



628.167
DEL
V.1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

**“Análisis Comparativo De Los Procesos De
Desalinización Del Agua: Destilación Súbita Por Efecto
Flash (MSF) Frente Osmosis Inversa (OI), Bajo La
Metodología De Evaluación De Ciclo De Vida”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Diana Verónica Delgado García

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2007

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis Padres y hermanos, quienes siempre me supieron guiar por el camino correcto, a mis amigos por haber estado siempre a mi lado y a mi Director de Tesis Ing. Jorge Duque, por toda la ayuda prestada para la realización de la misma.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ABUELITA

A MIS AMIGOS

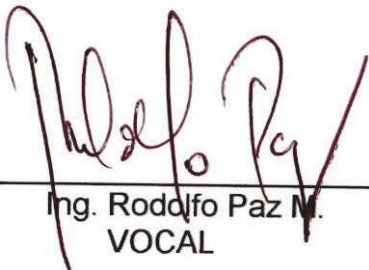
TRIBUNAL DE GRADUACION



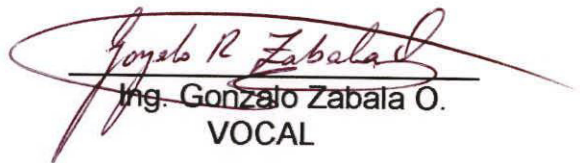
Ing. Omar Serrano V.
DELEGADO DECANO FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Jorge Duque R.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Rodolfo Paz M.
VOCAL



Ing. Gonzalo Zabala O.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).


Diana Verónica Delgado García

RESUMEN

La escasez y mala calidad del agua han sido durante las últimas décadas una problemática a nivel mundial, especialmente en zonas costeras y secas del mundo. Esto ha conllevado a la búsqueda de nuevas tecnologías para la obtención de dicho recurso siendo una fuente potencial el agua de mar. Las industrias en este tipo de zonas se han visto obligadas a implementar determinadas tecnologías para la obtención de agua dulce a partir de agua salada, y este ha sido el caso de algunas industrias asentadas en las zonas costeras del Ecuador.

Estas industrias han visto la necesidad de optar por un método eficiente, de bajo costo y menos contaminante para satisfacer sus requerimientos, tanto industrial como para el consumo humano.

La presente tesis tiene como objetivo principal el estudio y comparación de los Procesos de Desalinización: Destilación Súbita por Efecto Flash (MSF) y

Osmosis Inversa (OI), siendo este último el más utilizado en el Ecuador, y analizados bajo la Metodología de ECV.

Se presenta un breve enfoque de la evolución de la desalinización a nivel mundial donde se muestran los diferentes procesos de desalinización, que en sí, son diferenciados debido al tipo de energía que estos requieran para ejecutarse.

Luego de haber analizado los diferentes enfoques que existen para desalinizar el agua, se detalla de manera clara el método de ECV que se utilizará para el estudio de estos dos procesos.

Adicionalmente, se realiza un ACV de los procesos de Destilación Súbita por Efecto Flash y Osmosis Inversa con la finalidad de analizar dichas tecnologías desde la obtención del recurso hasta la disposición final, para constatar en que parte de dichos procesos existe algún impacto ambiental que pueda afectar de manera potencial al entorno.

Finalmente, ya una vez realizado dicho análisis, esta tesis se enfoca a realizar un estudio comparativo que nos permite comprobar que el método de Osmosis Inversa frente al de Destilación Súbita por Efecto Flash, es el más eficiente, dando como ejemplo para dicha comparación la planta de La Refinería La

Libertad (MSF) con una capacidad de 180.000 GPD de agua desalada frente a una planta con el Proceso de Osmosis Inversa de aproximadamente la misma capacidad.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO 1	
1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE DESALINIZACIÓN DEL AGUA...4	
1.1 Definición de Desalinización.....4	
1.2 Breve Historia de la Desalación.....7	
1.2.1 Perspectiva mundial.....7	
1.3 Procesos de Desalación.....10	
1.3.1 Destilación Súbita por Efecto Flash (MSF).....12	
1.3.2 Destilación por Múltiple Efecto.....14	
1.3.3 Destilación Solar.....17	

1.3.4 Destilación por Membranas.....	20
1.3.5 Osmosis Inversa.....	21
1.3.6 Electrodialisis.....	26

CAPÍTULO 2

2. EVALUACIÓN DE CICLO DE VIDA (ECV).....	28
2.1 Definición y Fases de la ECV.....	28
2.2 Metodología de la ECV.....	32
2.2.1 Definición de Objetivos y Alcance.....	32
2.2.2 Análisis del Inventario.....	35
2.2.3 Evaluación del Impacto.....	38
2.2.4 Interpretación de ECV.....	39

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS.....	42
3.1 Definición de Objetivos y Alcance.....	43
3.1.1 Objetivos del Estudio.....	43
3.1.2 Alcance del Estudio.....	44
3.1.2.1 Función, Unidad Funcional y Flujo de Referencia.....	44
3.1.2.1.1 Descripción de la Planta de MSF.....	44

3.1.2.1.2 Descripción de la Planta de Ol.....	45
3.1.2.2 Límites de MSF y Ol.....	45
3.1.2.3 Categorías de Datos.....	48
3.2 Análisis del Inventario de Ciclo de Vida.....	48
3.2.1 Procesos Utilizados.....	48
3.2.2 Materiales para el Proceso.....	52
3.2.2.1 Materiales para el Proceso de Osmosis Inversa.....	52
3.2.2.2 Materiales para el Proceso de Destilación Súbita Flash.....	54
3.2.3 Operación de las Plantas.....	56
3.2.3.1 Operación de la Planta de Osmosis Inversa.....	56
3.2.3.2 Operación de la Planta de Destilación Súbita Flash.....	59
3.2.4 Desmantelamiento y Disposición Final.....	59
3.2.4.1 Disposición para la Planta Osmosis Inversa.....	59
3.3 Evaluación del Impacto.....	60
3.3.1 Metodología aplicada.....	60
3.3.2 Métodos Seleccionados.....	66
3.3.2.1 Eco – Indicator 99.....	66
3.3.2.2 Método EPS 2000.....	72
3.3.2.3 El Método EDIP 96.....	76

3.3.3 Resultados de Evaluación de Impacto con el Método

Eco-Indicator 99.....	80
3.3.3.1 Resultados para la Planta de Osmosis Inversa.....	80
3.3.3.1.1 Caracterización.....	80
3.3.3.1.2. Evaluación del Daño.....	83
3.3.3.1.3 Normalización.....	85
3.3.3.1.4 Ponderación.....	86
3.3.3.2 Resultados para la Planta de Destilación Súbita	
Flash	87
3.3.3.2.1 Caracterización.....	87
3.3.3.2.2. Evaluación del Daño.....	90
3.3.3.2.3. Normalización.....	92
3.3.3.2.4. Ponderación.....	93
3.3.4 Resultados de Evaluación de Impacto EPS 2000.....	95
3.3.4.1 Resultados para la Planta de Osmosis Inversa.....	95
3.3.4.1.1 Caracterización.....	95
3.3.4.1.2 Evaluación del Daño.....	96
3.3.4.1.3 Ponderación.....	97
3.3.4.2 Resultados para la Planta de Destilación Súbita	
Flash.....	98

3.3.4.2.1	Caracterización.....	98
3.3.4.2.2	Evaluación del Daño.....	99
3.3.4.2.3	Ponderación.....	99
3.3.5	Resultados de Evaluación de Impacto EDIP 96.....	100
3.3.5.1	Resultados de la Planta de Osmosis Inversa.....	100
3.3.5.1.1	Caracterización.....	100
3.3.5.1.2	Normalización.....	101
3.3.5.1.3	Ponderación.....	102
3.3.5.1.4	EDIP 96 (Solo Recursos).....	103
3.3.5.2	Resultados de la Planta de Destilación Súbita	
	Flash.....	105
3.3.5.2.1	Caracterización.....	105
3.3.5.2.2	Normalización.....	106
3.3.5.2.3	Ponderación.....	107
3.3.5.2.4	EDIP 96 (Solo Recursos).....	108
3.4	Interpretación de la ECV.....	110
3.4.1	Método Eco-Indicator 99.....	110
3.4.1.1	Interpretación del Ciclo de Vida de la Planta de	
	Osmosis Inversa.....	110
3.4.1.2	Interpretación de la Planta de Destilación Súbita	

Flash.....	112
3.4.2 Método EPS 2000.....	113
3.4.2.1 Interpretación del Ciclo de Vida de la Planta de Osmosis Inversa.....	113
3.4.2.2 Interpretación del Ciclo de Vida de la Planta de Destilación Súbita Flash.....	115
3.4.3 Método EDIP 96.....	116
3.4.3.1 Interpretación del Ciclo de Vida de la Planta de Osmosis Inversa.....	116
3.4.3.2 Interpretación del Ciclo de Vida de la Planta de Destilación Súbita Flash.....	118

CAPÍTULO 4

4. COMPARACIÓN DE LAS PLANTAS DE DESALINIZACIÓN

CON LAS TECNOLOGÍAS MSF – OI.....	121
4.1 Comparación de Energía Consumida.....	122
4.2 Comparación de Descargas.....	125

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	128
--	-----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

Ag ₂ O	Óxido de Plata
AgCl	Cloruro de Plata
B250	Bases de datos BUWAL 250
BUWAL	Agencia Suiza para Medio Ambiente, Bosque y Paisaje
C	Carbono
Cd	Cadmio
CFC111	Triclorofluorometano
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONELEC	Consejo Nacional de Electricidad
CuCl ₂	Cloruro de Cobre
CuO	Óxido de Cobre
DALY	Años de Vida Ajustados a Inhabilidad
ECV	Evaluación de Ciclo de Vida
EE.UU.	Estados Unidos de América
ELU	Unidad de Carga Ambiental
EMPA	Laboratorios Federales Suizos para Ensayo e Investigación de Materiales
EPS	Estrategias Ambientales de Productos
Etc.	etcétera
ETH	Instituto Federal Suizo de Tecnología
Fe	Hierro
GORP	Proyecto de Investigación del Ozono Global
GWP 100	Potenciales de Calentamiento Global 100
H ⁺	Ión Hidrógeno
H ₂	Hidrógeno Gaseoso
H ₂ O	Agua

H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
HClO ₄	Óxido Perclórico
HgO	Óxido de Mercurio
Hm ³ /día	Hectómetro cúbico por día
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
IPCC 1994	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
ISO	Organización Mundial para la Normalización
KCl	Cloruro de potasio
Kg	kilogramo
kJ	Kilo-Joule
km	kilómetro
KOH	Hidróxido de potasio
kW	Kilovatio
kW-h	Kilovatio -hora
kW-h/m ³	kilovatio-hora por metro cúbico
m ³	metro cúbico
Mg	Magnesio
MJ	Mega-Joule
MnO ₂	Dióxido de Manganeso
N	Nitrógeno
NaCl	Cloruro de Sodio
NaOH	Hidróxido de sodio
NEX	Extinción de Especies Normalizada
NH ₄ Cl	Cloruro de Amonio
NO ₃	Nitrato
NO _x	Óxidos de Nitrógeno
O ₂	Oxígeno Gaseoso
OMS	Organización Mundial de la Salud
P	Fósforo
Pb	Plomo
PDF	fracción potencialmente desaparecida de especies de planta
PDF*m ² *año	fracción potencialmente desaparecida de especies de planta-

metro cuadrado-año

POCP	Potenciales de Creación de Smog Fotoquímico
SETAC	Sociedad de Toxicología y Química Ambiental
SO ₂	Dióxido de Azufre
SPOLD	Sociedad para la Promoción del Desarrollo de ECV
Tkm	tonelada-kilómetro
Ton	tonelada
Zn	Cinc
ZnCl ₂	Cloruro de Cinc

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1	Esquema del Proceso de Desalación.....	6
Figura 1.2	Esquema de una Planta de Evaporación Súbita por Efecto Flash.....	13
Figura 1.3	Destilación Múltiple Efecto (MED) con Evaporadores Horizontales.....	15
Figura 1.4	Esquema de un Colector Solar para Destilación.....	19
Figura 1.5	Proceso Natural de Osmosis.....	22
Figura 1.6	Proceso de Osmosis Inversa.....	23
Figura 1.7	Desalación por Osmosis Inversa (OI) con Turbina Pelton Incorporada.....	25
Figura 1.8	Proceso de Electrodialisis.....	27
Figura 2.1	Fases de una ACV, según SETAC.....	29
Figura 2.2	Fases de un ACV, según las Normas ISO.....	31
Figura 3.1	Esquema de la Unidad de Proceso de el Análisis de Inventario.....	49
Figura 3.2	Cuadro de Proceso Hierro Fundido.....	53
Figura 3.3	Porcentaje de Aportación de Energía en el Ecuador.....	56
Figura 3.4	Proceso de Electricidad Ecuador para Osmosis Inversa.....	58
Figura 3.5	Proceso de Electricidad Ecuador para MSF.....	59
Figura 3.6	Resultados de Caracterización en Porcentaje Eco-Indicator 99.....	83
Figura 3.7	Evaluación del Daño Eco-Indicator 99.....	85
Figura 3.8	Normalización Eco-Indicator 99.....	86
Figura 3.9	Ponderación Eco-Indicator 99.....	87
Figura 3.10	Caracterización en Porcentaje Eco-Indicator 99.....	90
Figura 3.11	Evaluación del Daño Eco-Indicator 99.....	91
Figura 3.12	Normalización Eco-Indicator 99.....	93
Figura 3.13	Ponderación Eco-Indicator 99.....	94
Figura 3.14	Caracterización en Porcentaje EPS 2000.....	95
Figura 3.15	Evaluación del Daño EPS 2000.....	96
Figura 3.16	Ponderación EPS 2000.....	97
Figura 3.17	Caracterización en Porcentaje EPS 2000.....	98

Figura 3.18	Evaluación del Daño EPS 2000.....	99
Figura 3.19	Ponderación EPS 2000.....	100
Figura 3.20	Caracterización EDIP 96.....	101
Figura 3.21	Normalización EDIP 96.....	102
Figura 3.22	Ponderación EDIP 96.....	103
Figura 3.23	Caracterización EDIP 96 (Solo Recursos).....	104
Figura 3.24	Normalización EDIP 96 (Solo Recursos).....	104
Figura 3.25	Ponderación EDIP 96 (Solo Recursos).....	105
Figura 3.26	Caracterización EDIP 96.....	106
Figura 3.27	Normalización de MSF EDIP 96.....	107
Figura 3.28	Ponderación de MSF EDIP 96.....	108
Figura 3.29	Caracterización de MSF EDIP 96 (Solo Recursos).....	109
Figura 3.30	Normalización de MSF EDIP 96 (Solo Recursos).....	109
Figura 3.31	Ponderación de MSF EDIP 96 (Solo Recursos).....	110
Figura 4.1	Consumo Mensual de Energía de MSF y Osmosis Inversa.....	125
Figura 4.2	Comparación de Descargas de MSF y Osmosis Inversa.....	127

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Métodos de Desalación Existentes en el Medio.....11
Tabla 2	Procesos de Osmosis Inversa.....50
Tabla 3	Procesos de Destilación Súbita Flash.....51
Tabla 4	Materiales para la Planta de Osmosis Inversa.....52
Tabla 5	Materiales para la Planta de Destilación Súbita Flash.....55
Tabla 6	Porcentaje de Aportación de Energía en el Ecuador.....57
Tabla 7	Características de cada Método.....65
Tabla 8	Resultados de Caracterización Eco-Indicator 99.....81
Tabla 9	Resultados de Caracterización en Porcentajes Eco-Indicator 99.....82
Tabla 10	Resultados de Evaluación del Daño Eco-Indicator 99.....84
Tabla 11	Resultados de Evaluación del Daño en Porcentaje Eco-Indicator 99.....84
Tabla 12	Resultados de Normalización Eco-Indicator 99.....85
Tabla 13	Resultados de Ponderación Eco-Indicator 99.....86
Tabla 14	Resultados de Caracterización.....88
Tabla 15	Resultados de Caracterización en Porcentaje Eco-Indicator 99.....89
Tabla 16	Resultados de Evaluación del Daño Eco-Indicator 99.....91
Tabla 17	Resultados de Normalización Eco-Indicator 99.....92
Tabla 18	Resultados de Ponderación Eco-Indicator 99.....94
Tabla 19	Comparación Energética de los Procesos de Desalinización de Agua.....124
Tabla 20	Comparación Descargas de los Procesos de Desalinización de Agua.....126

APÉNDICES

	Pág.
Apéndice A	Herramientas Analíticas..... 131
Apéndice B	Hoja de Procesos de Osmosis Inversa..... 134
Apéndice C	Hoja de Procesos de Destilación Súbita Flash..... 229
Apéndice D	Factores de Caracterización Eco-Indicator 99..... 323
Apéndice E	Factores de Caracterización EPS 2000..... 337
Apéndice F	Factores de Ponderación EPS 2000 (Categorías de Impacto y Categorías de Daño)..... 361
Apéndice G	Factores de Caracterización EDIP 96..... 362
Apéndice H	Factores de Normalización y Ponderación EDIP 96... 404
Apéndice I	Factores de Caracterización EDIP 96 (Solo Recursos)..... 405
Apéndice J	Factores de Normalización y Ponderación EDIP 96... 408
Apéndice K	Datos de la Planta de Osmosis Inversa Analizado Bajo el Método EPS 2000..... 409
Apéndice L	Datos de la Planta de Osmosis Inversa Analizado Bajo el Método EDIP 96..... 411
Apéndice M	Datos de la Planta de Osmosis Inversa Analizado Bajo el Método EDIP 96 (Recursos)..... 414
Apéndice N	Datos de la Planta de Destilación Súbita Flash Analizado Bajo el Método EPS 2000..... 420
Apéndice O	Datos de la Planta de Destilación Súbita Flash Analizado Bajo el Método EDIP 96..... 422
Apéndice P	Datos de la Planta de Destilación Súbita Flash Analizado Bajo el Método EDIP 96 (Recursos)..... 425

INTRODUCCIÓN

El agua es necesaria para el desarrollo de la vida así como para numerosas actividades humanas. Además es un bien escaso por lo que es necesario desarrollar sistemas que permitan un mejor aprovechamiento del agua que existe en nuestro planeta. Los océanos representan las tres cuartas partes de la superficie terrestre y de ellas el 97,5% tiene una salinidad de más de un 3% en peso, haciendo que no sirva para usos agrícolas, industriales o humanos. El resto es agua dulce, pero un 68,9% esta en forma de hielo permanentemente (imposible usarla) y del resto de agua disponible, cerca del 30% son aguas subterráneas y el 0,3% se encuentra en ríos, lagos, embalses, etc.

Otro aspecto muy importante a considerar dentro de la distribución de los recursos hídricos del planeta es que no todos están disponibles, ni tienen la calidad necesaria. Actualmente 26 países del mundo sufren problemas de escasez (300 millones de personas), y la previsión para el año 2050 es que sean 66 países los afectados por esta escasez.

Se estima que aproximadamente el 80% del agua dulce se consume en tareas agrícolas, fundamentalmente en el riego. Cantidades significativas de agua se consumen en el ámbito industrial, principalmente en la producción de energía.

Dado que los recursos hídricos son limitados, las tecnologías basadas en la desalinización del agua de mar y el bombeo de agua a distancia, pueden cubrir de alguna forma la demanda de agua que existe actualmente, pero esto por sí solo no es la solución. Además de estas tecnologías, es necesario gestionar bien el agua, evitando pérdidas o despilfarros que existen por ejemplo en las canalizaciones de riego, o en las redes de abastecimiento por estar obsoletas, o por no tener un mantenimiento adecuado. Así mismo, es necesario un sistema de reciclado y reutilización de aguas tanto en la agricultura como en la industria donde la demanda de agua es tan elevada.

Se hace necesario el ahorro de agua en todos los sectores de consumo, usando técnicas de riego que eviten el despilfarro, ahorro en el consumo doméstico y su posterior depuración y reutilización. Sin embargo, existen zonas áridas o aisladas del planeta que necesitan de fuentes externas de agua para su desarrollo como la desalación. La desalación es un proceso que permite aumentar esos recursos, pero tiene el inconveniente de ser una tecnología cara y no está al alcance de todos los países.

La utilización de técnicas de desalación, tanto de recursos salobres como de agua de mar, constituye en determinadas circunstancias una solución a la escasez sistemática de recursos hídricos en algunas zonas. El desarrollo de las

técnicas de desalación, y especialmente aquellas que requieren un menor consumo energético y mayor eficacia, han contribuido a mejorar el rendimiento de las operaciones de desalación y a un menor costo de producción, lo que ha incidido en considerar las aguas desaladas como una alternativa más.

CAPÍTULO 1

1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE DESALINIZACIÓN DEL AGUA

1.1 Definición de Desalación

Dadas las extensas regiones de los cinco continentes que sufren escasez de agua, y que el consumo en las zonas industrializadas crece a pasos agigantados, el hombre se ha visto obligado a obtener agua potable por distintas vías. Una de ellas ha sido la desalación o desalinización de aguas salobres.

Desde hace casi un siglo, se obtiene en los navíos agua dulce por destilación del agua del mar. Pero ha sido en los últimos decenios cuando las técnicas para la obtención a gran escala de agua dulce han evolucionado, hasta el punto de que actualmente existen en funcionamiento numerosas plantas de desalación.

Los procedimientos de desalación de aguas salobres van desde el tradicional de ebullición y posterior condensación, hasta los más recientes de electrodialisis y osmosis inversa, pasando por otros como la congelación y la evaporación por disminución de presión.

La desalación es un proceso de separación de sales de una disolución acuosa, pero que puede ampliarse al proceso de separación del agua de las sales, ya que existen tecnologías que realizan este proceso y el fin último a perseguir es la separación de ambos componentes para uso humano del agua dulce.

Los recursos hídricos susceptibles de desalación pueden tener básicamente dos orígenes: agua de mar o agua subterránea salinizada; estas últimas pueden proceder de acuíferos costeros en contacto directo con el mar y de acuíferos aislados del mismo.

La extracción de las aguas salobres (tema no enfocado en nuestro estudio) disponibles en un acuífero, si no se dispone de un conocimiento suficiente del mismo, y de una adecuada programación de bombeos puede dar lugar a graves problemas de deterioro de su calidad natural. Este caso puede darse tanto en acuíferos conectados y no conectados con el mar, así unas extracciones mal planificadas pueden incrementar los procesos de disolución de formaciones salinas, o el avance no controlado de la interfaz.

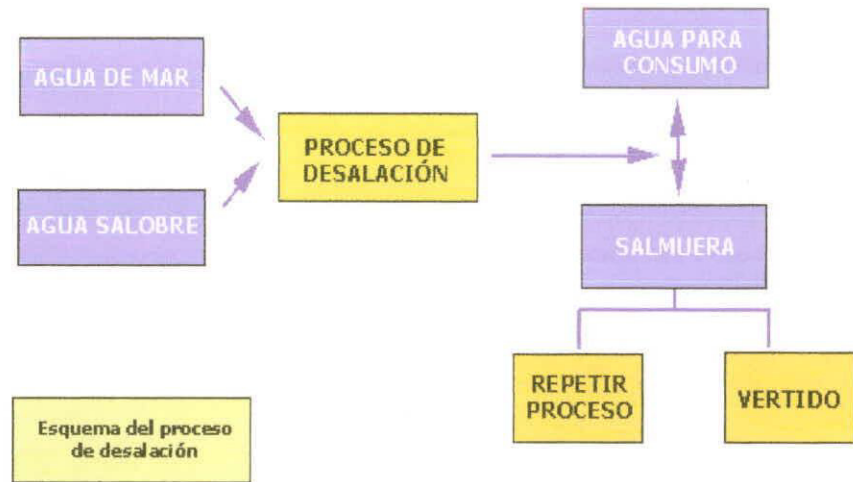


FIGURA 1.1 ESQUEMA DEL PROCESO DE DESALACIÓN

El sistema físico de eliminación de las sales del mar o destilación y condensación sucesivas se conocía desde la antigüedad, pero implicaba un consumo muy elevado de energía que lo hacía inviable económicamente. En fechas más recientes se han desarrollado nuevas tecnologías que permiten la obtención de agua dulce (contenido en sales inferior a 500 ppm.) a partir de agua de mar (contenido en sales del orden de 35.000 ppm.) a un coste aún elevado pero progresivamente decreciente, que puede ser asumido por ciertos usos.

1.2 Breve Historia de la Desalinización

1.2.1 Perspectiva mundial

Para el hombre siempre ha sido un reto el separar la sal del agua del mar para aprovechar sin límite sus inmensas reservas. Desde la época griega clásica, donde se definieron los principios para la separación del agua y las sales, el hombre siempre ha buscado maneras de lograr esa separación. Existen ejemplos a lo largo de la historia antigua de hombres dedicados a tal esfuerzo: Aristóteles, Tales de Mileto, Demócrito, Plinio, Laguna (médico de Carlos V). En el siglo XVI se utilizaron alambiques en barcos para obtener agua dulce, aunque de naturaleza muy rudimentaria.

Hasta bien entrado el siglo XIX no se puede hablar propiamente de una instalación desaladora de naturaleza estable, fue precisamente una planta de destilación solar en una explotación minera en las Salinas de Chile (Handbury, Hodgkiess y Morris, 1993), cuyo rendimiento era ínfimo (20 m^3 producidos en una extensión de 4.000 m^2), pero era la primera forma de obtener agua dulce para el abastecimiento de la población minera en aquel lugar tan remoto y árido. Posteriormente, en el año 1884 se fabrica por primera vez un

evaporador para un barco aprovechando la energía residual del vapor de salida de su caldera. Esta tecnología iba encaminada al efecto pernicioso del agua salada en los tubos de los intercambiadores: incrustaciones, corrosión, etc.

La primera mitad del siglo XX fue totalmente dominada por las tecnologías de evaporación, y se incidió principalmente en el diseño de nuevos tipos de intercambiadores más eficientes y compactos que producían cada vez más agua dulce con el menor consumo.

La facilidad de combinación con instalaciones productoras de energía y su robustez y capacidad, ha contribuido a su manutención en el panorama mundial. Sin embargo, la dependencia energética primaria de este tipo de plantas y su alto consumo motivó la búsqueda de otras alternativas en el mundo de la desalación del agua, como las membranas. Las primeras investigaciones de membranas para desalación datan de la década de los 30, cuando Ferry las recopila en 1936 y las clasifica por sus materiales utilizados (naturales, de malla porosa, cobre, celofán). Pero las primeras experiencias de membranas con rechazo de sales aceptable para la desalación son de Reid y Breton en la Universidad de Florida

en 1953, que obtuvieron un rechazo del 98% con membranas planas de acetato de celulosa. Posteriormente Loeb y Sourirajan en 1960 mejoraron el flujo de este tipo de membranas. Ya en los 70 el material de las membranas se sustituye por poliamida aromática que aumentaban el rechazo hasta el 99%; la primera membrana de este tipo para agua de mar data de 1972, siendo dos años antes la fecha de aparición de las primeras membranas para aguas salobres. A partir de esta fecha, la búsqueda de nuevos materiales (la mayoría de ellos de naturaleza orgánica como la poliamida aromática) ha contribuido a evitar de forma considerable los problemas derivados de la operación de las mismas (no tolerancia a ciertos componentes) así como disminuir la presión mínima necesaria para la obtención del permeado.

Centrándose en la evolución histórica de capacidad instalada en el mundo, se puede decir que en el año 1970 dicha capacidad era de tan sólo $1,7 \text{ hm}^3/\text{día}$, correspondientes a plantas evaporadoras muy baratas de instalación pero de alto consumo, utilizadas normalmente en los barcos para reducir espacio y de acuerdo con la tecnología disponible en aquel momento (VTE principalmente). Sin embargo, la crisis del petróleo de 1973 fue el revulsivo para que los países

exportadores de petróleo, que además son los países con mayor escasez de agua, instalaran gran cantidad de plantas de evaporación acopladas con plantas de producción eléctrica, lo que ha permitido el asentamiento definitivo de la población en estas zonas tan áridas del planeta. En los años 80, una nueva crisis del petróleo y la aparición de las membranas de osmosis inversa para agua de mar, hizo que el incremento de este tipo de plantas no fuera tan espectacular, además de que la desalación por otros métodos se extendiera más allá del Golfo Pérsico de forma notoria, especialmente en el tratamiento de aguas salobres. Finalmente, en la década de los 90 los procesos de evaporación siguen pesando considerablemente en Oriente Medio, pero en el resto del mundo la osmosis inversa es el proceso predominante, penetrando en el difícil mercado árabe con la aparición de las membranas preparadas para filtrar ese tipo de aguas y la posibilidad de acoplar instalaciones híbridas en el caso de baja demanda eléctrica en sus instalaciones duales.

1.3 Procesos de Desalación

Como anteriormente se mencionó, en la desalación se puede separar el agua de las sales ó viceversa. Por lo tanto la primera clasificación

de los métodos de desalación se atenderá a la forma de separación de sales y agua. Las siguientes clasificaciones se harán según el tipo de energía utilizada para el proceso, y finalmente por el proceso físico de la desalación. La Tabla 1 muestra una clasificación de los métodos existentes.

TABLA 1
MÉTODOS DE DESALACIÓN EXISTENTES EN EL MEDIO

Separación	Energía	Proceso	Método
Agua de sales	Térmica	Evaporación	Destilación súbita (flash)
			Destilación multiefecto
			Termocompresión de vapor
			Destilación solar
		Cristalización	Congelación
			Formación de hidratos
		Filtración y evaporación	Destilación con membranas
Sales de agua	Mecánica	Evaporación	Compresión mecánica vapor
		Filtración	Ósmosis Inversa
	Eléctrica	Filtración selectiva	Electrodialisis
	Química	Intercambio	Intercambio iónico

A lo largo de este capítulo se hablará brevemente de cada uno de los procesos de desalación anteriormente presentados en la tabla, cabe mencionar que será necesario para el presente estudio, centrar la atención en el consumo energético necesario para obtener agua dulce en condiciones de potabilidad.

1.3.1 Destilación Súbita por Efecto Flash (MSF)

El proceso de destilación súbita por efecto flash (proceso de nuestro estudio) es el primer proceso desalador por destilación digno de mencionar. La desalación obtenida por destilación consiste en evaporar agua para conseguir vapor que no contiene sales (éstas son volátiles a partir de 300° C): el vapor se condensa posteriormente en el interior ó exterior de los tubos de la instalación.

Los sistemas desaladores suelen funcionar por debajo de la presión atmosférica, por lo que necesitan un sistema de vacío (bombas ó eyectores), además de extracción del aire y gases no condensables.

La utilización de una cámara flash permite una evaporación súbita (y por lo tanto de carácter irreversible) previa a su posterior condensación. Generalmente, la cámara flash se sitúa en la parte baja de un condensador de dicho vapor generado en la cámara inferior. Por lo tanto, la recuperación de calor necesario para la evaporación se obtiene gracias a la unión sucesiva de etapas en cascada a diferentes presiones, y es necesario el aporte mínimo de la condensación de un vapor de baja o media calidad proveniente de una planta de

- La capacidad de las plantas MSF es mucho mayor que otras plantas destiladoras en virtud a la cantidad de etapas conectadas en cascada sin problemas de operación.

Sin embargo, las plantas MSF tienen un grave inconveniente ya que su consumo específico, definido como la cantidad de energía consumida para producir 1 m³ de agua desalada, es de los más altos de los procesos estudiados. A este consumo contribuyen el consumo térmico proveniente de la planta productora de electricidad, más alto que otros procesos de destilación debido al efecto flash; y el consumo eléctrico debido al gran número de bombas necesarias para la circulación de los flujos de planta. Además de su alto costo de operación, su costo de instalación no es más bajo que otros procesos de desalación.

1.3.2 Destilación por Múltiple Efecto (MED)

Al contrario que en el proceso MSF por efecto flash, en la destilación por múltiple efecto (MED) la evaporación se produce de forma natural en una cara de los tubos de un intercambiador aprovechando el calor latente desprendido por la condensación del vapor en la otra cara del mismo. Una planta MED (Multi-Effect Distillation) tiene varias etapas conectadas en serie a

diferentes presiones de operación, dichos efectos sucesivos tienen cada vez un punto de ebullición más bajo por el efectos de dicha presión.

Esto permite que el agua de alimentación experimente múltiples ebulliciones, en los sucesivos efectos, sin necesidad de recurrir a calor adicional a partir del primer efecto. El agua salada se transfiere luego al efecto siguiente para su evaporación y el ciclo se repite, utilizando el vapor generado en cada efecto. Normalmente también existen cámaras flash para evaporar una porción del agua salada que pasa al siguiente efecto, gracias a su menor presión de operación.

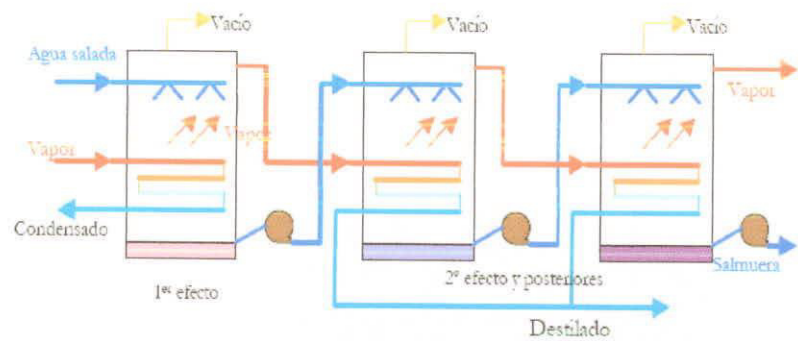


FIGURA 1.3 DESTILACIÓN MÚLTIPLE EFECTO (MED) CON EVAPORADORES HORIZONTALES

La primera etapa se nutre de vapor externo de un sistema recuperativo, una turbina de contrapresión (o extracción de una

de condensación). Un condensador final recoge el agua dulce en la última etapa precalentando el agua de aportación al sistema, como se muestra en la Figura 1.3. Por lo tanto, las plantas MED también conforman sistemas de cogeneración al igual que las MSF consumiendo una porción de energía destinada a priori a la producción eléctrica.

La destilación por múltiple efecto no es un proceso solamente utilizado para la desalación. La industria azucarera utiliza constantemente destiladores de múltiple efecto, aunque en este caso el propósito no es obtener destilado sino concentrar mezclas de otra naturaleza.

La capacidad de este tipo de plantas suele ser más reducida que las MSF (nunca suele superar los 15.000 m³/día) (Al-Shammiri y Safar, 1999), aunque ello se debe más a razones de índole política que operativa: las MSF más grandes se instalan en Oriente Medio y las mayores MED están instaladas en las islas del Caribe para abastecer de agua estas zonas de gran presión turística. También es verdad que el número máximo de efectos conectados en serie raramente es mayor de 15, a excepción de las MED con múltiples efectos integrados en cada uno de ellos, llegando en este caso a más de 50.

Sin embargo, tienen un mejor rendimiento global con respecto a una MSF: el GOR de este tipo de plantas puede llegar a 15 sin ningún problema, reduciendo por lo tanto el consumo específico de este proceso respecto de una planta MSF con idénticas capacidades. Ello se debe principalmente a la irreversibilidad asociada al proceso de separación flash que aparece en los procesos MSF. Además el consumo eléctrico es menor que la MSF ya que necesita menos bombas de circulación al no existir recirculación de salmuera. Ello implica que el peso de este proceso en el contexto mundial de la desalación es mucho menor que el de las MSF ó la osmosis inversa (OI).

1.3.3 Destilación Solar

La energía solar es el método ideal para producir agua en zonas áridas y muy aisladas del resto de poblaciones. A pesar de tener un coste energético nulo y escasa inversión necesaria, su baja rentabilidad reside en su escasa producción por metro cuadrado de colector al destilarse tan sólo unos litros al día en el caso de condiciones climatológicas favorables. Por lo tanto no se han desarrollado a gran escala en lugares con un consumo elevado de agua dulce.

Hay varias formas de producir agua dulce usando la energía solar, en este párrafo nos ceñiremos a la destilación por colectores. El principio básico es el del efecto invernadero: el sol calienta una cámara de aire a través de un cristal transparente, en cuyo fondo tenemos agua salada en reposo. Dependiendo de la radiación solar y otros factores como la velocidad del viento (que enfría la cara exterior del vidrio), una fracción de esta agua salada se evapora y se condensa en la cara interior del mismo. Debido a que la cubierta del vidrio tiene cierta inclinación, las gotas caen en un canal que va recogiendo dicho condensado evitando que descendan a la lámina inferior de salmuera, como se muestra en la Figura 1.4. Aunque pueden utilizarse técnicas de concentración de los rayos solares apoyándose en lentes ó espejos (parabólicos ó lisos), no suelen compensar las mayores pérdidas de calor que ello acarrea y su mayor coste económico.

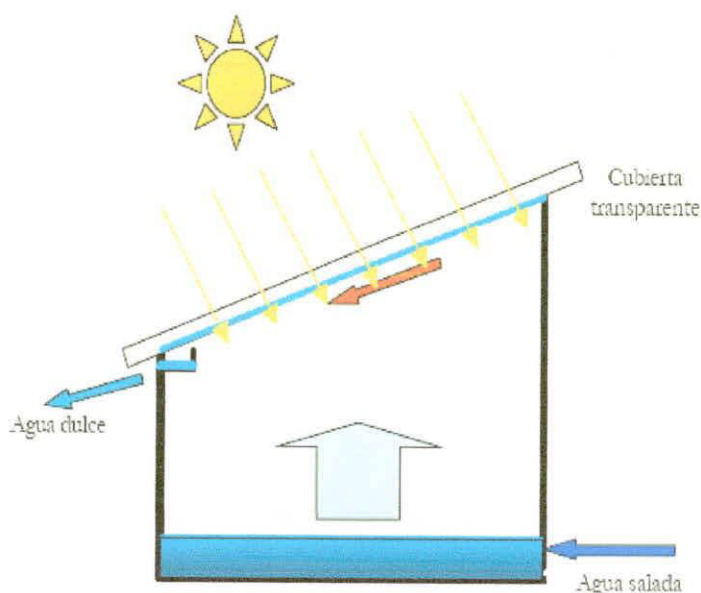


FIGURA 1.4 ESQUEMA DE UN COLECTOR SOLAR PARA DESTILACIÓN

Pero la energía solar también puede ser la fuente de energía de un proceso de destilación, incluso de producción eléctrica para pequeñas instalaciones de osmosis inversa. Por ejemplo, el uso de colectores de concentración parabólicos (PTC) puede usarse en procesos MSF ó MED dependiendo del coste de los colectores, que son los que determinan la producción de agua por metro cuadrado de PTC (en promedio producen 10 m^3 de agua dulce por m^2 de colector) y factores climáticos tales como el porcentaje del día en que la planta consume energía solar (factor solar SF) (García, 1999; García, Palmero y Gómez, 1999). Como se puede ver el gran problema de estas

instalaciones es que no evita la instalación convencional para producir agua dulce en circunstancias climatológicas adversas.

Un reciente estudio de recopilación de plantas de destilación solar muestra una realidad nada halagüeña: el total de capacidad instalada a escala mundial no supera los 10.000 m³/día, generalmente con colectores parabólicos acoplados a pequeñas unidades MSF ó MED (García y Gómez, 2000). Queda muy claro que estos métodos hoy por hoy no son competitivos económicamente, tan sólo en lugares aislados de suministro eléctrico y de agua es factible pensar en estas instalaciones.

1.3.4 Destilación por Membranas

Es un proceso combinado de evaporación y filtración. El agua salada bruta se calienta para mejorar la producción de vapor, que se expone a una membrana que permite el paso de vapor pero no del agua (membrana hidrófoba). Después de atravesar la membrana el vapor se condensa, sobre una superficie más fría, para producir agua desalada. En estado líquido, esta agua no puede retroceder atravesando la membrana por lo que es recogida y conducida hacia la salida.

Desgraciadamente, este proceso sólo ha sido desarrollado a nivel de laboratorio por varios grupos de investigación científica (uno de ellos español, de la Universidad de Málaga; García y Florido, 2000), aunque sus perspectivas son francamente esperanzadoras.

1.3.5 Osmosis Inversa

La osmosis es un proceso natural que ocurre en plantas y animales. De forma esquemática (Figura 1.5) podemos decir que cuando dos soluciones con diferentes concentraciones se unen a través de una membrana semipermeable (es decir, permite el paso de agua pero no de sales), existe una circulación natural de la solución menos concentrada para igualar las concentraciones finales, con lo que la diferencia de altura obtenida (suponemos los recipientes de cada soluto al mismo nivel inicial) se traduce en una diferencia de presión, llamada presión osmótica. Un esquema de este proceso se muestra en la Figura 1.5.

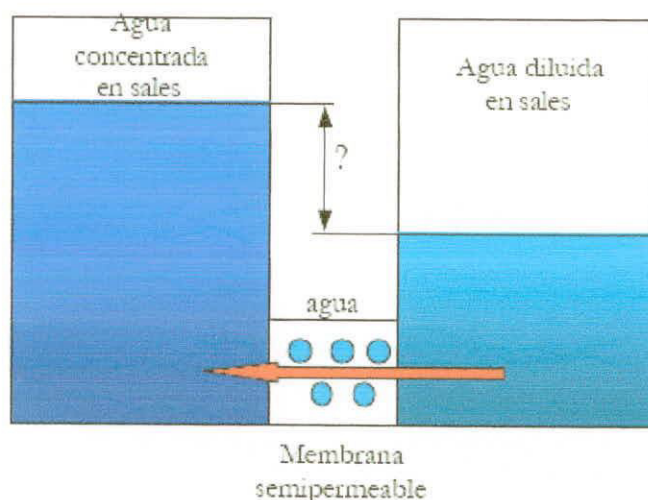


FIGURA 1.5 PROCESO NATURAL DE OSMOSIS

Sin embargo aplicando una presión externa que sea mayor a la presión osmótica de una disolución respecto de otra, el proceso se puede invertir, haciendo circular agua de la disolución más concentrada y purificando la zona con menor concentración, obteniendo finalmente un agua de pureza admisible, aunque no comparable a la de procesos de destilación. Por eso es altamente recomendable para la filtración de aguas salobres, en las que la sal a rechazar es mucho menor que en aguas marinas. La cantidad de permeado depende de la diferencia de presiones aplicada a la membrana, sus propiedades y la concentración del agua bruta, y la calidad del agua permeada suele estar en torno a los 300 - 500 ppm. de TDS, cifra un

orden de magnitud mayor al agua obtenida en un proceso de evaporación.

