

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes generales	1
1.1.1. Proyecto Solar Mining	1
1.1.2. Análisis de ciclo de vida	1
1.1.3. El hierro en Chile	2
1.1.4. Tecnologías solares	4
1.2. Motivación	4
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. Alcances	5
2. Antecedentes específicos	6
2.1. Productos operación Valle del Huasco	6
2.1.1. Pellet	6
2.1.2. Pellet feed	6
2.1.3. Sinter feed	7
2.1.4. P40	7
2.2. Descripción de los procesos de la operación Valle del Huasco	7
2.3. Categorías de impacto	9
2.4. Mix de la red eléctrica	9
3. Metodología	10
3.1. Definición de los objetivos y alcances del análisis de ciclo de vida	10
3.1.1. Definición de los objetivos del análisis de ciclo de vida	10
3.1.2. Determinación del tipo de información necesaria	11
3.1.3. Especificidad de la información requerida	11
3.1.4. Organización de los datos y resultados	11
3.1.5. Alcances del análisis de ciclo de vida	11
3.1.6. Principios básicos del trabajo	13
3.2. Inventario del ciclo de vida	13
3.2.1. Diagrama de flujo	13
3.2.2. Plan de recopilación de datos	13
3.2.3. Recopilación de datos	22
3.3. Evaluación del impacto del ciclo de vida	25

4. Resultados	26
4.1. Resultados del inventario de ciclo de vida	26
4.2. Resultados de la evaluación del impacto del ciclo de vida	31
4.2.1. Resumen de los indicadores de las categorías de impacto	31
4.2.2. Requerimiento de energía bruta	32
4.2.3. Potencial de calentamiento global	35
4.2.4. Potencial de acidificación	40
4.2.5. Potencial de eutrofización	43
4.3. Integración de las tecnologías solares	46
5. Análisis de resultados	47
5.1. Comparación con estudios similares	47
5.1.1. Norgate et al.: <i>Life cycle assessment of iron ore mining and processing</i>	47
5.1.2. Ferreira et al.: <i>Life Cycle Assessment study of iron ore mining</i>	48
5.1.3. Zong-ping Li et al.: <i>Life Cycle Assessment of Iron Ore Sintering Process</i>	49
5.2. Análisis de principales contribuciones relativas	49
5.3. Comparación entre los productos	50
5.4. Integración de las tecnologías solares	50
6. Conclusiones	52
Acrónimos	54
Bibliografía	55
Anexos	57

Índice de Tablas

2.1. Mix del SIC 2016 según las contribuciones porcentuales por fuentes de generación.	9
3.1. Cantidad de productos embarcados	24
4.1. Inventario de datos recopilados de las operaciones de Valle del Huasco.	27
4.2. Inventario de datos de pellet según asignación de coproductos.	28
4.3. Inventario de datos de pellet feed según asignación de coproductos.	29
4.4. Inventario de datos de sinter feed según asignación de coproductos.	30
4.5. Inventario de datos de p40 según asignación de coproductos.	30
4.6. Resumen de indicadores de las categorías de impacto	31
4.7. Resumen del potencial de calentamiento global según el contenido de hierro mínimo	31
4.8. Requerimiento de energía bruta para producir pellet [MJ/t pellet]	32
4.9. Requerimiento de energía bruta para producir pellet feed [MJ/t mineral]	33
4.10. Requerimiento de energía bruta para producir sinter feed [MJ/t mineral]	34
4.11. Requerimiento de energía bruta para producir p40 [MJ/t mineral]	34
4.12. Potencial de calentamiento global de la producción de pellet [kg CO_2 eq./t pellet]	35
4.13. Potencial de calentamiento global de la producción de pellet feed [kg CO_2 eq./t mineral]	36
4.14. Potencial de calentamiento global de la producción de sinter feed [kg CO_2 eq./t mineral]	37
4.15. Potencial de calentamiento global de la producción de p40 [kg CO_2 eq./t mineral]	37
4.16. Potencial de calentamiento global de la producción de pellet [kg CO_2 eq./t Fe contenido mín]	38
4.17. Potencial de calentamiento global de la producción de pellet feed [kg CO_2 eq./t Fe contenido mín]	38
4.18. Potencial de calentamiento global de la producción de sinter feed [kg CO_2 eq./t Fe contenido mín]	39
4.19. Potencial de calentamiento global de la producción de p40 [kg CO_2 eq./t Fe contenido mín]	39
4.20. Potencial de acidificación de la producción de pellet [kg SO_2 eq./t pellet]	40
4.21. Potencial de acidificación de la producción de pellet feed [kg SO_2 eq./t mineral]	41
4.22. Potencial de acidificación de la producción de sinter feed [kg SO_2 eq./t mineral]	42
4.23. Potencial de acidificación de la producción de p40 [kg SO_2 eq./t mineral]	42
4.24. Potencial de eutrofización de la producción de pellet [kg PO_4^{-3} eq./t pellet]	43

