJUNTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Tabla 8-2: Situación base iluminación BRIOGRAM (Fuente: Elaboración propia).

Estancia	Situación actual											
	Oficinas 1er piso	Baños	Lab 1	Lab 2	Salas conferencia	Oficinas contabilidad	Cocina	Planta	Baños planta	Cocina planta	Invernadero	Exterior
Tipo lámpara (i)	Tubos 120 cm 32W	Tubos 120 cm 32W	Tubos 120 cm 32W	Tubos 120 cm 32W	Tubos 120 cm 32W		Tubos 120 cm 32W	Tubos 120 cm 32W	Tubos 120 cm 32W	Tubos 120 cm 32W	Tubos 120 cm 32W	
Cantidad dispuesta (i)	33	1	21	34	2		8	35	12	3	6	8
Cantidad normalmente en uso (i)	23	1	11	24	2		8	25	6	3	6	8
Potencia lámpara [W]	36	36	36	36	36		36	36	36	36	36	36
Tipo lámpara (ii)		Tubo circular 22W		Tubos 60 cm 18W	Tubos 60 cm 18W	Tubos 60 cm 18W						
Cantidad dispuesta (ii)		3		3	6	6						
Cantidad normalmente en uso (ii)		3		3	6	6						
Potencia lámpara [W]		22		18	18	18						
Potencia total [W]	828	102	396	918	180	108	288	900	216	108	216	288
Horas día	10	2	10	5	2	10	2	5	3	2	7	2
Días año	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252
Consumo [kWh]	2,087	51	998	1,157	91	272	145	1,134	163	54	381	145
Costo unitario [\$/kWh]	73	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22
Costo eléctrico anual [\$/]	\$ 152,736	\$ 6,849	\$ 132,943	\$ 154,093	\$ 12,086	\$ 36,257	\$ 19,337	\$ 151,071	\$ 21,754	\$ 7,251	\$ 50,760	\$ 19,337
Potencia total [kW]	4,548											
Total anual [kWh]	6,679											
Total anual [\$/]	\$ 764,475											
Tubos 120 cm 18W	117											
Tubos 60 cm 9W	18											

Tabla 8-3: Situación propuesta iluminación BIOGRAM (Fuente: Elaboración propia).

Estancia	Situación Propuesta											
	Oficinas 1er piso	Baños	Lab 1	Lab 2	Salas conferencia	Oficinas contabilidad	Cocina	Planta	Baños planta	Cocina planta	Invernadero	Exterior
Tipo lámpara (i)	Tubos 120 cm 18W	Tubos 120 cm 18W	Tubos 120 cm 18W	Tubos 120 cm 18W	Tubos 120 cm 18W		Tubos 120 cm 18W	Tubos 120 cm 18W	Tubos 120 cm 18W	Tubos 120 cm 18W	Tubos 120 cm 18W	
Cantidad dispuesta (i)	33	1	21	34	2		8	35	12	3	6	8
Cantidad normalmente en uso (i)	23	1	11	24	2		8	25	6	3	6	8
Potencia lámpara [W]	18	18	18	18	18		18	18	18	18	18	18
Tipo lámpara (ii)		Tubos 60 cm 9W		Tubos 60 cm 9W	Tubos 60 cm 9W	Tubos 60 cm 9W						
Cantidad dispuesta (ii)		3		3	6	6						
Cantidad normalmente en uso (ii)		3		3	6	6						
Potencia lámpara [W]		9		9	9	9						
Potencia total [kW]	414	45	198	459	90	54	144	450	108	54	108	144
Horas día	10	2	10	5	2	10	2	5	3	2	7	2
Días año	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252
Consumo [kWh]	1,043	23	499	578	45	136	73	567	82	27	191	73
Costo unitario [\$/kWh]	73	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22	133.22
Costo eléctrico anual [\$/]	\$ 76,368	\$ 3,021	\$ 66,471	\$ 77,046	\$ 6,043	\$ 18,129	\$ 9,669	\$ 75,536	\$ 10,877	\$ 3,626	\$ 25,380	\$ 9,669
Potencia total [kW]	2,268											
Total anual [kWh]	3,336											
Total anual [\$/]	\$ 381,835											
Tubos 120 cm 18W	117											
Tubos 60 cm 9W	18											

Tabla 8-4: Evaluación económica propuesta iluminación LED BIOGRAM (Fuente: Elaboración propia).