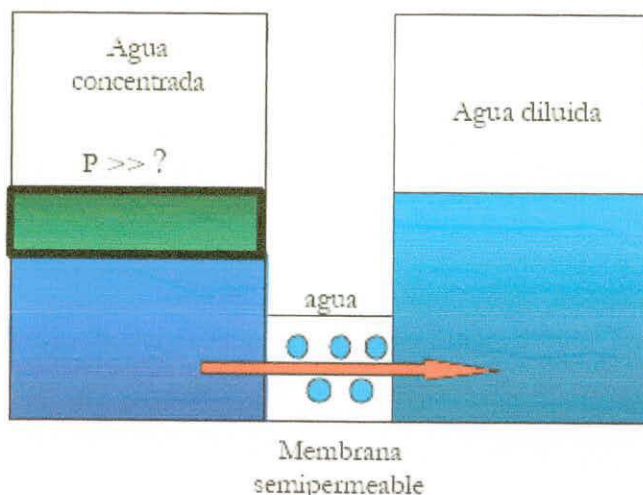


FIGURA 1.6 PROCESO DE OSMOSIS INVERSA

Una membrana para realizar osmosis inversa debe resistir presiones mucho mayores a la diferencia de presiones osmóticas de ambas soluciones, un esquema del proceso de este tipo se presenta en la Figura 1.6. Por ejemplo un agua bruta de 35.000 ppm de TDS a 25°C tiene una presión osmótica de alrededor de 25 bar, pero son necesarios 70 bar para obtener permeado. Además deber ser permeable al agua para permitir el flujo y rechazar un porcentaje elevado de sales. Sin embargo no se puede considerar la OI como un proceso de filtración normal, ya que la dirección de flujo del agua bruta es

paralela y no perpendicular como un caso cualquiera de filtración. Ello implica que tan sólo una parte del agua bruta de alimentación pasa realmente a través de la membrana (un proceso de filtración lo haría en su totalidad), y que no se acumulen sales en la membrana al arrastrarse por el agua bruta que no pasa por la membrana.

El proceso de osmosis inversa es tan simple que a priori solo son necesarias las membranas que filtren el contenido salino y el equipo presurizador. Pero una planta de OI es mucho más compleja que una agrupación de módulos y una o varias bombas, por ejemplo las membranas se ensucian muy fácilmente con la operación continuada y necesita un pretratamiento intensivo (mucho mayor que en los procesos de destilación), que comprende entre otros los pasos mostrados en la Figura 1.7.

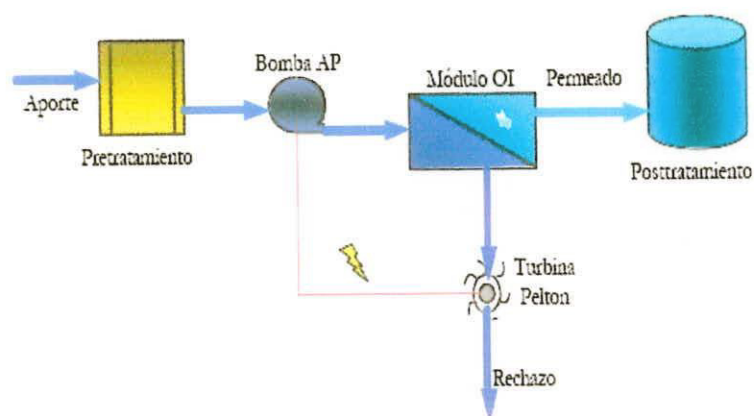


FIGURA 1.7 DESALACIÓN POR OSMOSIS INVERSA (OI) CON TURBINA PELTON INCORPORADA

- Clorado para reducir la carga orgánica y bacteriológica del agua bruta.
- Filtración con arena para reducir la turbidez.
- Acidificación para reducir el Ph y limitar la formación de depósitos calcáreos.
- Inhibición con polifosfatos de la formación de sulfatos de calcio y bario.
- Declorado para eliminar el cloro residual.
- Cartuchos de filtrado de partículas requeridos por los fabricantes de membranas.
- Micro-filtración (MF) y ultra-filtración (UF) en el caso de aplicaciones industriales muy específicas ó en reutilización de aguas residuales

El postratamiento en una planta de este tipo sólo suele ser un tratamiento complementario para conseguir las condiciones de potabilidad requeridas.

1.3.6 Electrodialisis (ED)

Este proceso permite la desmineralización de aguas salobres produciendo que los iones de diferentes signos se muevan hacia zonas diferentes aplicando campos eléctricos con diferencias de potencial aplicados sobre electrodos, y utilizando membranas selectivas que permitan sólo el paso de los iones en una solución electrolítica como es el agua salada.

El proceso puede verse más claramente en la Figura 1.8, donde los iones van a los compartimentos atraídos por los electrodos del signo contrario, dejando en cubas paralelas el agua pura y en el resto el agua salada más concentrada. Es un proceso que sólo puede separar sustancias que están ionizadas y por lo tanto su utilidad y rentabilidad está sólo especialmente indicada en el tratamiento de aguas salobres ó reutilización de aguas residuales, con un consumo específico y de mantenimiento comparable en muchos casos a la osmosis inversa (De Armas, Pérez y von Gottberg, 1999).

En algunas ocasiones, la polaridad de los ánodos y cátodos se invierte alternativamente para evitar el ensuciamiento de las membranas selectivas al paso de dichos iones. En este caso se habla de electrodiálisis reversible (EDR).

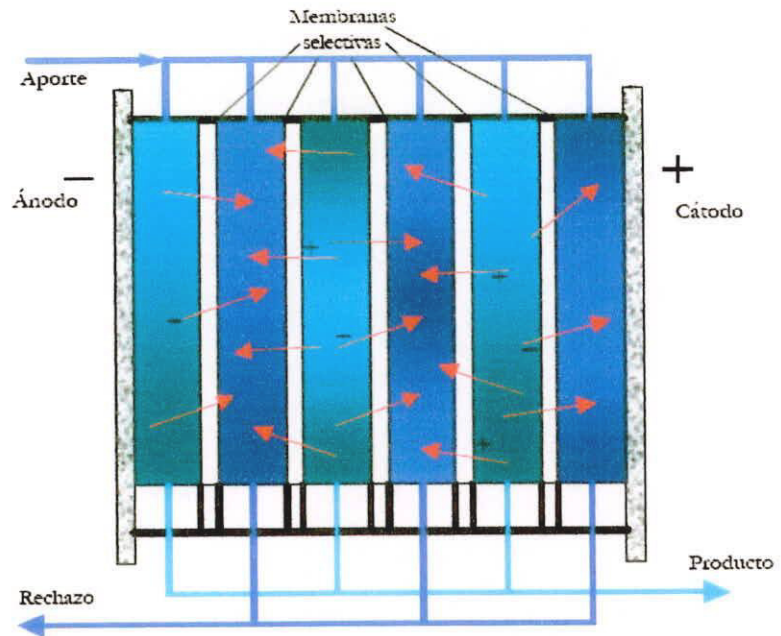


FIGURA 1.8 PROCESO DE ELECTRODIÁLISIS

CAPÍTULO 2

2. EVALUACIÓN DE CICLO DE VIDA

2.1 Definición y Fases del Análisis de Ciclo de Vida

La primera definición consensuada del ACV (conocido internacionalmente como LCA, Life Cycle Assessment) y la más utilizada hasta el momento, se debe a la Sociedad de Química y Toxicología Ambiental (SETAC, Society of Environmental, Toxicology And Chemistry). "El ACV es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno; para determinar el impacto que ese uso de recursos y esos vertidos producen en el medio ambiente, y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental. El

estudio incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas de: extracción y procesamiento de materias primas; producción, transporte y distribución; uso, reutilización y mantenimiento, y reciclado y disposición del residuo” (Consoli *et al.*, 1993). Las fases principales de un ACV se presentan en las Figuras 2.1 y 2.2.

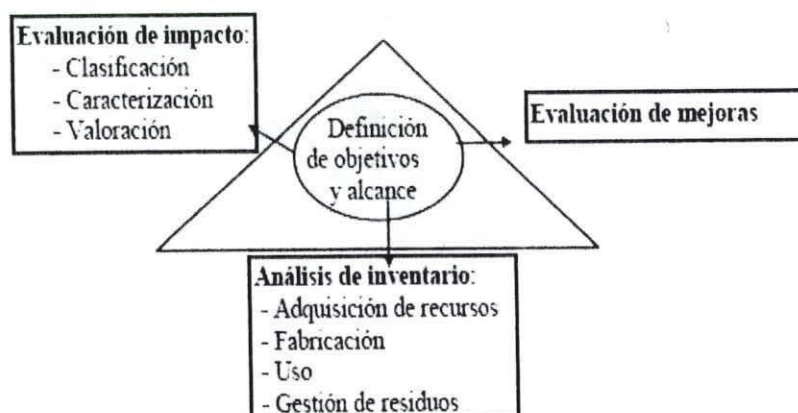


FIGURA 2.1 FASES DE UNA ACV, SEGÚN SETAC

Sin embargo, desde los tiempos en que comenzó el ACV, las entidades reguladoras han hecho grandes esfuerzos para normalizar la metodología, con el fin de lograr así una mayor credibilidad en los resultados obtenidos. Con el fin de lograr este objetivo, en 1991 ISO (International Organization for Standardization), creó el Strategic Advisory Group on the Environment (SAGE), con el objeto de discutir la necesidad de desarrollar normativas relativas a la gestión

ambiental, dado el desarrollo del tema a nivel mundial. Las discusiones de este grupo fueron muy fructíferas a partir de ellas surgió la creación del Comité Técnico 207 (CT 207), al cual se le asigna la responsabilidad de desarrollar normas que incorporasen el tema ambiental, con el gran desafío de no entorpecer el comercio internacional, y que hoy en día conocemos como serie de Normas ISO 14000 sobre ACV que establecen una nueva definición: "El ACV es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados con un producto: recopilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema, evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio" (Norma ISO 14040:1997)

La definición que da la norma española UNE 150-040:1996 es: "El ACV es una recopilación y evaluación, conforme a un conjunto sistemático de procedimientos, de las entradas y salidas de materia y energía, y de los impactos ambientales potenciales directamente atribuibles a la función del sistema del producto a lo largo de su ciclo de vida".

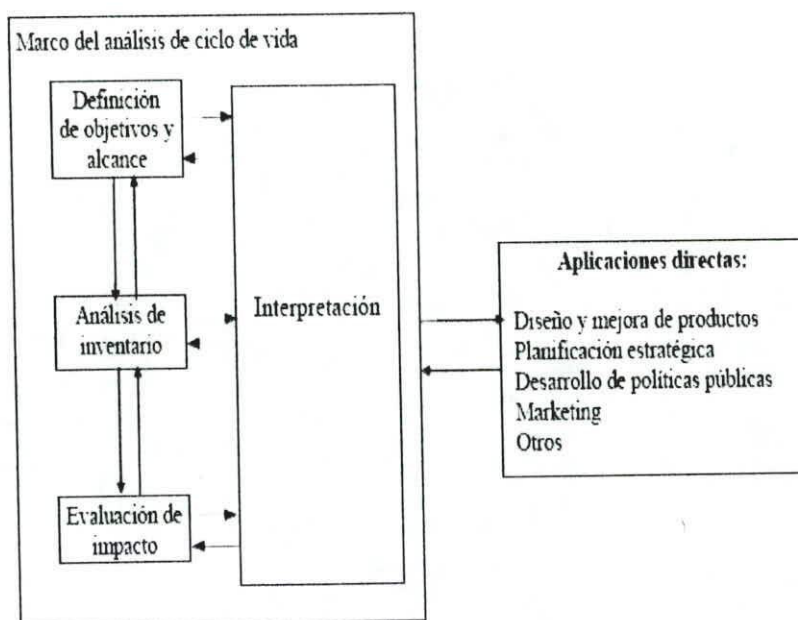


FIGURA 2.2. FASES DE UN ACV, SEGÚN LAS NORMAS ISO

La metodología considera, pues, una serie de fases de trabajo interrelacionadas, que siguen una secuencia más o menos definida, aunque en ocasiones es posible realizar un estudio no tan ambicioso obviando alguna fase. A partir de los resultados de una fase pueden reconsiderarse las hipótesis de la fase anterior y reconducirla hacia el camino que nos ofrece el nuevo conocimiento adquirido. El ACV es, por tanto, un proceso que se retroalimenta y se enriquece a medida que se realiza, como un proceso iterativo.

2.2 Metodología de la ECV

Como ya se ha mencionado anteriormente el ACV se compone de cuatro fases (Norma ISO 14040:1997). En la Figura 2.2 se observa cómo dichas fases son de naturaleza iterativa, así como las aplicaciones directas que tiene la herramienta según la organización ISO.

2.2.1 Definición de objetivos y alcance

La primera fase del ACV es la *definición de objetivos y alcance del estudio*, que debe incluir tanto la definición exacta del tema a tratar como el alcance y profundidad del estudio, para determinar con qué propósito se utilizarán los resultados obtenidos y las conclusiones extraídas. Si en el transcurso de la realización del ACV se obtiene información relevante, el objetivo puede reconsiderarse. Esta primera etapa sirve para organizar la totalidad del estudio y como referencia para la expresión de los resultados, cuyas conclusiones deberán incluir cualquier modificación habida del objetivo inicial.

El principal objetivo de este estudio consiste en obtener una estimación o aproximación de la información ambiental de todo el ciclo de vida de distintos procedimientos y tecnologías

de producción de agua dulce y realizar una comparación lo más objetiva posible, entre ellos.

En la definición del alcance de un ACV los siguientes puntos deben ser considerados y descritos claramente.

Función y unidad funcional

La función o funciones del sistema describen las características de operación del mismo. Los procesos de desalación persiguen como objetivo común generar y aportar recursos hídricos destinados para el abastecimiento humano, industrial o agrícola. La calidad del agua obtenida por los procesos de desalación se supone que es la adecuada y cumple los requerimientos especificados para el uso final.

La definición de una unidad funcional o característica de rendimiento es la base para un ACV, ya que la unidad funcional define la escala para comparar dos o más productos incluido la mejora del producto o sistema. Todos los datos recogidos en el Análisis de Inventario (ICV, Inventario de Ciclo de Vida) estarán relacionados con la unidad funcional. Uno de los principales propósitos de definir una unidad funcional es proveer una referencia para la cual los datos de entradas y salidas puedan ser normalizados.

Límites del sistema

Los límites del sistema definen los procesos y operaciones del sistema (manufactura, transporte y tratamiento de residuos), así como las entradas y salidas que deben tomarse en cuenta en el ACV.

Calidad de los datos

La calidad de los datos usada en el ICV (Inventario de Ciclo de Vida) se refleja en la calidad de los resultados del ACV. Cuando un ACV se realiza por primera vez, es aconsejable no despreciar ningún dato por su calidad (Botero, 1998).

La calidad inicial de los datos requerida debe quedar establecida cuando se definen los siguientes parámetros:

- La antigüedad de los datos y su rango de validez temporal.
- Validez geográfica (local, regional, nacional, continental, global).
- Campo de aplicación tecnológica.

Revisión crítica del proceso

El proceso de revisión crítica permite asegurar la calidad del ACV mediante una revisión tanto de los objetivos y alcances como de los límites del estudio. Esta revisión puede ser

interna, externa o involucrar partes interesadas que fueron definidas en el objetivo y alcance del trabajo.

2.2.2 Análisis de inventario

El análisis de inventario (ICV) es la segunda fase de ACV y corresponde al inventario de cargas ambientales. De hecho, se trata tan sólo de resolver balances de materia y energía, tras definir correctamente el sistema en estudio y presentarlo mediante un diagrama de flujo donde aparecen todas las etapas del proceso, el cual está compuesta por las siguientes etapas.

Recopilación de datos

El análisis de inventario incluye la recopilación y tratamiento de datos para ser usados en el cálculo del consumo de materiales y en la realización del perfil ambiental para todas las fases del ACV. Los datos pueden provenir de sitios específicos, como compañías, áreas o países específicos, o de fuentes más generales como son organizaciones de estadísticas, registros públicos, etc.

El Análisis de Inventario es, la mayoría de las veces, la parte más intensiva del trabajo en el ACV, especialmente cuando

se requieren datos de un sitio específico para todos los procesos involucrados. En muchas ocasiones se usan datos promedios que provienen de la literatura o de algunas organizaciones que, como la BUWAL (Suiza), han publicado datos de la cuna a la tumba que incluyen el análisis de inventario para la manufactura de algunos productos (Botero, 1998).

Definición de los sistemas

Los límites del sistema están definidos como parte del alcance del estudio, sin embargo después de la recopilación inicial de los datos, estos pueden ser redefinidos como resultado de la exclusión de etapas de vida o subsistemas, o la inclusión de nuevos procesos unitarios.

Procedimiento de cálculo

No existen procedimientos formales para llevar a cabo los cálculos en el ACV, excepto la descripción de los procedimientos de asignación. Debido a la cantidad de datos es recomendable desarrollar al menos una hoja de cálculo, para este propósito específico.

Hay varios programas informáticos, por ejemplo Boustead Model (Boustead Consulting Ltd., 2000) y SimaPro (PRé Consultants, 2001a), disponibles en el mercado y desarrollados específicamente para realizar el ACV. La elección del programa adecuado depende del tipo de cantidad de datos que deben manejarse, en el presente estudio el programa empleado es SimaPro 5.0.

Reglas de asignación

Cuando se lleva a cabo el ACV en sistemas complejos, puede suceder que no sea posible manejar todos los impactos y las salidas dentro de los límites del sistema. Este problema puede resolverse de dos formas: expandiendo los límites del sistema para incluir todas las entradas y salidas, o utilizando criterios de asignación para algunos de los impactos ambientales del sistema.

En los sistemas estudiados, se han considerado diversos elementos o procesos cuyos datos de inventario están en las bases de datos del programa y que por lo tanto son bibliográficos. En estos casos, las asignaciones de carga ambientales se realizan aplicando los métodos de valoración que el programa SimaPro tiene implementados. Para los

procesos que se han creado en el proyecto se ha aplicado el método de la causalidad física, es decir, asignar o distribuir las cargas ambientales (entradas y salidas) del proceso al producto o funciones que las causa de forma que reflejen una relación física entre ellas (masa, energía).

2.2.3 Evaluación del Impacto

La siguiente fase es la *Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida* (EICV). Las técnicas de evaluación de impacto ayudan a convertir el resultado del inventario -una tabla de doble entrada de centenares de datos referentes a diferentes cantidades de cargas ambientales en todas las etapas del proceso- en una lista de pocos datos interpretados según su capacidad de afectación al medio ambiente. La evaluación se realiza en toda una serie de categorías de impacto, como puede ser la reducción de la capa de ozono, la acidificación, la nitrificación de las aguas, la toxicidad o el agotamiento de recursos.

El proceso se lleva a cabo en varios pasos llamados: clasificación, caracterización, normalización y valoración. Cada uno de estos elementos va manipulando los datos provenientes del inventario, reduciéndose sucesivamente en

cantidad o en complicación y facilitando su interpretación. No obstante, este proceso tiene un precio frente a la objetividad de los datos de inventario (dentro de los márgenes de error que tengan), cada nuevo elemento incorpora una cierta subjetividad de modo que al llegar al final del proceso podríamos encontrarnos con un solo número o índice ambiental para describir el sistema (etapa de valoración), sencillo de interpretar pero muy subjetivo.

2.2.4 Interpretación

Esta fase combina la información obtenida en la fase de inventario con la de evaluación de impactos (si la hay) para llegar a conclusiones y/o recomendaciones, según los objetivos marcados en el alcance del estudio, entre las que puede encontrarse el camino a seguir para perfeccionar el estudio.

Para mejorar el sistema en estudio, primero deben identificarse las áreas de posible mejora. Dentro de éstas, el ACV ayuda a identificar aquellas que pueden llevar a una mejora mayor o las que apenas afectan al conjunto y en las que no vale la pena invertir recursos, mientras que el

conocimiento del sistema descubrirá aquellas de mejora más rápida y sencilla.

Esta última etapa es un proceso iterativo que se debe repetir hasta que los requisitos planteados en los objetivos y el alcance del estudio se hayan satisfecho completamente.

Para ello se propone el siguiente procedimiento:

- a) Identificar los campos significativos.
- b) Evaluar los resultados con respecto a su inclusión, sensibilidad y consistencia. El primero consiste en realizar una evaluación cualitativa de la selección de datos y procesos, para examinar las posibles consecuencias de omitir información. Con el segundo se aplica un análisis sistemático, cualitativo o cuantitativo, de cualquier implicación que tenga algún cambio en los datos de entrada. Finalmente el tercero pretende discutir los cambios identificados en la estructura de los objetivos y el alcance.
- c) Verificar que las conclusiones son coherentes con los objetivos y alcance del estudio planteados, incluyendo los requisitos de calidad de los datos, valores asumidos, y las orientaciones requeridas para la aplicación.

- d) Si se cumple lo anterior, se escriben las conclusiones finales, si no se deben repetir los apartados a y b.

Esta fase debe reflejar también los resultados de los análisis de sensibilidad e incertidumbre llevados a cabo durante el estudio.

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS

En este capítulo se describirán los procesos de desalinización del presente estudio bajo la estructura establecida por el Análisis de Ciclo de Vida, donde se definirán nuestros objetivos y alcance, se analizarán los datos de inventario obtenido y facilitados por dichas plantas, y finalmente, se llevara a cabo la evaluación de impacto.

En la parte final de este capítulo de mostrará de manera simple la comparación de estas dos tecnologías, la de osmosis inversa (siendo ésta la tecnología que genera menor carga ambiental) y la de destilación súbita por efecto flash.

3.1 Definición de Objetivos y Alcance

3.1.1 Objetivos del Estudio

El objetivo principal de este estudio es el de obtener una visión más clara de la diferencias entre los distintos procedimientos y tecnologías aplicadas por cada una de estas plantas. De igual manera nos enfocaremos a realizar una comparación lo más objetiva posible para poder constatar cual de los dos procedimientos es más eficiente y con menor afectación al medio ambiente.

Como un enfoque generalizado, trataremos de obtener una estimación o aproximación de la información ambiental de todo el ciclo de vida de distintos procedimientos y tecnologías de producción de agua dulce y realizar una comparación lo más objetiva posible, entre ellos. Los procedimientos de producción de agua a los que se realiza el Análisis de Ciclo de Vida son la Destilación Súbita Flash (MSF), y Osmosis Inversa (OI) como procesos de desalación.

3.1.2 Alcance del Estudio

3.1.2.1 Función, Unidad Funcional y Flujo de Referencia

La función primordial de las plantas de desalinización es la producir agua pura a partir de agua salada, produciendo agua tanto como para el consumo humano como para el sector industrial en algunos casos. Para el análisis de nuestro estudio consideraremos a la unidad funcional para cada tecnología, con una producción aproximadamente de 46000 m³/día durante una operación de 8.000 horas/año, considerando aproximadamente 22 horas diarias en operación. El periodo de amortización considerado para las plantas de desalinización es de 25 años de vida útil, tomando en cuenta de que en el caso particular de las plantas de Osmosis Inversas, las membranas deben ser reemplazadas cada 5 años.

3.1.2.1.1 Descripción de la Planta de MSF

La unidad funcional en este caso esta provista de un proceso llamado evaporación por efecto flash (MSF: Multi Stage Flash Distillation), la función de este tipo de plantas desalinizadoras es la de

producir agua bajo un proceso que tiene como función principal la recirculación de salmuera, que posee un tratamiento anti-incrustante de alta temperatura, y configuración de tubos cruzados (cross-tube). Tiene una unidad o evaporador formada por 20 etapas en cascada las cuales producen un total de 45.500 m³/día de agua desalada.

3.1.2.1.2 Descripción de la Planta de OI

La unidad funcional para este tipo de plantas estaría definida con la misma producción de agua pura (46000 m³/día) teniendo en cuenta en la diferencia del proceso para la obtención de dicho recurso, sabiendo que el agua pasa a través de las membranas con una alta presión.

3.1.2.2 Límites de MSF y OI

El análisis realizado para los procesos de desalación tiene en consideración los siguientes aspectos:

- Los componentes de la planta desaladora.
- Los materiales de construcción de las instalaciones que serán tomados de plantas ya puestas en operación, para el

análisis se hará énfasis en aquellos materiales que representen más del 1% del peso total del sistema.

- La energía utilizada
- Operación y mantenimiento de las plantas.
- Desmantelamiento y disposición final (sin considerar reciclaje alguno) de las plantas.

Las limitaciones o aspectos que no se han considerado en la definición de los procesos de desalación han sido entre otros:

- Se considera que la calidad del agua desalada cumple satisfactoriamente los requisitos mínimos legales establecidos por la OMS para ser calificada de apta para consumo humano.
- Se considerara una estimación para el consumo de energía para cada planta en específico, en la caso de la planta de MSF se tendría 333 KJ/m^3 de agua desalada obtenida de energía térmica y 4 KWh/m^3 para el caso del bombeo, por otro lado en el caso de la planta de OI tendríamos un consumo de 4 KWh/m^3 .
- El efecto de los vertidos de rechazo de salmuera procedentes de las desaladoras sobre la fauna y flora marina no será referido en este capítulo, pero en el

capítulo 4 se verá un breve estudio de dichas descargas; aunque según estudios ya realizados los impactos asociados al vertido de salmuera se podrían considerar poco relevantes.

- Se ha despreciado la evacuación de los compuestos químicos utilizados (coagulantes, anti-incrustantes), ya que los volúmenes son relativamente pequeños.
- Para la electricidad se incluye la producción y transporte de las fuentes primarias (petróleo, gas, hidroeléctrica y la energía que se toma de Sudamérica) y las pérdidas de energía (eficiencia del 31%), excluyendo las infraestructuras de los sistemas de energía; teniendo en cuenta de que los porcentajes de procedencia de la electricidad son: el 45.50% es de origen hidroeléctrico, el 43.11% de origen térmico (con la utilización de turbinas a gas, motores de combustión interna y petróleo) y el 11.39% en lo referente a energía importada (datos tomados como referencia para este estudio).
- El ruido, no se tiene en cuenta debido a su relativa lejanía de poblaciones y zonas habitadas.

3.1.2.3 Categorías de Datos

La categoría de datos para este estudio están referidas a los procesos de ambas tecnologías, y son las siguientes:

- Materiales
- Energía
- Disposición final.

3.2 Análisis del Inventario de Ciclo de Vida

3.2.1 Procesos Utilizados

En el inventario detallado de los procesos se incluirá todas las sustancias de entrada y salida que van a ser consideradas en cada una de las tecnologías de estudio.

Para la elaboración del inventario se tomará datos obtenidos de base de datos comerciales y de otros estudios ya realizados. En ellos, se tratará de mostrar las entradas más significativas en referencia a los productos, dichas entradas pueden estar dadas desde la tecnósfera (como por ejemplo: producción de energía, combustibles, transporte, material, etc.) y de la naturaleza, y las salidas de dichos productos ya sea en salidas a la naturaleza (emisiones producidas por los

procesos de desalinización producidos a lo largo de su ciclo de vida) y la salida del producto. Un esquema de este proceso se muestra en la Figura 3.1.

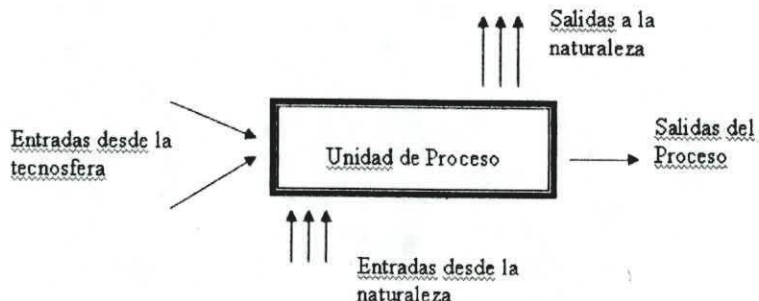


FIGURA 3.1 ESQUEMA DE LA UNIDAD DE PROCESO DE EL ANÁLISIS DE INVENTARIO

En las Tablas 2 y 3 se muestran los procesos que serán utilizados en cada una de las tecnologías, y a su vez se muestra a la categoría del proceso a la que pertenecen.

TABLA 2
PROCESOS DE OSMOSIS INVERSA

Proceso	Unidad	Categorías	Breve Descripción
Hierro Fundido	Ton	Material	Material utilizado para el montaje de la planta
Concreto	Ton	Material	Producción de hormigón
Hormigón Armado	Ton	Material	Producción de hormigón armado
Acero	Ton	Material	Producción de estructura
Electricidad Hidrogeneración B250	MJ	Energía	Generación de electricidad a partir de energía hidráulica
Poliamida Aromática	Ton	Material	Producción de membranas
Electricidad Turbina a Gas 10 MW S	MJ	Energía	Generación de electricidad a partir de turbina a gas
Resina Epóxica	Ton	Material	Producción de carcasa de membranas
Acero Inoxidable 316L	Ton	Material	Producción de tuberías
Producción de energía motor diesel	MJ	Energía	Producción de energía de motor diesel
Energía importada	MJ	Energía	Producción de Energía
Camión 16t B250	tkm	Transporte	Transporte de carga.
Calor diesel B250	MJ	Energía	Energía térmica a partir de la combustión del diesel
Disposición Final	Ton	Tratamiento de residuos	Disposición final de los materiales.

TABLA 3
PROCESOS DE DESTILACIÓN SÚBITA FLASH

Proceso	Unidad	Categoría	Breve Descripción
Aceros de baja aleación	Ton	Material	Producción de tuberías
Aleación de Ni-Cu	Ton	Material	Producción de aleación de Ni
Aleación de Titanio	Ton	Material	Producción de Titanio
Hierro fundido	Ton	Material	Producción de hierro
Concreto	Ton	Material	Producción de hormigón
Acero	Ton	Material	Producción de estructuras
Electricidad Hidrogeneración B250	MJ	Energía	Generación de electricidad a partir de energía hidráulica
Electricidad Turbina a Gas 10 MW S	MJ	Energía	Generación de electricidad a partir de turbina a gas
Producción de energía motor diesel	MJ	Energía	Producción de energía de motor diesel
Energía importada	MJ	Energía	Producción de Energía
Camión 16t B250	tkm	Transporte	Transporte de carga.
Calor diesel B250	MJ	Energía	Energía térmica a partir de la combustión del diesel
Disposición Final	Ton	Tratamiento de residuos	Disposición final de los materiales.

3.2.2 Materiales para el Proceso

3.2.2.1 Materiales para el Proceso de Osmosis Inversa

Para la planta de desalinización de osmosis inversa se requiere de diferentes materiales para su construcción y ejecución de dicho proceso , y que son presentados en la Tabla 4.

TABLA 4
MATERIALES PARA LA PLANTA DE OSMOSIS INVERSA

Material	Cantidad (Ton)
Hierro Fundido	10
Hormigón	2000
Hormigón Armado	750
Acero	1350
Poliamida Aromática	1000
Resina Epóxica	0.35
Acero Inoxidable 316 L	5.7

Para el proceso del Hierro Fundido lo encontraremos con el nombre de Cast Iron ETH S, en la Figura 3.2 se verá especificado las entradas más relevantes desde la tecnósfera para la realización de este proceso. En el

Apéndice B respectivamente se verá cuantificada cada una de las entradas que intervienen.

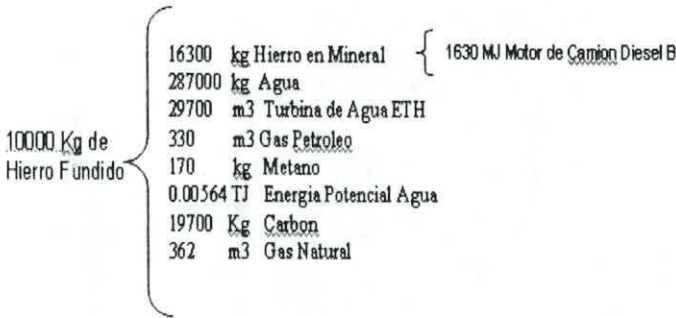


FIGURA 3.2. CUADRO DE PROCESO HIERRO FUNDIDO

El proceso del Hormigón, cuantifica la producción de concreto no reforzado, además se observarán las entradas desde la tecnósfera tanto como los materiales necesarios para su elaboración, y el transporte en camión (tkm, toneladas por kilómetro) este proceso a su vez tiene como entrada Diesel I que va a cuantificar las entradas y salidas de la producción de diesel por kg de diesel.

El proceso Resina Epóxica I, material del que van a estar fabricados los cilindros a presión que contiene las membranas, este material plástico P.R.F.V. (plástico reforzado con fibra de vidrio) o también llamado resina epóxica cuenta con sus entradas desde la tecnósfera y su co-productos el HCl.

El proceso Acero, que representa a los filtros horizontales donde se realiza la filtración del agua de mar, están fabricados en acero al carbono y a su vez el sistema de bombeo que comprenden las bombas de captación del agua de mar, bombas del propio proceso y bomba de destilado hacia los pozos de depósito, todas estas son de acero inoxidable 316L (dentro del estudio representado por Aceros de Baja Aleación). También, las tuberías de suministro del agua destilada se las considera hechas de acero inoxidable 316L.

En el caso de las membranas, se considerará que para su fabricación se utilizará poliamida aromática asumiendo que esta a su vez contiene un 30% de fibra de vidrio.

3.2.2.2 Materiales para el Proceso de Destilación Súbita Flash

Para una planta desaladora MSF, según la descripción ya dada, se consideran como principales componentes en la fase de construcción o montaje a los siguientes materiales mostrados en la Tabla 5.

TABLA 5
MATERIALES PARA LA PLANTA DE DESTILACIÓN
SÚBITA FLASH

Materiales	Cantidad (Ton)
Acero Inoxidable 316 L	3370
Acero baja aleación 514	740
Aleación de Ni-Cu	826
Aleación de Titanio	100
Hierro Fundido	30
Hormigón	6000
Hormigón Armado	2500
Acero	300

En el desarrollo del programa Sima Pro se utilizará Níquel en lugar de Aleación Ni-Cu debido a que no se encuentra en la literatura técnica del mismo, así mismo en el caso para el Acero Inoxidable 316 L y el Acero de baja aleación 514 se tomará como un solo material y se utilizará en su lugar Aceros de Baja Aleación.

3.2.3 Operación de las Plantas

3.2.3.1 Operación de la Planta de Osmosis Inversa

Para la operación se utilizarán datos que cuantifiquen la energía necesaria requerida para la producción de 1 m³ agua pura. Las entradas en este caso estarán dadas por la energía tomando en consideración el manejo de la electricidad en el Ecuador, dichos datos fueron proporcionados por el CONELEC donde se muestra la aportación de cada uno de los tipos de generación existentes en el Ecuador en el año 2005, ver Figura 3.3, y con su respectivo porcentaje que se presentan en la Tabla 6.

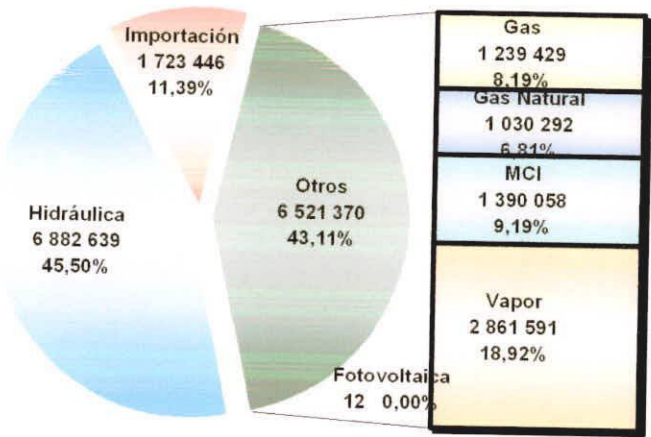


FIGURA 3.3. PORCENTAJE DE APORTACIÓN DE ENERGÍA EN EL ECUADOR

TABLA 6
PORCENTAJE DE APORTACIÓN DE ENERGÍA EN
EL ECUADOR

Tipo	Porcentaje
Hidrogenación	45.50 %
Turbinas a Gas	8.19 %
Turbina a Gas Natural	6.81 %
Motores de Comb. Interna	9.19%
A vapor	18.92 %
Importación	11.39 %

En el Apéndice B se mostrará en detalle los procesos que cuantificaran a cada tipo de energía utilizada. En el caso de Electricidad Hidrogenación B250 como proceso, se cuantifica las entradas y salidas de la misma producción hidroeléctrica por kWh. Se usó Electricidad Turbina a Gas 10 MW S como proceso que cuantifica las entradas y salidas de la producción de electricidad a partir de turbinas a gas por kWh para la producción de energía de turbinas a gas, a gas natural, y a nafta. Se usó Electricidad de energía motor diesel como proceso que cuantifica las entradas y salidas de

la producción de electricidad a partir de los motores de combustión interna por kWh. Se usó Electricidad petróleo B250 como proceso que cuantifica las entradas y salidas de la producción de electricidad a partir de centrales térmicas a vapor por kWh.

Se usó Electricidad de Alto Voltaje usado en España como proceso para cuantificar las entradas y salidas de la producción de electricidad promedio en Sudamérica por kWh para el porcentaje de energía importada. La Figura 3.4 muestra el proceso de Electricidad Ecuador utilizado por la planta de osmosis inversa, cuantificado según su consumo.

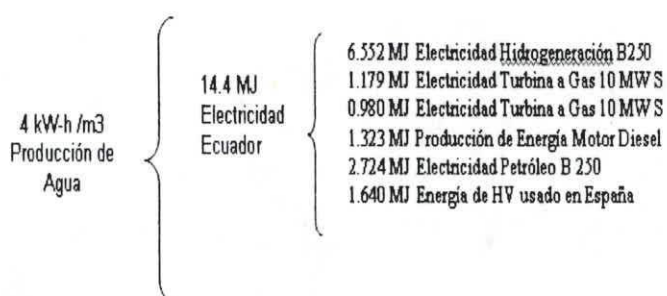


FIGURA 3.4 PROCESO DE ELECTRICIDAD ECUADOR PARA OSMOSIS INVERSA

3.2.3.2 Operación de la Planta de Destilación Súbita Flash

Para la planta de destilación súbita flash se ha considerado, como se presentó en los límites del sistema, que para la producción de agua se consumirían 333 KJ/m^3 y para el bombeo sería de aproximadamente de 4 kW-h/m^3 , dando un total de aproximadamente $14,7 \text{ MJ / m}^3$ de agua desalada. En la Figura 3.5 se muestra la distribución cuantificada de las entradas y salidas del proceso Electricidad Ecuador.



FIGURA 3.5 PROCESO DE ELECTRICIDAD ECUADOR PARA MSF

3.2.4 Desmantelamiento y Disposición Final

3.2.4.1 Disposición para la Planta Osmosis Inversa

Para la fase de disposición final se tendrá como escenario de disposición un vertedero, sin posibilidad

de reciclarlas. Teniendo en consideración una vida útil de la planta de 25 años, se completaría el ciclo de las membranas, con un uso aproximado de 22.960 unidades (25/5 sustituciones / membrana, 8 líneas, 82 tubos / línea, 7 membranas/tubo)

3.3 Evaluación del Impacto

3.3.1 Metodología aplicada

En la fase de evaluación se expresan los resultados del análisis de inventario que serán traducidos en categorías de impactos relevantes, como por ejemplo, cambios climatológicos, acidificación, etc.

Para poder realizar la evaluación de los procesos se requerirá de un software que nos permita cuantificar de manera sistemática los impactos en cada uno de las etapas de las plantas en nuestro estudio.

Es por esto que, para facilitar el trabajo, existe una gran lista de categorías de impacto que ha sido elaborada; por ello es conveniente seleccionar las categorías que son relevantes para los objetivos planteados en cada estudio.

En el software usado para este estudio están disponibles los siguientes métodos de evaluación de ciclo de vida:

- CML 2 baseline 2000
- Eco-indicator 99
- Ecopoint 97
- EPS 2000 (Environmental Priority Strategies in Product Design)
- EDIP/UMIP 96 (Environmental Design of Industrial Products)

La estructura básica de los métodos es:

- **Caracterización.** Las sustancias que forman parte de una categoría de impacto son multiplicadas por un factor de caracterización, que expresa la contribución relativa de la sustancia a dicha categoría de impacto. Cada método tiene ya calculado para cada sustancia que forma parte de una categoría de impacto los factores de caracterización según diferentes modelos. Los resultados de los indicadores de una categoría de impacto serán la suma de las contribuciones de todas las sustancias que forman parte de dicha categoría.
- **Evaluación de daños** (opcional). La evaluación de daños se emplea en los métodos Eco-Indicador 99 y EPS 2000. El propósito de este nuevo paso es combinar las categorías de

impacto que tienen la misma unidad del indicador en categorías de daño y así simplificar la interpretación posterior al reducir el número de categorías de impacto.