4.25. Potencial de eutrofización de la producción de pellet feed [kg PO_4^{-3} eq./t mineral]	44
4.26. Potencial de eutrofización de la producción de sinter feed [kg PO_4^{-3} eq./t mineral]	45
4.27. Potencial de eutrofización de la producción de p40 [kg PO_4^{-3} eq./t mineral]	45
4.28. Potencial de calentamiento global de los productos al integrar las tecnologías solares [kg CO_2 eq./t mineral o pellet]	46
4.29. Potencial de calentamiento global de los productos al integrar las tecnologías solares según [kg CO_2 eq./t Fe contenido mín]	46
A.1. Organización para la recopilación de los datos requeridos por cada etapa/subetapa en la hoja de cálculo computacional	58

Índice de Ilustraciones

1.1. Mapa de la ubicación de las operaciones de CAP Minería (Fuente: CAP) . . .	3
3.1. Diagrama del alcance del análisis de ciclo de vida. El recuadro rojo encierra las etapas consideradas	12
3.2. Diagrama de flujo del sistema Valle del Huasco. Las flechas color negro representan el flujo de material principal y las flechas color azul representan el flujo de servicio.	14
3.3. Diagrama de flujo del subsistema minería. Las flechas color negro representan el flujo de material principal y las flechas de color naranja representan flujo de servicio de equipos auxiliares.	15
3.4. Diagrama de flujo del subsistema planta de endurecimiento térmico. Las flechas color negro representan el flujo de material principal.	15
3.5. Diagrama de flujo del sistema de producción de pellet. Las flechas color negro representan el flujo de material principal y las flechas color azul representan el flujo de servicio.	16
3.6. Diagrama de flujo del sistema de producción de pellet feed. Las flechas color negro representan el flujo de material principal y las flechas color azul representan el flujo de servicio.	17
3.7. Diagrama de flujo del sistema de producción de sinter feed. Las flechas color negro representan el flujo de material principal y las flechas color azul representan el flujo de servicio.	18
3.8. Diagrama de flujo del sistema de producción p40. Las flechas color negro representan el flujo de material principal	19
4.1. Contribución porcentual por etapa del requerimiento de energía bruta para producir pellet	32
4.2. Contribución porcentual por etapa del requerimiento de energía bruta para producir pellet feed	33
4.3. Contribución porcentual por etapa del requerimiento de energía bruta para producir sinter feed	34
4.4. Contribución porcentual por etapa del potencial de calentamiento global de la producción de pellet	35
4.5. Contribución porcentual por etapa del potencial de calentamiento global de la producción de pellet feed	36
4.6. Contribución porcentual por etapa del potencial de calentamiento global de la producción de sinter feed	37

4.7. Contribución porcentual por etapa del potencial de acidificación de la producción de pellet	40
4.8. Contribución porcentual por etapa del potencial de acidificación de la producción de pellet feed	41
4.9. Contribución porcentual por etapa del potencial de acidificación de la producción de sinter feed	42
4.10. Contribución porcentual por etapa del potencial de eutrofización de la producción de pellet	43
4.11. Contribución porcentual por etapa del potencial de eutrofización de la producción de pellet feed	44
4.12. Contribución porcentual por etapa del potencial de eutrofización de la producción de sinter feed	45
4.13. Potencial de calentamiento global del caso base y de las tecnologías solares.	46
A.1. Modelo general de Valle del Huasco en software Gabi v.6	59
A.2. Modelo de Mina Los Colorados en software Gabi v.6	60
A.3. Modelo planta de beneficio en software Gabi v.6	61