ITEM / AÑOS	0	1	2	3	4
INGRESOS TOTALES (M\$)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
EGRESOS TOTALES	\$ -	\$186,594	\$186,594	\$186,594	\$186,594
Costos Energía	\$ -	\$280,564	\$280,564	\$280,564	\$280,564
Depreciación	\$ -	\$ -93,970	\$ -93,970	\$ -93,970	\$ -93,970
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	\$ -	\$ 186,594	\$ 186,594	\$ 186,594	\$ 186,594
Impuesto a las Utilidades (27%)	\$ -	\$ 50,381	\$ 31,721	\$ 31,721	\$ 31,721
Utilidad Después de Impuesto	\$ -	\$ 136,214	\$ 154,873	\$ 154,873	\$ 154,873
Más Depreciación	\$ -	\$ 93,970	\$ 93,970	\$ 93,970	\$ 93,970
INVERSIONES					
Tubos LED 18W y 9W + IVA(19%)	\$ -469,848	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
RECUPERACION DE LA INVERSION	\$ -469,848	\$ -239,664	\$ 9,179	\$ 258,022	\$ 506,865
FLUJO NETO CAJA	\$ -469,848	\$ 230,184	\$ 248,843	\$ 248,843	\$ 248,843
TIR [%]	37%				
VAN [\$]	\$301,988				
PAYBACK [años]	1.67				

Tabla 8-5: Evaluación económica proyecto de iluminación LED conjunta (Fuente: Elaboración propia).

ITEM / AÑOS	0	1	2	3	4
INGRESOS TOTALES (M\$)	\$ -	\$ 4,754,685	\$ 4,754,685	\$ 4,754,685	\$ 4,754,685
EGRESOS TOTALES	\$ -	\$ -946,842	\$ -946,842	\$ -946,842	\$ -946,842
Depreciación	\$ -	\$ -946,842	\$ -946,842	\$ -946,842	\$ -946,842
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	\$ -	\$ 3,807,843	\$ 3,807,843	\$ 3,807,843	\$ 3,807,843
Impuesto a las Utilidades (27%)	\$ -	\$ -1,028,118	\$ -1,028,118	\$ -1,028,118	\$ -1,028,118
Utilidad Después de Impuesto	\$ -	\$ 2,779,725	\$ 2,779,725	\$ 2,779,725	\$ 2,779,725
Más Depreciación	\$ -	\$ 946,842	\$ 946,842	\$ 946,842	\$ 946,842
INVERSIONES					
Iluminación LED	\$ -4,734,211	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO NETO CAJA	\$ -4,734,211	\$ 3,726,568	\$ 3,726,568	\$ 3,726,568	\$ 3,726,568
TIR [%]	69%				
VAN [\$]	\$ 7,078,507				
PAYBACK [años]	14 meses				

8.3.1.2 PROYECTO CONJUNTO DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Tabla 8-6: Evaluación económica proyecto conjunto de generación distribuida (Fuente: Elaboración propia).

ITEM / AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
INGRESOS TOTALES (M\$)	\$ -	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	\$ 25.68	
EGRESOS TOTALES (M\$)	\$ -	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03
Depreciación (M\$)	\$ -	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03	\$ -10.03
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	\$ -	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65	\$ 15.65
Impuesto a las Utilidades (27%) (M\$)	\$ -	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23	\$ -4.23
Utilidad Después de Impuesto (M\$)	\$ -	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43	\$ 11.43
Más Depreciación (M\$)	\$ -	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03	\$ 10.03
INVERSIONES	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
240 paneles instalados	\$ -200.55	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO NETO CAJA (M\$)	\$ -200.55	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45	\$ 21.45
TIR [%]	9%																						
VAN [M\$]	\$ 66.81																						
PAYBACK [años]	9.3 años																						

8.3.1.3 PROYECTO CONJUNTO DE COLECTORES SOLARES

Tabla 8-7: Evaluación económica proyecto conjunto de colectores solares (Fuente: Elaboración propia).