- **Normalización** (opcional). Muchos métodos permiten comparar los resultados de los indicadores de las categorías de impacto con un valor de referencia o normal. Significa que la categoría de impacto se divide por una referencia. En muchos casos se toma como referencia la media de la carga ambiental anual en un país o continente, dividido por el número de habitantes. Los propósitos de la normalización son dejar fuera de consideración las categorías de impacto que contribuyen sólo en pequeñas cantidades comparadas con otras categorías de impacto, reduciendo así el número de puntos que necesitan ser evaluados y mostrar el orden de magnitud de los problemas ambientales generados por el ciclo de vida de los productos, comparados con las cargas totales ambientales en Europa.
- **Ponderación** (opcional). Algunos métodos permiten la ponderación de las categorías de impacto. Significa que los resultados de la categoría de impacto o daño son multiplicados por los factores de ponderación o peso y luego

sumados para dar la puntuación total. Al igual que los factores de caracterización, cada método tiene ya calculado para cada categoría de impacto los factores de ponderación según diferentes modelos. La ponderación puede ser aplicada tanto en resultados normalizados o no, como en el método EPS, que no tiene normalización y sí se aplica la ponderación.

Los tres últimos procedimientos de resultados son opcionales. Significa que no están siempre disponibles en todos los métodos. La norma ISO 14042 requiere que se seleccionen indicadores de impacto de acuerdo a lo necesario para cumplir los objetivos definidos de la ECV.

El CML 2 baseline 2000, es un método elaborado por el Centro para Estudios Medioambientales (CML), Universidad de Leiden, 1992 (Pré Consultants, 2000). Este método incluye clasificación, caracterización y conjuntos de normalización para Holanda, Europa Occidental, el mundo en 1990 y 1995.

El método Eco-indicator 99 es el sucesor del Eco-Indicador 95 (PRé Consultants, 1999). Ambos usan la aproximación orientada a la evaluación de daños. Este método incluye caracterización, evaluación del daño, normalización y ponderación.

El método Ecopoint 97 es una mejora del método de 1990, método elaborado por BUWAL (Ministerio Suizo de Medioambiente) y basado en la distancia a un objetivo, según la contaminación actual y en objetivos críticos que proceden de la política suiza (PRé Consultants, 2000). Este sistema de *Ecopuntos* no usa una clasificación, simplemente evalúa los impactos individualmente. Esto permite un método detallado y específico por sustancia, pero tiene la desventaja de que se pueden evaluar pocos impactos.

El método EPS 2000 (Environmental Priority Strategies in Product Design), esta enfocado a asistir a los diseñadores de productos en el análisis de la carga ambiental de estos, como finalidad esta enfocado a usar una metodología de daño orientado al método (PRé Consultants, 2000). Es empleado por las empresas como una herramienta para el proceso de desarrollo interno del producto. El sistema se ha desarrollado para asistir a los diseños y desarrollos del producto y encontrar cuál de los conceptos de producto tiene la menor carga ambiental. Este método incluye caracterización, pesado y adición.

El método EDIP 96 (Environmental Design of Industrial Products, UMIP por sus siglas en danés), fue desarrollado en 1996 en Dinamarca. Este método incluye clasificación, caracterización, normalización, pesado y adición, aunque los autores del método recomiendan no usar la adición, pues este método esta separado en dos, uno para lo relativo a emisiones y otro para lo relativo a recursos.

Para la selección del método que se aplicará en el estudio, se basará en que dicho método a elegir cumpla con la norma ISO 14042 en donde tenga elementos como la clasificación y la caracterización, es por ello que en la Tabla 7 se observa las características de cada uno de los métodos respecto a los requerimientos.

TABLA 7
CARACTERÍSTICAS DE CADA MÉTODO

Métodos	Clasificación y Caracterización	Ponderación
CML 2- 2000	Si	No
Eco-indicator 99	Si	Si
Eco-point 97	No	Si
EPS 2000	Si	Si
EDIP 96	Si	Si

3.3.2. Métodos Seleccionados

Basado en la información obtenida en la tabla 7, solo tres de los métodos presentados cubren con los requerimientos, es por ellos que estos serán los métodos que se utilizarán en el presente estudio.

3.3.2.1 Eco – indicator 99

Es el sucesor del Eco-Indicator 95, ambos están orientados a la evaluación de daños (punto final o *endpoints* de categorías según las normas ISO). Este método fue desarrollado por un panel conjunto de expertos y no expertos, agrupando las categorías de impacto en 3 categorías de daño o *endpoints*:

- Daños a la Salud Humana, expresada como el número de años perdidos y el número de años vividos con incapacitación. Estos se combinan como DALY's, Años de Vida Ajustados con Incapacitación (Disability Adjusted Life Years), un índice que también es usado por el World Bank y Organización Mundial de la Salud (OMS).

- Daños a la Calidad del Ecosistema, expresada como la pérdida de especies en un área determinada, durante un tiempo determinado.
- Daños a los Recursos, expresados como la energía excedente necesaria para futuras extracciones de minerales y combustibles fósiles, esto está dado en MJ de energía excedente.

Caracterización

En este método los factores de caracterización han sido calculados de tres formas: a partir de las emisiones, uso de la tierra y del agotamiento de recursos.

Emisiones

Los factores de caracterización son calculados al nivel de punto final (daños). El modelo de daño para las emisiones incluye análisis final, análisis de exposición, análisis de efectos y análisis de daños. A continuación se muestra los indicadores de impacto individuales de las emisiones:

- *Cancerígenos*, las sustancias que se consideran son las que son emitidos al aire, agua y suelo. La escala geográfica o alcance de este indicador es global y local. El daño se expresa como DALY/kg emisión.

- *Orgánicos respirados*, son los efectos respiratorios resultado del smog de verano y emisiones de sustancias orgánicas al aire, causando problemas respiratorios. El alcance de este indicador es global, regional y local. El daño se expresa como DALY/kg emisión.
- *Inorgánicos respirados*, son los efectos respiratorios resultado del smog de invierno causado por emisiones de partículas, SO_x y NO_x al aire. El daño se expresa como DALY/kg emisión. El alcance es similar al anterior indicador.
- *Cambio climático*, los factores de caracterización para la fase de Análisis Final están basados en el modelo de caracterización desarrollado por el IPCC y expresados como potencial de calentamiento global para un horizonte temporal a largo plazo de 100 años (GWP100). El daño se expresa como DALY/kg emisión, resultado de un incremento o descenso de enfermedades y muertes causadas por el cambio climático.
- *Radiación*, basada en estudios para la industria nuclear alemana. El daño se expresa como DALY/kg emisión, resultado de la radiactividad. El alcance del indicador es a escala regional y local.

- *Capa de ozono*, el daño se expresa como DALY/kg emisión, debido el incremento de las radiaciones UV como resultado de la emisión de sustancias reductoras de ozono al aire.
- *Ecotoxicidad*, tenemos los daños a la calidad del ecosistema, como resultado de la emisión de sustancias tóxicas al aire, agua y tierra. Las principales son metales pesados, siendo la sustancia de referencia el Cr. El daño es expresado como Fracción Potencialmente Afectada (PAF) * m^2 * año / kg emisión. El alcance de la escala es global, regional y local.
- *Acidificación/Eutrofización*, el daño a la calidad del ecosistema, como resultado de las emisiones de sustancias acidificantes al aire, se expresa como Fracción Potencialmente Desaparecida (PDF) * m^2 * año / kg emisión.

Uso de la tierra

El uso de la tierra (sistemas hechos por el hombre) tiene impacto sobre la diversidad de especies. Se construye una escala expresando la diversidad de especies por tipo de uso de la tierra, basada en observaciones. Dicha diversidad depende del tipo de uso de la tierra y del

tamaño del área local. Uso del suelo, daños como resultado, bien de la conversión de la tierra o de su ocupación. Los daños son expresados como Fracción Potencialmente Desaparecida (PDF) * m^2 * año / m^2 .

Agotamiento de los recursos

La humanidad siempre extraerá los mejores recursos primero, dejando los recursos de más baja calidad para futuras extracciones. El daño de los recursos será experimentado por las generaciones futuras, ya que tendrán que usar mayores esfuerzos para extraer los recursos que quedan. Este esfuerzo extra es expresado como "surplus energy" (energía excedente). El alcance geográfico es global.

- *Minerales*, la energía excedente por kg mineral, como resultado del descenso de las clases de minerales.
- *Combustibles fósiles*, se refiere a la energía excedente para extraer MJ, kg o m^3 de combustible fósil, como resultado de la menor calidad de los recursos.

Evaluación de daños

Como se ha indicado antes, se agrupan los resultados de las categorías de impacto en 3 tipos de daños:

- Daños a la Salud Humana, en esta categoría de daño se incluyen las siguientes categorías de impacto: Cancerígenos, Orgánicos respirados, Inorgánicos respirados, Cambio climático, Radiación y Capa de ozono.
- Daños a la Calidad del Ecosistema, se incluyen las siguientes categorías: Ecotoxicidad, Acidificación /Eutrofización y Uso de la tierra.
- Daños a los Recursos, están incluidos las categorías de impacto Minerales y Combustibles fósiles.

Las tablas de factores de caracterización por indicador de impacto de Eco-indicator 99 se reproducen en el Apéndice D.

Normalización

Se puede realizar al nivel de categoría de impacto y de daño. Los datos de normalización se calculan a nivel europeo, la mayoría basados en el año 1993, con muchas adaptaciones para las emisiones más importantes.

Ponderación

También se puede hacer el nivel de categoría de impacto o daño (nivel del punto final en la ISO). Un panel de expertos realiza la ponderación para las 3 categorías de daño. Cada perspectiva dispone de una ponderación específica. La ponderación es el resultado medio de la evaluación del panel.

3.3.2.2 Método EPS 2000

El método EPS (Estrategias de Prioridad Medioambiental en el diseño del producto) usa la metodología del daño orientado al método (PRé Consultants, 2000). Es empleado por las empresas como una herramienta para el proceso de desarrollo interno del producto. Está basado en costos externos. La disposición o deseo de pagar para restaurar la biodiversidad, la salud humana, la producción y los valores estéticos a sus condiciones normales es elegida como medida monetaria más adecuada. La unidad del indicador es el ELU (Unidad de Carga Ambiental). El sistema se ha desarrollado para asistir a los diseños y

desarrollos del producto y encontrar cuál de los conceptos de producto tiene la menor carga ambiental.

Los modelos y datos son destinados para mejorar el cumplimiento medioambiental de los productos. La elección y diseño de los modelos y datos se hacen desde la perspectiva utilitaria anticipada del desarrollo del producto. Las categorías de impactos son identificadas desde 5 objetivos: salud humana capacidad de producción del ecosistema, agotamiento abiótico, biodiversidad y valores recreacionales y culturales.

Clasificación

Las emisiones y recursos se asignan a categorías de impacto cuando es probable que ocurran efectos reales en el Medio Ambiente, basado en la probable exposición.

Caracterización

El método EPS 2000 usa modelos empíricos, de equivalencias y mecanísticos para calcular los valores de caracterización. En el Apéndice E se muestra la tabla de factores de caracterización de este método. Los

indicadores de impacto para la Salud Humana son los siguientes:

- Expectativa de vida, expresada en Años de Vida Perdidos (persona-año).
- Morbilidad Severa, expresada en Años de Vida Perdidos (persona – año), incluyendo muerte por hambre.
- Morbilidad, personas-años, como resfriado o gripe.
- Molestia severa, en personas-años, la que causaría normalmente una reacción para evitarla.
- Molestia, en personas-año, irrita pero no causa acción directa alguna.

Los indicadores de Capacidad de Producción del Ecosistema son:

- Capacidad de Crecimiento de Cultivos, en kg de cosecha
- Capacidad de Producción de Madera, en kg de madera seca.
- Capacidad de Producción de Pescado y Carne, en kg de animales completos.
- Acidificación del Suelo, en H⁺ equivalentes.

- Capacidad de Producción de Agua de Irrigación, en kg de agua aceptable para irrigación con respecto a sustancias tóxicas persistentes.
- Capacidad de Producción de Agua Potable, en kg de agua que cumple con los requerimientos de la OMS en cuanto a agua potable.

El indicador de Agotamiento Abiótico es solo uno y es:

- Agotamiento de Reservas, en ELU/kg.

El indicador de Biodiversidad es solo uno:

- Extinción de Especies, expresado en NEX, Extinción de Especies Normalizada.

Los indicadores de Valores Recreacionales y Culturales son difíciles de definir pues son altamente cualitativos y se deben definir solo cuando se necesiten.

Ponderación

En el método EPS 2000, la ponderación es hecha a partir de valoración. Los factores de ponderación representan la disposición a pagar para evitar los cambios. La referencia es el estado actual (al momento de desarrollar el método) del medio ambiente. La unidad del indicador es el ELU

(Unidad de Carga Ambiental por sus siglas en inglés). Los factores de ponderación pueden ser vistos en el Apéndice F.

3.3.2.1 El Método EDIP 96

El método EDIP 96 esta basado en el trabajo del grupo de trabajo WIA-1 de SETAC durante los años previos al proceso de normalización de ISO. Por eso este método cumple los requerimientos de las normas ISO.

Caracterización

El Calentamiento global está basado en los informes IPCC de 1994, expresados como potencial de calentamiento global para un horizonte temporal a largo plazo de 100 años (GWP100), siendo el CO₂ la sustancia de referencia. Los potenciales de creación de ozono fotoquímico (POCP) provienen de informes UNECE de 1990/92 y dependen de la concentración de NO_x, aquí se usan los POCP's para altas concentraciones ambientales de POCP's. Los potenciales de agotamiento de ozono estratosférico están basados en los reportes de estado (1992/1995) del Proyecto de Investigación del Ozono Global GORP, por sus siglas en inglés. La Acidificación está basada en el

número de iones hidrógeno (H^+) que pueden ser emitidos. Los potenciales de Eutrofización están basados en el contenido en N y P en los organismos. Los flujos de residuos se dividen en 4 categorías: residuos voluminosos, residuos peligrosos, residuos radiactivos y cenizas. Todos ellos en base másica.

La Ecotoxicidad está basada en un método de investigación de peligrosidad química, que considera la toxicidad, persistencia y bioconcentración. Los potenciales de ecotoxicidad son calculados para una ecotoxicidad aguda y crónica en el agua y crónica ecotoxicidad al suelo.

La toxicidad humana está basada en el mismo método que la ecotoxicidad. Los potenciales de toxicidad humana son calculados para exposiciones vía aire, tierra y agua superficial. Como se incluye el destino, una emisión al agua puede contar no solo para toxicidad vía agua, sino vía suelo también. Similarmente una emisión al aire cuenta para toxicidad humana vía agua y suelo. Por esto se encuentran emisiones a varios compartimentos en cada categoría de toxicidad humana.

Recursos

Como EDIP 96 para recursos usa un método diferente de ponderación, no puede ser comparado con los otros indicadores, por esta razón el factor de ponderación es cero. Los resultados de caracterización y normalización no pueden ser comparados con los de otras categorías de impacto. Recursos está incluido como una sola categoría de impacto para la caracterización, sin embargo los factores de normalización y caracterización son cero.

Las categorías de impacto del método EDIP 96 son las siguientes:

- Calentamiento Global, g CO₂ equivalentes.
- Agotamiento de Capa de Ozono, en CFC11 equivalentes.
- Acidificación, en g SO₂ equivalentes.
- Eutroficación, en g NO₃ equivalentes.
- Smog Fotoquímico, en g eteno equivalentes
- Ecotoxicidad Crónica del Agua, en m³/g
- Ecotoxicidad Aguda del Agua, en m³/g
- Ecotoxicidad Crónica del Suelo, en m³/g
- Ecotoxicidad Humana Aire, en m³/g
- Ecotoxicidad Humana Agua, en m³/g
- Ecotoxicidad Humana Suelo, en m³/g

- Volumen de Desechos, en kg
- Desechos Peligrosos, en kg
- Desechos Radioactivos, en kg
- Escoria /ceniza, en kg
- Recursos (todos), en kg

Los factores de caracterización están reproducidos en el Apéndice G.

Normalización

Está basada en el número de personas equivalentes para 1990. Para los recursos, la normalización y ponderación están incluidas en los factores de caracterización y así los valores son cero. Los factores de normalización y ponderación pueden ser encontrados en el Apéndice H.

EDIP 96 (Solo Recursos)

En el método EDIP 96 (Solo Recursos) solo se reportan recursos. Los recursos están dados en categorías de impacto individuales, en una base másica del recurso puro. La normalización esta basada en la producción global por ciudadano del mundo, tomado de World Resources 1992. El pesado de los recursos no renovables esta basado en el horizonte de provisión (World Reserves

Life Index), que especifica el tiempo por el cual las reservas conocidas van a durar a las tasas de consumo actuales.

Si no existen datos para normalización para alguna categoría de impacto este método asume factores de normalización de uno y el cálculo del factor de ponderación esta adecuado para que el resultado final sea consistente.

Los factores de caracterización de los recursos se encuentran en el Apéndice I, los factores de normalización y ponderación pueden ser encontrados en el Apéndice J.

3.3.3 Resultados de Evaluación de Impacto con el Método Eco-Indicator 99

3.3.3.1 Resultados para la Planta de Osmosis Inversa

3.3.3.1.1 Caracterización

Los resultados de la caracterización de este método se muestran en la Tabla 8, aquí se observa que en la columna Total muestra los resultados de cada indicador. En la Tabla 9 se muestra los resultados de la caracterización en

porcentaje respecto al total de resultado de indicador.

TABLA 8
RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN ECO-INDICATOR 99

Categoría de Impacto	Unidad	Total	Materiales	Energía	Disposición Final
Carcinógenos	DALY	1,13E-07	3,51E-08	5,38E-08	2,42E-08
Orgánicos respiratorios	DALY	2,85E-08	2,56E-08	2,89E-09	2,48E-11
Inorgánicos respiratorios	DALY	6,73E-06	5,55E-06	1,16E-06	2,23E-08
Cambio climático	DALY	1,03E-06	7,02E-07	3,20E-07	8,28E-09
Radiación	DALY	7,93E-09	4,10E-11	7,85E-09	3,71E-11
Capa de Ozono	DALY	3,81E-09	2,92E-09	8,85E-10	1,81E-12
Ecotoxicidad	PDF*m ² * año	0,553	0,18	0,365	0,00796
Acidificación/ Eutroficación	PDF*m ² * año	0,372	0,333	0,0376	0,000871
Uso de la Tierra	PDF*m ² * año	0,0109	0,000102	0,0107	0,000112
Minerales	MJ surplus	0,00171	0,000213	0,00128	0,000213
Combustibles fósiles	MJ surplus	5,46	3,63	1,78	0,0549

TABLA 9
**RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN EN PORCENTAJES ECO-
 INDICATOR 99**

Categoría de Impacto	Unidad	Total	Materiales	Energía	Disposición Final
Carcinógenos	%	100	31	47,6	21,4
Orgánicos respiratorios	%	100	89,8	10,1	0,087
Inorgánicos respiratorios	%	100	82,4	17,3	0,331
Cambio climático	%	100	68,1	31,1	0,804
Radiación	%	100	0,517	99	0,469
Capa de Ozono	%	100	76,7	23,2	0,0476
Ecotoxicidad	%	100	32,5	66	1,44
Acidificación/ Eutroficación	%	100	89,7	10,1	0,234
Uso de la Tierra	%	100	0,94	98	1,03
Minerales	%	100	12,5	75,1	12,5
Combustibles fósiles	%	100	66,4	32,6	1,01

En la Figura 3.6 se muestran los resultados en porcentajes respecto al total de resultados de indicador.

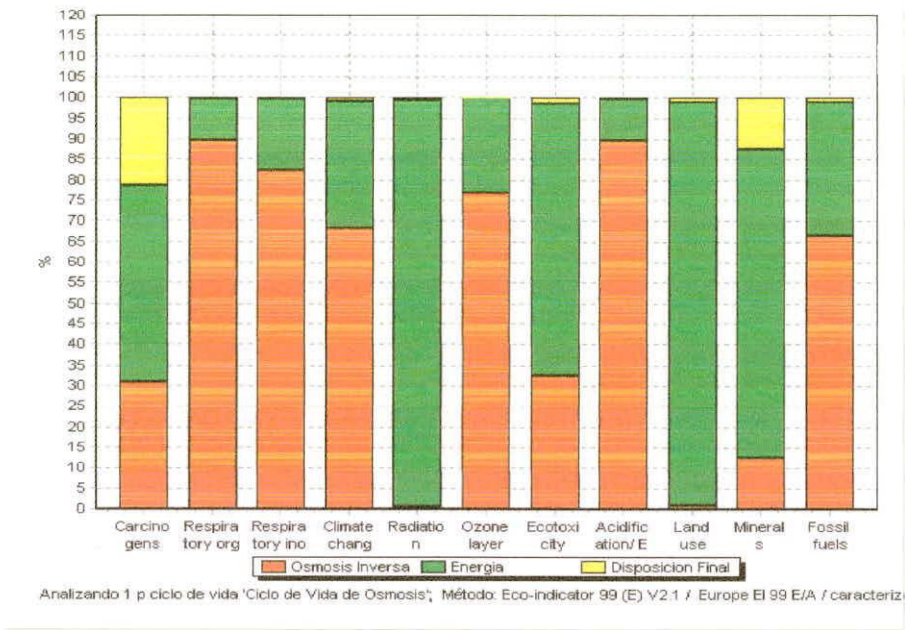


FIGURA 3.6. RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN EN PORCENTAJE ECO-INDICATOR 99

3.3.3.1.2. Evaluación del Daño

En la Tabla 10 se presentan los resultados de la evaluación del daño, y a su vez en la Tabla 11 se muestran los resultados de la evaluación del daño en porcentaje del total de la categoría. En la Figura 3.7 se aprecian los resultados de forma gráfica.

TABLA 10

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DEL DAÑO ECO-INDICATOR 99

Categoría de Daño	Unidad	Total	Materiales	Energía	Disposición Final
Salud Humana	DALY	7,91E-6	6,31E-6	1,55E-6	5,48E-8
Calidad del Ecosistema	PDF*m2yr	0,438	0,351	0,0848	0,00178
Recursos	MJ surplus	5,46	3,63	1,78	0,0551

TABLA 11

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DEL DAÑO EN PORCENTAJE ECO-INDICATOR 99

Categoría de Daño	Unidad	Total	Materiales	Energía	Disposición Final
Salud Humana	%	100	79,7	19,6	0,693
Calidad del Ecosistema	%	100	80,2	19,4	0,406
Recursos	%	100	66,4	32,6	1,01

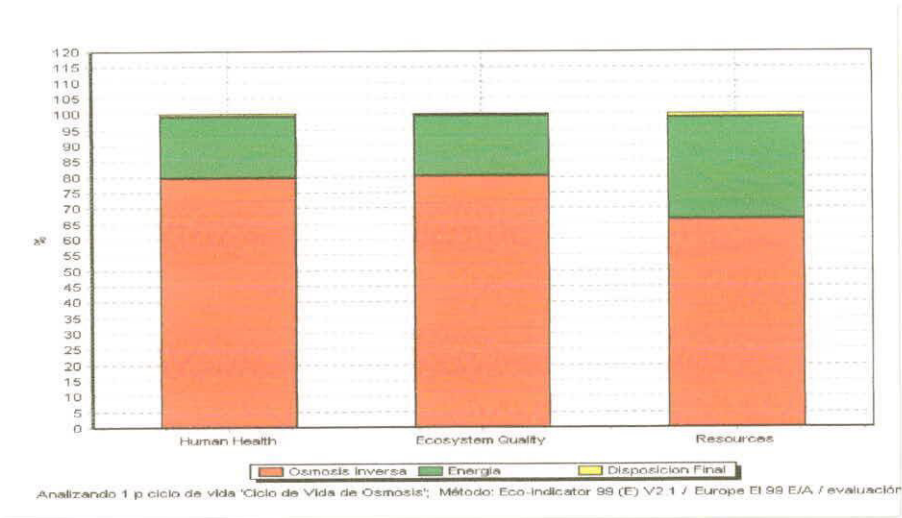


FIGURA 3.7 EVALUACIÓN DEL DAÑO ECO-INDICATOR 99

3.3.3.1.3 Normalización

Los resultados de la normalización se presentan en la Tabla 12 y en la Figura 3.8 se presentan los resultados de forma gráfica.

TABLA 12

RESULTADOS DE NORMALIZACIÓN ECO-INDICATOR 99

Categoría de Daño	Total	Materiales	Energía	Disposición Final
Salud Humana	0,000512	0,000408	0,0001	3,55E-06
Calidad del Ecosistema	8,54E-05	6,85E-05	1,65E-05	3,47E-07
Recursos	0,000918	0,000609	0,000299	9,26E-06

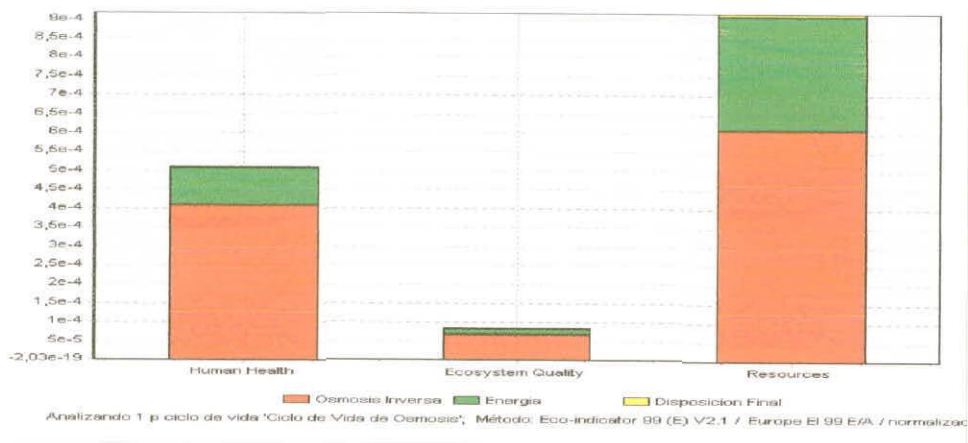


FIGURA 3.8. NORMALIZACIÓN ECO-INDICATOR 99

3.3.3.1.4 Ponderación

En la Tabla 13 se muestra los resultados ponderados de las categorías de daño. En la Figura 3.9 se presentan los resultados de forma gráfica.

TABLA 13

RESULTADOS DE PONDERACIÓN ECO-INDICATOR 99

Categoría de Daño	Unidad	Total	Materiales	Energía	Disposición Final
Total	Pt	0,423	0,313	0,106	0,00341
Salud Humana	Pt	0,205	0,163	0,0401	0,00142
Calidad del Ecosistema	Pt	0,034	0,0274	0,0066	0,000139
Recursos	Pt	0,184	0,122	0,0598	0,00185

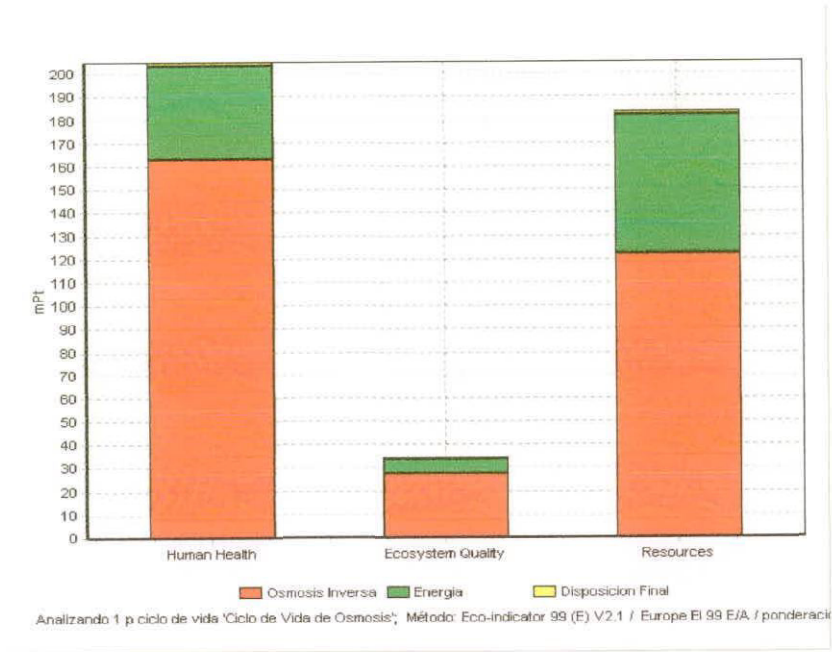


FIGURA 3.9. PONDERACIÓN ECO-INDICATOR 99

3.3.3.2 Resultados para la Planta de Destilación Súbita Flash

3.3.3.2.1 Caracterización

Los resultados de la caracterización se muestran en la Tabla 14 en ella la columna Total muestra los resultados de indicador de cada indicador. En la Tabla 15 se muestran los resultados de la caracterización en porcentaje respecto al total de resultado de indicador.

TABLA 14
RESULTADO DE CARACTERIZACIÓN

Categoría de Impacto	Unidad	Total	Materiales	Energía	Disposición Final
Carcinógenos	DALY	1,0E-07	4,02E-08	5,4E-08	6,26E-09
Orgánicos respiratorios	DALY	2,8E-08	2,57E-08	2,9E-09	6,43E-11
Inorgánicos respiratorios	DALY	7,3E-06	5,82E-06	1,2E-06	2,90E-07
Cambio climático	DALY	1,1E-06	7,09E-07	3,2E-07	1,30E-08
Radiación	DALY	9,1E-09	5,23E-10	8,0E-09	5,23E-10
Capa de Ozono	DALY	3,8E-09	2,95E-09	9,0E-10	2,67E-11
Ecotoxicidad	PAF*m ² *yr	0,695	0,248	0,373	0,0741
Acidificación/ Eutroficación	PDF*m ² *yr	0,383	0,339	0,0384	0,00586
Uso de la Tierra	PDF*m ² *yr	0,0128	0,000938	0,0109	0,000966
Minerales	MJ surplus	0,1	0,0495	0,0109	0,0495
Combustibles fósiles	MJ surplus	5,52	3,65	1,81	0,055

TABLA 15
**RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN EN PORCENTAJE ECO-
 INDICATOR 99**

Categoría de Impacto	Unidad	Total	Materiales	Energía	Disposición Final
Carcinógenos	%	100	39,7	54,2	6,17
Orgánicos respiratorios	%	100	89,5	10,3	0,224
Inorgánicos respiratorios	%	100	79,8	16,3	3,97
Cambio climático	%	100	67,6	31,1	1,24
Radiación	%	100	5,78	88,4	5,78
Capa de Ozono	%	100	76	23,3	0,688
Ecotoxicidad	%	100	35,7	53,7	10,7
Acidificación/ Eutroficación	%	100	88,4	10	1,53
Uso de la Tierra	%	100	7,32	85,1	7,54
Minerales	%	100	49,3	1,3	49,3
Combustibles Fósiles	%	100	66,1	32,9	0,996

En la Figura 3.10 se muestran los resultados en porcentajes respecto al total de resultado de indicador de forma gráfica.

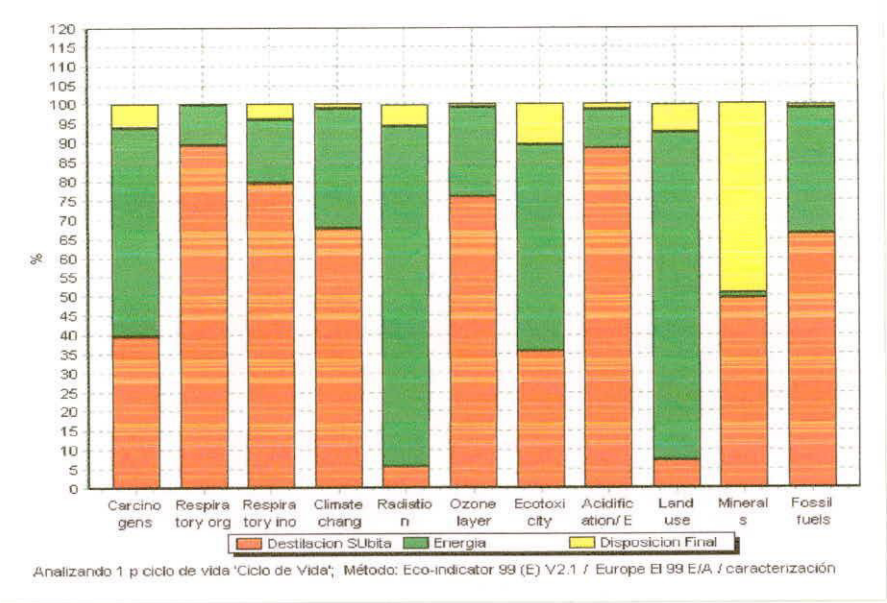


FIGURA 3.10. CARACTERIZACIÓN EN PORCENTAJE ECO-INDICATOR 99

3.3.3.2.2. Evaluación del Daño

En la Tabla 16 se muestran los resultados de la evaluación del daño, en la Figura 3.11 se parecían los resultados de forma gráfica.

TABLA 16
RESULTADOS DE EVALUACIÓN DEL DAÑO ECO-INDICATOR 99

Categoría de Daño	Unidad	Total	Materiales	Energía	Disposición Final
Salud Humana	DALY	8,49E-6	6,6E-6	1,58E-6	3,1E-7
Calidad del Ecosistema	PDF*m2yr	0,465	0,364	0,0855	0,0142
Recursos	MJ surplus	5,62	3,7	1,82	0,104

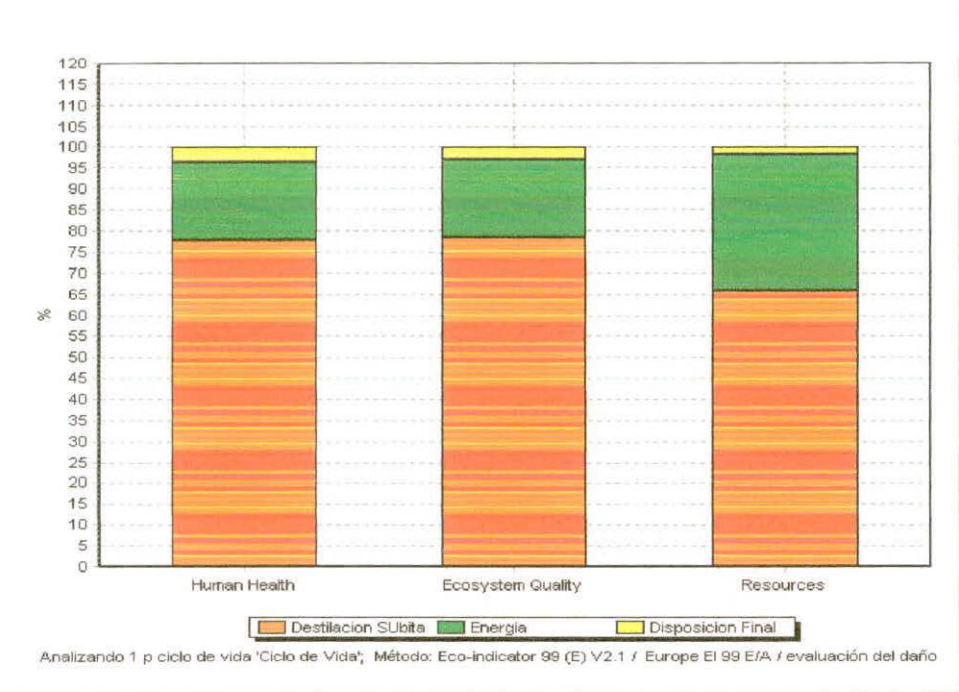


FIGURA 3.11 EVALUACIÓN DEL DAÑO ECO-INDICATOR 99

3.3.3.2.3. Normalización

Los resultados de la normalización se presentan en la Tabla 17, en ella se presentan los resultados de la multiplicación de los resultados de la evaluación del daño (Tabla 16) por los factores de normalización del Eco-indicator 99. En la Figura 3.12 se presentan los resultados de forma gráfica.

TABLA 17

RESULTADOS DE NORMALIZACIÓN ECO-INDICATOR 99

Categoría de Daño	Total	Materiales	Energía	Disposición Final
Salud Humana	0,000549	0,000427	0,000102	2E-5
Calidad del Ecosistema	9,07E-5	7,11E-5	1,69E-5	2,78E-6
Recursos	0,000944	0,000621	0,000305	1,76E-5

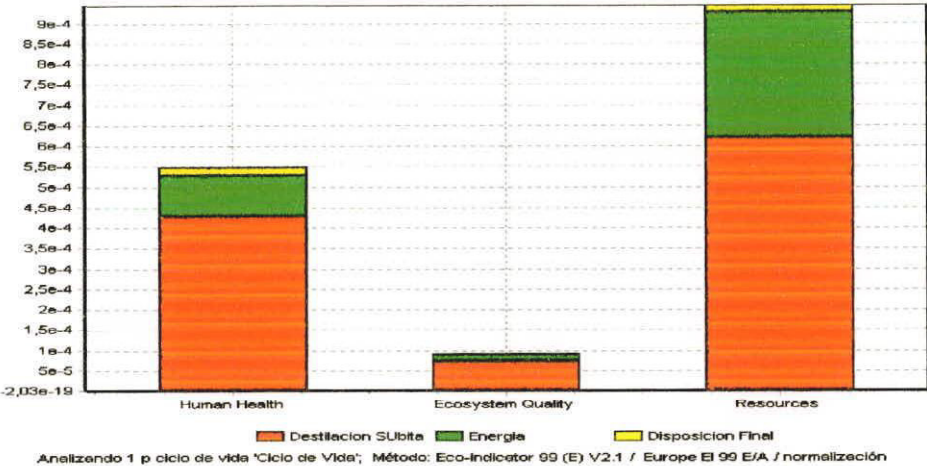


FIGURA 3.12. NORMALIZACIÓN ECO-INDICATOR 99

3.3.3.2.4. Ponderación

La Tabla 18 muestra los resultados ponderados de las categorías de daño. En ella se presentan los resultados de la multiplicación de los resultados de la normalización (Tabla 17) por los factores de ponderación del método Eco-indicator 99. En la Figura 3.13 se presenta los resultados de forma gráfica.

TABLA 18
RESULTADOS DE PONDERACIÓN ECO-INDICATOR 99

Categoría de Daño	Unidad	Total	Materiales	Energía	Disposición Final
Total	Pt	0,445	0,323	0,109	0,0126
Salud Humana	Pt	0,22	0,171	0,0409	0,00801
Calidad del Ecosistema	Pt	0,0363	0,0284	0,00675	0,00111
Recursos	Pt	0,189	0,124	0,061	0,00351

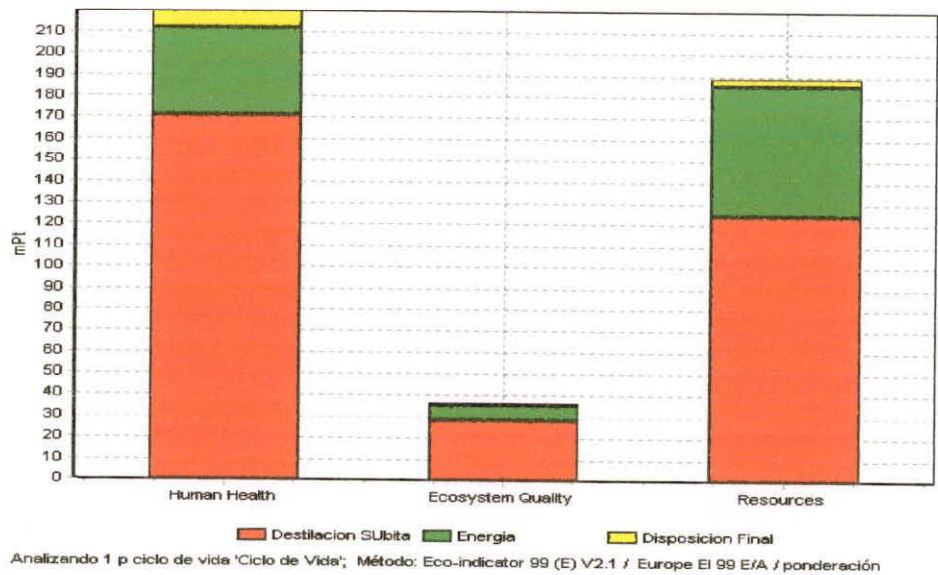


FIGURA 3.13. PONDERACIÓN ECO-INDICATOR 99

3.3.4. Resultados de Evaluación de Impacto EPS 2000

3.3.4.1. Resultados para la Planta de Osmosis Inversa

3.3.4.1.1. Caracterización

Los resultados de indicadores de la caracterización en unidades y en porcentajes respecto al total del ciclo de vida se encuentra en el Apéndice K. En la Figura 3.14 se observa el resultado de la caracterización en porcentaje respecto al total del resultado de indicador en forma gráfica.

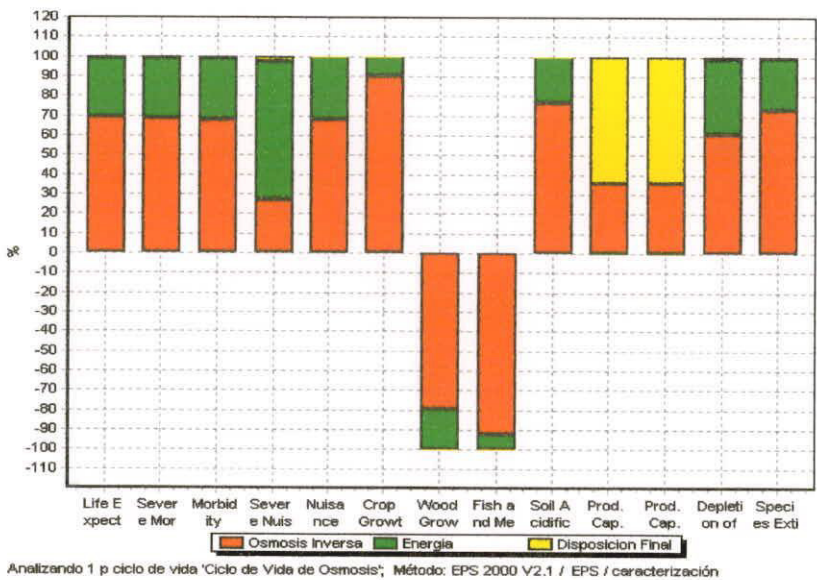


FIGURA 3.14. CARACTERIZACIÓN EN PORCENTAJE EPS 2000

3.3.4.1.2. Evaluación del Daño

Los resultados de la Evaluación del Daño que se muestran de manera tabular en unidades y porcentaje respecto al total del resultado de indicador se encuentra en el Apéndice K. En la Figura 3.15 se observa el resultado en porcentaje respecto al total del resultado de indicador de la evaluación de daño de manera gráfica.

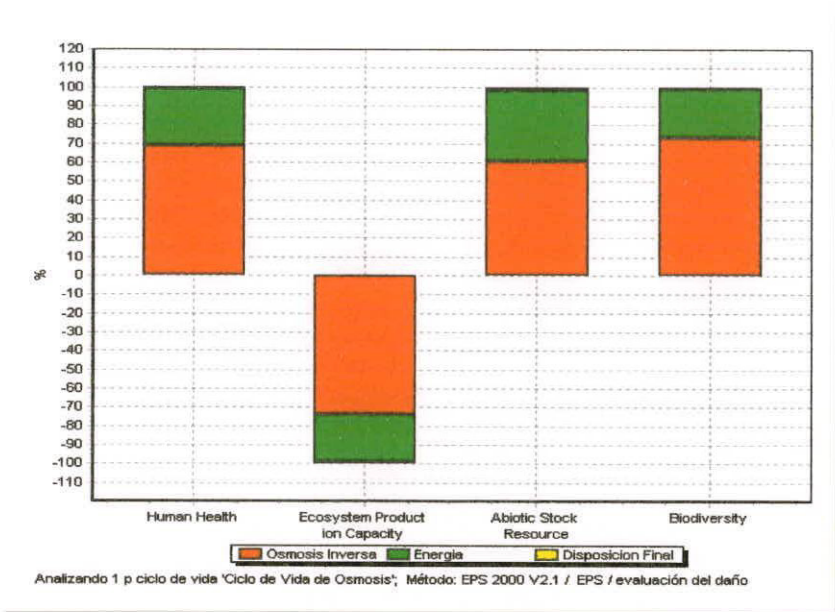


FIGURA 3.15. EVALUACIÓN DEL DAÑO EPS 2000

3.3.4.1.3 Ponderación

En el Apéndice K se encuentran las tablas de los resultados de indicadores ponderados en unidades y en porcentajes respecto al total d categoría de daño. En la Figura 3.16 se pueden ver los resultados de la ponderación de manera gráfica, en el eje y se muestra en MPt (megapuntos de puntaje en ELU's).

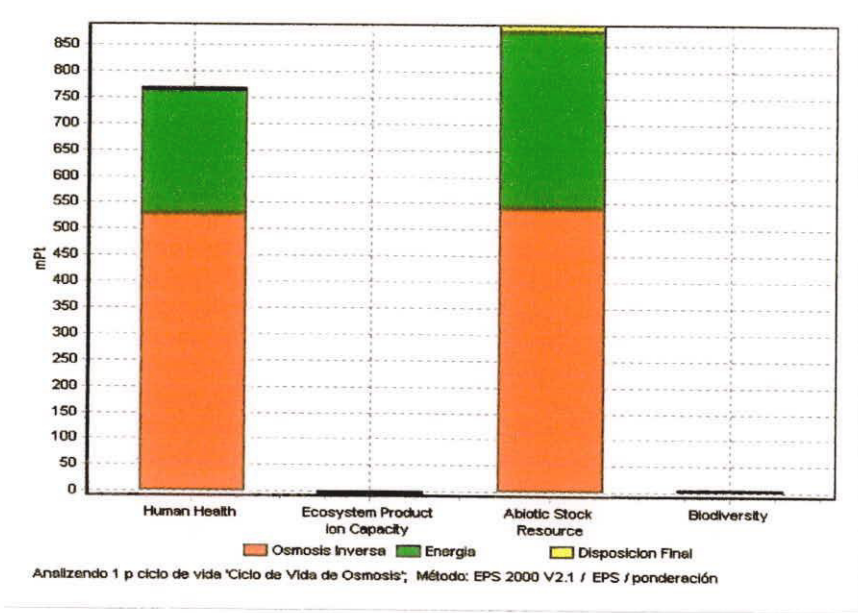


FIGURA 3.16 PONDERACIÓN EPS 2000

3.3.4.2. Resultados para la Planta de Destilación Súbita Flash

3.3.4.2.1. Caracterización

Los resultados y los porcentajes respecto al total del ciclo de vida se encuentra en el Apéndice N. En la Figura 3.17 se observa el resultado de la caracterización en porcentajes de forma gráfica.

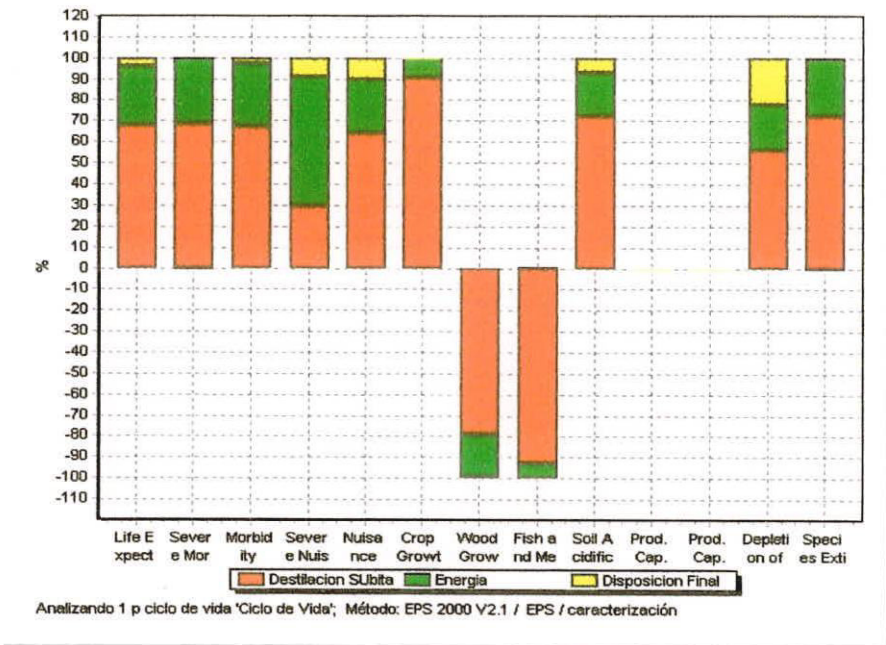


FIGURA 3.17. CARACTERIZACIÓN EN PORCENTAJE

EPS 2000

3.3.4.2.2. Evaluación del Daño

Los resultados se muestran de manera tabular en unidades y en porcentajes en el Apéndice N. En la Figura 3.18 se observa el resultado en porcentajes del indicador evolución del daño de manera gráfica.

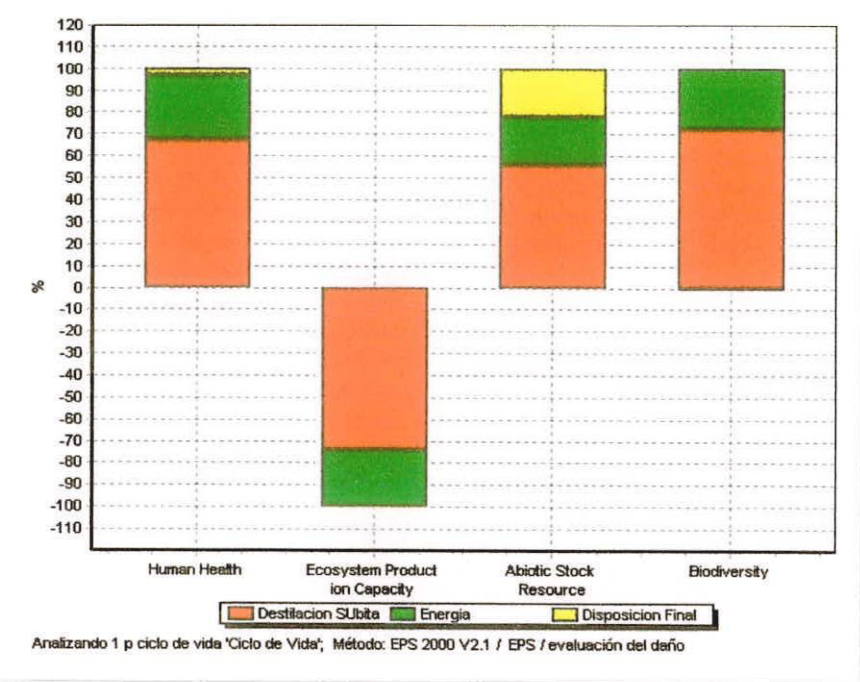


FIGURA 3.18 EVALUACIÓN DEL DAÑO EPS 2000

3.3.4.2.3. Ponderación

En el Apéndice N se encuentran las tablas de los resultados en unidades y en porcentajes. En la Figura 3.19 se presentan los resultados de manera gráfica.

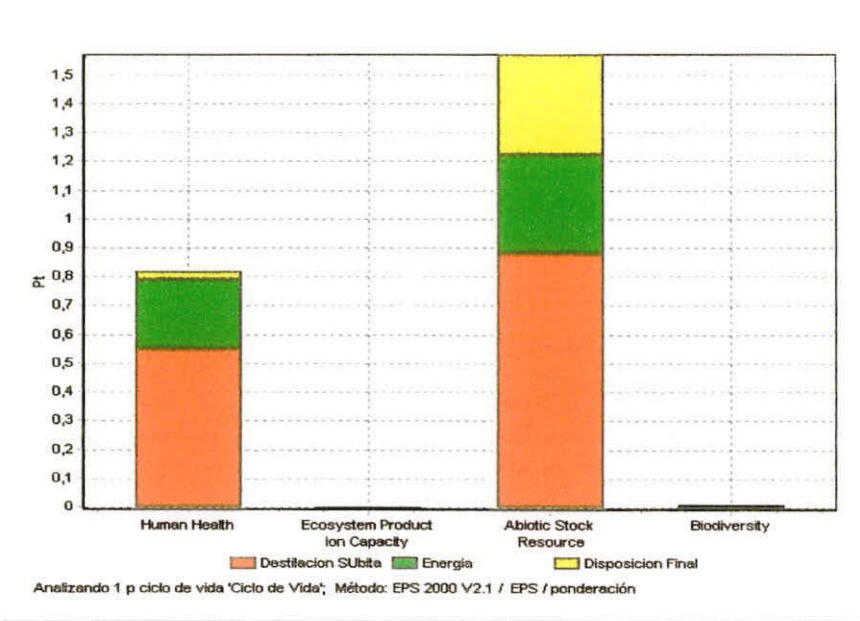


FIGURA 3.19. PONDERACIÓN EPS 2000

3.3.5. Resultados de Evaluación de Impacto EDIP 96

3.3.5.1. Resultados de la Planta de Osmosis Inversa

3.3.5.1.1. Caracterización

Los resultados de la caracterización en unidades y en porcentaje respecto del total de resultado de indicador se encuentra en el Apéndice L. En la Figura 3.20 se observa el resultado de la caracterización en porcentaje en el diagrama de barras.

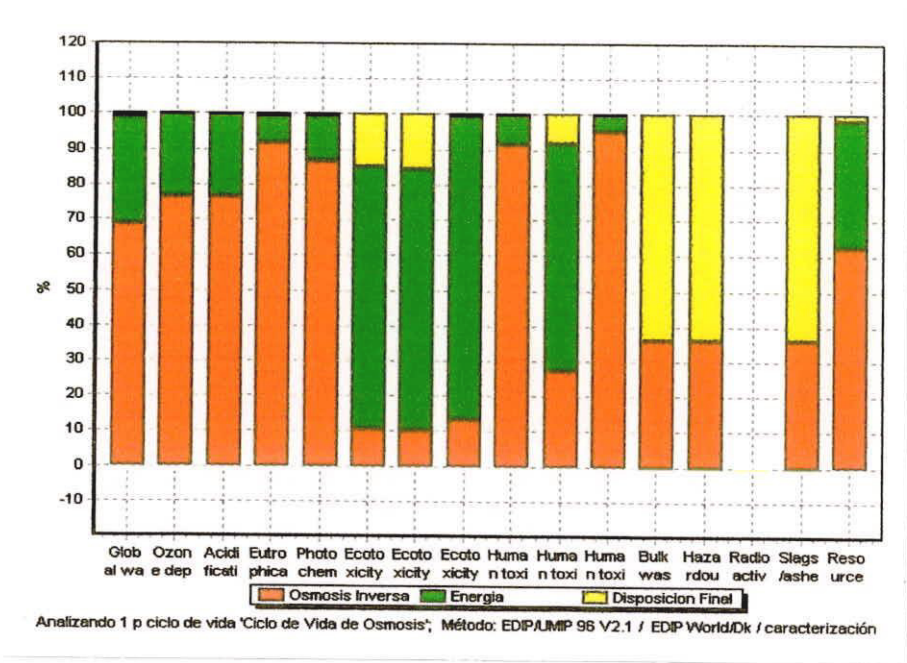


FIGURA 3.20. CARACTERIZACIÓN EDIP 96

3.3.5.1.2. Normalización

En el Apéndice L se observa los resultados de indicador normalizados en forma de tabla. En la Figura 3.21 se muestra el resultado de la normalización en diagrama de barras.

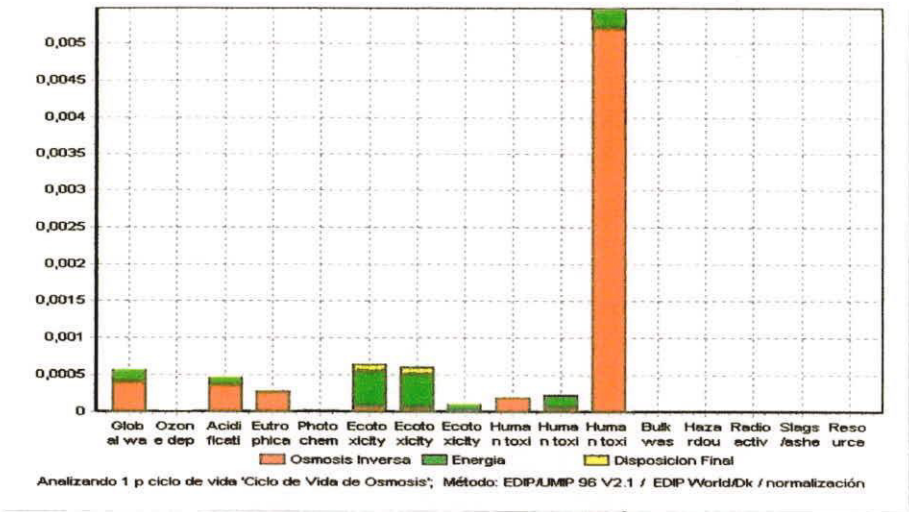


FIGURA 3.21. NORMALIZACIÓN EDIP 96

3.3.5.1.3. Ponderación

En el Apéndice L se muestran las tablas de resultados ponderados en unidad y en porcentaje respecto al total de resultados de indicador. En la Figura 3.22 se muestra el resultado de la ponderación en diagrama de barras, la unidad de la ponderación son los puntos EDIP en el gráfico se muestra en MPt (Megapuntos).

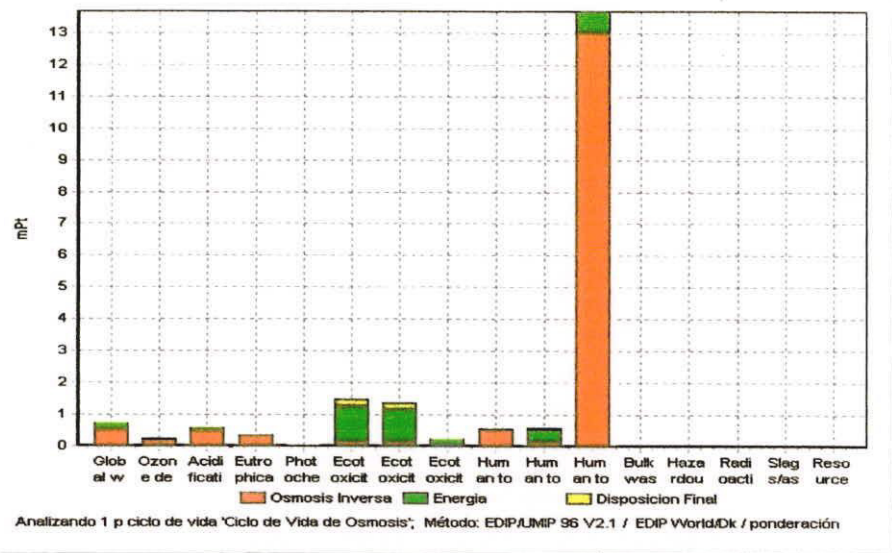


FIGURA 3.22. PONDERACIÓN EDIP 96

3.3.5.1.4. EDIP 96 (Solo Recursos)

En el Apéndice M se muestran las tablas de resultados para la caracterización, a su vez las tablas de los resultados de normalización y los resultados de ponderación del método EDIP 96 (Solo Recursos). En las Figuras 3.23, 3.24, y 3.25 se muestran los resultados de manera gráfica.

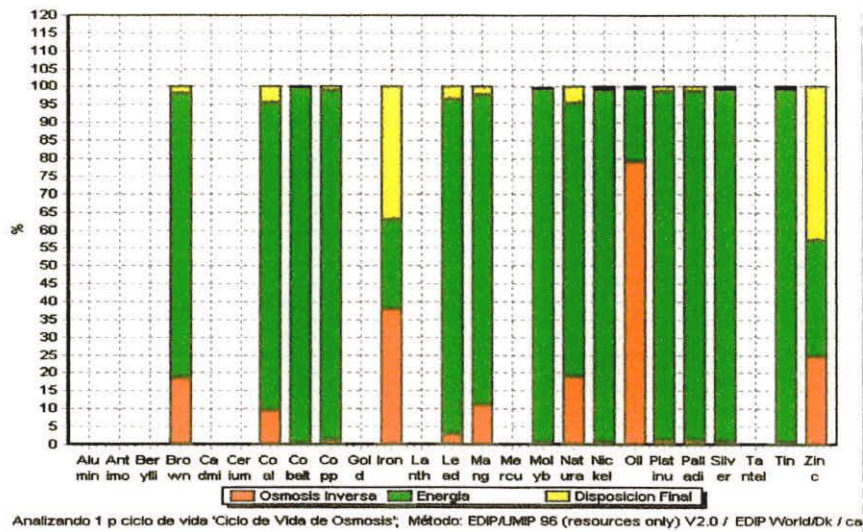


FIGURA 3.23. CARACTERIZACIÓN EDIP 96 (SOLO RECURSOS)

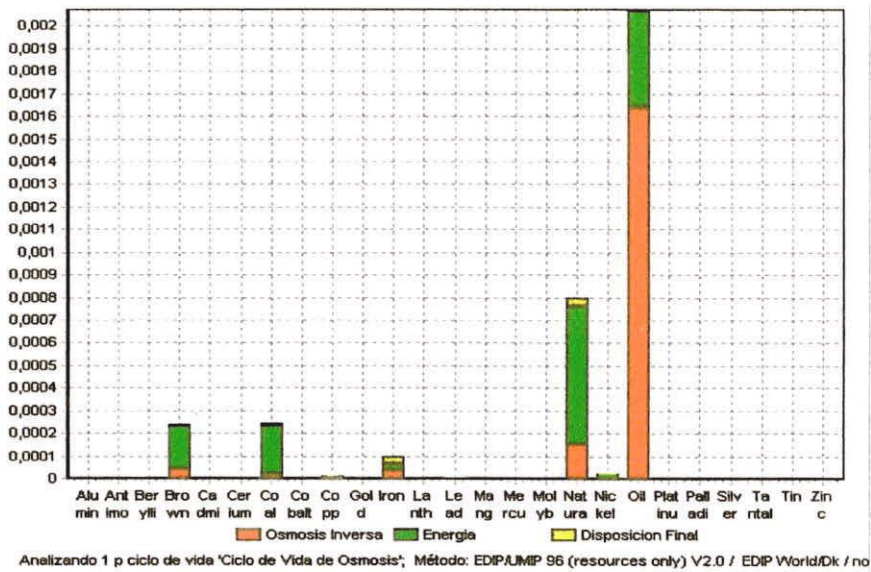


FIGURA 3.24. NORMALIZACIÓN EDIP 96 (SOLO RECURSOS)

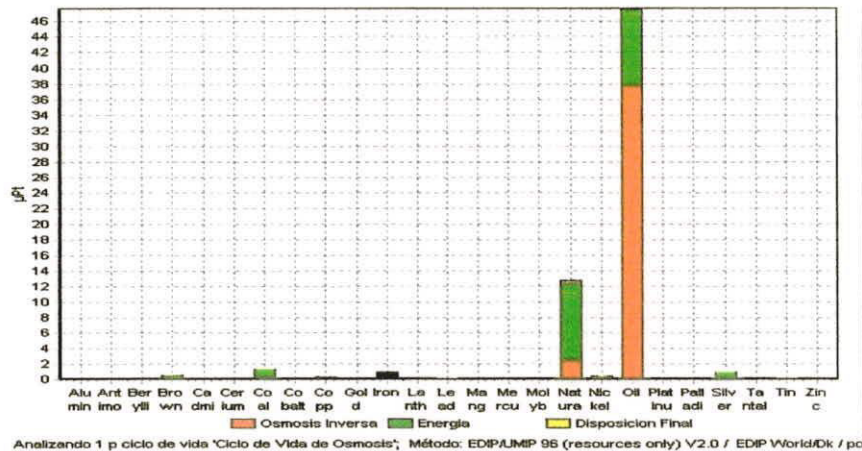


FIGURA 3.25. PONDERACIÓN EDIP 96 (SOLO RECURSOS)

3.3.5.2. Resultados de la Planta de Destilación Súbita Flash

3.3.5.2.1. Caracterización

Los resultados de los indicadores se presentan en el Apéndice O. En la Figura 3.26 se muestra de manera gráfica los resultados en porcentajes respecto al total.

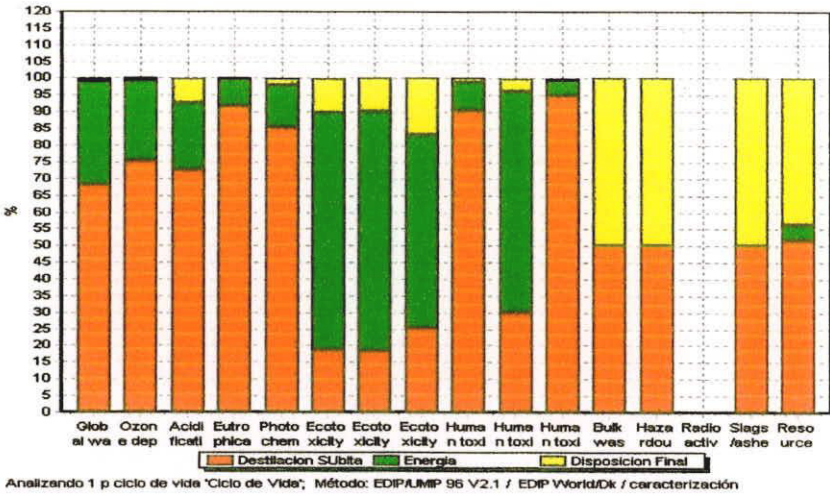


FIGURA 3.26. CARACTERIZACIÓN EDIP 96

3.3.5.2.2. Normalización

En el Apéndice O se observan los resultados en unidades y en porcentajes. En la Figura 3.27 se muestran los resultados en el diagrama de barras.

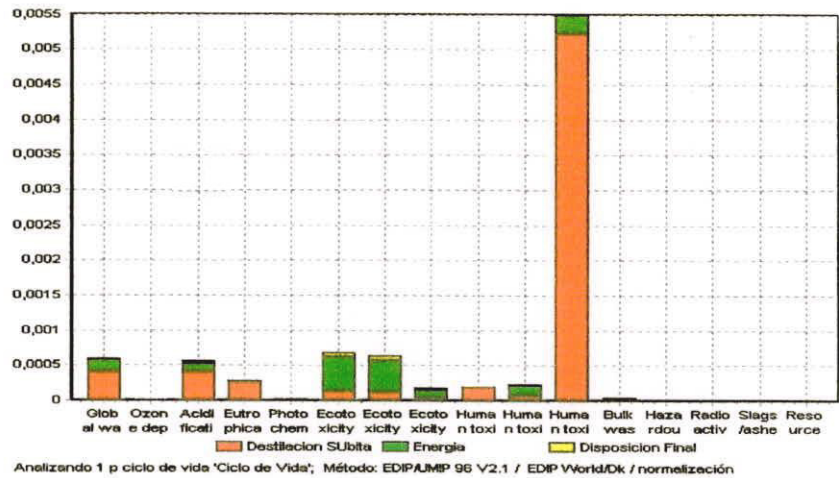


FIGURA 3.27. NORMALIZACIÓN DE MSF EDIP 96

3.3.5.2.3. Ponderación

En el Apéndice O se muestran las tablas de resultados ponderados en unidad y porcentaje. En la Figura 3.28 se muestra el resultado de la ponderación en un diagrama de barras, la unidad de la ponderación son los puntos EDIP en el gráfico se muestra en kPt (kilopuntos).

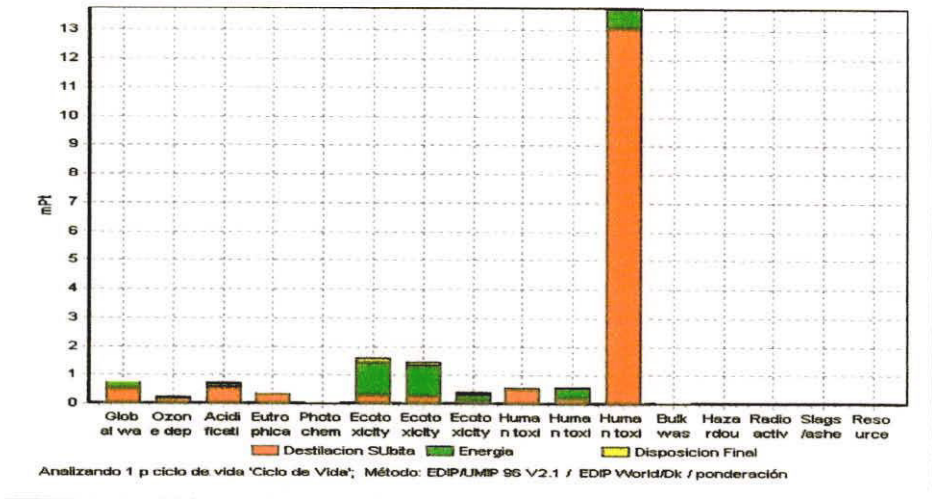
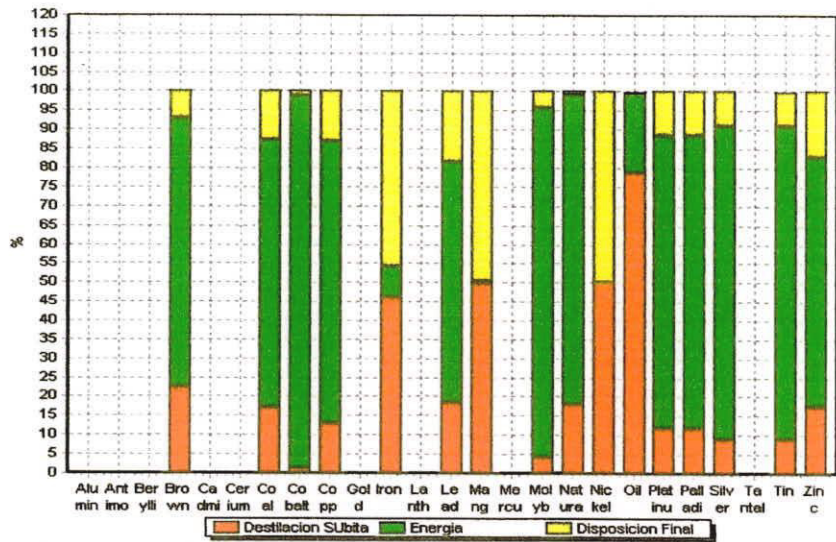


FIGURA 3.28. PONDERACIÓN DE MSF EDIP 96

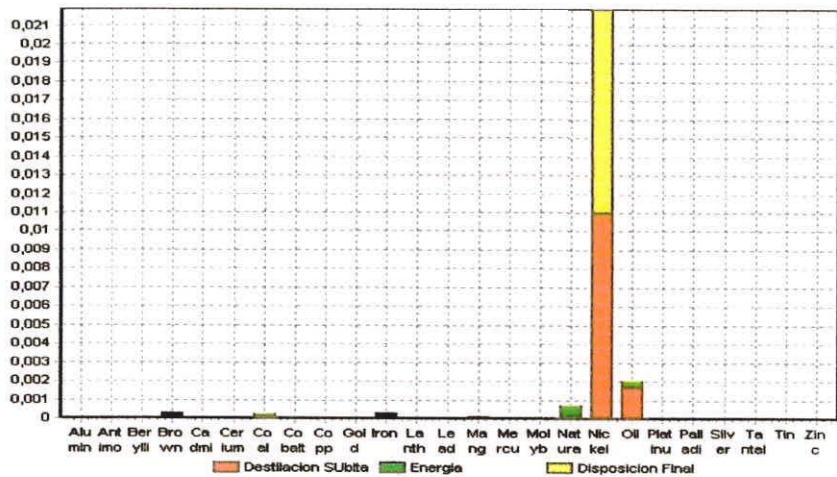
3.3.5.2.4. EDIP 96 (Solo Recursos)

En el Apéndice P se muestran las tablas de los resultados para caracterización, normalización y ponderación para el método EDIP 96 (Solo Recursos). En las Figuras 3.29, 3.30, y 3.31 se muestran los resultados de manera gráfica.



Analizando 1 p ciclo de vida 'Ciclo de Vida'; Método: EDIP/UMP 96 (resources only) V2.0 / EDIP World/Dk / caracterizaci3n

FIGURA 3.29. CARACTERIZACIÓN DE MSF EDIP 96 (SOLO RECURSOS)



Analizando 1 p ciclo de vida 'Ciclo de Vida'; Método: EDIP/UMP 96 (resources only) V2.0 / EDIP World/Dk / normalizaci3n

FIGURA 3.30. NORMALIZACIÓN DE MSF EDIP 96 (SOLO RECURSOS)

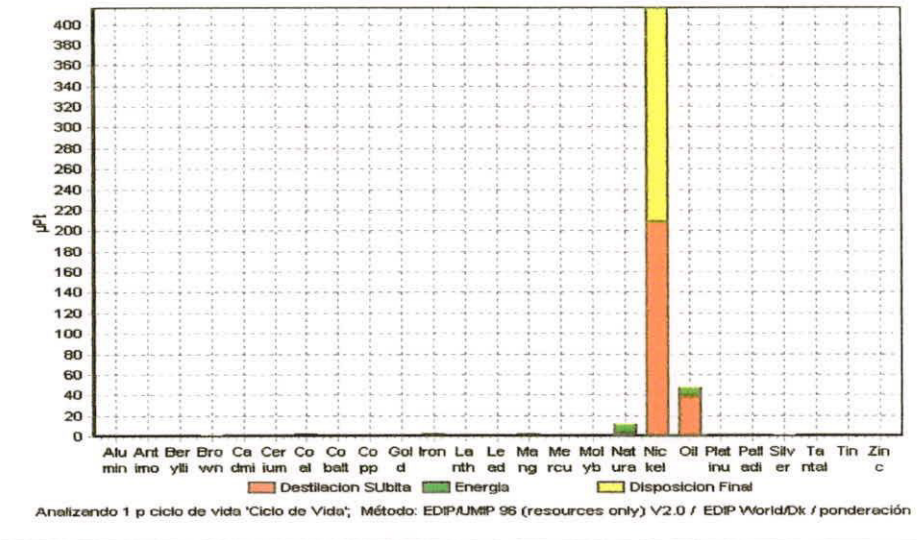


FIGURA 3.31. PONDERACIÓN DE MSF EDIP 96 (SOLO RECURSOS)

3.4 Interpretación de la ECV

3.4.1. Método Eco-Indicator 99

3.4.1.1. Interpretación del Ciclo de Vida de la Planta de Osmosis Inversa

En la caracterización por categoría de impacto se aprecia que para casi todas las categorías, la fase que mayor contribuye es la de los Materiales, que se ve representada por el rojo como se muestra en la Figura 3.6, para la construcción de la planta con valores de porcentajes altos, llegando a un máximo de 89.8%,

seguido de la fase de Energía (representado por el color verde), que representa la energía requerida para la producción de un m³ de agua, obteniendo en algunos casos, como en la categoría de radiación un 99%.

La evaluación de daño de Eco-indicator 99 (ver Figura 3.7) se agrupa las categorías de impacto en tres categorías de daños; la categoría de Daño Salud Humana tiene su mayor contribución en la fase de Materiales con un 79.7%, seguido de la fase de Energía con 19.6%. La categoría de daño Calidad del Ecosistema y Recursos, al igual que la categoría de Salud Humana, tienen su mayor contribución en la fase de Materiales con porcentajes que sobrepasan el 60%.

La normalización de Eco-indicator 99 (ver Figura 3.8) está elaborada a nivel de la evaluación de daño. La normalización muestra que la categoría de daño más significativa frente a los datos de referencia es Recursos (Sección 3.3.3.1.3).

La ponderación (ver Figura 3.9) multiplica los factores de ponderación por los resultados de categoría de daño normalizados. El puntaje total para el ciclo de vida de

Osmosis Inversa es 0,423. De acuerdo a este método de evaluación de impacto la categoría de daño más afectada es la de Salud Humana con 0.205 puntos, seguida por Recursos 0.184, para terminar con Calidad del Ecosistema como la categoría de daño menos afectada con 0.0342.

3.4.1.2. Interpretación de la Planta de Destilación Súbita Flash

En la caracterización por categoría de impacto se aprecia que Materiales representa la categoría de mayor afectación (ver Figura 3.10) con valores que sobrepasan el 40% en muchas de las categorías de impacto, y compartiendo valores altos con la fase de Energía en algunos casos como el de Radiación con 88.4% para esta categoría.

En la evaluación de daño de Eco-indicator 99 (ver Figura 3.11) en las tres categorías, Salud Humana, Calidad del Ecosistema y Recursos muestran unos valores muy similares en porcentajes referente a las fases de Materiales, viéndose las tres categorías afectada de igual manera por esta fase, debiéndose básicamente a

las grandes cantidades de materiales que se requiere para la producción de un m³ de agua desalada.

La normalización en Eco-indicator 99 (ver Figura 3.12) se basa en los resultados obtenidos de la evaluación de daño. La normalización muestra que la categoría más significativa es la de Recursos con valores de 0.000944 estando mas representa por la fase de Materiales para la construcción de la planta.

Por otro lado, la ponderación (ver Figura 3.13) muestra que Destilación Súbita Flash llega a obtener valores de 0.445, siendo la categoría de mayor afectación Salud Humana, viéndose afectada por los Materiales utilizados para la construcción.

3.4.2 Método EPS 2000

3.4.2.1. Interpretación del Ciclo de Vida de la Planta de Osmosis Inversa

En la caracterización de este método (ver Figura 3.14) podemos observar que las categorías de impacto en su mayoría se ven afectadas por la fase de Materiales con valores que sobrepasan el 50%, a su vez se aprecian

valores negativos, los cuales los indican que en la fase de materiales y de energía existe una aportación positiva como reciclaje, en el proceso de producción de algunos materiales y energía.

La grafica de evaluación de daños (ver Figura 3.15) nos muestra que para las categorías analizadas en este método, la fase mas influyente es la de Materiales. La categoría de daño Capacidad de Producción del Ecosistema para este caso tiene un puntaje negativo, fase de Materiales le asigna un valor de -74.3%. Esto nos muestra que el sistema de producto tiene un impacto ambiental positivo en la capacidad de producción del sistema.

La ponderación (ver Figura 3.16), nos muestra un puntaje total EPS 2000 de 1.66 puntos, de los cuales 0.889 pertenecen a la categoría de Recursos de Inventario Abiótico. De acuerdo a este método para este sistema de producto el único daño importante al Medio Ambiente es la extracción de materiales.

3.4.2.2. Interpretación del Ciclo de Vida de la Planta de Destilación Súbita Flash

La gráfica de caracterización para Destilación Súbita Flash (ver Figura 3.17) podemos observar que la fase de mayor aportación a las categorías de impacto es la de los Materiales con porcentajes que sobrepasan el 64% y que se muestran en el Apéndice N.

La evaluación de daño (ver Figura 3.18) nos muestra que la fase de Materiales afecta a todas las categorías, en el categoría de Capacidad de Producción de Ecosistema nos muestra valores negativos, viéndose influenciada en 74.2% por la fase de Materiales.

La ponderación de las categorías de daño (ver Figura 3.19 y Apéndice N) muestra el puntaje total de 2.38 puntos, de los cuales 1.58 pertenecen a la categoría de daño Recursos del Inventario Abiótico, 0.817 pertenecen a Salud Humana. De acuerdo a este método para este sistema de producto el único daño importante al Medio Ambiente es la fase de los Materiales mostrando valores en porcentajes que sobrepasan el 56%.

3.4.3. Método EDIP 96

3.4.3.1. Interpretación del Ciclo de Vida de la Planta de Osmosis Inversa

En la caracterización (ver Figura 3.20 y Apéndice L) en su totalidad se ve mayormente afectada por la fase de los Materiales, en la mayoría de las categorías obtiene porcentajes altos, especialmente en Eutroficación con un 91.7% debido a las emisiones producidas por los procesos para la extracción de los recursos.

La normalización en este método (ver Figura 3.21) muestra a Toxicidad humana suelo y Eutroficación como las categorías más significativas para el sistema de productos con porcentajes que sobrepasan el 91%. A su vez se puede observar que la categoría Recursos tiene un factor de normalización 0.

Los resultados ponderados de esta metodología (ver Figura 3.22) muestra a Toxicidad humana suelo con el mayor puntaje de 0.0137 mPt (milipuntos), seguido por Ecotoxicidad crónica agua 0.00147. Cabe recalcar que este método tiene un factor de ponderación para

Recursos de 0 y tiene un método por separado para recursos, es decir el método EDIP 96 mostrado solo caracteriza emisiones y no extracciones de recursos.

EDIP 96 (Solo Recursos)

De los resultados de la caracterización (ver Figura 3.23) se aprecia que las categorías de Aluminio, Antimonio, Berilio, Cadmio, Cerio, Oro, Lantano, Mercurio y Tántalo tiene resultados de indicador de 0, lo que quiere decir que no se extrae estos recursos en el sistema de producto definido.

Las demás categorías como Cobalto, Cobre, etc, obtienen valores altos en la fase de Energía, debido a la contribución de los procesos de Electricidad turbina a gas 10 MW S y Producción de energía motor diesel.

En la normalización (ver Apéndice M) al igual que en la caracterización nos muestra las mismas categorías con indicadores 0 y que se mantiene la fase de Energía con valores de porcentajes altos en el resto de las categorías.

La ponderación (ver Figura 3.25) muestra todas las categorías en puntaje EDIP 96 (Solo Recurso), se aprecia que de acuerdo a los factores de ponderación usados la Energía empleada en el sistema, y más que nada el proceso Electricidad turbina a gas 10 MW S y Producción de energía motor diesel S, es el consumo de recursos más importantes del sistema de producto.

3.4.3.2. Interpretación del Ciclo de Vida de la Planta de Destilación Súbita Flash

La caracterización (ver Figura 3.26), en este método las categorías de impacto se ven influenciadas por la fase de Materiales, especialmente en las categorías de Toxicidad humana suelo y Eutrofización, donde nos muestran valores superiores al 91%, y esto es debido especialmente a las emisiones de la producción de energía a partir del petróleo (generación térmica a vapor).

La normalización en este método (ver Figura 3.27 y Apéndice O), muestra que en las categorías más

significativas son las de Toxicidad humana suelo y Eutrofización, con valores que sobrepasan el 91.8%.

Los resultados ponderados de esta metodología (ver Sección 3.3.5.2.3), nos muestran que Toxicidad Humana Suelo con el mayor puntaje, 0.0138, seguido por Eutrofización con 0.000346.

Se puede observar que la construcción de la planta posee mayor contribución debido a las emisiones tóxicas a diferentes medios ambientales debido al proceso de extracción de los recursos.

EDIP 96 (Solo Recursos)

La caracterización (ver Figura 3.29) nos muestra que las categorías de Aluminio, Antimonio, Berilio, Cadmio, Cerio, Oro, Lantano, Mercurio y Tántalo tiene resultados de indicador de 0, lo que quiere decir que no se extrae estos recursos en el sistema.

Las categorías Cobalto, Molibdeno, Níquel muestran valores altos en porcentajes (ver Apéndice O), estas categorías tienen una distribución de contribuciones muy

similar a la de la Planta de Osmosis Inversa analizada con este mismo método (ver Sección 3.4.3.1).

En la normalización (ver Figura 3.30) se aprecia que respecto a los datos de referencia la categoría más significativa para este sistema de producto es Níquel. Esto quiere decir que el único uso de recursos significativos en el sistema de producto definido de acuerdo al método es la construcción de la planta.

La ponderación (ver Figura 3.31) muestra todas las categorías en puntaje EDIP 96 (Solo Recursos), se aprecia que de acuerdo a los factores de ponderación usados la fase de Energía da mayor afectación a las categorías de impacto, que se ve reflejado en el consumo de recursos para el sistema.