ITEM / AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
INGRESOS TOTALES (M\$)	\$ -	\$ 10.96	\$ 10.96	\$ 10.96	\$ 10.96	\$ 10.96	\$ 10.96	\$ 10.96	\$ 10.96	\$ 10.96	\$ 10.96	\$ 10.96	\$ 10.96	\$ 10.96	\$ 10.96	\$ 10.96
EGRESOS TOTALES (M\$)	\$ -	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85
Depreciación (M\$)	\$ -	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85	\$ -2.85
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	\$ -	\$ 8.12	\$ 8.12	\$ 8.12	\$ 8.12	\$ 8.12	\$ 8.12	\$ 8.12	\$ 8.12	\$ 8.12	\$ 8.12	\$ 8.12	\$ 8.12	\$ 8.12	\$ 8.12	\$ 8.12
Impuesto a las Utilidades (27%) (M\$)	\$ -	\$ -2.19	\$ -2.19	\$ -2.19	\$ -2.19	\$ -2.19	\$ -2.19	\$ -2.19	\$ -2.19	\$ -2.19	\$ -2.19	\$ -2.19	\$ -2.19	\$ -2.19	\$ -2.19	\$ -2.19
Utilidad Después de Impuesto (M\$)	\$ -	\$ 5.93	\$ 5.93	\$ 5.93	\$ 5.93	\$ 5.93	\$ 5.93	\$ 5.93	\$ 5.93	\$ 5.93	\$ 5.93	\$ 5.93	\$ 5.93	\$ 5.93	\$ 5.93	\$ 5.93
Más Depreciación (M\$)	\$ -	\$ 2.85	\$ 2.85	\$ 2.85	\$ 2.85	\$ 2.85	\$ 2.85	\$ 2.85	\$ 2.85	\$ 2.85	\$ 2.85	\$ 2.85	\$ 2.85	\$ 2.85	\$ 2.85	\$ 2.85
INVERSIONES	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
66 colectores instalados (M\$)	\$ -42.71	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO NETO CAJA (M\$)	\$ -42.71	\$ 8.77	\$ 8.77	\$ 8.77	\$ 8.77	\$ 8.77	\$ 8.77	\$ 8.77	\$ 8.77	\$ 8.77	\$ 8.77	\$ 8.77	\$ 8.77	\$ 8.77	\$ 8.77	\$ 8.77
TIR [%]	20%															
VAN (M\$)	\$ 32.38															
PAYBACK [años]	3.90															

8.3.1.4 GESTIÓN CONJUNTA DE RESIDUOS

Tolva Barandas Abatibles



Tarifa Servicio

Valor por Retiro U.F. 5,00

- Validez de la Oferta 15 días. Oferta por contrato a plazo fijo mínimo 1 año.
- El cobro del valor de cada tonelada se hará adjuntando los comprobantes de ingreso y pesaje por cada servicio ingresado a Disposición Final.

Peso Máximo de Carga 11.000 Kilos

Resumen Tarifas	Valores
1 Contenedor de 12,00 m3	
Servicio Esporádico	
	0,00
Retiro	U.F. 5,00
Otros Cargos	
Facturación mínima por concepto de Disposición Final: 3 U.F. + IVA	
Valor cotizado es con O/C	
Valores Netos sin IVA.	
<p>¿Necesita ayuda comercial o tiene alguna pregunta sobre otras alternativas de servicio?</p> <p>2 2571 6412</p> <p><small>comercial@ecoser.cl</small></p>	

Ilustración 8-18: Costo retiro RESPEL (Fuente: ECOSER)

Tipo de Residuos a Transportar			
Valores Disposición Final	Moneda	Unidad	Valor
Huaipes y Trapos	U.F.	Ton.	6,00
Pilas y Baterías	U.F.	Ton.	16,00
Catridge y Toner	U.F.	Ton.	16,00
Residuos Peligrosos Varios	U.F.	Ton.	6,00
EPP Contaminado	U.F.	Ton.	5,00
Diluyente	U.F.	Ton.	15,00
Aceite contaminado	U.F.	Ton.	6,00
Residuos Electricos y Electronicos	U.F.	Ton.	16,00
Baterías Acido Plomo	U.F.	Ton.	5,00