CAPÍTULO 4

4.COMPARACIÓN DE LAS PLANTAS DE DESALINIZACIÓN CON LAS TECNOLOGÍAS MSF-OI

En este capítulo se mostrará de una manera más sencilla la comparación de estas dos tecnologías aplicadas en nuestro país. Para ello hemos escogido la planta de agua de la Refinería La Libertad, por ser una de las pocas instituciones que posee el sistema de Destilación Súbita Flash, por otro lado, para la planta de Osmosis Inversa se tomarán ciertos datos del capítulo anterior debido a la poca información recopilada de las plantas que se encuentran en el Ecuador con este sistema.

Se tratará de ser lo mas objetivos posibles, ya que las capacidades de producción de las plantas son diferentes, pues para ello se ha tratado de realizar una comparación desde el punto de vista netamente energético y de las descargas de salmueras en función de cada m^3 de agua desalada.

4.1 Comparación de Energía Consumida

La Planta de Desalinización de la Refinería de Petróleo de La Libertad abastece la demanda de agua para uso Industrial y Doméstico, produciendo desde 1971 la cantidad de 680 m³/día dando un 70% para uso industrial y el 30% para uso doméstico. El agua industrial cubre la demanda de agua para las calderas 379 m³ (100.000 GPD) y también como agua de enfriamiento 98,5 m³ (26.000 GPD), a una calidad de 15 PPM de Sólidos Totales Disueltos como máximo.

La Planta de desalinización de agua de mar es del tipo de evaporación instantánea de múltiples etapas (MSF, del inglés Multi-Stage Flash distillation) de procedencia Inglesa (Aiton), del tipo recirculación y básicamente comprende los siguientes sistemas: un sistema de enfriamiento, sistema de vacío, sistema de recirculación, sistemas de precalentamiento y de calentamiento, sistemas de condensado y de destilado, dosificación de químicos y de instrumentación para el control de la Planta.

El agua salada es tomada por medio de bombas que están ubicadas en una plataforma en el muelle de la Refinería, el agua de mar es impulsada por tres bombas centrífugas de 150 HP cada una, dando un total de 5.100 GPM de flujo y a 80 psig. de presión de descarga

en la línea de 24", a la cual enseguida se inyecta una dosis de hipoclorito de sodio desde la bomba y del clorinador electrolítico para mantener la línea limpia de incrustaciones y limitar el crecimiento marino. De los 1.700 GPM de agua salada que ingresan a la Planta, únicamente se utiliza como agua de alimentación el 15% que equivale a unos 255 GPM, lo demás es para el enfriamiento que regresa al mar.

El agua de mar entra en la Planta como agua de enfriamiento, de la cual se utiliza una fracción como alimentación tras calentarse en los condensadores del desecho. La alimentación entra al estanque de salmuera y se mezcla con la salmuera de recirculación. La mezcla de alimentación-salmuera es impulsada por una bomba de recirculación y pasa en serie por condensadores de recuperación de calor. En este punto la salmuera re-circulante ha alcanzado su temperatura máxima (82 °C) e ingresa a las cámaras de evaporación instantánea liberando vapor en cada etapa. En el proceso de evaporación instantánea esta regulado por placas de orificio rectangular ajustable de modo que existan presiones progresivamente más bajas en cada etapa. La última etapa opera a una presión de aproximadamente 1,0 psia (30 pulg. Hg. vacío).

Según el análisis del capítulo anterior se mostró que la planta de osmosis inversa producía aproximadamente 46000 m³/día con un consumo de 4 kW-h/m³. Para realizar la comparación de los 2 procesos, mostrada en la Tabla 19, se asume la misma cantidad de producción en m³/día de agua desalada que tenemos en la planta de la Refinería La Libertad.

TABLA 19
COMPARACIÓN ENERGÉTICA DE LOS PROCESOS DE DESALINIZACIÓN DE AGUA

Comparación Energética de los Procesos de Desalinización de Agua		
Procesos	Osmosis Inversa	MSF
Producción diaria(m ³ /día)	680	680
Consumo de energía (KW-h/m ³)	4	9.06
Consumo diarios de energía (KW-h/día)	2720	6161.44
Consumo mensual de energía (KW-h/mes)	81600	184843.33

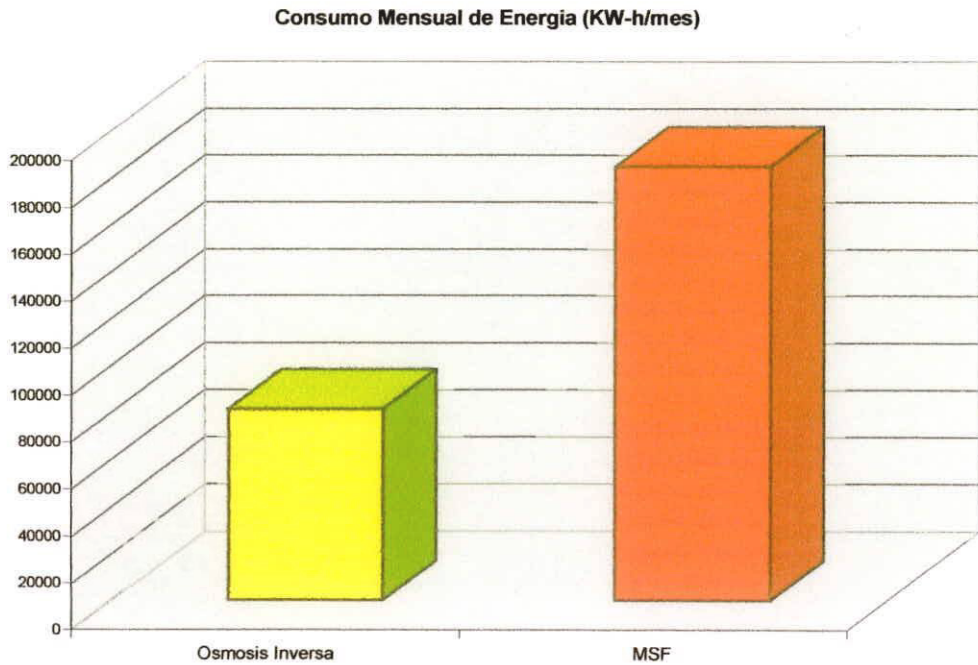


FIGURA 4.1 CONSUMO MENSUAL DE ENERGÍA DE MSF Y OSMOSIS INVERSA

En el Figura 4.1, se puede observar un mayor consumo de energía en el proceso de destilación súbita flash debido al grupo de bombas que esta planta requiere para el bombeo del agua desde el muelle hasta la instalación de la planta. Con esto nos demuestra el por que este proceso no es muy rentable.

4.2 Comparación de Descargas

En el proceso de Destilación Súbita Flash, la salmuera evaporada entra al estanque de salmuera donde se combina con la admisión y

mantener la concentración de la salmuera a menos de (o igual a) el doble de la concentración del agua de mar no tratada.

A diferencia del proceso de destilación súbita flash, osmosis inversa descarga directamente su salmuera sin recibir algún tratamiento previo, debido a que el agua no es sometida a ningún cambio de temperatura en el proceso. Una comparación de las descargas se muestra en la Tabla 20.

TABLA 20
COMPARACIÓN DESCARGAS DE LOS PROCESOS DE
DESALINIZACIÓN DE AGUA

Comparación de Descargas de los Procesos de Desalinización		
Procesos	Osmosis Inversa	MSF
Salmuera (ppm.)	63300	43000

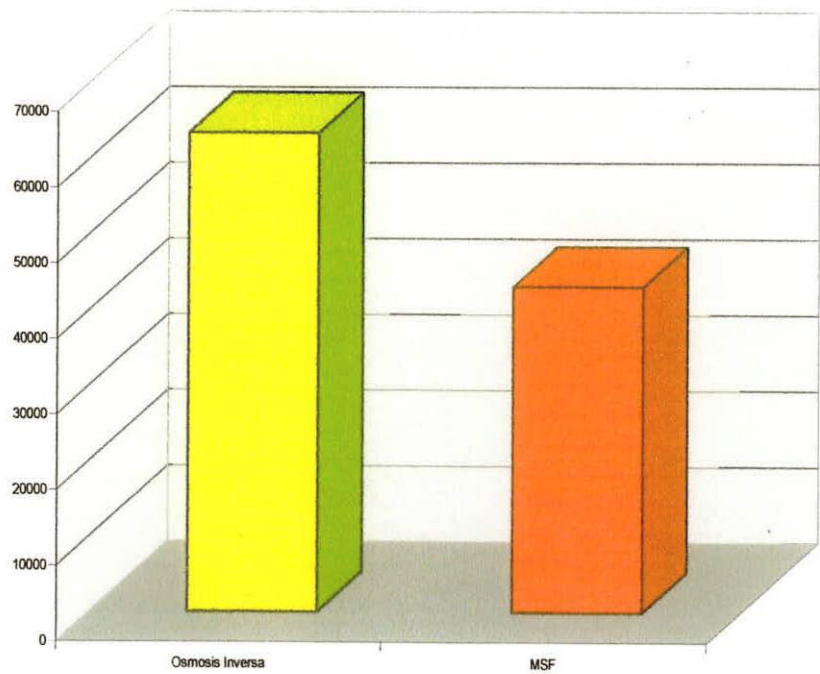


FIGURA 4.2 COMPARACIÓN DE DESCARGAS DE MSF Y OSMOSIS INVERSA

De acuerdo a la Figura 4.2, se observan los altos valores de concentración de ppm. de las descargas en los procesos, especialmente en el de osmosis inversa. Con esto, se concluye que a mayor concentración de ppm. en las descargas, mayor será el grado de contaminación al ambiente marino.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. En este estudio, el consumo eléctrico específico para una instalación de Osmosis Inversa es relativamente menor comparado con el de una planta de MSF debido al mayor consumo energético que se genera debido al sistema de bombeo de este proceso.
2. En el estudio realizado, se indica que para ambos procesos la fase de mayor afectación es la de extracción de materiales, debido a las grandes cantidades de materiales que se requieren para la producción de 1m^3 de agua.
3. El proceso de descarga de salmuera del proceso de Osmosis Inversa es mayor en ppm. comparado al de una planta de Destilación Súbita

Flash, por lo cual se puede afirmar que el proceso de Osmosis Inversa es el que mayor contaminación produce hacia el ambiente marino.

4. SimaPro 5.0 es una herramienta que facilita el análisis de una manera directa y concreta para conocer en que fase de un estudio se obtiene el mayor impacto ambiental.
5. La calidad del agua que se obtiene del proceso de Destilación Súbita Flash es superior a la Osmosis Inversa, debido a los bajos valores de ppm. obtenidos en el proceso de destilación, prácticamente obteniendo agua destilada.

Recomendaciones

1. Para realizar un diseño e instalación de una planta desaladora es necesario tomar en consideración la calidad del agua de producto que se requiera. Si se desea obtener agua para uso industrial es apropiado realizar una instalación de destilación súbita flash, en el caso de requerir agua para el consumo humano, la instalación más apropiada sería una planta de osmosis inversa.

APÉNDICES

APENDICE A

HERRAMIENTAS ANALITICAS

Herramientas analíticas basadas en mediciones físicas:

- Lista de Revisión o Matrices de Diseño para Medio Ambiente: Revisión de los aspectos importantes para encontrar amenazas y oportunidades
- Análisis de Requerimientos Acumulados de Energía: Contabilidad de la energía primaria a través del ciclo de vida de un producto para posibilitar el ahorro de energía
- Huella ecológica: Comunicación de información para contabilizar el área necesaria para soportar cierta población o economía.
- Análisis energético: Calculo de la energía memoria-disponible de un tipo previamente requerido directamente e indirectamente para hacer un producto o servicio
- Evaluación de Impacto Ambiental: Aspectos integrados a la planificación de proyectos para posibilitar comparación de alternativas
- Análisis Ambiental de Entradas/Salidas: Evaluación de cambios estructurales en la industria y en otros sectores sociales.
- Evaluación de Riesgo Ambiental: Gestión de riesgos identificando los efectos potenciales en humanos y ecosistemas.

- **Análisis Energético:** Contabilidad y transformación de calidad de energía para mejor manejo de recursos energéticos.
- **Evaluación de Ciclo de Vida:** Evaluación ambiental identificando la carga ambiental de una función a lo largo de su ciclo de vida.
- **Contabilidad de Flujo de Materiales:** Gestión de materiales y sustancias enfocado a la eficiencia de recursos.
- **Análisis de Flujo de Sustancia:** Análisis del flujo de una sola sustancia.
- **Intensidad de Material por Servicio Unitario:** Aumento de la productividad de recursos de sistemas, midiendo la entrada de material por unidad funcional a todos los niveles.
- **Requerimiento Total de Material:** Aumento de productividad de recursos dentro de una región contabilizando la cantidad total de material perturbado por procesos económicos.

Herramientas analíticas basadas en mediciones no físicas:

- **Análisis Costo Beneficio:** Evaluación de costo-beneficio del beneficio económico neto de un proyecto o actividad.

- Análisis Entrada/Salida: Cuantificación de entradas y salidas usadas en cada sector y descripción de relaciones entre estructura económica y acción económica.
- Análisis de Aspectos: Identificación de aspectos importantes.
- Costeo de Ciclo de Vida: Cálculo del costo de ciclo de vida, incluyendo el costo interno y el costo externo.
- Análisis Multicriterial: Estructuramiento de varias metas e intercambios para facilitar la toma de decisiones.
- Modelos de Equilibrio Parcial: Modelado de oferta y demanda en mercados diferentes.
- Evaluación Regulatoria: Cumplimiento de actividades con legislación.
- Análisis de los Participantes: Identificación y comportamiento de participantes.
- Evaluación de Tecnología: Consecuencias de introducción de tecnología.
- Contabilidad de Costo Total: Costos de gestión ambiental a través de la evaluación de todo el rango de costos y ahorros a partir de la prevención de la contaminación.

APÉNDICE B

HOJA DE PROCESOS DE OSMOSIS INVERSA

Proceso	Pág
Acero ETH S.....	135
Aceros de Baja Aleación ETH S.....	144
Calor diesel B250.....	154
Camión 16t B250.....	157
Cemento ETH S.....	159
Concreto no reforzado ETH S.....	168
Electricidad Ecuador.....	178
Electricidad Hidrogeneración B250.....	180
Electricidad importada.....	181
Electricidad Petróleo B250.....	185
Electricidad turbina a gas 10 MW S.....	188
Hierro Fundido ETH S.....	197
Poliamida Aromática.....	207
Producción de energía motor diesel.....	213
Resina Epóxica.....	223

Proceso**Acero**

Tipo de Categoría	Material
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007
Tipo	Sistema
Nombre	Steel ETH S
Período	1990-1994
Geografía	Europa, Occidental
Tecnología	Tecnología media
Representatividad	Datos mixtos
Asignación para salidas múltiples	No aplicable
Sustitución de asignación	No aplicable
Reglas de Corte	Desconocido
Limite del Sistema	Segundo orden (material/energia incluyendo operaciones)
Limite con la Naturaleza	No aplicable
Fecha	03/02/2003
Registro	Pre Consultants, The Netherlands, MO

Generador ETH-ESU, Zurich, Switzerland

Referencia Bibliográfica ETH-ESU 1996 Tab.A1.6

Método de Recopilación

Tratamiento de Datos

Verificación

Comentario

Steel ETH, original German title:Stahl unlegiert. Total aggregated system inventory. This is a single results record of the similar unit process. Small differences can occur due to rounding

Reglas de Asignación

Descripción del Sistema System model Basic Material

Productos

Steel ETH S	1kg	100%	Ferro metals	Metals/Ferro
-------------	-----	------	--------------	--------------

Productos evitados**Entradas conocidas desde la naturaleza**

baryte	0,000418	kg
bauxite	0,000336	kg
bentonite	0,0112	kg
lead (in ore)	0,0000096	kg
chromium (in ore)	0,0000162	kg

iron (in ore)	1,16	kg
marl	0,163	kg
gravel	0,0451	kg
cobalt (in ore)	4,37E-11	kg
copper (in ore)	0,0000866	kg
manganese (in ore)	0,0000096	kg
molybdene (in ore)	2,38E-11	kg
nickel (in ore)	0,00000701	kg
palladium (in ore)	1,34E-11	kg
platium (in ore)	1,53E-11	kg
rhenium (in ore)	1,37E-11	kg
rhodium (in ore)	1,42E-11	kg
sand	0,000976	kg
silver (in ore)	0,00000027	kg
rock salt	0,000571	kg
clay	0,000857	kg
turbine water ETH	2,41	m3
water	20,8	kg
zinc (in ore)	0,000000702	kg
tin (in ore)	0,00000015	kg
petroleum gas ETH	0,00588	m3
methane (kg) ETH	0,00977	kg
wood (dry matter) ETH	0,0000106	ton
reservoir content ETH	0,00998	m3y
potential energy water ETH	0,000000458	TJ
lignite ETH	0,103	kg
coal ETH	1,14	kg
natural gas ETH	0,0281	m3
crude oil ETH	0,0000859	ton
uranium (in ore) ETH	0,000007	kg

Entradas conocidas desde la tecnosfera

Emisiones al aire

acetaldehyde	0,000000164	kg
acetone	0,000000163	kg
acrolein	1,76E-11	kg
Al	0,00001533	kg
aldehydes	5,58E-09	kg
alkanes	0,00000299	kg
alkenes	0,00000111	kg
CxHy aromatic	7,48E-08	kg
As	0,000000197	kg
B	0,000004286	kg
Ba	1,855E-07	kg

benzo(a)pyrene	0,000000108	kg
Be	2,24E-09	kg
benzaldehyde	9,18E-12	kg
benzene	0,00000348	kg
Br	0,000000473	kg
butane	0,00000743	kg
butene	0,000000232	kg
CFC-116	3,65E-09	kg
Ca	0,0000502	kg
Cd	0,000000386	kg
CFC-14	3,28E-08	kg
methane	0,008546	kg
cyanides	0,000000336	kg
cobalts	0,000000235	kg
CO	0,02997	kg
CO2	1,6141	kg
Cr	0,000001432	kg
Cu	0,00000172	kg
dichloromethane	2,26E-09	kg
HCFC-21	2,47E-08	kg
acetic acid	0,000000732	kg
ethane	0,00001178	kg
ethanol	3,274E-07	kg
ethene	0,0000179	kg
ethyne	0,00000063	kg
ethylbenzene	0,000000593	kg
dichloroethane	6,34E-09	kg
Fe	0,00007641	kg
formaldehyde	0,00000118	kg
HALON-1301	3,33E-08	kg
H2S	0,0000606	kg
HCl	0,0001107	kg
He	0,000005923	kg
heptane	0,00000155	kg
hexachlorobenzene	3,24E-13	kg
hexane	0,00000326	kg
HF	0,0000172	kg
Hg	8,949E-08	kg
I	2,001E-07	kg
K	0,00020007	kg
La	6,46E-09	kg
methanol	0,000000344	kg
Mg	0,00000795	kg
Mn	0,0000541	kg
Mo	2,94E-08	kg
MTBE	4,65E-10	kg
N2	0,00000762	kg

N2O	0,00001691	kg
Na	0,000002238	kg
ammonia	0,00000772	kg
NI	0,000008433	kg
non methane VOC	0,0011453	kg
Nox (as NO2)	0,002546	kg
P-tot	0,000000212	kg
PAH's	0,000000285	kg
dust (PM10) mobile	0,0000638	kg
dust (coarse) process	0,00912	kg
dust (PM10) stationary	0,000221	kg
Pb	0,00000752	kg
pentachlorobenzene	8,65E-13	kg
pentachlorophenol	1,4E-13	kg
pentane	0,00000935	kg
phenol	5,61E-09	kg
propane	0,0000107	kg
propene	0,00000144	kg
acrolein	9,18E-12	kg
propionic acid	1,05E-08	kg
Pt	2,29E-11	kg
CFC-11	2,22E-09	kg
CFC-114	5,86E-08	kg
CFC-12	4,77E-10	kg
CFC-13	2,99E-10	kg
HFC-134a	6,23E-20	kg
HCFC-22	5,24E-10	kg
Sb	5,92E-09	kg
Sc	2,33E-09	kg
Se	3,32188E-06	kg
Si	0,00003162	kg
Sn	2,605E-09	kg
SOx (as SO2)	0,004885	kg
Sr	2,105E-07	kg
dioxin (TEQ)	3,29	kg
tetrachloromethane	1,87E-09	kg
Th	3,42E-09	kg
Ti	0,000000533	kg
Tl	1,23E-09	kg
tolune	0,00000179	kg
trichloromethane	1,68E-10	kg
U	3,035E-09	kg
V	0,00000338	kg
vinyl chloride	1,03E-09	kg
xylene	0,00000304	kg
Zn	0,00002837	kg
Zr	1,47E-08	kg

Emisiones al agua

acenaphthylene	0,000000033	kg
alkanes	5,635E-07	kg
alkenes	5,203E-08	kg
NH3 (as N)	0,00002818	kg
AOX	1,606E-08	kg
CxHy aromatic	0,000002929	kg
baryte	0,0000829	kg
benzene	5,687E-07	kg
di(2-ethylhexyl)phthalate	3,31E-13	kg
BOD	0,000125078	kg
1,1,1-trichloroethane	5,66E-12	kg
chlorobenzenes	2,3E-14	kg
dichloroethane	3,26E-09	kg
hexachloroethane	7,24E-14	kg
HOCL	0,000001136	kg
chlorinated solvents (unspec.)	0,000000129	kg
dichloromethane	3,81E-08	kg
Ocl-	0,000001136	kg
tetrachloroethene	8,6E-12	kg
tetrachloromethane	1,31E-11	kg
trichloroethene	5,43E-10	kg
trichloromethane	1,99E-09	kg
Cl-	0,01406	kg
COD	0,00010688	kg
cyanide	0,000004866	kg
dibutyl p-phthalate	3,34E-12	kg
dimethyl p-phthalate	2,1E-11	kg
DOC	4,146E-07	kg
ethyl benzene	1,033E-07	kg
fats/oils	0,0000934	kg
fatty acids as C	0,00002183	kg
VOC as C	0,000001507	kg
fluoride ions	0,000196	kg
formaldehyde	1,4E-10	kg
dissolved substances	0,0007446	kg
glutaraldehyde	1,02E-08	kg
Al	0,00185	kg
Sb	6,55E-08	kg
As	3,7713E-06	kg
Ba	0,0001585	kg
Be	2,75E-10	kg
Pb	3,06013E-05	kg
B	3,691E-07	kg
Cd	1,6843E-07	kg
Cs	4,327E-09	kg

calcium ions	0,001453	kg
Cr (III)	0,000021434	kg
Cr (VI)	3,96E-10	kg
Fe	0,000757	kg
I	4,296E-07	kg
K	0,0005737	kg
Co	0,00000368	kg
Cu	0,000009775	kg
Mg	0,001482	kg
Mn	0,00003838	kg
Mo	0,000004791	kg
Na	0,00318	kg
Ni	1,06091E-05	kg
Hg	5,5631E-08	kg
Ru	4,323E-08	kg
Se	0,000009261	kg
Ag	7,889E-08	kg
Si	0,000000106	kg
Sr	0,0000479	kg
Ti	0,000111	kg
V	9,2712E-06	kg
W	9,13E-09	kg
Zn	0,000029312	kg
Sn	1,35E-09	kg
CxHy	5,73E-08	kg
MTBE	4,09E-11	kg
nitrate	0,0000096	kg
nitrite	2,933E-07	kg
PAH's	6,37E-08	kg
phenols	0,000006672	kg
phosphate	0,000111013	kg
P-compounds	1,15E-08	kg
acids (unspecified)	0,00000367	kg
salts	0,000567	kg
H2S	0,00000145	kg
N-tot	0,00000565	kg
N organically bound	0,00000063	kg
sulphate	0,0090144	kg
sulphite	0,000000268	kg
SO3	0,000000124	kg
TOC	0,0001167	kg
toluene	4,707E-07	kg
tributyltin	9,11E-08	kg
triethylene glycol	4,146E-07	kg
undissolved substances	0,000697	kg
vinyl chloride	2,44E-12	kg
xylene	4,086E-07	kg

Emisiones al suelo

Al (ind.)	0,00000547	kg
As (ind.)	2,19E-09	kg
C (ind.)	0,000017	kg
Ca (ind.)	0,0000219	kg
Cd (ind.)	1,68E-10	kg
Co (ind.)	1,17E-10	kg
Cr (ind.)	2,74E-08	kg
Cu (ind.)	5,85E-10	kg
Fe (ind.)	0,0000109	kg
Hg (ind.)	5,65E-11	kg
Mn (ind.)	0,000000219	kg
N	4,72E-08	kg
Ni (ind.)	8,78E-10	kg
oil biodegradable	0,000000167	kg
oil (ind.)	0,00000398	kg
phosphor (ind.)	0,00000051	kg
Pb (ind.)	2,73E-09	kg
S (ind.)	0,00000329	kg
Zn (ind.)	0,000000088	kg

Emisiones sólidas**Emisiones no materiales**

waste heat to air	0,0000182	TJ
Rn222 (long term) to air	381	kBq
Ag110m to air	2,89E-09	kBq
Am241 to air	5,39E-08	kBq
beta radiation (unspecified) to air	3,66E-10	kBq
Ar41 to air	0,00628	kBq
Ba140 to air	1,13E-08	kBq
C14 to air	0,00434	kBq
Ce141 to air	2,69E-10	kBq
Ce144 to air	0,000000573	kBq
Cm (alpha) to air	8,55E-08	kBq
Cm242 to air	2,84E-13	kBq
Cm244 to air	2,58E-12	kBq
Co57 to air	4,96E-12	kBq
Co58 to air	8,21E-08	kBq
Co60 to air	0,000000122	kBq
Cr51 to air	1,02E-08	kBq
Cs134 to air	0,00000205	kBq
Cs137 to air	0,00000395	kBq
radio active noble gases to air	0,000379	kBq

Fe59 to air	1,120E-10	kBq
H3 to air	4,470E-02	kBq
I129 to air	0,0000154	kBq
I131 to air	0,00000171	kBq
I133 to air	0,000000957	kBq
I135 to air	0,00000143	kBq
K40 to air	0,0000125	kBq
Kr85 to air	265	kBq
Kr85m to air	0,000315	kBq
Kr87 to air	0,000141	kBq
Kr88 to air	0,0125	kBq
Kr89 to air	0,0000989	kBq
La140 to air	7,15E-09	kBq
Mn54 to air	2,94E-09	kBq
Nb95 to air	5,19E-10	kBq
Np237 to air	2,82E-12	kBq
Pa234m to air	0,00000171	kBq
Pb210 to air	0,0000632	kBq
Pm147 to air	0,00000145	kBq
Po210 to air	0,0000995	kBq
Pu alpha to air	0,000000171	kBq
Pu238 to air	6,42E-12	kBq
Pu241 Beta to air	0,0000047	kBq
Ra226 to air	0,0000651	kBq
Ra228 to air	0,00000616	kBq
Rn220 to air	0,000443	kBq
Rn222 to air	4,1513	kBq
Ru103 to air	2,94E-11	kBq
Ru106 to air	0,0000171	kBq
Sb124 to air	7,94E-10	kBq
Sb125 to air	1,01E-10	kBq
Sr89 to air	5,14E-09	kBq
Sr90 to air	0,00000282	kBq
Tc99 to air	1,2E-10	kBq
Te123m to air	1,29E-08	kBq
Th228 to air	0,00000521	kBq
Th230 to air	0,000019	kBq
Th232 to air	0,00000331	kBq
Th234 to air	0,00000171	kBq
U alpha to air	0,0000613	kBq
U234 to air	0,0000205	kBq
U235 to air	0,000000994	kBq
U238 to air	0,00002968	kBq
Xe131m to air	0,000649	kBq
Xe133 to air	0,19	kBq
Xe133m to air	0,0000958	kBq
Xe135 to air	0,0325	kBq

Xe135m to air	0,00322	kBq
Xe137 to air	0,0000799	kBq
Xe138 to air	0,000874	kBq
Zn65 to air	1,26E-08	kBq
Zr95 to air	1,88E-10	kBq
land use (sea floor) II-III	0,00666	m2a
land use (sea floor) II-IV	0,000687	m2a
land use II-III	0,0314	m2a
land use II-IV	0,00355	m2a
land use III-IV	0,00361	m2a
land use IV-IV	0,00000996	m2a
waste heat to soil	1,77E-08	TJ
waste heat to water	1,206E-07	TJ
Ag110m to water	0,0000197	kBq
alpha radiation (unspecified) to water	2,34E-09	kBq
Am241 to water	0,0000071	kBq
Ba140 to water	3,58E-08	kBq
C14 to water	0,000359	kBq
Cd109 to water	2,07E-10	kBq
Ce141 to water	5,36E-09	kBq
Ce144 to water	0,000162	kBq
Cm (alpha) to water	0,0000094	kBq
Co57 to water	3,68E-08	kBq
Co58 to water	0,0000309	kBq
Co60 to water	0,001572	kBq
Cr51 to water	0,000000788	kBq
Cs134 to water	0,00036309	kBq
Cs136 to water	1,92E-10	kBq
Cs137 to water	0,00333923	kBq
Fe59 to water	6,3E-10	kBq
H3 to water	10,678	kBq
I129 to water	0,00103	kBq
I131 to water	0,000000681	kBq
I133 to water	0,000000164	kBq
K40 to water	0,0000258	kBq
La140 to water	7,43E-09	kBq
Mn54 to water	0,00024044	kBq
Mo99 to water	2,5E-09	kBq
Na24 to water	0,0000011	kBq
Nb95 to water	2,03E-08	kBq
Np237 to water	0,000000453	kBq
radionuclides (mixed) to water	1,54E-08	kBq
Pa234m to water	0,0000317	kBq
Pb210 to water	0,0000205	kBq
Po210 to water	0,0000205	kBq
Pu alpha to water	0,0000282	kBq
Pu241 beta to water	0,000701	kBq

Ra224 to water	0,0002148	kBq
Ra226 to water	0,13138	kBq
Ra228 to water	0,0004296	kBq
Ru103 to water	0,000000012	kBq
Ru106 to water	0,00171	kBq
Sb122 to water	3,58E-08	kBq
Sb124 to water	0,00000509	kBq
Sb125 to water	0,000000292	kBq
Fission and activation products	0,0000213	kBq
Sr89 to water	8,11E-08	kBq
Sr90 to water	0,000342	kBq
Tc99 to water	0,00018	kBq
Tc99m to water	1,69E-08	kBq
Te123m to water	1,51E-09	kBq
Te132 to water	6,2E-10	kBq
Th228 to water	0,0008603	kBq
Th232 to water	0,00000481	kBq
Th230 to water	0,00496	kBq
Th234 to water	0,000032	kBq
U238 to water	0,000107	kBq
U alpha to water	0,0020759	kBq
U234 to water	0,0000424	kBq
U235 to water	0,0000631	kBq
Y90 to water	4,14E-09	kBq
Zn65 to water	0,00000233	kBq
Zr95 to water	0,000014504	kBq

Residuos y emisiones para tratamiento.

Proceso	Aceros de Baja Aleación
Tipo de Categoría	Material
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007
Tipo	Sistema
Nombre	Steel low alloy ETH S
Período	1990-1994
Geografía	Europa, Occidental
Tecnología	Tecnología media
Representatividad	Datos mixtos
Asignación para salidas múltiples	No aplicable
Sustitución de asignación	No aplicable
Reglas de Corte	Desconocido

Limite del Sistema	Segundo orden (material/energia incluyendo operaciones)
Limite con la Naturaleza	No aplicable
Fecha	03/02/2003
Registro	Pre Consultants, The Netherlands, MO

Generador	ETH-ESU, Zurich, Switzerland
-----------	------------------------------

Referencia Bibliográfica	ETH-ESU 1996 Tab.A1.6
--------------------------	--------------------------

Método de Recopilación

Tratamiento de Datos

Verificación

Comentario

Steel low alloy ETH, original German title: Stahl niedriglegiert. Total aggregated system inventory. This is a single results record of the similar unit process. Small differences can occur due to rounding. Average composition of low alloy steel: 93% converter steel, 5% electrosteel, 1% chromium, 1.25% manganese.

Reglas de Asignación

Descripción del Sistema	System model Basic Materials
-------------------------	------------------------------

Productos

Steel low alloy ETH S	1kg	100%	Ferro metals	Metals/Ferro
-----------------------	-----	------	--------------	--------------

Productos evitados

Entradas conocidas desde la naturaleza (Recursos)

baryte	0,000562	kg
bauxite	0,0297	kg
bentonite	0,013	kg
lead (in ore)	1,17E-05	kg
chromium (in ore)	0,01	kg
iron (in ore)	1,35	kg
marl	0,191	kg
gravel	0,0494	kg
cobalt (in ore)	5,24E-11	kg
copper (in ore)	0,000114	kg
manganese (in ore)	0,0125	kg
molybdene (in ore)	2,92E-11	kg
nickel (in ore)	8,42E-06	kg
palladium (in ore)	1,71E-11	kg
platinum (in ore)	1,95E-11	kg

rhodium (in ore)	1,76E-11	kg
rhodium (in ore)	1,82E-11	kg
sand	0,00144	kg
silver (in ore)	3,57E-07	kg
rock salt	0,00122	kg
clay	0,00103	kg
turbine water ETH	4,19	m3
water	25,3	kg
zinc (in ore)	8,03E-07	kg
tin (in ore)	1,98E-07	kg
petroleum gas ETH	0,00777	m3
methane (kg) ETH	0,0115	kg
wood (dry matter) ETH	1,25E-05	ton
reservoir content ETH	0,0169	m3y
potential energy water ETH	8,03E-07	TJ
lignite ETH	0,118	kg
coal ETH	1,35	kg
natural gas ETH	0,0437	m3
crude oil ETH	1,14E-04	ton
uranium (in ore) ETH	8,39E-06	kg

Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustible)

Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad/calor)

Emisiones al aire

acetaldehyde	2,41E-07	kg
acetone	2,39E-07	kg
acrolein	1,98E-11	kg
Al	1,95E-05	kg
aldehydes	6,70E-09	kg
alkanes	4,02E-06	kg
alkenes	1,40E-06	kg
CxHy aromatic	1,36E-07	kg
As	2,33E-07	kg
B	5,09E-06	kg
Ba	2,35E-07	kg
benzo(a)pyrene	1,25E-07	kg
Be	2,89E-09	kg
benzaldehyde	1,03E-11	kg
benzene	4,34E-06	kg
Br	6,14E-07	kg

butane	1,01E-05	kg
butene	2,92E-07	kg
CFC-116	3,23E-07	kg
Ca	5,85E-05	kg
Cd	4,16E-07	kg
CFC-14	2,91E-06	kg
methane	0,01013457	kg
cyanides	3,90E-07	kg
cobalt	2,71E-07	kg
CO	0,034806	kg
CO2	1,9675	kg
Cr	5,96E-07	kg
Cu	1,82E-06	kg
dichloromethane	5,44E-09	kg
HCFC-21	3,20E-08	kg
acetic acid	1,10E-06	kg
ethane	1,63E-05	kg
ethanol	4,80E-07	kg
ethene	2,10E-05	kg
ethyne	7,74E-07	kg
ethylbenzene	7,68E-07	kg
dichloroethane	9,39E-09	kg
Fe	8,94E-05	kg
formaldehyde	1,61E-06	kg
HALON-1301	4,40E-08	kg
H2S	7,05E-05	kg
HCl	0,0001383	kg
He	7,83E-06	kg
heptane	2,05E-06	kg
hexachlorobenzene	4,39E-13	kg
hexane	4,30E-06	kg
HF	2,51E-05	kg
Hg	1,08E-07	kg
I	2,45E-07	kg
K	0,00023245	kg
La	8,09E-09	kg
methanol	5,67E-07	kg
Mg	9,74E-06	kg
Mn	6,06E-05	kg
Mo	4,12E-08	kg
MTBE	5,41E-10	kg
N2	1,20E-05	kg
N2O	2,24E-05	kg
Na	2,99E-06	kg
ammonia	9,19E-06	kg

Ni	9,99E-06	kg
non methane VOC	0,0014349	kg
NOx (as NO2)	0,003128	kg
P-tot	2,69E-07	kg
PAH's	7,34E-07	kg
dust (PM10) mobile	7,61E-05	kg
dust (coarse) process	0,0106	kg
dust (PM10) stationary	0,000412	kg
Pb	7,90E-06	kg
pentachlorobenzene	1,17E-12	kg
pentachlorophenol	1,89E-13	kg
pentane	1,27E-05	kg
phenol	6,57E-09	kg
propane	1,42E-05	kg
propene	1,77E-06	kg
acrolein	1,03E-11	kg
propionic acid	1,96E-08	kg
Pt	2,66E-11	kg
CFC-11	2,66E-09	kg
CFC-114	7,02E-08	kg
CFC-12	5,72E-10	kg
CFC-13	3,59E-10	kg
HFC-134a	4,19E-19	kg
HCFC-22	6,30E-10	kg
Sb	7,22E-09	kg
Sc	2,94E-09	kg
Se	3,86E-06	kg
Si	3,93E-05	kg
Sn	3,35E-09	kg
SOx (as SO2)	0,00627	kg
Sr	2,72E-07	kg
dioxin (TEQ)	3,82	kg
tetrachloromethane	3,12E-09	kg
Th	4,40E-09	kg
Ti	6,94E-07	kg
Tl	1,64E-09	kg
toluene	2,36E-06	kg
trichloromethane	2,48E-10	kg
U	3,98E-09	kg
V	4,91E-06	kg
vinyl chloride	1,53E-09	kg
xylene	3,86E-06	kg
Zn	3,11E-05	kg
Zr	1,70E-08	kg

Emisiones al agua

acenaphthylene	4,50E-08	kg
alkanes	7,45E-07	kg
alkenes	6,89E-08	kg
NH3 (as N)	3,34E-05	kg
AOX	2,12E-08	kg
CxHy aromatic	3,83E-06	kg
baryte	0,000112	kg
benzene	7,52E-07	kg
di(2-ethylhexyl)phthalate	4,70E-13	kg
BOD	0,000145102	kg
1,1,1-trichloroethane	6,24E-12	kg
chlorobenzenes	2,62E-14	kg
dichloroethane	4,83E-09	kg
hexachloroethane	1,07E-13	kg
HOCL	1,41E-06	kg
chlorinated solvents (unspec.)	1,49E-07	kg
dichloromethane	5,12E-08	kg
OCI-	1,41E-06	kg
tetrachloroethene	1,27E-11	kg
tetrachloromethane	1,95E-11	kg
trichloroethene	8,05E-10	kg
trichloromethane	2,95E-09	kg
CI-	0,0169	kg
COD	0,0001254	kg
cyanide	5,65E-06	kg
dibutyl p-phthalate	4,55E-12	kg
dimethyl p-phthalate	2,87E-11	kg
DOC	6,45E-07	kg
ethyl benzene	1,36E-07	kg
fats/oils	0,0001213	kg
fatty acids as C	2,88E-05	kg
VOC as C	1,99E-06	kg
fluoride ions	0,000228051	kg
formaldehyde	1,63E-10	kg
dissolved substances	0,0008782	kg
glutaraldehyde	1,38E-08	kg
Al	0,002180008	kg
Sb	7,65E-08	kg
As	4,44E-06	kg
Ba	0,0001877	kg
Be	3,48E-10	kg
Pb	3,57E-05	kg
B	4,98E-07	kg
Cd	2,05E-07	kg
Cs	5,73E-09	kg

calcium ions	0,001743	kg
Cr(III)	2,52E-05	kg
Cr (VI)	5,49E-10	kg
Fe	0,00088759	kg
I	5,69E-07	kg
K	0,00068	kg
Co	4,34E-06	kg
Cu	1,15E-05	kg
Mg	0,00175337	kg
Mn	4,52E-05	kg
Mo	5,66E-06	kg
Na	0,00394	kg
Ni	1,25E-05	kg
Hg	6,46E-08	kg
Ru	5,72E-08	kg
Se	1,09E-05	kg
Ag	9,18E-08	kg
Si	1,45E-07	kg
Sr	6,02E-05	kg
Ti	0,00013	kg
V	1,09E-05	kg
W	1,27E-08	kg
Zn	3,43E-05	kg
Sn	1,89E-09	kg
CxHy	7,00E-08	kg
MTBE	4,78E-11	kg
nitrate	1,21E-05	kg
nitrite	3,50E-07	kg
PAH's	2,42E-07	kg
phenols	7,82E-06	kg
phosphate	0,000131016	kg
P-compounds	1,38E-08	kg
acids (unspecified)	4,26E-06	kg
salts	0,000654	kg
H2S	1,68E-06	kg
N-tot	7,36E-06	kg
N organically bound	8,09E-07	kg
sulphate	0,0106559	kg
sulphide	3,33E-07	kg
SO3	1,67E-07	kg
TOC	0,0001868	kg
toluene	6,23E-07	kg
tributyltin	1,10E-07	kg
triethylene glycol	6,45E-07	kg
undissolved substances	0,000863	kg
vinyl chloride	3,62E-12	kg
xylene	5,40E-07	kg

Emisiones al suelo

Al (ind.)	7,37E-06	kg
As (ind.)	2,95E-09	kg
C (ind.)	2,28E-05	kg
Ca (ind.)	2,95E-05	kg
Cd (ind.)	2,27E-10	kg
Co (ind.)	1,55E-10	kg
Cr (ind.)	3,68E-08	kg
Cu (ind.)	7,74E-10	kg
Fe (ind.)	1,47E-05	kg
Hg (ind.)	6,81E-11	kg
Mn (ind.)	2,95E-07	kg
N	5,55E-08	kg
Ni (ind.)	1,16E-09	kg
oil biodegradable	1,97E-07	kg
oil (ind.)	5,22E-06	kg
phosphor (ind.)	6,43E-07	kg
Pb (ind.)	3,60E-09	kg
S (ind.)	4,42E-06	kg
Zn (ind.)	1,18E-07	kg

Emisiones solidas**Emisiones no materiales**

waste heat to air	2,27E-05	TJ
Rn222 (long term) to air	457	kBq
Ag110m to air	3,47E-09	kBq
Am241 to air	6,46E-08	kBq
beta radiation (unspecified) to air	4,36E-10	kBq
Ar41 to air	0,00754	kBq
Ba140 to air	1,35E-08	kBq
C14 to air	0,0052	kBq
Ce141 to air	3,22E-10	kBq
Ce144 to air	6,87E-07	kBq
Cm (alpha) to air	1,03E-07	kBq
Cm242 to air	3,40E-13	kBq
Cm244 to air	3,09E-12	kBq
Co57 to air	5,95E-12	kBq
Co58 to air	9,86E-08	kBq
Co60 to air	1,47E-07	kBq
Cr51 to air	1,22E-08	kBq
Cs134 to air	2,46E-06	kBq
Cs137 to air	4,74E-06	kBq

radio active noble gases to air	0,000451	kBq
Fe59 to air	1,35E-10	kBq
H3 to air	0,0536	kBq
I129 to air	1,85E-05	kBq
I131 to air	2,05E-06	kBq
I133 to air	1,15E-06	kBq
I135 to air	1,72E-06	kBq
K40 to air	1,70E-05	kBq
Kr85 to air	318	kBq
Kr85m to air	0,000377	kBq
Kr87 to air	0,000168	kBq
Kr88 to air	0,015	kBq
Kr89 to air	0,000118	kBq
La140 to air	8,57E-09	kBq
Mn54 to air	3,52E-09	kBq
Nb95 to air	6,23E-10	kBq
Np237 to air	3,39E-12	kBq
Pa234m to air	2,05E-06	kBq
Pb210 to air	8,31E-05	kBq
Pm147 to air	1,74E-06	kBq
Po210 to air	0,0001328	kBq
Pu alpha to air	2,05E-07	kBq
Pu238 to air	7,69E-12	kBq
Pu241 Beta to air	5,64E-06	kBq
Ra226 to air	7,99E-05	kBq
Ra228 to air	8,40E-06	kBq
Rn220 to air	0,00059	kBq
Rn222 to air	4,971	kBq
Ru103 to air	3,52E-11	kBq
Ru106 to air	2,05E-05	kBq
Sb124 to air	9,52E-10	kBq
Sb125 to air	1,21E-10	kBq
Sr89 to air	6,16E-09	kBq
Sr90 to air	3,39E-06	kBq
Tc99 to air	1,44E-10	kBq
Te123m to air	1,55E-08	kBq
Th228 to air	7,11E-06	kBq
Th230 to air	2,28E-05	kBq
Th232 to air	4,52E-06	kBq
Th234 to air	2,05E-06	kBq
U alpha to air	7,36E-05	kBq
U234 to air	2,46E-05	kBq
U235 to air	1,19E-06	kBq
U238 to air	3,72E-05	kBq
Xe131m to air	0,000775	kBq
Xe133 to air	0,229	kBq
Xe133m to air	0,000115	kBq

Xe135 to air	0,039	kBq
Xe135m to air	0,00385	kBq
Xe137 to air	9,53E-05	kBq
Xe138 to air	0,00104	kBq
Zn65 to air	1,51E-08	kBq
Zr95 to air	2,25E-10	kBq
land use (sea floor)II-III	0,00897	m2a
land use (sea floor)II-IV	0,000926	m2a
land use II-III	0,0391	m2a
land use II-IV	0,00451	m2a
land use III-IV	0,00422	m2a
land use IV-IV	3,43E-05	m2a
waste heat to soil	2,43E-08	TJ
waste heat to water	-3,28E-08	TJ
Ag110m to water	2,37E-05	kBq
alpha radiation (unspecified) to water	2,81E-09	kBq
Am241 to water	8,51E-06	kBq
Ba140 to water	4,27E-08	kBq
C14 to water	0,000431	kBq
Cd109 to water	2,47E-10	kBq
Ce141 to water	6,38E-09	kBq
Ce144 to water	0,000195002	kBq
Cm (alpha) to water	1,13E-05	kBq
Co57 to water	4,38E-08	kBq
Co58 to water	3,70E-05	kBq
Co60 to water	0,0018884	kBq
Cr51 to water	9,42E-07	kBq
Cs134 to water	0,00043591	kBq
Cs136 to water	2,29E-10	kBq
Cs137 to water	0,0040111	kBq
Fe59 to water	7,56E-10	kBq
H3 to water	12,753	kBq
I129 to water	0,00123	kBq
I131 to water	8,17E-07	kBq
I133 to water	1,95E-07	kBq
K40 to water	3,56E-05	kBq
La140 to water	8,85E-09	kBq
Mn54 to water	0,00028873	kBq
Mo99 to water	3,00E-09	kBq
Na24 to water	1,31E-06	kBq
Nb95 to water	2,42E-08	kBq
Np237 to water	5,44E-07	kBq
radionuclides (mixed) to water	1,84E-08	kBq
Pa234m to water	3,80E-05	kBq
Pb210 to water	2,84E-05	kBq
Po210 to water	2,84E-05	kBq
Pu alpha to water	3,39E-05	kBq

Pu241 beta to water	0,000841	kBq
Ra224 to water	0,0002845	kBq
Ra226 to water	0,157506	kBq
Ra228 to water	0,000569	kBq
Ru103 to water	1,43E-08	kBq
Ru106 to water	0,00205	kBq
Sb122 to water	4,27E-08	kBq
Sb124 to water	6,11E-06	kBq
Sb125 to water	3,48E-07	kBq
Fission and activation products	2,54E-05	kBq
Sr89 to water	9,66E-08	kBq
Sr90 to water	0,000410036	kBq
Tc99 to water	0,000215	kBq
Tc99m to water	2,02E-08	kBq
Te123m to water	1,80E-09	kBq
Te132 to water	7,38E-10	kBq
Th228 to water	0,001136	kBq
Th232 to water	6,64E-06	kBq
Th230 to water	0,00595	kBq
Th234 to water	3,84E-05	kBq
U238 to water	0,000131	kBq
U alpha to water	0,00248708	kBq
U234 to water	5,08E-05	kBq
U235 to water	7,57E-05	kBq
Y90 to water	4,95E-09	kBq
Zn65 to water	2,79E-06	kBq
Zr95 to water	1,74E-05	kBq

Residuos y emisiones para tratamiento

Proceso	Calor diesel B250
Tipo de Categoría	Energia
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007
Tipo	Sistema
Nombre	Heat from diesel
Período	1990-1994
Geografía	Europa, Occidental
Tecnología	Tecnología mixta
Representatividad	Datos mixtos
Asignación para salidas múltiples	No aplicable

Sustitución de asignación	No aplicable
Reglas de Corte	No específico
Límite del Sistema	Segundo orden (material/energía incluyendo operaciones)
Límite con la Naturaleza	No aplicable
Fecha	30/10/1996
Registro	Pre Consultants, Amersfoort, the Netherlands, RS
Generador	ETH Zurich, Institut für Verfahrens-und Kältetechnik (IVUK), Switzerland. EMPA, ST. Gallen, Switzerland.
Referencia Bibliográfica	BUWAL 250 (1996) Part.2, table 16.9
Método de Recopilación	
Tratamiento de Datos	
Verificación	
Comentario	Thermanl energy from 1 kg of Diesel. Includes detailed emission data for heat production from diesel in Europe, including production and transport of primary energy sources, excluding the infrastructure of the energy systems. Higher Heating Value. No specific efficiency is used; the record is based on 100 % conversion.

Reglas de Asignación	
Descripción del Sistema	Thermal energy B250

Productos

Calor diesel B250	45,4 MJ	100% Heat B250
-------------------	---------	----------------

Productos evitados**Entrada conocida desde la naturaleza**

lignite ETH	11,6 g
natural gas ETH	0,0549 m3
coal ETH	8,72 g
crude oil ETH	1,09 kg
uranium (in ore)	0,788 mg
wood	0,0855 g
pot. Energy hydropower	0,0508 MJ

Entradas conocidas desde la tecnosfera**Emissiones al aire**

dust	1,48 g
benzene	0,129 g

PAH's	27,1	µg
CxHy aromatic	0,0215	g
HALON-1301	0,261	mg
CxHy chloro	0,0206	µg
methane	4,37	g
non methane VOC	22,4	g
CO ₂	3590	g
CO	19,7	g
ammonia	0,0976	mg
HF	0,767	mg
N ₂ O	0,0867	g
HCl	7,34	mg
SO _x (as SO ₂)	5,41	g
NO _x (as NO ₂)	64,6	g
Pb	0,192	mg
Cd	0,0349	mg
Mn	2,94	µg
Ni	1,73	mg
Hg	3,59	µg
Zn	1,15	mg
metals	0,0113	g

Emisiones al agua

BOD	4,92	mg
COD	0,161	g
AOX	0,215	mg
suspended substances	3,12	g
phenols	7,24	mg
toluene	6,49	mg
PAH's	0,714	mg
CxHy aromatic	46,6	mg
CxHy chloro	47,9	µg
oil	1,46	g
DOC	0,0259	mg
TOC	0,503	g
NH ₄ ⁺	0,12	g
nitrate	36	mg
kjeldahl-N	20,3	mg
N-tot	0,117	g
As	0,0716	mg
Cl-	29,2	g
cyanide	0,216	mg
phosphate	1,42	mg
sulphate	1,03	g
sulphide	1,72	mg
anorg. dissolved subst.	21,1	g

Al	0,0144	g
Ba	0,138	g
Pb	0,148	mg
Cd	60,7	µg
Cr	0,604	mg
Fe	0,0307	g
Cu	0,169	mg
Ni	0,224	mg
Hg	0,54	µg
Zn	0,639	mg
metallic ions	0,336	g

Emisiones al suelo

Emisiones solidas

Emisiones no materiales

radioactive substance to air	68,6	kBq
radioactive substance to water	0,656	kBq

Residuos y emisiones para tratamiento.

Proceso

Camion I

Tipo de Categoría	Transporte
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007
Tipo	Sistema
Nombre	Transport by diesel-truck
Período	1990-1994
Geografía	Europa, Occidental
Tecnología	Tecnología media
Representatividad	Datos mixtos
Asignación para salidas múltiples	No aplicable
Sustitución de asignación	No aplicable
	No
Reglas de Corte	especificado
Limite del Sistema	Segundo orden (material/energia incluyendo operaciones
Limite con la Naturaleza	No aplicable
Fecha	30/10/1996
Registro	Pre Consultants, Amersfoort, the Netherlands,RS

Generador				
Referencia Bibliográfica		BUWAL 250 (1996) Part2, table 16.10		
Método de Recopilación				
Tratamiento de Datos				
Verificación				
Comentario				
Road transport by diesel-truck (16t); per tonne.km; average load 50%. Source ESU-ETHZ (1994). Production of fuels is included.				
Reglas de Asignación				
Descripción del Sistema				
Productos				
Truck 16t B250	1tkm	100%	Road	
Productos evitados				
Entradas conocidas desde la naturaleza				
Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustible)				
Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad/calor)				
Heat diesel B250	2,88	MJ	45.4 MJ/kg HHV	
Emisiones al aire				
Emisiones al agua				
Emisiones al suelo				
Emisiones sólidas				
Emisiones no materiales				
Residuos y emisiones para tratamiento				

Proceso**Cemento ETH S**

Tipo de Categoría	Material
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007
Tipo	Sistema
Nombre	Cement ETH
Periodo	1990-1994
Geografía	Europa, Occidental
Tecnología	Tecnología media
Representatividad	Datos mixtos
Asignación para salidas múltiples	No aplicable
Sustitución de asignación	No aplicable
	No
Reglas de Corte	especificado
Límite del Sistema	Segundo orden (material/energía incluyendo operaciones)
Límite con la Naturaleza	No aplicable
Fecha	02/03/2003
Registro	Pre Consultants, The Netherlands, MO
Generador	ETH-ESU, Zurich, Switzerland
Referencia Bibliográfica	ETH-ESU 1996
Metod de Recopilación	
Tratamiento de Datos	
Verificación	
Comentario	

Cement ETH, original German title: Zement. Total aggregated system inventory. This is a single result record of the similar unit process. Small differences can occur due to rounding. Production of Portland cement from clinker and calcium sulfate. The energy values stem from various publications from 1992-1995. Metals emissions factors again stem from a variety of sources dating from the late 80's to early 90's. CO₂ emissions are calculated based on fuel usage. No land use is given, capital goods are not included.

Reglas de Asignación	
Descripción del Sistema	System model Basic Materials

Productos

Cement ETH S	1 kg	100%	no definido	Building mat
--------------	------	------	-------------	--------------

Productos evitados

Entradas conocidas desde la naturaleza

baryte	9,21E-05	kg
bauxite	5,78E-05	kg
bentonite	3,07E-05	kg
lead (in ore)	4,67E-06	kg
chromium (in ore)	2,45E-06	kg
iron (in ore)	0,000972	kg
marl	1,15	kg
gravel	0,00977	kg
cobalt (in ore)	1,04E-11	kg
copper (in ore)	1,56E-05	kg
manganese (in ore)	9,78E-07	kg
molybdene (in ore)	9,04E-12	kg
nickel (in ore)	1,36E-06	kg
palladium (in ore)	4,31E-12	kg
platinum (in ore)	5,02E-12	kg
rhenium (in ore)	4,16E-12	kg
rhodium (in ore)	4,61E-12	kg
sand	0,000204	kg
silver (in ore)	5,94E-08	kg
rock salt	0,000112	kg
clay	0,28	kg
turbine water ETH	0,443	m3
water	3,34	kg
zinc (in ore)	1,39E-07	kg
tin (in ore)	3,30E-08	kg
petroleum gas ETH	0,0013	m3
methane (kg) ETH	0,000954	kg
wood (dry matter) ETH	1,17E-06	ton
reservoir content ETH	0,00184	m3y
potential energy water ETH	8,41E-08	TJ
lignite ETH	0,0188	kg
coal ETH	1,56E-01	kg
natural gas ETH	0,00607	m3
crude oil ETH	1,90E-05	ton
uranium (in ore) ETH	1,28E-06	kg

Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles)**Entradas conocidas desde la tecnosfera (electricidad/calor)****Emisiones al aire**

acetaldehyde	2,95E-08	kg
acetone	2,94E-08	kg

acrolein	2,47E-12	kg
Al	1,10E-06	kg
aldehydes	1,02E-09	kg
alkanes	6,07E-07	kg
alkenes	9,67E-08	kg
CxHy aromatic	1,42E-08	kg
As	2,05E-08	kg
B	7,32E-07	kg
Ba	1,71E-08	kg
benzo(a)pyrene	1,19E-10	kg
Be	1,93E-10	kg
benzaldehyyde	1,29E-12	kg
benzene	2,86E-07	kg
Br	7,64E-08	kg
butane	1,64E-06	kg
butene	9,53E-08	kg
CFC-116	6,28E-10	kg
Ca	1,17E-06	kg
Cd	7,52E-09	kg
CFC-14	5,65E-09	kg
methane	0,001182916	kg
cyanides	3,51E-10	kg
cobalt	9,28E-09	kg
CO	0,0011751	kg
CO2	0,9638	kg
Cr	1,08E-07	kg
Cu	8,55E-08	kg
dichloromethane	5,40E-11	kg
HCFC-21	1,71E-08	kg
acetic acid	1,33E-07	kg
ehtane	1,49E-06	kg
ethanol	5,91E-08	kg
ethene	2,11E-06	kg
ethyne	8,19E-09	kg
ethylbenzene	1,14E-07	kg
dichloroethane	1,29E-09	kg
Fe	7,73E-07	kg
formaldehyde	2,38E-07	kg
HALON-1301	7,37E-09	kg
H2S	1,56E-07	kg
HCl	1,68E-05	kg
He	1,31E-06	kg
heptane	3,44E-07	kg
hexachlorobenzene	7,09E-14	kg
hexane	7,23E-07	kg
HF	1,49E-06	kg
Hg	3,38E-08	kg

I	3,41E-08	kg
K	3,05E-07	kg
La	4,89E-10	kg
methanol	6,15E-08	kg
Mg	3,87E-07	kg
Mn	5,04E-08	kg
Mo	3,82E-09	kg
MTBE	3,36E-10	kg
N2	1,60E-06	kg
N2O	3,33E-06	kg
Na	2,47E-07	kg
ammonia	6,05E-07	kg
Ni	2,44E-07	kg
non methane VOC	0,00021673	kg
NOx (as NO2)	0,0020766	kg
P-tot	1,99E-08	kg
PAH's	2,77E-09	kg
dust (PM10) mobile	5,81E-06	kg
dust (coarse) process	0,000627	kg
dust (PM10) stationary	2,10E-05	kg
Pb	1,29E-07	kg
pentachlorobenzene	1,90E-13	kg
pentachlorophenol	3,06E-14	kg
pentane	2,04E-06	kg
phenol	1,37E-10	kg
propane	1,80E-06	kg
propene	9,26E-08	kg
acrolein	1,29E-12	kg
propionic acid	2,04E-09	kg
Pt	1,91E-11	kg
CFC-11	4,06E-10	kg
CFC-114	1,07E-08	kg
CFC-12	8,72E-11	kg
CFC-13	5,48E-11	kg
HCFC-22	9,60E-11	kg
Sb	9,35E-10	kg
Sc	1,63E-10	kg
Se	1,25E-08	kg
Si	3,69E-06	kg
Sn	3,44E-10	kg
Sox (as SO2)	0,001429	kg
Sr	1,80E-08	kg
dioxin (TEQ)	0,167	kg
tetrachloromethane	3,13E-10	kg
Th	3,14E-10	kg
Ti	4,75E-08	kg
Tl	1,23E-10	kg

toluene	2,79E-07	kg
trichloromethane	3,41E-11	kg
U	3,48E-10	kg
V	3,87E-07	kg
vinyl chloride	2,10E-10	kg
xylene	5,62E-07	kg
Zn	2,40E-07	kg
Zr	2,57E-11	kg

Emisiones al agua

acenaphthylene	6,41E-09	kg
alkanes	1,24E-07	kg
alkenes	1,15E-08	kg
NH ₃ (as N)	1,44E-06	kg
AOX	3,50E-09	kg
C _x H _y aromatic	5,75E-07	kg
baryte	1,82E-05	kg
benzene	1,25E-07	kg
di(2-ethylhexyl)phthalate	9,18E-14	kg
BOD	2,00E-07	kg
1,1,1-trichloroethane	4,35E-12	kg
chlorobenzenes	1,76E-14	kg
dichloroethane	6,64E-10	kg
hexachloroethane	1,47E-14	kg
HOCL	2,07E-07	kg
chlorinated solvents (unspec.)	1,08E-10	kg
dichloromethane	8,41E-09	kg
OCI-	2,07E-07	kg
tetrachloroethene	1,75E-12	kg
tetrachloromethane	2,67E-12	kg
trichloroethene	1,11E-10	kg
trichloromethane	4,06E-10	kg
Cl-	0,001842	kg
COD	2,26E-06	kg
cyanide	8,53E-09	kg
dibutyl p-phthalate	6,49E-13	kg
dimethyl p-phthalate	4,09E-12	kg
DOC	8,96E-08	kg
ethyl benzene	2,28E-08	kg
fats/oils	1,75E-05	kg
fatty acids as C	4,82E-06	kg
VOC as C	3,32E-07	kg
fluoride ions	5,91E-07	kg
formaldehyde	1,08E-11	kg
dissolved substances	0,00010678	kg
glutaraldehyde	2,25E-09	kg

Al	0,000249001	kg
Sb	4,34E-10	kg
As	4,98E-07	kg
Ba	2,22E-05	kg
Be	4,59E-11	kg
Pb	1,28E-06	kg
B	6,93E-08	kg
Cd	1,79E-08	kg
Cs	9,52E-10	kg
calcium ions	0,0002061	kg
Cr (III)	2,50E-06	kg
Cr (VI)	5,42E-11	kg
Fe	0,000105098	kg
I	9,48E-08	kg
K	7,91E-05	kg
Co	4,96E-07	kg
Cu	1,24E-06	kg
Mg	0,000200553	kg
Mn	5,22E-06	kg
Mo	6,51E-07	kg
Na	0,000552	kg
Ni	1,25E-06	kg
Hg	1,08E-10	kg
Ru	9,51E-09	kg
Se	1,24E-06	kg
Ag	6,38E-10	kg
Si	1,80E-08	kg
Sr	8,71E-06	kg
Ti	1,49E-05	kg
V	1,25E-06	kg
W	1,25E-09	kg
Zn	2,54E-06	kg
Sn	2,48E-10	kg
CxHy	1,10E-08	kg
MTBE	2,78E-11	kg
nitrate	1,73E-06	kg
nitrite	5,05E-08	kg
PAH's	1,26E-08	kg
phenols	1,32E-07	kg
phosphate	1,49E-05	kg
P-compounds	5,63E-10	kg
acid (unspecified)	8,09E-09	kg
salts	6,88E-05	kg
H2S	1,89E-09	kg
N-tot	1,22E-06	kg
N organically bound	1,39E-07	kg
sulphate	0,00121903	kg

sulphide	3,06E-08	kg
SO ₃	3,24E-08	kg
TOC	3,24E-05	kg
toluene	1,04E-07	kg
tributyltin	6,37E-09	kg
triethylene glycol	8,96E-08	kg
undissolved substances	6,22E-05	kg
vinyl chloride	4,97E-13	kg
xylene	9,01E-08	kg

Emisiones al suelo

Al (ind.)	1,21E-06	kg
As (ind.)	4,84E-10	kg
C (ind.)	3,74E-06	kg
Ca (ind.)	4,84E-06	kg
Cd (ind.)	2,66E-11	kg
Co (ind.)	2,57E-11	kg
Cr (ind.)	6,05E-09	kg
Cu (ind.)	1,28E-10	kg
Fe (ind.)	2,42E-06	kg
Hg (ind.)	3,61E-12	kg
Mn (ind.)	4,84E-08	kg
N	1,07E-09	kg
Ni (ind.)	1,93E-10	kg
oil biodegradable	1,84E-08	kg
oil (ind.)	8,45E-07	kg
phosphor (ind.)	6,21E-08	kg
Pb	5,86E-10	kg
S	7,27E-07	kg
Zn (ind.)	1,94E-08	kg

Emisiones solidas

Emisiones no materiales

waste heat to air	4,50E-06	TJ
Rn222 (long term) to air	69,7	Kbq
Ag110m to air	5,29E-10	Kbq
Am241 to air	9,86E-09	Kbq
beta radiation (unspecified) to air	6,88E-11	Kbq
Ar41 to air	0,00115	Kbq
Ba140 to air	2,08E-09	Kbq
C14 to air	0,000794	Kbq
Ce141 to air	4,91E-11	Kbq
Ce144 to air	1,05E-07	Kbq

Cm (alpha) to air	1,56E-08	Kbq
Cm242 to air	5,19E-14	Kbq
Cm244 to air	4,71E-13	Kbq
Co57 to air	9,07E-13	Kbq
Co58 to air	1,50E-08	Kbq
Co60 to air	2,24E-08	Kbq
Cr51 to air	1,86E-09	Kbq
Cs134 to air	3,75E-07	Kbq
Cs137 to air	7,23E-07	Kbq
radio active noble gases to air	7,20E-05	Kbq
Fe59 to air	2,05E-11	Kbq
H3 to air	0,00817	Kbq
I129 to air	2,82E-06	Kbq
I131 to air	3,18E-07	Kbq
I133 to air	1,75E-07	Kbq
I135 to air	2,62E-07	Kbq
K40 to air	1,65E-06	Kbq
Kr85 to air	48,5	Kbq
Kr85m to air	5,91E-05	Kbq
Kr87 to air	2,61E-05	Kbq
Kr88 to air	0,00229	Kbq
Kr89 to air	1,85E-05	Kbq
La140 to air	1,31E-09	Kbq
Mn54 to air	5,37E-10	Kbq
Nb95 to air	9,50E-11	Kbq
Np237 to air	5,16E-13	Kbq
Pa234m to air	3,13E-07	Kbq
Pb210 to air	9,31E-06	Kbq
Pm147 to air	2,66E-07	Kbq
Po210 to air	1,41E-05	Kbq
Pu alpha to air	3,13E-08	Kbq
Pu238 to air	1,17E-12	Kbq
Pu241 Beta to air	8,61E-07	Kbq
Ra226 to air	1,13E-05	Kbq
Ra228 to air	8,13E-07	Kbq
Rn220 to air	7,13E-05	Kbq
Rn222 to air	0,758252	Kbq
Ru103 to air	5,39E-12	Kbq
Ru106 to air	3,13E-06	Kbq
Sb124 to air	1,45E-10	Kbq
Sb125 to air	1,89E-11	Kbq
Sr89 to air	9,39E-10	Kbq
Sr90 to air	5,17E-07	Kbq
Tc99 to air	2,19E-11	Kbq
Te123m to air	2,36E-09	Kbq
Th228 to air	6,88E-07	Kbq
Th230 to air	3,48E-06	Kbq

Th232 to air	4,37E-07	Kbq
Th234 to air	3,13E-07	Kbq
U alpha to air	1,12E-05	Kbq
U234 to air	3,75E-06	Kbq
U235 to air	1,82E-07	Kbq
U238 to air	4,95E-06	Kbq
Xe131m to air	0,000121	Kbq
Xe133 to air	0,0348	Kbq
Xe133m to air	1,75E-05	Kbq
Xe135 to air	0,00597	Kbq
Xe135m to air	0,000603	Kbq
Xe137 to air	1,49E-05	Kbq
Xe138 to air	0,000163	Kbq
Zn65 to air	2,31E-09	Kbq
Zr95 to air	3,44E-11	Kbq
land use (sea floor) II-III	0,00146	m2a
land use (use floor) II-IV	0,000151	m2a
land use II-III	0,00599	m2a
land use II-IV	0,00081	m2a
land use III-IV	0,000589	m2a
land use IV-IV	3,79E-06	m2a
waste heat to soil	3,47E-09	TJ
waste heat to water	2,47E-08	TJ
Ag110m to water	3,61E-06	Kbq
alpha radiation (unspecified) to water	4,28E-10	Kbq
Am241 to water	1,30E-06	Kbq
Ba140 to water	6,81E-09	Kbq
C14 to water	6,57E-05	Kbq
Cd109 to water	3,94E-11	Kbq
Ce141 to water	1,02E-09	Kbq
Ce144 to water	2,97E-05	Kbq
Cm (alpha) to water	1,72E-06	Kbq
Co57 to water	6,99E-09	Kbq
Co58 to water	5,74E-06	Kbq
Co60 to water	0,00028802	Kbq
Cr51 to water	1,50E-07	Kbq
Cs134 to water	6,65E-05	Kbq
Cs136 to water	3,65E-11	Kbq
Cs137 to water	0,00061171	Kbq
Fe59 to water	1,21E-10	Kbq
H3 to water	1,9491	Kbq
I129 to water	0,000188	Kbq
I131 to water	1,26E-07	Kbq
I133 to water	3,12E-08	Kbq
K40 to water	4,71E-06	Kbq
La140 to water	1,41E-09	Kbq
Mn54 to water	4,41E-05	Kbq

Mo99 to water	4,76E-10	Kbq
Na24 to water	2,10E-07	Kbq
Nb95 to water	3,87E-09	Kbq
Np237 to water	8,29E-08	Kbq
radionuclides (mixed) to water	2,82E-09	Kbq
Pa234m to water	5,80E-06	Kbq
Pb210 to water	3,75E-06	Kbq
Po210 to water	3,75E-06	Kbq
Pu alpha to water	5,16E-06	Kbq
Pu241 beta to water	0,000128	Kbq
Ra224 to water	4,74E-05	Kbq
Ra226 to water	0,00239842	Kbq
Ra228 to water	9,48E-05	Kbq
Ru103 to water	2,28E-09	Kbq
Ru106 to water	0,000313	Kbq
Sb122 to water	6,81E-09	Kbq
Sb124 to water	9,33E-07	Kbq
Sb125 to water	5,55E-08	Kbq
Fission and activation products	3,88E-06	Kbq
Sr89 to water	1,54E-08	Kbq
Sr90 to water	6,26E-05	Kbq
Tc99 to water	3,29E-05	Kbq
Tc99m to water	3,21E-09	Kbq
Te123m to water	2,87E-10	Kbq
Te132 to water	1,18E-10	Kbq
Th228 to water	0,0001891	Kbq
Th232 to water	8,78E-07	Kbq
Th230 to water	9,07E-04	Kbq
Th234 to water	5,85E-06	Kbq
U238 to water	1,96E-05	Kbq
U alpha to water	3,79E-04	Kbq
U234 to water	7,75E-06	Kbq
U235 to water	1,16E-05	Kbq
Y90 to water	7,86E-10	Kbq
Zn65 to water	4,43E-07	Kbq
Zr95 to water	2,66E-06	Kbq

Residuos y emisiones para tratamiento

Proceso	Concreto no Reforzado ETH S
Tipo de Categoría	Material

marl	0,138	kg
gravel	0,829	kg
cobalt (in ore)	1,09E-11	kg
copper (in ore)	4,44E-06	kg
manganese (in ore)	6,58E-07	kg
molybdene (in ore)	9,83E-12	kg
nickel (in ore)	7,49E-07	kg
palladium (in ore)	2,76E-12	kg
platinum (in ore)	3,29E-12	kg
rhenum (in ore)	2,45E-12	kg
rhodium (in ore)	2,97E-12	kg
sand	3,88E-05	kg
silver (in ore)	1,94E-08	kg
rock salt	0,000114	kg
clay	0,0337	kg
turbine water ETH	0,0878	m3
water	0,688	kg
zinc (in ore)	1,32E-07	kg
tin (in ore)	1,08E-08	kg
petroleum gas ETH	0,000428	m3
methane (kg) ETH	0,000124	kg
wood (dry matter) ETH	1,87E-07	ton
reservoir content ETH	0,000369	m3y
potential energy water ETH	1,68E-08	TJ
lignite ETH	0,00353	kg
coal ETH	0,02	kg
natural gas ETH	0,000947	m3
crude oil ETH	6,26E-06	ton
uranium (in ore) ETH	2,44E-07	kg

Entradas conocidas desde la tecnosfera (materiales/combustibles)

Entrada conocidas desde la tecnosfera (electricidad/calor)

Emisiones al aire

acetaldehyde	5,66E-09	kg
acetone	5,64E-09	kg
acrolein	2,52E-12	kg
Al	2,01E-07	kg
aldehydes	1,95E-10	kg
alkanes	2,04E-07	kg
alkenes	1,92E-08	kg
CxHy aromatic	4,45E-09	kg
As	4,00E-09	kg

B	1,37E-07	kg
Ba	3,15E-09	kg
benzo(a)pyrene	5,40E-11	kg
Be	3,50E-11	kg
benzaldehyde	1,31E-12	kg
benzene	1,51E-07	kg
Br	1,44E-08	kg
butane	5,46E-07	kg
butene	7,95E-08	kg
CFC-116	3,56E-10	kg
Ca	2,27E-07	kg
Cd	1,48E-09	kg
CFC-14	3,20E-09	kg
methane	0,000167965	kg
cyanides	1,34E-10	kg
cobalt	1,88E-09	kg
CO	0,0001717	kg
CO2	0,13113	kg
Cr	1,38E-08	kg
Cu	6,63E-08	kg
dichloromethane	1,31E-11	kg
HCFC-21	1,90E-08	kg
acetic acid	2,55E-08	kg
ethane	2,97E-07	kg
ethanol	1,14E-08	kg
ethene	2,23E-06	kg
ethyne	1,28E-09	kg
ethylbenzene	2,68E-08	kg
dichloroethane	3,51E-10	kg
Fe	1,58E-07	kg
formaldehyde	9,14E-08	kg
HALON-1301	2,44E-09	kg
H2S	3,83E-08	kg
HCl	2,82E-06	kg
He	4,31E-07	kg
heptane	1,17E-07	kg
hexachlorobenzene	2,39E-14	kg
hexane	2,45E-07	kg
HF	2,84E-07	kg
Hg	4,37E-09	kg
I	6,43E-09	kg
K	9,67E-08	kg
La	9,07E-11	kg
methanol	1,19E-08	kg
Mg	7,15E-08	kg
Mn	2,02E-08	kg
Mo	7,44E-10	kg

MTBE	3,69E-10	kg
N2	2,52E-07	kg
N2O	1,16E-06	kg
Na	4,70E-08	kg
ammonia	9,13E-08	kg
Ni	4,01E-08	kg
non methane VOC	6,98E-05	kg
NOx (as NO2)	0,00033895	kg
P-tot	3,50E-09	kg
PAH's	1,00E-09	kg
dust (PM10) mobile	2,90E-06	kg
dust (coarse) process	7,97E-05	kg
dust (PM10) stationary	8,84E-06	kg
PB	3,24E-08	kg
pentachlorobenzene	6,38E-14	kg
pentachlorophenol	1,03E-14	kg
pentane	6,72E-07	kg
phenol	3,52E-11	kg
propane	5,46E-07	kg
propene	3,58E-08	kg
acrolein	1,31E-12	kg
propionic acid	3,96E-10	kg
Pt	2,14E-11	kg
CFC-11	7,72E-11	kg
CFC-114	2,04E-09	kg
CFC-12	1,66E-11	kg
CFC-13	1,04E-11	kg
HCFC-22	1,83E-11	kg
Sb	1,84E-11	kg
Sc	3,03E-11	kg
Se	3,02E-09	kg
Si	6,85E-07	kg
Sn	7,32E-11	kg
SOx (as SO2)	0,0002153	kg
Sr	3,26E-09	kg
dioxin (TEQ)	0,0214	kg
tetrachloromethane	8,50E-11	kg
Th	5,80E-11	kg
Ti	8,76E-09	kg
Tl	2,26E-11	kg
toluene	8,65E-08	kg
trichloromethane	9,29E-12	kg
U	6,44E-11	kg
V	7,70E-08	kg
vinyl chloride	5,72E-11	kg
xylene	1,87E-07	kg
Zn	2,22E-07	kg

Zr 7,78E-12 kg

Emisiones al agua

acenaphthylene	1,23E-09	kg
alkanes	4,02E-08	kg
alkenes	3,72E-09	kg
NH3 (as N)	4,68E-07	kg
AOX	1,11E-09	kg
CxHy aromatic	1,86E-07	kg
baryte	5,60E-06	kg
benzene	4,11E-08	kg
di(2-ethylhexyl)phthalate	5,33E-14	kg
BOD	8,30E-08	kg
1,1,1-trichloroethane	4,91E-12	kg
chlorobenzenes	1,95E-14	kg
dichloroethane	1,81E-10	kg
hexachloroethane	4,02E-15	kg
HOCL	3,90E-08	kg
chlorinated solvents (unspec.)	4,66E-11	kg
dichloromethane	2,67E-09	kg
OCl-	3,90E-08	kg
tetrachloroethene	4,77E-13	kg
tetrachloromethane	7,28E-13	kg
trichloroethene	3,01E-11	kg
trichloromethane	1,11E-10	kg
Cl-	4,02E-04	kg
COD	1,03E-06	kg
cyanide	3,03E-09	kg
dibutyl p-phthalate	1,25E-13	kg
dimethyl p-phthalate	7,86E-13	kg
DOC	1,40E-08	kg
ethyl benzene	7,41E-09	kg
fats/oils	5,79E-06	kg
fatty acids as C	1,56E-06	kg
VOC as C	1,08E-07	kg
fluoride ions	1,48E-07	kg
formaldehyde	8,16E-12	kg
dissolved substances	1,37E-05	kg
glutaraldehyde	6,91E-10	kg
Al	3,21E-05	kg
Sb	9,42E-11	kg
As	6,42E-08	kg
Ba	3,33E-06	kg
Be	8,65E-12	kg
Pb	1,73E-07	kg
B	1,69E-08	kg

Cd	6,57E-09	kg
Cs	3,09E-10	kg
calcium ions	3,43E-05	kg
Cr (III)	3,23E-07	kg
Cr (VI)	9,97E-12	kg
Fe	1,54E-05	kg
I	3,08E-08	kg
K	1,11E-05	kg
Co	6,38E-08	kg
Cu	1,61E-07	kg
Mg	2,62E-05	kg
Mn	6,87E-07	kg
Mo	8,57E-08	kg
Na	0,0001712	kg
Ni	1,63E-07	kg
Hg	3,40E-11	kg
Ru	3,09E-09	kg
Se	1,60E-07	kg
Ag	2,13E-10	kg
Si	4,54E-09	kg
Sr	2,24E-06	kg
Ti	1,92E-06	kg
V	1,62E-07	kg
W	2,30E-10	kg
Zn	3,41E-07	kg
Sn	4,68E-11	kg
CxHy	2,75E-09	kg
MTBE	3,02E-11	kg
nitrate	8,08E-07	kg
nitrite	9,63E-09	kg
PAH's	4,20E-09	kg
phenols	4,13E-08	kg
phosphate	1,94E-06	kg
P-compounds	1,73E-10	kg
acids (unspecified)	2,26E-09	kg
salts	1,28E-05	kg
H2S	6,46E-10	kg
N-tot	5,26E-07	kg
N organically bound	7,36E-08	kg
sulphate	0,00017013	kg
sulphide	9,39E-09	kg
SO3	1,68E-08	kg
TOC	2,36E-05	kg
toluene	3,39E-08	kg
tributyltin	9,90E-10	kg
triethylene glycol	1,40E-08	kg
undissolved substances	1,84E-05	kg

vinyl chloride	1,35E-13	kg
xylene	2,94E-08	kg

Emisiones al suelo

AL (ind.)	3,84E-07	kg
As (ind.)	1,53E-10	kg
C (ind.)	1,19E-06	kg
Ca (ind.)	1,53E-06	kg
Cd (ind.)	1,45E-11	kg
Co (ind.)	8,26E-12	kg
Cr (ind.)	1,92E-09	kg
Cu (ind.)	4,13E-11	kg
Fe (ind.)	7,67E-07	kg
Hg (ind.)	1,16E-12	kg
Mn (ind.)	1,53E-08	kg
N	3,42E-10	kg
Ni (ind.)	6,20E-11	kg
oil biodegradable	2,92E-09	kg
oil (ind.)	2,69E-07	kg
phosphor (ind.)	1,97E-08	kg
Pb (ind.)	1,89E-10	kg
S (ind.)	2,30E-07	kg
Zn (ind.)	6,17E-09	kg

Emisiones solidas

Emisiones no materiales

waste heat to air	7,88E-07	TJ
Rn222 (long term) to air	13,3	kBq
Ag110m to air	9,96E-11	kBq
Am241 to air	1,88E-09	kBq
beta radiation (unspecified) to air	1,63E-11	kBq
Ar41 to air	0,000216	kBq
Ba140 to air	4,18E-10	kBq
C14 to air	0,000153	kBq
Ce141 to air	9,27E-12	kBq
Ce144 to air	2,00E-08	kBq
Cm (alpha) to air	2,98E-09	kBq
Cm242 to air	9,77E-15	kBq
Cm244 to air	8,87E-14	kBq
Co57 to air	1,71E-13	kBq
Co58 to air	2,82E-09	kBq
Co60 to air	4,24E-09	kBq
Cr51 to air	3,53E-10	kBq

Cs134 to air	7,14E-08	kBq
Cs137 to air	1,38E-07	kBq
radio active noble gases to air	1,82E-05	kBq
Fe59 to air	3,86E-12	kBq
H3 to air	0,00154	kBq
I129 to air	5,37E-07	kBq
I131 to air	6,76E-08	kBq
I133 to air	3,30E-08	kBq
I135 to air	4,93E-08	kBq
K40 to air	3,03E-07	kBq
Kr85 to air	9,25	kBq
Kr85m to air	1,36E-05	kBq
Kr87 to air	5,65E-06	kBq
Kr88 to air	0,000431	kBq
Kr89 to air	4,26E-06	kBq
La140 to air	2,51E-10	kBq
Mn54 to air	1,01E-10	kBq
Nb95 to air	1,80E-11	kBq
Np237 to air	9,85E-14	kBq
Pa234m to air	5,97E-08	kBq
Pb210 to air	1,73E-06	kBq
Pm147 to air	5,07E-08	kBq
Po210 to air	2,61E-06	kBq
Pu alpha to air	5,97E-09	kBq
Pu238 to air	2,20E-13	kBq
Pu241 Beta to air	1,64E-07	kBq
Ra226 to air	2,14E-06	kBq
Ra228 to air	1,49E-07	kBq
Rn220 to air	1,33E-05	kBq
Rn222 to air	0,145063	kBq
Ru103 to air	1,05E-12	kBq
Ru106 to air	5,97E-07	kBq
Sb124 to air	2,75E-11	kBq
Sb125 to air	4,15E-12	kBq
Sr89 to air	1,77E-10	kBq
Sr90 to air	9,85E-08	kBq
Tc99 to air	4,18E-12	kBq
Te123m to air	4,44E-10	kBq
Th228 to air	1,26E-07	kBq
Th230 to air	6,64E-07	kBq
Th232 to air	7,99E-08	kBq
Th234 to air	5,97E-08	kBq
U alpha to air	2,14E-06	kBq
U234 to air	7,16E-07	kBq
U235 to air	3,47E-08	kBq
U238 to air	9,34E-07	kBq
Xe131m to air	2,60E-05	kBq

Xe133 to air	0,00663	kBq
Xe133m to air	3,29E-06	kBq
Xe135 to air	0,00117	kBq
Xe135m to air	0,000136	kBq
Xe137 to air	3,26E-06	kBq
Xe138 to air	3,71E-05	kBq
Zn65 to air	4,48E-10	kBq
Zr95 to air	6,46E-12	kBq
land use (sea floor) II-III	0,000449	m2a
land use (sea floor) II-IV	4,64E-05	m2a
land use II-III	0,00276	m2a
land use II-IV	0,00235	m2a
land use III-IV	0,000478	m2a
land use IV-IV	4,36E-06	m2a
waste heat to soil	7,58E-10	TJ
waste heat to water	6,03E-09	TJ
Ag110m to water	6,79E-07	kBq
alpha radiation (unspecified) to water	8,04E-11	kBq
Am241 to water	2,48E-07	kBq
Ba140 to water	1,72E-09	kBq
C14 to water	1,25E-05	kBq
Cd109 to water	9,95E-12	kBq
Ce141 to water	2,57E-10	kBq
Ce144 to water	5,67E-06	kBq
Cm (alpha) to water	3,28E-07	kBq
Co57 to water	1,77E-09	kBq
Co58 to water	1,24E-06	kBq
Co60 to water	5,51E-05	kBq
Cr51 to water	3,78E-08	kBq
Cs134 to water	1,26E-05	kBq
Cs136 to water	9,23E-12	kBq
Cs137 to water	0,00011636	kBq
Fe59 to water	3,05E-11	kBq
H3 to water	0,3711	kBq
I129 to water	3,58E-05	kBq
I131 to water	2,55E-08	kBq
I133 to water	7,87E-09	kBq
K40 to water	8,90E-07	kBq
La140 to water	3,57E-10	kBq
Mn54 to water	8,42E-06	kBq
Mo99 to water	1,20E-10	kBq
Na24 to water	5,30E-08	kBq
Nb95 to water	9,77E-10	kBq
Np237 to water	1,58E-08	kBq
radionuclides (mixed) to water	5,46E-10	kBq
Pa234m to water	1,11E-06	kBq
Pb210 to water	7,09E-07	kBq

Po210 to water	7,09E-07	kBq
Pu alpha to water	9,85E-07	kBq
Pu241 beta to water	2,45E-05	kBq
Ra224 to water	1,55E-05	kBq
Ra226 to water	0,0045873	kBq
Ra228 to water	3,08E-05	kBq
Ru103 to water	5,77E-10	kBq
Ru106 to water	5,97E-05	kBq
Sb122 to water	1,72E-09	kBq
Sb124 to water	1,82E-07	kBq
Sb125 to water	1,40E-08	kBq
Fission and activation products	7,30E-07	kBq
Sr89 to water	3,89E-09	kBq
Sr90 to water	1,19E-05	kBq
Tc99 to water	6,27E-06	kBq
Tc99m to water	8,11E-10	kBq
Te123m to water	7,26E-11	kBq
Te132 to water	2,98E-11	kBq
Th228 to water	6,16E-05	kBq
Th232 to water	1,66E-07	kBq
Th230 to water	0,000173	kBq
Th234 to water	1,12E-06	kBq
U238 to water	3,74E-06	kBq
U alpha to water	7,23E-05	kBq
U234 to water	1,48E-06	kBq
U235 to water	2,20E-06	kBq
Y90 to water	1,99E-10	kBq
Zn65 to water	1,12E-07	kBq
Zr95 to water	5,07E-07	kBq

Residuos y emisiones para tratamiento

Proceso	Electricidad Ecuador
Tipo de Categoría	Energia
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007
Tipo	Sistema
Nombre	Produccion de electricidad Ecuador
Periodo	2000-2004
Geografia	Datos mixtos
Tecnologia	Datos mixtos
Representatividad	Promedio de procesos con salidas similares
Asignacion para salidas multiples	No aplicable

Sustitucion de asignacion	No aplicable
Reglas de Corte	No aplicable
Limite del Sistema	Segundo orden (material/energia incluyendo operaciones)
Limite con la Naturaleza	Desconocido
Fecha	10/03/2004
Registro	

Generador

Referencia Bibliografica

Metod de Recopilacion

Tratamiento de Datos

Verificacion

Comentario

Uso bases de datos de produccion de electricidad en Europa asignando el porcentaje de tipo de produccion de acuerdo al de Ecuador. Porcentajes tomados de la "Estadistica del Sector Electrico Ecuatoriano, 2005" editado por Conelec.