Ilustración 8-19: Costo gestión RESPEL (Fuente: ECOSER)

CÓDIGO	PRODUCTO / SERVICIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
RF120-10M2 L2A	Bodega Respel RF120	1	\$4.991.456	\$4.991.456
RF120-15M2 L2A	Bodega Respel RF120	1	\$6.612.986	\$6.612.986
RF120-25M2	Bodega Respel RF120 (*)	1	\$10.939.593	\$10.939.593
INSTALACION EN TERRENO	Instalación en Terreno Bodega Respel	1	\$1.000.000	\$1.000.000
AUTORIZACIÓN SANITARIA	Regularización Respel	1	\$1.000.000	\$1.000.000
	Incluye:			
	Estudio de Carga Combustible			
	Arancel Seremi			
	Capacitación en Terreno DS148			

Ilustración 8-20: Cotización bodegas RESPEL (Fuente: ECOSTANDAR)

Tabla 8-8: Flujos mensuales por residuos (Fuente: Elaboración propia).

RESIDUO	Cantidad [kg/mes]	Valor [\$/kg]	INGRESOS [\$/mes]	COSTOS [\$/mes]
Cartón	8,057	50	\$ 402,850	\$ -
Papel Blanco	5,230	75	\$ 392,250	\$ -
Latas	34	200	\$ 6,800	\$ -
Film + PET	4,418	30	\$ 132,540	\$ -17,850
Neumáticos	231	60	\$ 13,860	\$ -83,300
Metálicos	1,960	90	\$ 176,400	\$ -186,200
Pallets	1,014	100	\$ 101,400	\$ -
Peligrosos	1,253	0	\$ -	\$ -387,708
Total	22,197		\$ 1,226,100	\$ -675,058

8.3.2 ANEXO H: PROPUESTA GLOBAL DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL PARA AIR Y PLAN DE INVERSIONES

Tabla 8-9: Evaluación económica propuesta de simbiosis industrial para el Parque Industrial de la Reina (Fuente: Elaboración propia).

ITEM / AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INGRESOS TOTALES (M\$)	\$ -	\$ 7.28	\$ 18.25	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93	\$ 43.93
EGRESOS TOTALES (M\$)	\$ -	\$ -1.25	\$ -4.09	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12
Costo Fijo (M\$)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo variable (M\$)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Depreciación (M\$)	\$ -	\$ -1.25	\$ -4.09	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12	\$ -14.12
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO (M\$)	\$ -	\$ 6.03	\$ 14.15	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80	\$ 29.80
Impuesto a las Utilidades (27%) (M\$)	\$ -	\$ -1.63	\$ -3.82	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05	\$ -8.05
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS (M\$)	\$ -	\$ 4.41	\$ 10.33	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76	\$ 21.76
Más Depreciación (M\$)	\$ -	\$ 1.25	\$ 4.09	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12	\$ 14.12
INVERSIONES (M\$)	\$ -7.73	\$ -42.71	\$ -200.55	\$ -	\$ -	\$ -4.73	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -4.73	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -4.73	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -4.73
Iluminación LED (M\$)	\$ -4.73	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -4.73	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -4.73	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -4.73	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -4.73
Lockers almacenamiento temporal (M\$)	\$ -3.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Colectores (M\$)	\$ -	\$ -42.71	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Paneles (M\$)	\$ -	\$ -	\$ -200.55	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO NETO CAJA	\$ -7.73	\$ -37.06	\$ -186.12	\$ 35.88	\$ 35.88	\$ 31.14	\$ 35.88	\$ 35.88	\$ 35.88	\$ 35.88	\$ 31.14	\$ 35.88	\$ 35.88	\$ 35.88	\$ 35.88	\$ 31.14	\$ 35.88	\$ 35.88	\$ 35.88	\$ 35.88	\$ 35.88
VAN	\$ 78.74																				
TIR	13%																				
PAYBACK	8,5 años																				