Reglas de Asignacion

Descripcion del Sistema

Productos

Electricidad Ecuador	1kWh	100%	Others
----------------------	------	------	--------

Productos Evitados

Entradas conocidas desde la naturaleza

Entradas conocidas desde la Tecnosfera

Electricidad hidrogenacion B250	0,455	kWh	45.50% energia hidroelectrica
Electricidad turbina a gas 10 MW S	0,0819	kWh	8.19 % turbina a gas
Electricidad turbina a gas 10 MW S	0,0681	kWh	6.81% turbina a gas natural
Produccion de energia motor diesel S	0,0919	kWh	9.19% motor de combustion interna (eficiencia generador asumida 70%) 4.27%/0.7=6.1
Electricidad petroleo B250	0,1892	kWh	18.92% energia termoelectrica con fuel oil
Energia Sudamerica I	0,1139	kWh	11.39% energia importada

Emisiones al aire

Emisiones al agua

Emisiones al suelo

Emisiones no materiales

Residuos y emisiones para tratamiento

Proceso	Electricidad Hidrogeneracion B250
Tipo de Categoria	Energia
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007
Tipo	Sistema
Nombre	Electricity Europe from hydropower, BUWAL, ETH
Periodo	1990-1994
Geografia	Europa, Occidental
Tecnologia	Tecnologia media
Representatividad	Datos mixtos
Asignacion para salidas multiples	No aplicable
Sustitucion de asignacion	No aplicable
Reglas de Corte	No especificado
Limite del Sistema	Segundo orden (material/energia incluyendo operaciones)
Limite con la Naturaleza	No aplicable
Fecha	10/01/1996
Registro	Pre Consultants, Amersfoort, the Netherlands, RS
Generador	ETH Zurich, Institut fur Verfahrens - und Kaltetchnik (IVUK), Switzerland. EMPA, ST. Gallen, Switzerland.
Referencia Bibliografica	BUWAL 250 (1996) Part 2, tabla 16.7
Metod de Recopilacion	
Tratamiento de Datos	
Verificacion	
Comentario	Inventory for 1 kWh electricity from hydropower, delivered from the network. Detailed data on electricity production from hydropower in Europe, including efficiency losses. Medium voltaje
Reglas de Asignacion	

Descripcion del Sistema Electricity generation B250

Productos

Electricity from hydropwr B250	1kWh	100%	Electr. B 250
--------------------------------	------	------	------------------

Productos evitados

Entradas conocidas desde la naturaleza	
Pot. Energy hydropower	4,7 MJ

Entradas conocidas desde la Tecnosfera

Emisiones al aire

Emisiones al agua

Emisiones al suelo

Emisiones no materiales

Residuos y emisiones para tratamiento

Proceso	Energía Importada
---------	-------------------

Tipo de Categoria	Energia
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007
Tipo	High voltaje electricity use in Spain, including imports from other countries
Nombre	
Periodo	1990-1994
Geografia	Europa, Occidental
Tecnologia	Tecnologia media
Representatividad	Promedio de todos los proveedores
Asignacion para salidas multiples	No aplicable

Sustitucion de asignacion	No aplicable
Reglas de Corte	Menos del 1% (criterios fisicos)
Limite del Sistema	Tercer orden (incluyendo bienes de capital)
Limite con la Naturaleza	No aplicable
Fecha	03/02/2003
Registro	PréConsultants, The Netherlands, MO
Generador	ETH-ESU, Zurich, Switzerland
Referencia Bibliografica	ETH-ESU 1996

Metodo de Recopilación
Tratamiento de Datos
Verificacion
Comentario

High voltage electricity use in Spain, including imports from other countries, original German title: Strom Hochspannung-Bezug in E Import. Total aggregated system inventory. This is a single results record of the similar unit process. Small difference can occur due to rounding. Domestic electricity supply (including imports) on high voltage (>24kV, delivery to large industries) electricity production. Transport and tranformation losses (0,6%) as well as material and construction requirements for transmission and distribution are included (described in System model Energy Carriers). Based on the domestic electricity mix (see the processes under electricity production) which is established on the busbar of power plants. This is the place where electricity is fed into the net from the power station. Electricity production in the electricity mix is modeled individually for each technology (fuel oil, gasses (natural, coke oven and blast furnace gas), hard coal, lignite, boiling water and pressurized water reactors, run of river, storage and pumped storage power plants), and each UCPTE-country.

Country mixes are established using a five years average (1990-1994) in order to flatten meteorological singularities and to get average shares of hydroelectric power. Contributios of new renewable energies such as wind power, geothermal power or photovoltaics (reported under "others" in national and international statistics) are added to hydroelectric power when calculating national electricity mixes. The inclusion of imports relies on the assumption that all exported electricity is supplied with domestic power plants and all imported electricity is used up within the importing country. See system model for details. Note: Electricity exchange of UCPTE-countries with countries in other interconnected grids such as NORDEL (Nordic countries) or CENTREL (central European countries) are disregarded.

Reglas de Asignacion	
Descripcion del Sistema	System model Energy Carriers

Productos			
Electricity HV use in E+ imports S	1TJ	100%	Electri.../High Voltage+import

Productos evitados

Entradas conocidas desde la naturaleza	
baryte	25,9 kg

bauxite	48	
clay, bentonite	42,3	
lead	0,358	
chromium	2,69	
iron	492	
marl	515	
gravel	2350	
cobalt	1,34E-06	
copper	3,78	
manganese	0,545	
molybdenum	1,16E-06	
nickel	1,86	
palladium	8,47E-07	
platinum	9,59E-07	
rhenium	8,85E-07	
rhodium	9,00E-07	
sand	59,4	
silver	0,0179	
sodium chloride	24,6	
clay (unspecified)	72,1	
water, turbine use, unspecified natural origin	1090000	m3
water, unspecified natural origin/kg	6750000	kg
zinc	0,0181	
tin	0,00997	
gas, petroleum, 35 MJ per m3	390	m3
gas, mine, off-gas, process	477	kg
wood	0,526	ton
volume occupied, reservoir	4550	m3y
energy, potential, stock, in barrage water	0,21	TJ
coal, brown, 8 MJ per kg	26700	kg
coal, 18 MJ per kg	70200	kg
gas, natural, 35 MJ per m3	575	m3
oil, crude, 42.6 MJ per kg	5,7	ton
uranium, 560 GJ per kg	3	kg
land use (sea floor) II-III	412	m2a
land use (sea floor) II-IV	42,5	
land use II-III	11300	
land use II-IV	197	
land use III-IV	101	
land use IV-IV	0,366	

Entradas conocidas desde la tecnosfera

Emisiones al aire

acetaldehyde

acetone
 acrolein
 aluminum
 aldehydes
 alkanes
 alkenes
 hydrocarbons, aromatic
 arsenic
 boron
 barium
 benzo(a)pyrene
 beryllium
 benzaldehyde
 benzene
 bromine
 butane
 butene
 ethane, hexafluoro-,HFC-116
 calcium
 cadmium
 methane, tetrafluoro-, FC-14

Emisiones al agua

Emisiones al suelo

aluminum	0,34	kg
arsenic	0,000136	kg
carbon	1,05	kg
calcium	1,36	kg
cadmium	6,29E-06	kg
cobalt	7,78E-06	kg
chromium	0,0017	kg
copper	3,89E-05	kg
iron	0,68	kg
mercury	1,13E-06	kg
manganese	0,0136	kg
nitrogen	0,000326	kg
nickel	5,84E-05	kg
oils, biogenic	0,00829	kg
oils, unspecified	0,26	kg
phosphorus	0,0175	kg
lead	0,000177	kg
sulfur	0,204	kg
zinc	0,00549	kg
heat, waste	0,00113	TJ

Emisiones solidas**Emisiones no materiales****Residuos y emisiones para tratamiento**

Proceso	Electricidad Petroleo B250
Tipo de Categoria	Energia
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007
Tipo	Sistema
Nombre	Electricity Europe from oil, BUWAL, ETH
Periodo	1990-1994
Geografia	Europa, Occidental
Tecnologia	Tecnologia media
Representatividad	Datos mixtos
Asignacion para salidas multiples	No aplicable
Sustitucion de asignacion	No aplicable
Reglas de Corte	No
Limite del Sistema	especificado
Limite con la Naturaleza	Segundo orden (material/energia incluyendo operaciones)
Fecha	No aplicable
Registro	10/01/1996
	Pre Consultants, Amersfoort, the Netherlands, RS
Generador	ETH Zurich, Institut fur Verfahrens - und Kaltetechnik (IVUK), Switzerland. EMPA, ST. Gallen, Switzerland.
Referencia Bibliografica	BUWAL 250 (1996) Part 2, tabla 16.7
Metod de Recopilacion	
Tratamiento de Datos	
Verificacion	
Comentario	
	Inventory for 1 kWh electricity from oil, delivered from the network. Detailed data on electricity production from oil in Europe, including the energy use for the production of the oil and efficiency losses. Medium voltaje
Reglas de Asignacion	
Descripcion del Sistema	Electricity generation B250

Productos

Electricidad petroleo B 250	1kWh	100%	Electr. B 250
-----------------------------	------	------	------------------

Productos evitados

Entradas conocidas desde la naturaleza

lignite ETH	3,21	g
natural gas ETH	0,0139	m3
coal ETH	2,42	g
crude oil ETH	0,275	kg
uranium (in ore)	0,218	mg
wood	0,0237	g
pot. Energy hydropower	1,41E-02	MJ

Entradas conocidas desde la tecnosfera

Emisiones al aire

dust	0,376	g
benzene	2,51	mg
PAH's	0,019	mg
CxHy aromatic	6,24	mg
HALON-1301	65,7	µg
CxHy chloro	0,00569	µg
methane	1,1	g
non methane VOC	2,18	g
CO2	880	g
CO	0,223	g
ammonia	0,756	mg
HF	0,973	mg
N2O	19,4	mg
HCl	9,69	mg
SOx (as SO2)	9,3	g
NOx (as NO2)	1,96	g
Pb	0,518	mg
Cd	59,6	µg
Mn	0,158	mg
Ni	4,52	mg
Hg	2,79	µg
Zn	0,379	mg
metals	27	mg

Emisiones al agua

BOD	0,601	mg
COD	10,7	mg
AOX	47,6	µg
suspended substances	0,786	g
phenols	1,98	mg
toluene	1,63	mg
PAH's	0,179	mg
CxHy aromatic	11,7	mg
CxHy chloro	12,1	µg
oil	0,364	g
DOC	8,02	µg
TOC	0,107	g
NH ₄ ⁺	13,8	mg
nitrate	9,27	mg
kjeldahl-N	1,33	mg
N-tot	13,5	mg
As	19	µg
Cl-	7,38	g
cyanide	52,8	µg
phosphate	0,369	mg
sulphate	0,274	g
sulphite	0,421	mg
anorg. Dissolved subst.	5,33	g
Al	3,99	mg
Ba	34,8	mg
Pb	41,3	µg
Cd	15	µg
Cr	0,156	mg
Fe	0,827	mg
Cu	44,1	µg
Ni	58,3	µg
Hg	0,165	µg
Zn	0,159	mg
metallic ions	0,0847	g

Emisiones al suelo**Emisiones solidas****Emisiones no material**

radioactive substance to air

19 kBq

radioactive substance to water

0,181 kBq

Residuos y emisiones para tratamiento

Proceso		Electricidad turbina a gas 10 MW S		
Tipo de Categoria	Energia			
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007			
Tipo	Sistema			
Nombre	Electricity from gas turbine 10 MW			
Periodo	1990-1994			
Geografia	Europa, Occidental			
Tecnologia	Tecnologia media			
Representatividad	Datos mixtos			
Asignacion para salidas multiples	No aplicable			
Sustitucion de asignacion	No aplicable			
Reglas de Corte	No			
Limite del Sistema	especificado			
Limite con la Naturaleza	Tercer orden (incluyendo bienes de capital)			
Fecha	No aplicable			
Registro	03/02/2003			
Generador	Pre Consultants, Amersfoort, the Netherlands, RS			
Referencia Bibliografica	ETH -ESU, Zurich, Switzerland.			
Metod de Recopilacion	ETH-ESU 1996			
Tratamiento de Datos				
Verificacion				
Comentario				
Electricity from gas turbine 10 MW, original German title: Strom ab Gasturbine 10 MW. Total aggregated system inventory. This is a single results record of the similar unit process. Small differences can occur due to rounding				
Reglas de Asignacion				
Descripcion del Sistema	System model electricity			
Productos				
Electricidad turbina a gas 10 MW S	1kWh	100%	Electr. By fuel ETH\ Gas	

Productos evitados

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

baryte	157	kg
bauxite	1,98	kg
bentonite	16,5	kg
lead (in ore)	0,0559	kg
chromium (in ore)	0,495	kg
iron (in ore)	629	kg
marl	224	kg
gravel	358	kg
cobalt (in ore)	6,62E-07	kg
copper (in ore)	6,16	kg
manganese (in ore)	0,0223	kg
molybdene (in ore)	2,40E-07	kg
nickel (in ore)	0,388	kg
palladium (in ore)	3,34E-07	kg
platinum (in ore)	3,78E-07	kg
rhenum (in ore)	2,89E-07	kg
rhodium (in ore)	3,55E-07	kg
sand	435	kg
silver (in ore)	0,00112	kg
rock salt	1,34	kg
clay	33,1	kg
turbine water ETH	4350	m3
water	44700	kg
zinc (in ore)	0,00148	kg
tin (in ore)	0,000621	kg
petroleum gas ETH	24,3	m3
methane (kg) ETH	6,07	kg
wood (dry matter) ETH	0,00756	ton
reservoir content ETH	18	m3y
potential energy water ETH	0,000827	TJ
lignite ETH	183	kg
coal ETH	738	kg
natural gas ETH	100000	m3
crude oil ETH	0,361	ton
uranium (in ore) ETH	0,0124	kg

Entradas conocidas desde la tecnosfera

Emisiones al aire

acetaldehyde	0,000323	kg
--------------	----------	----

acetone	0,000313	kg
acrolein	2,56E-07	kg
Al	0,015009	kg
aldehydes	9,92E-06	kg
alkanes	0,00926	kg
alkenes	0,0012221	kg
CxHy aromatic	0,00016021	kg
As	0,0001725	kg
B	0,00718906	kg
Ba	0,0002072	kg
benzo(a)pyrene	5,9575E-05	kg
Be	2,36E-06	kg
benzaldehyde	1,33E-07	kg
benzene	0,0201563	kg
Br	0,00076256	kg
butane	1,005755	kg
butene	0,0102	kg
CFC-116	2,15E-05	kg
Ca	0,034807	kg
Cd	0,000292536	kg
CFC-14	0,000194	kg
methane	477,00787	kg
cyanides	0,000182	kg
cobalt	0,0002127	kg
CO	168,165	kg
CO2	205413	kg
Cr	0,0008389	kg
Cu	0,001529	kg
dichloromethane	1,74E-06	kg
HCFC-21	0,00268	kg
acetic acid	0,00276	kg
ethane	17,40298	kg
ethanol	0,00062656	kg
ethene	0,31938	kg
ethyne	0,000356	kg
ethylbenzene	0,001421	kg
dichloroethane	2,600E-05	kg
Fe	0,046071	kg
formaldehyde	0,00314521	kg
HALON-1301	0,000138	kg
H2S	1,6327	kg
HCl	0,1366	kg
He	0,0245	kg
heptane	0,00641	kg
hexachlorobenzene	8,40E-10	kg
hexane	0,0135	kg
HF	0,01947	kg

Hg	0,0009197	kg
I	0,00033746	kg
K	0,10943	kg
La	6,570E-06	kg
methanol	0,000687	kg
Mg	0,00663	kg
Mn	0,02932	kg
Mo	5,819E-05	kg
MTBE	3,30E-06	kg
N2	23,2	kg
N2O	3,6061	kg
Na	0,003756	kg
ammonia	0,0057	kg
Ni	0,00631	kg
non methane VOC	52,196	kg
Nox (as NO2)	497,93	kg
P-tot	0,0003038	kg
PAH's	0,000339943	kg
dust (PM10) mobile	0,118	kg
dust (coarse) process	5,33	kg
dust (PM10) stationary	1,51	kg
Pb	0,004482	kg
pentachlorobenzene	2,25E-09	kg
pentachlorophenol	3,63E-10	kg
pentane	0,047	kg
phenol	3,93E-06	kg
propane	4,62394	kg
propene	3,32E-03	kg
acrolein	1,33E-07	kg
propionic acid	0,000202	kg
Pt	1,89E-07	kg
CFC-11	3,94E-06	kg
CFC-114	0,000104	kg
CFC-12	8,47E-07	kg
CFC-13	5,32E-07	kg
HFC-134a	-6,41E-15	kg
HCFC-22	9,39E-07	kg
Sb	9,38E-06	kg
Sc	2,2295E-06	kg
Se	0,001869	kg
Si	0,041037	kg
Sn	3,71E-06	kg
SOx (as SO2)	77,7	kg
Sr	0,0002202	kg
dioxin (TEQ)	1880	kg
tetrachloromethane	6,41E-06	kg
Th	3,825E-06	kg

Ti	0,000585	kg
Tl	1,43E-06	kg
toluene	0,00666	kg
trichloromethane	6,80E-07	kg
U	3,85E-06	kg
V	0,0071832	kg
vinyl chloride	4,23E-06	kg
xylene	0,0068	kg
Zn	0,01774	kg
Zr	8,06E-06	kg

Emisiones al agua

acenaphthylene	0,000138	kg
alkanes	0,01876	kg
alkenes	0,00171	kg
Nh3 (as N)	0,03981	kg
AOX	7,00E-05	kg
CxHy aromatic	0,15889	kg
baryte	32,2	kg
benzene	0,01896	kg
di(2-ethylhexyl)phthalate	1,58E-09	kg
BOD	0,138485	kg
1,1,1-trichloroethane	5,24E-08	kg
chlorobenzenes	2,74E-09	kg
dichloroethane	1,34E-05	kg
hexachloroethane	2,97E-10	kg
HOCL	0,002016	kg
chlorinated solvents (unspec.)	6,97E-05	kg
dichloromethane	0,0139	kg
OCI-	0,002016	kg
tetrachloroethene	3,52E-08	kg
tetrachloromethane	5,38E-08	kg
trichloroethene	2,22E-06	kg
trichloromethane	8,16E-06	kg
Cl-	32,48	kg
COD	1,4747	kg
cyanide	0,0027063	kg
dibutyl p-phthalate	1,40E-08	kg
dimethyl p-phthalate	8,79E-08	kg
DOC	1,472	kg
ethyl benzene	0,0004276	kg
fats/oils	3,657	kg
fatty acids as C	0,42462	kg
VOC as C	0,00623	kg
fluoride ions	0,281158	kg
formaldehyde	1,60E-07	kg

dissolved substances	0,4831	kg
glutaraldehyde	0,00398	kg
Al	1,2900263	kg
Sb	3,79E-05	kg
As	0,00256529	kg
Ba	0,1826	kg
Be	4,52E-07	kg
Pb	0,01770536	kg
B	0,003041	kg
Cd	0,000158	kg
Cs	1,78E-05	kg
calcium ions	9,09	kg
Cr(III)	0,02468	kg
Cr (VI)	5,54E-07	kg
Fe	1,12185	kg
I	0,001777	kg
K	0,711	kg
Co	0,00237	kg
Cu	0,0062915	kg
Mg	1,0805	kg
Mn	0,030108	kg
Mo	0,00327528	kg
Na	11,06	kg
Ni	0,0067771	kg
Hg	0,0003553	kg
Ru	0,0001781	kg
Se	0,00599535	kg
Ag	5,19E-05	kg
Si	0,0154	kg
Sr	0,126	kg
Ti	0,0716	kg
V	0,00604528	kg
W	1,28E-05	kg
Zn	0,0414529	kg
Sn	2,42E-06	kg
CxHy	0,000143	kg
MTBE	2,73E-07	kg
nitrate	0,02283	kg
nitrite	5,00E-04	kg
PAH's	0,0002467	kg
phenols	2,05E-02	kg
phosphate	0,0725528	kg
P-compounds	8,05E-04	kg
acids (unspecified)	0,00203	kg
salts	7,55E-01	kg
H2S	0,000791	kg
N-tot	3,42E-02	kg

N organically bound	0,00505	kg
sulphate	1,35E+01	kg
sulphide	0,000648	kg
SO3	3,45E-04	kg
TOC	21,85	kg
toluene	1,69E-02	kg
tributyltin	0,000162	kg
triethylene glycol	1,47E+00	kg
undissolved substances	99,659	kg
vinyl chloride	1,00E-08	kg
xylene	0,01369	kg

Emisiones al suelo

Al (ind.)	2	kg
As (ind.)	0,00801	kg
C (ind.)	6,01	kg
Ca (ind.)	8,01	kg
Cd (ind.)	4,67E-07	kg
Co (ind.)	4,84E-07	kg
Cr (ind.)	0,01	kg
Cu (ind.)	2,42E-06	kg
Fe (ind.)	4,00E+00	kg
Hg (ind.)	8,86E-08	kg
Mn (ind.)	0,0801	kg
Ni (ind.)	4,21E-05	kg
Ni (ind.)	3,63E-06	kg
oil biodegradable	0,000119	kg
oil (ind.)	0,0155	kg
phosphor (ind.)	0,1	kg
Pb (ind.)	1,11E-05	kg
S (ind.)	1,2	kg
Zn (ind.)	0,0301	kg

Emisiones solidas

Emisiones no materiales

wsste heat to air	3,99868	TJ
Rn222 (long term) to air	677000	kBq
Ag110m to air	5,14E-06	kBq
Am241 to air	9,57E-05	kBq
beta radiation (unspecified) to air	6,58E-07	kBq
Ar41 to air	11,2	kBq
Ba140 to air	2,02E-05	kBq
C14 to air	7,71	kBq

Ce141 to air	4,77E-07	kBq
Ce144 to air	0,00102	kBq
Cm (alpha) to air	0,000152	kBq
Cm242 to air	5,05E-10	kBq
Cm244 to air	4,58E-09	kBq
Co57 to air	8,81E-09	kBq
Co58 to air	0,000146	kBq
Co60 to air	0,000217	kBq
Cr51 to air	1,81E-05	kBq
Cs134 to air	0,00364	kBq
Cs137 to air	0,00702	kBq
radio active noble gases to air	0,684	kBq
Fe59 to air	2,00E-07	kBq
H3 to air	79,4	kBq
I129 to air	0,0273	kBq
I131 to air	0,00306	kBq
I133 to air	0,0017	kBq
I135 to air	0,00254	kBq
K40 to air	0,017	kBq
Kr85 to air	471000	kBq
Kr85m to air	0,566	kBq
Kr87 to air	0,252	kBq
Kr88 to air	22,2	kBq
Kr89 to air	0,178	kBq
La140 to air	1,27E-05	kBq
Mn54 to air	5,22E-06	kBq
Nb95 to air	9,22E-07	kBq
Np237 to air	5,01E-09	kBq
Pa234m to air	0,00304	kBq
Pb210 to air	0,0937	kBq
Pm147 to air	0,00258	kBq
Po210 to air	0,1428	kBq
Pu alpha to air	0,000304	kBq
Pu238 to air	1,14E-08	kBq
Pu241 Beta to air	0,00836	kBq
Ra226 to air	0,1108	kBq
Ra228 to air	0,00836	kBq
Rn220 to air	0,709	kBq
Rn222 to air	7820	kBq
Ru103 to air	5,23E-08	kBq
Ru106 to air	0,0304	kBq
Sb124 to air	1,41E-06	kBq
Sb125 to air	1,82E-07	kBq
Sr89 to air	9,12E-06	kBq
Sr90 to air	5,02E-03	kBq
Tc99 to air	2,13E-07	kBq
Te123m to air	2,29E-05	kBq

Th228 to air	0,00708	kBq
Th230 to air	0,0338	kBq
Th232 to air	0,00449	kBq
Th234 to air	0,00304	kBq
U alpha to air	0,109	kBq
U234 to air	0,0364	kBq
U235 to air	0,00177	kBq
U238 to air	0,0488	kBq
Xe131m to air	1,16	kBq
Xe133 to air	338	kBq
Xe133m to air	0,17	kBq
Xe135 to air	57,8	kBq
Xe135m to air	5,78	kBq
Xe137 to air	0,143	kBq
Xe138 to air	1,57	kBq
Zn65 to air	2,24E-05	kBq
Zr95 to air	3,34E-07	kBq
land use (sea floor) II-III	2590	m2a
land use (sea floor) II-IV	267	m2a
land use II-III	103	m2a
land use II-IV	46,5	m2a
land use III-IV	65,9	m2a
land use IV-IV	0,0366	m2a
waste heat to soil	4,65E-05	TJ
waste heat to water	0,000402	TJ
Ag110m to water	0,035	kBq
alpha radiation (unspecified) to water	4,15E-06	kBq
Am241 to water	0,0126	kBq
Ba140 to water	6,47E-05	kBq
C14 to water	0,638	kBq
Cd109 to water	3,74E-07	kBq
Ce141 to water	9,67E-06	kBq
Ce144 to water	0,28900276	kBq
Cm (alpha) to water	0,0167	kBq
Co57 to water	6,64E-05	kBq
Co58 to water	0,0553	kBq
Co60 to water	2,7876	kBq
Cr51 to water	0,00142	kBq
Cs134 to water	0,64527	kBq
Cs136 to water	3,47E-07	kBq
Cs137 to water	5,9365	kBq
Fe59 to water	1,15E-06	kBq
H3 to water	18871	kBq
I129 to water	1,82	kBq
I131 to water	0,00121	kBq
I133 to water	0,000296	kBq
K40 to water	0,046	kBq

La140 to water	1,34E-05	kBq
Mn54 to water	0,42758	kBq
Mo99 to water	4,52E-06	kBq
Na24 to water	0,00199	kBq
Nb95 to water	3,67E-05	kBq
Np237 to water	0,000805	kBq
radionuclides (mixed) to water	2,73E-05	kBq
Pa234m to water	0,0563	kBq
Pb210 to water	0,0367	kBq
Po210 to water	0,0367	kBq
Pu alpha to water	0,0501	kBq
Pu241 beta to water	1,25	kBq
Ra224 to water	0,8896	kBq
Ra226 to water	233,58	kBq
Ra228 to water	1,777	kBq
Ru103 to water	2,17E-05	kBq
Ru106 to water	3,04	kBq
Sb122 to water	6,47E-05	kBq
Sb124 to water	0,00905	kBq
Sb125 to water	5,28E-04	kBq
Fission and activation products (RA) to water	0,0377	kBq
Sr89 to water	0,000146	kBq
Sr90 to water	0,608054	kBq
Tc99 to water	0,319	kBq
Tc99m to water	3,05E-05	kBq
Te123m to water	2,73E-06	kBq
Te132 to water	1,12E-06	kBq
Th228 to water	3,554	kBq
Th232 to water	8,58E-03	kBq
Th230 to water	8,81E+00	kBq
Th234 to water	5,68E-02	kBq
U238 to water	1,91E-01	kBq
U alpha to water	3,6805	kBq
U234 to water	0,0753	kBq
U235 to water	0,112	kBq
Y90 to water	0,00000747	kBq
Zn65 to water	0,00421	kBq
Zr95 to water	0,02580893	kBq

Residuos y emisiones para tratamiento

Proceso

Hierro Fundido ETH S

Tipo de Categoría	Material
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007
Tipo	Sistema
Nombre	Cast Iron ETH
Periodo	1990-1994
Geografía	Europa, Occidental
Tecnología	Tecnología media
Representatividad	Datos mixtos
Asignación para salidas múltiples	No aplicable
Sustitución de asignación	No aplicable
Reglas de Corte	Desconocido
Límite del Sistema	Segundo Orden (material/energía incluyendo operaciones)
Límite con la Naturaleza	No aplicable
Fecha	02/03/2003
Registro	Pre Consultants, The Netherlands, MO
Generador	ETH-ESU, Zurich, Switzerland
Referencia Bibliográfica	ETH-ESU 1996

Metodo de Recopilacion
 Tratamiento de Datos
 Verificación
 Comentario

Cast iron ETH, original German title: Gusseisen. Total aggregated system inventory. This is a single results re-
 of the similar unit process. Small differences can occur due to rounding.

Reglas de Asignación
 Descripción del Sistema

Productos

Hierro Fundido	1kg	100%	Ferro Metals	Metal/ferro
----------------	-----	------	-----------------	-------------

Productos evitados

Entradas conocidas desde la naturaleza

baryte	0,00216	kg
bauxite	0,000565	kg
bentonite	0,0157	kg
lead (in ore)	0,0000296	kg
chromium (in ore)	0,0000294	kg
iron (in ore)	1,63	kg
marl	0,173	kg
gravel	0,0911	kg

cobalt (in ore)	9,45E-11	kg
cooper (in ore)	0,000177	kg
manganese (in ore)	0,0000162	kg
molybdene (in ore)	8,2E-11	kg
nickel (in ore)	0,0000133	kg
palladium (in ore)	7,51E-11	kg
platinum (in ore)	8,55E-11	kg
rhenum (in ore)	7,78E-11	kg
rhodium (in ore)	7,99E-11	kg
sand	0,0619	kg
silver (in ore)	0,00000152	kg
rock salt	0,00147	kg
clay	0,00175	kg
turbine water ETH	2,97	m3
water	28,7	kg
zinc (in ore)	0,00000151	kg
tin (in ore)	0,000000842	kg
petroleum gas ETH	0,033	m3
methane (Kg) ETH	0,017	kg
wood (dry matter) ETH	0,0000183	ton
reservoir content ETH	0,0123	m3y
potential energy water ETH	0,00000056	TJ
lignite ETH	0,126	kg
coal ETH	1,97	kg
natural gas ETH	0,0362	m3
crude oil ETH	0,000482	ton
uranium (in ore) ETH	0,0000086	kg

Emisiones al aire

acetaldehyde	0,00000223	kg
acetone	0,00000223	kg
acrolein	3,56E-11	kg
Al	0,00002281	kg
aldehydes	6,86E-09	kg
alkanes	0,00001916	kg
alkenes	2,20753E-06	kg
CxHy aromatic	0,00000212	kg
As	0,00000073	kg
B	0,00000536	kg
Ba	0,000000287	kg
benzo(a)pyrene	0,000000163	kg
Be	3,47E-09	kg
benzaldehyde	1,86E-11	kg
benzene	0,0000094	kg
Br	0,000000601	kg
butane	0,0000376	kg

butene	0,0000012	kg
CFC-116	6,15E-09	kg
Ca	0,0000112	kg
Cd	0,000000778	kg
CFC-14	5,53E-08	kg
methane	0,01609	kg
cyanides	0,00000049	kg
cobalt	0,000000737	kg
CO	0,02546	kg
CO2	3,898	kg
Cr	0,00000163	kg
Cu	0,00000287	kg
dichloromethane	4,46E-09	kg
HCFC-21	9,96E-08	kg
acetic acid	0,00000901	kg
ethane	0,0000256	kg
ethanol	0,00000445	kg
ethene	0,0000429	kg
ethyne	0,00000119	kg
ethylbenzene	0,0000014	kg
dichloroethane	3,45E-08	kg
Fe	0,00001449	kg
formaldehyde	0,00001356	kg
HALON-1301	0,000000187	kg
H2S	0,0000934	kg
HCl	0,0001663	kg
He	0,00003323	kg
heptane	0,00000867	kg
hexachlorobenzene	7,13E-13	kg
hexane	0,0000182	kg
HF	0,0000249	kg
Hg	1,065E-07	kg
I	2,5106E-07	kg
K	0,000282842	kg
La	1,065E-08	kg
methanol	0,00000731	kg
Mg	0,0000077	kg
Mn	0,00000232	kg
Mo	2,656E-07	kg
MTBE	2,01E-09	kg
N2	0,00000998	kg
N2O	0,00004713	kg
Na	0,0000137	kg
ammonia	0,0000119	kg
Ni	0,0000213	kg
non methane VOC	0,004455	kg
Nox (as NO2)	0,006796	kg

P-tot	3,202E-07	kg
PAHs	4,095E-07	kg
dust (PM10) mobile	0,000105	kg
dust (coarse) process	0,0129	kg
dust (PM10) stationary	0,00104	kg
Pb	0,000012394	kg
pentachlorobenzene	1,9E-12	kg
pentachlorophenol	3,08E-13	kg
pentane	0,0000473	kg
phenol	1,06E-08	kg
propane	0,0000437	kg
propene	0,00000395	kg
acrolein	1,86E-11	kg
propionic acid	1,31E-08	kg
Pt	1,1E-10	kg
CFC-11	2,7E-09	kg
CFC-114	7,19E-08	kg
CFC-12	5,86E-10	kg
CFC-13	3,68E-10	kg
HFC-134a	4,23E-19	kg
HCFC-22	6,57E-10	kg
Sb	7,75E-09	kg
Sc	3,93E-09	kg
Se	0,000000342	kg
Si	0,0000462	kg
Sn	3,78E-09	kg
Sox (as SO2)	0,02599	kg
Sr	0,000000325	kg
dioxin (TEQ)	4,65	ng
tetrachloromethane	8,86E-09	kg
Th	5,35E-09	kg
Ti	0,000000834	kg
Tl	1,848E-09	kg
toluene	0,00000716	kg
trichloromethane	9,11E-10	kg
U	4,39E-09	kg
V	0,0000411	kg
vinyl chloride	5,6E-09	kg
xylene	0,00000682	kg
Zn	0,0000188	kg
Zr	0,00000003	kg

Emisiones al Agua

acenaphthylene	5,94E-08	kg
alkanes	0,00000314	kg
alkenes	0,00000029	kg

NH3 (as N)	0,0000579	kg
AOX	8,96E-08	kg
CxHy aromatic	0,0000149	kg
baryte	0,000428	kg
benzene	0,000003174	kg
di(2-ethylhexyl)phthalate	1,7E-12	kg
BOD	0,0000089	kg
1,1,1-trichloroethane	2,4E-11	kg
chlorobenzenes	9,8E-14	kg
dichloroethane	1,77E-08	kg
hexaxhloroethane	3,94E-13	kg
HOCL	0,00000139	kg
chlorinated solvents (unspec.)	8,33E-09	kg
dichloromethane	0,000000197	kg
OCL-	0,000001394	kg
tetrachloroethene	4,68E-11	kg
tetrachloromethane	7,14E-11	kg
trichloroethene	2,95E-09	kg
trichloromethane	1,08E-08	kg
Cl-	0,0335	kg
COD	0,00017955	kg
cyanide	0,00000739	kg
dibutyl p-phthalate	6,01E-12	kg
dimethyl p-phthalate	3,79E-11	kg
DOC	0,000000534	kg
ethyl benzene	0,000000579	kg
fats/oils	0,0004602	kg
fatty acids as C	0,000122	kg
VOC as C	0,00000844	kg
fluoride ions	0,000163215	kg
formaldehyde	2,65E-10	kg
dissolved substances	0,0012732	kg
glutaraldehyde	5,29E-08	kg
Al	0,00318	kg
Sb	9,19E-08	kg
As	0,000006477	kg
Ba	0,0003147	kg
Be	3,46E-10	kg
Pb	0,0000181	kg
B	0,000001097	kg
Cd	0,000000227	kg
Cs	2,42E-08	kg
calcium ions	0,003111	kg
Cr (III)	0,0000319	kg
Cr (VI)	5,17E-10	kg
Fe	0,00122	kg
I	0,00000241	kg

K	0,001072	kg
Co	0,00000635	kg
Cu	0,00001612	kg
Mg	0,002584	kg
Mn	0,00006687	kg
Mo	0,00000818	kg
Na	0,01115	kg
Ni	0,00001615	kg
Hg	7,809E-08	kg
Ru	0,000000242	kg
Se	0,0000159	kg
Ag	1,56E-08	kg
Si	0,0000003	kg
Sr	0,0001837	kg
Ti	0,000191	kg
V	1,60072E-05	kg
W	1,19E-08	kg
Zn	0,0000392	kg
Sn	1,67E-09	kg
CxHy	0,000000135	kg
MTBE	1,69E-10	kg
nitrate	0,00002841	kg
nitrite	0,000000376	kg
PAH's	0,000000329	kg
phenols	0,00001183	kg
phosphate	0,000193072	kg
P-compounds	3,07E-08	kg
acids (unspecified)	0,0000075	kg
salts	0,000863	kg
H2S	0,00000251	kg
N-tot	0,000028	kg
N organically bound	0,0000029	kg
sulphate	0,015365	kg
sulphide	0,000000968	kg
SO3	0,000000261	kg
TOC	0,000478	kg
toluene	0,00000262	kg
tributyltin	0,000000143	kg
triethylene glycol	0,000000534	kg
undissolved substances	0,001747	kg
vinyl chloride	1,33E-11	kg
xylene	0,000002278	kg

Emisiones al Suelo

Al (ind.)	0,000028	kg
As (ind.)	1,13E-08	kg

C (ind.)	0,000088	kg
Ca (ind.)	0,000113	kg
Cd (ind.)	6,59E-10	kg
Co (ind.)	6,57E-10	kg
Cr (ind.)	0,000000142	kg
Cu (ind.)	3,29E-09	kg
Fe (ind.)	0,0000567	kg
Hg (ind.)	1,73E-10	kg
Mn (ind.)	0,00000113	kg
N	0,000000113	kg
Ni (ind.)	4,93E-09	kg
oil biodegradable	0,000000289	kg
oil (ind.)	0,0000213	kg
phosphor (ind.)	0,00000192	kg
Pb (ind.)	1,51E-08	kg
S (ind.)	0,000017	kg
Zn (ind.)	0,000000458	kg

Emisiones no Materiales

waste heat to air	0,00004723	TJ
Rn222(long term) to air	468	kBq
Ag110m to air	3,55E-09	kBq
Am241 to air	6,62E-08	kBq
beta radiation (unspecified) to air	4,51E-10	kBq
Ar41 to air	0,00772	kBq
Ba140 to air	1,39E-08	kBq
C14 to air	0,00533	kBq
Ce141 to air	3,3E-10	kBq
Ce144 to air	0,000000704	kBq
Cm (alpha) to air	0,000000105	kBq
Cm242 to air	3,49E-13	kBq
Cm244 to air	3,17E-12	kBq
Co57 to air	6,1E-12	kBq
Co58 to air	0,000000101	kBq
Co60 to air	0,00000015	kBq
Cr51 to air	1,25E-08	kBq
Cs134 to air	0,00000251	kBq
Cs137 to air	0,00000485	kBq
radio active noble gases to air	0,000469	kBq
Fe59 to air	1,38E-10	kBq
H3 to air	0,0549	kBq
I129 to air	0,0000189	kBq
I131 to air	0,00000211	kBq
I133 to air	0,00000118	kBq
I135 to air	0,00000176	kBq
K40 to air	0,0000164	kBq

k85 to air	326	kBq
Kr85m to air	0,000389	kBq
Kr87 to air	0,000173	kBq
Kr88 to air	0,0154	kBq
Kr89 to air	0,000122	kBq
La140 to air	8,79E-09	kBq
Mn54 to air	3,61E-09	kBq
Nb95 to air	6,38E-10	kBq
Np237 to air	3,4E-12	kBq
Pa234m to air	0,0000021	kBq
Pb210 to air	0,0000816	kBq
Pm147 to air	0,00000179	kBq
Po210 to air	0,0001294	kBq
Pu alpha to air	0,00000021	kBq
Pu238 to air	7,88E-12	kBq
Pu241 Beta to air	0,00000578	kBq
Ra226 to air	0,000081	kBq
Ra228 to air	0,0000081	kBq
Rn220 to air	0,000561	kBq
Rn222 to air	5,10395	kBq
Ru103 to air	3,61E-11	kBq
Ru106 to air	0,000021	kBq
Sb124 to air	9,75E-10	kBq
Sb125 to air	1,25E-10	kBq
Sr89 to air	6,31E-09	kBq
Sr90 to air	0,00000347	kBq
Tc99 to air	1,47E-10	kBq
Te123m to air	1,59E-08	kBq
Th228 to air	0,00000686	kBq
Th230 to air	0,0000234	kBq
Th232 to air	0,00000436	kBq
Th234 to air	0,0000021	kBq
U alpha to air	0,0000753	kBq
U234 to air	0,0000252	kBq
U235 to air	0,00000122	kBq
U238 to air	0,0000373	kBq
Xe131m to air	0,0008	kBq
Xe133 to air	0,234	kBq
Xe133m to air	0,0000118	kBq
Xe135 to air	0,04	kBq
Xe135m to air	0,00398	kBq
Xe137 to air	0,0000984	kBq
Xe138 to air	0,00108	kBq
Zn65 to air	1,55E-08	kBq
Zr95 to air	2,31E-10	kBq
land use (sea floor) II-III	0,0344	m2a
land use (sea floor) II-IV	0,00355	m2a

land use II-III	0,0415	m2a
land use II-IV	0,00654	m2a
land use III-IV	0,00729	m2a
land use IV-IV	0,00096	m2a
waste heat to soil	4,56E-08	TJ
waste heat to water	0,000000445	TJ
Ag110m to water	0,0000242	kBq
alpha radiation (unspecified) to water	2,87E-09	kBq
Am241 to water	0,0000087	kBq
Ba140 to water	4,43E-08	kBq
C14 to water	0,000441	kBq
Cd109 to water	2,56E-10	kBq
Ce141 to water	6,62E-09	kBq
Ce144 to water	0,000200002	kBq
Cm (alpha) to water	0,0000116	kBq
Co57 to water	4,55E-08	kBq
Co58 to water	0,0000381	kBq
Co60 to water	0,0019296	kBq
Cr51 to water	0,00000097	kBq
Cs134 to water	0,00044603	kBq
Cs136 to water	2,38E-10	kBq
Cs137 to water	0,0041114	kBq
Fe59 to water	7,85E-10	kBq
H3 to water	13,064	kBq
I129 to water	0,00126	kBq
I131 to water	0,000000838	kBq
I133 to water	0,000000203	kBq
K40 to water	0,0000317	kBq
La140 to water	9,19E-09	kBq
Mn54 to water	0,00029578	kBq
Mo99 to water	3,1E-09	kBq
Na24 to water	0,00000136	kBq
Nb95 to water	2,52E-08	kBq
Np237 to water	0,000000557	kBq
radionuclides (mixed) to water	1,89E-08	kBq
Pa234m to water	0,0000389	kBq
Pb210 to water	0,0000252	kBq
Po210 to water	0,0000252	kBq
Pu alpha to water	0,0000347	kBq
Pu241 beta to water	0,000861	kBq
Ra224 to water	0,001203	kBq
Ra226 to water	0,16315	kBq
Ra228 to water	0,002417	kBq
Ru103 to water	1,49E-08	kBq
Ru106 to water	0,0021	kBq
Sb122 to water	4,43E-08	kBq
Sb124 to water	0,00000625	kBq

Sb125 to water	0,000000361	kBq
Fission and activation products	0,000026	kBq
Sr89 to water	0,0000001	kBq
Sr90 to water	0,000420037	kBq
Tc99 to water	0,000221	kBq
Tc99m to water	2,09E-08	kBq
Te123m to water	1,87E-09	kBq
Te132 to water	7,66E-10	kBq
Th228 to water	0,004824	kBq
Th232 to water	0,00000591	kBq
Th230 to water	0,00609	kBq
Th234 to water	0,0000393	kBq
U238 to water	0,000132	kBq
U alpha to water	0,00254725	kBq
U234 to water	0,000052	kBq
U235 to water	0,000077	kBq
Y90 to water	5,12E-09	kBq
Zn65 to water	0,00000288	kBq
Zr95 to water	0,0000179	kBq

Proceso

Poliamida Aromatica

Tipo de Categoria	Material
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007
Tipo	Sistema
Nombre	Polyamide (PA) 66 (Nylon66)A
Periodo	1995-1999
Geografia	Europa, Occidental
Tecnologia	Tecnologia media
Representatividad	Promedio de todos los proveedores
Asignacion para salidas multiples	No aplicable
Sustitucion de asignacion	No aplicable
Reglas de Corte	Desconocido
Limite del Sistema	Segundo orden (material/energia incluyendo operaciones)
Limite con la Naturaleza	No aplicable
Fecha	20/02/2000
Registro	Data collected by Boustead Consulting. Ecoprofiles of chemicals and polymers. Published by APME Brussels.
Generador	Pre Consultants BV Amersfoort The Netherlands (MO)
Referencia Bibliografica	APME Ecoprofiles
Metod de Recopilacion	
Tratamiento de Datos	The amounts given below are taken from data files as supplied by

APME on their web site. These values are not rounded and will therefore differ slightly from the rounded values in the Ecoprofile reports. The entries in the reports saying "<1mg" (denoting values smaller than 0.5 mg) are reported as the actual amount in the data file, and are listed as such below.

Verificacion

Comentario

Production of polyamide 66 (nylon 66). Data from 3 plants in France and Germany producing 28000 tonnes in 1995. Typical uses of unmodified nylon: Cable ties, lighter bodies. Use depends on modifications of the nylon (unmodified, mineral reinforced, glass with or without mineral, toughened or flame retarded). Before using the data of this process you should ensure that you have read the description of the methodology used. See the system model.

Reglas de Asignacion

Descripcion del Sistema

APME Ecoprofiles

Productos

Poliamida Aromatica 6.6A

1 kg

100%

Plastics

Pl...thermoplasts

Productos evitados

Entradas conocidas desde la naturaleza

energy from coal	7,060804928	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from oil	1,829215301	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from natural gas	6,476760039	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from hydro power	0,517164106	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from uranium	7,269090379	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from lignite	1,263733773	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from biomass	0,047397606	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from hydrogen	8,96000E-17	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy (undef.)	0,113467821	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from peat	0,000701222	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from coal	10,83733122	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from oil	12,51577327	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from natural gas	43,75128204	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from hydro power	0,342664022	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from uranium	3,29911088	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from lignite	0,551471134	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from sulphur	0,067025397	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from biomass	0,021688854	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from hydrogen	1,286901934	MJ	Energy content of delivered fuel
energy recovered	-4,735123547	MJ	Energy content of delivered fuel
energy (undef.)	0,077122089	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from peat	0,000504786	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from coal	0,017906053	MJ	Fuel use in transport

energy from oil	0,480942492	MJ	Fuel use in transport
energy from natural gas	0,064668163	MJ	Fuel use in transport
energy from hydro power	0,001083877	MJ	Fuel use in transport
energy from uranium	0,007958681	MJ	Fuel use in transport
energy from lignite	0,00013098	MJ	Fuel use in transport
energy from sulphur	7,86017E-06	MJ	Fuel use in transport
energy from biomass	7,56676E-05	MJ	Fuel use in transport
energy from hydrogen	9,04334E-20	MJ	Fuel use in transport
energy recovered	-8,71075E-06	MJ	Fuel use in transport
energy (undef.)	9,79073E-05	MJ	Fuel use in transport
energy from peat	1,25303E-09	MJ	Fuel use in transport
energy from coal	-0,0008658	MJ	Feedstock energy
energy from oil	20,82917752	MJ	Feedstock energy
energy from natural gas	28,2435923	MJ	Feedstock energy
energy from wood	0,005440442	MJ	Feedstock energy
energy from sulphur	0,06681562	MJ	Feedstock energy
energy from biomass	3,3645E-07	MJ	Feedstock energy
baryte	8,934835634	mg	
bauxite	3838,166561	mg	
NaCl	72265,11869	mg	
calcium sulphate	11,68325421	mg	
chalk	9,76E-22	mg	
clay minerals	14,82752406	mg	
feldspar	1,46E-27	mg	
ferromanganese	0,7482276	mg	
fluorspar	2,052384198	mg	
iron (in ore)	901,4889073	mg	
lead (in ore)	3,32014731	mg	
limestone	84386,26033	mg	
nickel (in ore)	0,065762709	mg	
rutile	849,375	mg	
sand	4,86E+02	mg	
zinc (in ore)	24,73824271	mg	
phosphate (as P2O5)	3,27733733	mg	
sulphur (elemental)	14454,52238	mg	
dolomite	10,16974548	mg	
chromium (in ore)	9,13E-05	mg	
oxygen	664,9637579	mg	
nitrogen	182050,0645	mg	
air	1392776,282	mg	
bentonite	117,4439746	mg	
gravel	3,039377692	mg	
olivine	7,728384568	mg	
shale	33,07529266	mg	
granite	0,118164363	mg	
KCl	1983,469532	mg	
sulphur (bonded)	7211,49071	mg	

water (surface, for cooling)	384797518	mg	water for cooling
water (sea, for cooling)	75175400,68	mg	water for cooling
water (cooling)	72642653,48	mg	water for cooling
water (well, for cooling)	21728,2483	mg	water for cooling
water (drinking, for process.)	168112769,2	mg	water for processing
water (surface, for process.)	4076,047943	mg	water for processing
water (sea, for processing)	483918,8696	mg	water for processing
water (process)	1750227,654	mg	water for processing
water (well, for processing)	427,6226322	mg	water for processing

Entradas conocidas desde la tecnosfera

Emisiones al aire

dust	6877,589148	mg	From fuel production
CO	1043,145142	mg	From fuel production
CO2	1928142,452	mg	From fuel production
SOx	15471,41256	mg	From fuel production
NOx	10086,30697	mg	From fuel production
N2O	0,105317813	mg	From fuel production
CxHy	1066,041509	mg	From fuel production
methane	19227,63161	mg	From fuel production
HCl	253,0767445	mg	From fuel production
HF	13,87983697	mg	From fuel production
metals	1,843906538	mg	From fuel production
dust	1268,487443	mg	From fuel use
CO	1336,927631	mg	From fuel use
CO2	4162987,956	mg	From fuel use
SOx	9259,518751	mg	From fuel use
NOx	13910,86677	mg	From fuel use
N2O	6,961634691	mg	From fuel use
CxHy	642,7426413	mg	From fuel use
methane	4544,09521	mg	From fuel use
HCl	14,90352313	mg	From fuel use
HF	0,560004332	mg	From fuel use
Pb	1,19E-05	mg	From fuel use
metals	5,88735993	mg	From fuel use
mercaptans	0,000310897	mg	From fuel use
dust	19,51853029	mg	From transport operations
CO	225,1234624	mg	From transport operations
CO2	31941,17034	mg	From transport operations
SOx	248,7015247	mg	From transport operations
NOx	315,1293855	mg	From transport operations
CxHy	88,94321716	mg	From transport operations
dust	126,1065021	mg	From process operations
CO	1356,827537	mg	From process operations

CO2	750402,1169	mg	From process operations
SOx	163,4796235	mg	From process operations
NOx	1698,413852	mg	From process operations
N2O	729,8044068	mg	From process operations
CxHy	1305,503835	mg	From process operations
methane	246,5894886	mg	From process operations
H2S	1,8064576	mg	From process operations
HCl	26,069508	mg	From process operations
Cl2	0,062276347	mg	From process operations
HF	5,48E-06	mg	From process operations
Pb	0,00026818	mg	From process operations
metals	8,028053105	mg	From process operations
F2	0,000225747	mg	From process operations
mercaptans	0,092620056	mg	From process operations
CxHy chloro	0,182075323	mg	From process operations
CxHy aromatic	30,33262514	mg	From process operations
PAH's	7,83E-28	mg	From process operations
organic substances	203,088667	mg	From process operations
CFC (soft)	0,25041936	mg	From process operations
aldehydes	0,604405587	mg	From process operations
HCN	4,79E-27	mg	From process operations
H2SO4	1,27E-05	mg	From process operations
H2	1989,587858	mg	From process operations
Hg	0,204117969	mg	From process operations
ammonia	685,601999	mg	From process operations
CS2	0,000320027	mg	From process operations
1,2-dichloethane	1,17E-06	mg	From process operations
vinyl chloride	7,73E-07	mg	From process operations
CO2	-8421,525472	mg	From biomass use

Emisiones al agua

COD	15,33703586	mg	From fuel production
BOD	7,015183134	mg	From fuel production
Acid as H+	10,91438141	mg	From fuel production
dissolved solids	66,50819875	mg	From fuel production
CxHy	20,89895261	mg	From fuel production
NH4+	9,719947269	mg	From fuel production
suspended solids	202,119452	mg	From fuel production
phenol	6,981364718	mg	From fuel production
metallic ions	2,663038906	mg	From fuel production
N-tot	1,92663171	mg	From fuel production
CxHy	0,410032675	mg	From fuel use
COD	14907,74309	mg	From process operations
BOD	3604,716047	mg	From process operations
Acid as H+	41,31692043	mg	From process operations
dissolved solids	6858,010519	mg	From process operations

CxHy	25,11074492	mg	From process operations
NH ₄ ⁺	1932,031196	mg	From process operations
suspended solids	1522,453295	mg	From process operations
phenol	0,35495305	mg	From process operations
Al	6,876921201	mg	From process operations
calcium ions	11,03405522	mg	From process operations
Cu	10,48590248	mg	From process operations
Fe	1,612990005	mg	From process operations
Hg	0,007608723	mg	From process operations
Pb	0,002127442	mg	From process operations
Mg	0,595680372	mg	From process operations
Na	4154,773239	mg	From process operations
K	61,19097209	mg	From process operations
Ni	10,47750716	mg	From process operations
Zn	0,009069596	mg	From process operations
metallic ions	194,2099356	mg	From process operations
nitrate	29776,67505	mg	From process operations
N-tot	162,445568	mg	From process operations
chromate	0,000109895	mg	From process operations
Cl ⁻	7288,366723	mg	From process operations
cyanide	0,028436724	mg	From process operations
fluoride ions	0,008886333	mg	From process operations
sulphate	5570,436687	mg	From process operations
carbonate	129,9539094	mg	From process operations
P ₂ O ₅	753,3921935	mg	From process operations
As	0,000383722	mg	From process operations
1,2-dichloroethane	2,32E-09	mg	From process operations
vinyl chloride	1,83E-24	mg	From process operations
detergent/oil	7,90E+01	mg	From process operations
Cl ₂	0,343648182	mg	From process operations
CxHy chloro	1,827898026	mg	From process operations
dissolved organics	2275,057661	mg	From process operations
other organics	21,84736478	mg	From process operations
sulphur/sulphide	0,706507902	mg	From process operations

Emisiones al suelo

Emisiones solidas

mineral waste	139271,0677	mg	From fuel production
industrial waste	716,9381228	mg	From fuel production
slags/ash	25417,68833	mg	From fuel production
chemical waste (inert)	2,48664823	mg	From fuel production
chemical waste (regulated)	22,64332974	mg	From fuel production
unspecified	2,752473138	mg	From fuel production
slags/ash	1829,754065	mg	From fuel use

mineral waste	10282,10814	mg	From process operations
industrial waste	7243,472126	mg	From process operations
slags/ash	3438,145112	mg	From process operations
chemical waste (inert)	4083,257087	mg	From process operations
chemical waste (regulated)	2271,424685	mg	From process operations
unspecified	18,95720629	mg	From process operations
construction waste	28,68844209	mg	From process operations
metal scrap	63,36684742	mg	From process operations
waste in incineration	317,93638	mg	From process operations
waste to recycling	91,259742	mg	From process operations
paper/board packaging	4,98E-21	mg	From process operations
plastics packaging	253,35916	mg	From process operations
wood packaging	12,29224648	mg	From process operations

Emisiones no materiales

Residuos y emisiones para tratamiento

Proceso

Produccion de energia motor diesel

Tipo de Categoria	Energia
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007
Tipo	
Nombre	Diesel in generator production
Periodo	1990-1994
Geografia	Europa, Occidental
Tecnologia	Tecnologia media
Representatividad	Calculo
Asignacion para salidas multiples	No aplicable
Sustitucion de asignacion	No aplicable
Reglas de Corte	No aplicable
Limite del Sistema	Tercer orden (incluyendo bienes de capital)
Limite con la Naturaleza	No aplicable
Fecha	02/03/2003
Registro	Pre Consultants, The Netherlands, MO
Generador	ETH-ESU, Zurich, Switzerland
Referencia Bibliografica	ETH-ESU 1996 Tab. IV.13.1
Metod de Recopilacion	
Tratamiento de Datos	
Verificacion	

Comentario

Diesel in generator production (TJ in), original German title: Diesel in Dieselaggregat Foerderung. Total aggregated system inventory. This is a single results record of the similar unit process. Small differences can occur due to rounding.

Scenario process: 46.2% Diesel generator offshore and 53.8% diesel generator onshore.

Reglas de Asignacion

Descripcion del Sistema

System model oil

Productos

Produccion de energia motor diesel S	1 TJ	100%	Mechanical ETH
--------------------------------------	------	------	----------------

Productos evitados

Entradas conocidas desde la naturaleza

baryte	112	kg
bauxite	9,09	kg
bentonite	9,95	kg
lead (in ore)	1,1	kg
chromium (in ore)	0,927	kg
iron (in ore)	232	kg
marl	184	kg
gravel	2310	kg
cobalt (in ore)	7,44E-05	kg
copper (in ore)	4,49	kg
manganese (in ore)	0,52	kg
molybdene (in ore)	1,51E-05	kg
nickel (in ore)	0,415	kg
palladium (in ore)	2,46E-06	kg
platinum (in ore)	2,82E-06	kg
rhenum (in ore)	2,51E-06	kg
rhodium (in ore)	2,63E-06	kg
sand	43,5	kg
silver (in ore)	0,0807	kg
rock salt	30,8	kg
clay	33,6	kg
turbine water ETH	10700	m3
water	198000	kg
zinc (in ore)	0,0377	kg
tin (in ore)	0,0449	kg
petroleum gas ETH	1750	m3
methane (kg) ETH	4,31	kg
wood (dry matter) ETH	0,015	ton
reservoir content ETH	44,4	m3y

potential energy water ETH	0,00204	TJ
lignite ETH	440	kg
coal ETH	581	kg
natural gas ETH	75,1	m3
crude oil ETH	25,6	ton
uranium (in ore) ETH	0,03	kg

Entradas conocidas desde la tecnosfera

Emisiones al aire

acetaldehyde	0,0017	kg
acetone	0,00177	kg
acrolein	2,99E-05	kg
Al	0,02628	kg
aldehydes	2,40E-05	kg
alkanes	0,50949	kg
alkenes	0,002863	kg
CxHy aromatic	0,0013673	kg
As	0,00094	kg
B	0,01690366	kg
Ba	0,0003904	kg
benzo(a)pyrene	0,00012565	kg
Be	4,26E-06	kg
benzaldehyde	1,56E-05	kg
benzene	0,24052	kg
Br	0,00178783	kg
butane	1,94334	kg
butene	0,0632	kg
CFC-116	9,88E-05	kg
Ca	0,03876	kg
Cd	0,0010856	kg
CFC-14	0,000889	kg
methane	152,304	kg
cyanides	6,92E-05	kg
cobalt	0,001189	kg
CO	679,05	kg
CO2	85160	kg
Cr	0,0008894	kg
Cu	0,06963	kg
dichloromethane	3,37E-06	kg
HCFC-21	0,0048	kg
acetic acid	0,00694	kg
ethane	0,48665	kg
ethanol	0,00328619	kg
ethene	0,6507	kg

ethyne	0,000201	kg
ethylbenzene	0,04799	kg
dichloroethane	7,17E-05	kg
Fe	0,03695	kg
formaldehyde	0,00812399	kg
HALON-1301	0,00994	kg
H ₂ S	0,01342	kg
HCl	0,31615	kg
He	1,771	kg
heptane	0,461	kg
hexachlorobenzene	4,70E-09	kg
hexane	0,968	kg
HF	0,04113	kg
Hg	0,00017888	kg
I	0,00079408	kg
K	0,04283	kg
La	1,1471E-05	kg
methanol	0,00468	kg
Mg	0,00934	kg
Mn	0,010854	kg
Mo	0,000613199	kg
MTBE	0,000102	kg
N ₂	0,0215	kg
N ₂ O	11,4712	kg
Na	0,0315071	kg
ammonia	0,007442	kg
Ni	0,02739	kg
non methane VOC	265,53	kg
NO _x (as NO ₂)	1227,432	kg
P-tot	0,0011506	kg
PAH's	0,0002903	kg
dust (PM ₁₀) mobile	1,14	kg
dust (coarse) process	2,87	kg
dust (PM ₁₀) stationary	175	kg
Pb	0,007284	kg
pentachlorobenzene	1,26E-08	kg
pentachlorophenol	2,03E-09	kg
pentane	2,44552	kg
phenol	9,09E-06	kg
propane	1,92251	kg
propene	9,51E-02	kg
acrolein	1,56E-05	kg
propionic acid	5,05E-05	kg
Pt	5,94E-06	kg
CFC-11	9,52E-06	kg
CFC-114	0,000251	kg
CFC-12	2,05E-06	kg

CFC-13	1,28E-06	kg
HFC-134a	5,68E-17	kg
HCFC-22	2,27E-06	kg
Sb	2,44E-05	kg
Sc	3,87E-06	kg
Se	0,0012478	kg
Si	0,08609	kg
Sn	1,05E-05	kg
SOx (as SO2)	237,7	kg
Sr	0,0003954	kg
dioxin (TEQ)	868	kg
tetrachloromethane	1,75E-05	kg
Th	7,23E-06	kg
Ti	0,0010907	kg
Tl	2,76E-06	kg
toluene	0,28482	kg
trichloromethane	1,89E-06	kg
U	7,94E-06	kg
V	0,0930309	kg
vinyl chloride	1,17E-05	kg
xylene	0,21106	kg
Zn	0,04927	kg
Zr	0,00000325	kg

Emisiones al agua

acenaphthylene	0,000162	kg
alkanes	0,1665	kg
alkenes	0,0154	kg
NH3 (as N)	2,136	kg
AOX	0,00523	kg
CxHy aromatic	0,7674	kg
baryte	22,2	kg
benzene	0,17	kg
di(2-ethylhexyl)phthalate	1,27E-08	kg
BOD	0,1904	kg
1,1,1-trichloroethane	1,24E-06	kg
chlorobenzene	4,92E-09	kg
dichloroethane	3,69E-05	kg
hexachloroethane	8,19E-10	kg
HOCL	0,004883	kg
chlorinated solvents (unspec.)	2,59E-05	kg
dichloromethane	1,02E-02	kg
OCI-	0,004883	kg
tetrachloroethane	9,73E-08	kg
tetrachloromethane	1,49E-07	kg
trichloroethene	6,15E-06	kg

trichloromethane	2,26E-05	kg
Cl-	719	kg
COD	4,87	kg
cyanide	0,00622	kg
dibutyl p-phthalate	1,64E-08	kg
dimethyl p-phthalate	1,03E-07	kg
DOC	0,001108	kg
ethyl benzene	0,03082	kg
fats/oils	23,622	kg
fatty acids as C	6,503	kg
VOC as C	0,4497	kg
fluoride ions	0,1814	kg
formaldehyde	1,99E-06	kg
dissolved substances	0,3888	kg
glutaraldehyde	0,00274	kg
Al	1,03191	kg
Sb	2,15E-05	kg
As	0,003044	kg
Ba	3,328	kg
Be	1,06E-06	kg
Pb	0,011384	kg
B	0,0444	kg
Cd	0,002686	kg
Cs	0,001282	kg
calcium ions	50,5	kg
Cr (III)	0,02133	kg
Cr (VI)	1,21E-06	kg
Fe	1,513	kg
I	0,1282	kg
K	6,66	kg
Co	0,00187	kg
Cu	0,00748	kg
Mg	2,935	kg
Mn	0,0966	kg
Mo	0,004074	kg
Na	432,3	kg
Ni	0,00866	kg
Hg	2,69E-05	kg
Ru	0,01282	kg
Se	0,005804	kg
Ag	0,000786	kg
Si	0,0114	kg
Sr	7,793	kg
Ti	0,0566	kg
V	0,005944	kg
W	2,79E-05	kg
Zn	0,04554	kg

Sn	5,88E-06	kg
CxHy	0,00678	kg
MTBE	8,35E-06	kg
nitrate	1,039	kg
nitrite	1,27E-03	kg
PAH's	0,01677	kg
phenols	1,59E-01	kg
phosphate	0,07454	kg
P-compounds	0,000625	kg
acids (unspecified)	0,000852	kg
salts	1,59	kg
H2S	0,000306	kg
N-tot	2,83	kg
N organically bound	0,46	kg
sulphate	33,62	kg
sulphide	0,0419	kg
SO3	0,00375	kg
TOC	24,69	kg
toluene	0,1393	kg
tributyltin	0,00113	kg
triethylene glycol	0,001108	kg
triethylene substances	68,88	kg
vinyl chloride	2,76E-08	kg
xylene	0,1205	kg

Emisiones al suelo

Al (ind.)	1,47	kg
As (ind.)	0,000589	kg
C (ind.)	4,57	kg
Ca (ind.)	5,89	kg
Cd (ind.)	2,74E-05	kg
Co (ind.)	3,50E-05	kg
Cr (ind.)	0,00736	kg
Cu (ind.)	0,000175	kg
Fe (ind.)	2,95	kg
Hg (ind.)	4,80E-06	kg
Mn (ind.)	0,0589	kg
N	0,00136	kg
Ni (ind.)	0,000262	kg
oil biodegradable	0,000228	kg
oil (ind.)	1,11	kg
phosphor (ind.)	0,0753	kg
Pb (ind.)	0,000797	kg
S (ind.)	0,885	kg
Zn (ind.)	0,0238	kg

Emisiones solidas

Emisiones no materiales

waste heat to air	1,24673	TJ
Rn222 (long term) to air	1630000	kBq
Ag110m to air	1,24E-05	kBq
Am241 to air	0,000231	kBq
beta radiation (unspecified) to air	1,63E-06	kBq
Ar41 to air	26,9	kBq
Ba140 to air	4,89E-05	kBq
C14 to air	18,6	kBq
Ce141 to air	1,15E-06	kBq
Ce144 to air	0,00246	kBq
Cm (alpha) to air	3,67E-04	kBq
Cm242 to air	1,22E-09	kBq
Cm244 to air	1,11E-08	kBq
Co57 to air	2,13E-08	kBq
Co58 to air	3,52E-04	kBq
Co60 to air	5,24E-04	kBq
Cr51 to air	4,36E-05	kBq
Cs134 to air	0,00879	kBq
Cs137 to air	0,017	kBq
radio active noble gases to air	1,71	kBq
Fe59 to air	4,82E-07	kBq
H3 to air	192	kBq
I129 to air	0,0661	kBq
I131 to air	0,00749	kBq
I133 to air	0,0041	kBq
I135 to air	0,00614	kBq
K40 to air	0,0365	kBq
Kr85 to air	1140000	kBq
Kr85m to air	1,4	kBq
Kr87 to air	0,616	kBq
Kr88 to air	53,6	kBq
Kr89 to air	0,438	kBq
La140 to air	3,07E-05	kBq
Mn54 to air	1,26E-05	kBq
Nb95 to air	2,23E-06	kBq
Np237 to air	1,21E-08	kBq
Pa234m to air	0,00735	kBq
Pb210 to air	0,2097	kBq
Pm147 to air	0,00624	kBq
Po210 to air	0,3157	kBq
Pu alpha to air	0,000734	kBq
Pu238 to air	2,75E-08	kBq

Pu241 Beta to air	0,0202	kBq
Ra226 to air	0,2631	kBq
Ra228 to air	0,0179	kBq
Rn220 to air	1,64	kBq
Rn222 to air	17957	kBq
Ru103 to air	1,27E-07	kBq
Ru106 to air	0,0734	kBq
Sb124 to air	3,41E-06	kBq
Sb125 to air	4,46E-07	kBq
Sr89 to air	2,20E-05	kBq
Sr90 to air	1,21E-02	kBq
Tc99 to air	5,14E-07	kBq
Te123m to air	5,53E-05	kBq
Th228 to air	0,0152	kBq
Th230 to air	0,0817	kBq
Th232 to air	0,00963	kBq
Th234 to air	0,00735	kBq
U alpha to air	0,263	kBq
U234 to air	0,0881	kBq
U235 to air	0,00427	kBq
U238 to air	0,1144	kBq
Xe131m to air	2,84	kBq
Xe133 to air	817	kBq
Xe133m to air	0,41	kBq
Xe135 to air	140	kBq
Xe135m to air	14,2	kBq
Xe137 to air	0,351	kBq
Xe138 to air	3,86	kBq
Zn65 to air	5,43E-05	kBq
Zr95 to air	8,06E-07	kBq
land use (use floor) II-III	1780	m2a
land use (use floor) II-IV	184	m2a
land use II-III	152	m2a
land use II-IV	94,3	m2a
land use III-IV	152	m2a
land use IV-IV	0,553	m2a
waste heat to soil	0,00012	TJ
waste heat to water	0,011612	TJ
Ag110m to water	0,0845	kBq
alpha radiation (unspecified) to water	1,00E-05	kBq
Am241 to water	0,0305	kBq
Ba140 to water	0,000161	kBq
C14 to water	1,54	kBq
Cd109 to water	9,34E-07	kBq
Ce141 to water	2,41E-05	kBq
Ce144 to water	0,69700688	kBq
Cm (alpha) to water	0,0404	kBq

Co57 to water	0,000166	kBq
Co58 to water	0,135	kBq
Co60 to water	6,752	kBq
Cr51 to water	0,00355	kBq
Cs134 to water	1,5576	kBq
Cs136 to water	8,66E-07	kBq
Cs137 to water	14,3402	kBq
Fe59 to water	2,86E-06	kBq
H3 to water	45620	kBq
I129 to water	4,4	kBq
I131 to water	0,00295	kBq
I133 to water	0,000739	kBq
K40 to water	0,112	kBq
La140 to water	3,35E-05	kBq
Mn54 to water	1,03633	kBq
Mo99 to water	1,13E-05	kBq
Na24 to water	0,00497	kBq
Nb95 to water	9,17E-05	kBq
Np237 to water	0,00195	kBq
radionuclides (mixed) to water	6,61E-05	kBq
Pa234m to water	0,136	kBq
Pb210 to water	0,089	kBq
Po210 to water	0,089	kBq
Pu alpha to water	0,121	kBq
Pu241 beta to water	3,01	kBq
Ra224 to water	64,2	kBq
Ra226 to water	689	kBq
Ra228 to water	128,2	kBq
Ru103 to water	5,41E-05	kBq
Ru106 to water	7,34	kBq
Sb122 to water	0,000161	kBq
Sb124 to water	0,0219	kBq
Sb125 to water	0,00132	kBq
Fission and activation products (RA)	0,091	kBq
Sr89 to water	0,000365	kBq
Sr90 to water	1,470135	kBq
Tc99 to water	0,771	kBq
Tc99m to water	7,61E-05	kBq
Te123m to water	6,81E-06	kBq
Te132 to water	2,79E-06	kBq
Th228 to water	256,4	kBq
Th232 to water	0,0208	kBq
Th230 to water	21,3	kBq
Th234 to water	0,137	kBq
U238 to water	0,461	kBq
U alpha to water	8,8953	kBq
U234 to water	0,182	kBq

U235 to water	0,271	kBq
Y90 to water	1,87E-05	kBq
Zn65 to water	0,0105	kBq
Zr95 to water	0,0624223	kBq

Residuos y emisiones para tratamiento

Proceso	Resina Epoxica
Tipo de Categoria	Material
Identidad del Proceso	OsmosisX06783300007
Tipo	Sistema
Nombre	Epoxy-liquid resin (average)
Periodo	1995-1999
Geografia	Europa, Occidental
Tecnologia	Tecnologia media
Representatividad	Promedio de todos los proveedores
Asignacion para salidas multiples	No aplicable
Sustitucion de asignacion	No aplicable
Reglas de Corte	Desconocido
Limite del Sistema	Segundo orden (material/energia incluyendo operaciones)
Limite con la Naturaleza	No aplicable
Fecha	20/02/2000
Registro	Data collected by Boustead Consulting. Ecoprofiles of chemical and polymers. Published by APME Brussels See http://lca.apme.org for more information.
Generador	Pre Consultants BV Amersfoort The Netherlands (MO)
Referencia Bibliografica	APME Ecoprofiles
Metodo de Recopilacion	The amounts given below are taken from the data files as supplied APME on their web site. These values are not rounded and therefore differ slightly from the rounded values in the Ecoprofile reports. The entries in the reports saying "<1mg" (denoting values smaller than 0.5mg) are reported as the actual amount in the data files and are listed as such below.
Tratamiento de Datos	

Verificacion
Comentario

Before using the data of this proces you should ensure that you have read the description of methodology used. See the system model.

Reglas de Asignacion
Descripcion del Sistema

APME Ecoprofiles

Productos
Resina Epoxica 1kg 100% Plasticos Pl..\thermoplasts

Productos evitados

Entradas conocidas desde la naturaleza (recursos)

energy from coal	4,412601161	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from oil	2,02786388	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from natural gas	6,210857904	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from hydro power	0,697454978	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from uranium	5,308056256	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from lignite	2,177844133	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from biomass	0,051703642	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from hydrogen	1,1393E-16	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy (undef.)	0,110960852	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from peat	0,004514686	MJ	Fuel production and delivery of energy
energy from coal	5,741500909	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from oil	11,54913192	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from natural gas	58,53436118	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from hydro power	0,597604388	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from uranium	2,768953955	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from lignite	0,989416563	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from sulphur	0,033973554	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from biomass	0,024904738	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from hydrogen	3,337736392	MJ	Energy content of delivered fuel
energy recovered	-7,099186667	MJ	Energy content of delivered fuel
energy (undef.)	0,064130118	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from peat	0,00283844	MJ	Energy content of delivered fuel
energy from coal	0,009216367	MJ	Fuel use in transport
energy from oil	0,495435528	MJ	Fuel use in transport
energy from natural gas	0,020282585	MJ	Fuel use in transport
energy from hydro power	0,000428473	MJ	Fuel use in transport
energy from uranium	0,000997484	MJ	Fuel use in transport
energy from lignite	5,9609E-05	MJ	Fuel use in transport

energy from sulphur	9,0678E-06	MJ	Fuel use in transport
energy from biomass	2,6753E-05	MJ	Fuel use in transport
energy from hydrogen	1,1354E-19	MJ	Fuel use in transport
energy recovered	-1,0049E-05	MJ	Fuel use in transport
energy (undef.)	1,2798E-05	MJ	Fuel use in transport
energy from peat	5,9184E-10	MJ	Fuel use in transport
energy from coal	-0,000193467	MJ	Feedstock energy
energy from oil	16,217346	MJ	Feedstock energy
energy from natural gas	26,38179452	MJ	Feedstock energy
energy from wood	0,009172294	MJ	Feedstock energy
energy from sulphur	0,033963037	MJ	Feedstock energy
energy from biomass	1,3741E-05	MJ	Feedstock energy
baryte	406,1120634	mg	
bauxite	2420,620035	mg	
NaCl	1835119,74	mg	
calcium sulphate	12,98476191	mg	
chalk	4,020E-22	mg	
clay minerals	13,94442526	mg	
feldspar	5,5175E-28	mg	
ferromanganese	2,182773164	mg	
fluorspar	39,33612844	mg	
iron (in ore)	2385,557356	mg	
lead (in ore)	3,923679496	mg	
limestone	708597,274	mg	
nickel (in ore)	0,243913546	mg	
rutile	5,7699E-22	mg	
sand	1203,823474	mg	
zinc (in ore)	0,144069963	mg	
phosphate (as P ₂ O ₅)	500,2905505	mg	
sulphur (elemental)	7337,544086	mg	
dolomite	287,7920579	mg	
chromium (in ore)	9,7392E-05	mg	
oxygen	39810,37408	mg	
nitrogen	122946,7048	mg	
air	936006,1481	mg	
bentonite	131,5295436	mg	
gravel	8,360699198	mg	
olivine	21,35168679	mg	
shale	36,75986097	mg	
granite	0,026722465	mg	
KCl	28672,32628	mg	
sulphur (bonded)	3664,328906	mg	
water (surface, for cooling)	279839172,7	mg	for cooling
water (sea, for cooling)	67627429,99	mg	for cooling
water (cooling)	36955238,81	mg	for cooling
water (well, for cooling)	4943,534539	mg	for cooling
water (drinking, for process.)	13075343,54	mg	for processing

water (surface, for process.)	91705,33474	mg	for processing
water (sea, for procesing)	95287,86512	mg	for processing
water (process)	6083799,338	mg	for processing
water (well, for processing)	14043,89794	mg	for processing

Entradas conocidas desde la Tecnosfera (materiales/combustibles)

Entradas conocidas desde la Tecnosfera (electricidad/calor)

Emisiones al aire

dust	5546,595304	mg	From fuel production
CO	681,0661384	mg	From fuel production
CO2	1600272,277	mg	From fuel production
SOx	9759,720822	mg	From fuel production
NOx	8114,875499	mg	From fuel production
N2O	0,032414901	mg	From fuel production
CxHy	1308,081995	mg	From fuel production
mehtane	19098,54357	mg	From fuel production
HCl	205,4370229	mg	From fuel production
HF	10,25006112	mg	From fuel production
metals	2,011984351	mg	From fuel production
dust	2770,800253	mg	From fuel use
CO	1066,917658	mg	From fuel use
CO2	3639451,239	mg	From fuel use
SOx	7510,464161	mg	From fuel use
NOx	24220,19824	mg	From fuel use
N2O	0,072883359	mg	From fuel use
CxHy	645,9595883	mg	From fuel use
mehtane	11816,37305	mg	From fuel use
HCl	32,61148801	mg	From fuel use
HF	1,462631394	mg	From fuel use
Pb	2,7139E-06	mg	From fuel use
metals	3,440208611	mg	From fuel use
mercaptans	0,000130046	mg	From fuel use
dust	20,69963923	mg	From transport operations
CO	239,3695025	mg	From transport operations
CO2	33821,13206	mg	From transport operations
SOx	259,0417154	mg	From transport operations
NOx	334,4929647	mg	From transport operations
CxHy	94,35447971	mg	From transport operations
dust	7061,091474	mg	From process operations
CO	260,2082422	mg	From process operations
CO2	645147,4685	mg	From process operations
SOx	1659,654981	mg	From process operations
NOx	2657,0698	mg	From process operations
CxHy	3584,903685	mg	From process operations

methane	201,0995621	mg	From process operations
H2S	3,272378137	mg	From process operations
HCl	225,4447305	mg	From process operations
Cl2	6,260217213	mg	From process operations
HF	0,000283698	mg	From process operations
Pb	0,000737709	mg	From process operations
metals	0,362359123	mg	From process operations
F2	0,048828741	mg	From process operations
mercaptans	0,024484816	mg	From process operations
CxHy chloro	10,95544632	mg	From process operations
CxHy aromatic	27,6920559	mg	From process operations
PAH's	0,010751971	mg	From process operations
organic sustances	485,6898128	mg	From process operations
CFC (soft)	7,815499838	mg	From process operations
aldehydes	47,37482156	mg	From process operations
HCN	1,9723E-27	mg	From process operations
H2SO4	0,000158835	mg	From process operations
H2	3244,726503	mg	From process operations
Hg	0,936631249	mg	From process operations
ammonia	4,201885582	mg	From process operations
CS2	6,3962E-05	mg	From process operations
1,2-dichloroethane	2,4922E-06	mg	From process operations
vinyl chloride	2,4017E-06	mg	From process operations
CO2	-10583,6609	mg	From biomass use

Emisiones al agua

COD	7,869552817	mg	From fuel production
BOD	5,733512429	mg	From fuel production
Acid as H+	2,033429609	mg	From fuel production
dissolved solids	20,47000986	mg	From fuel production
CxHy	21,1859412	mg	From fuel production
NH4+	1,812479047	mg	From fuel production
suspended solids	123,2327865	mg	From fuel production
phenol	5,725867694	mg	From fuel production
metallic inos	0,496183286	mg	From fuel production
N-tot	0,057837499	mg	From fuel production
CxHy	0,154165868	mg	From fuel use
COD	51359,62697	mg	From process operations
BOD	1147,160796	mg	From process operations
Acid as H+	59,30248627	mg	From process operations
dissolved solids	17413,38439	mg	From process operations
CxHy	64,32552598	mg	From process operations
NH4+	2,832915136	mg	From process operations
suspended solids	82739,11054	mg	From process operations
phenol	5,881456774	mg	From process operations
Al	0,198668543	mg	From process operations
calcium ions	53912,27738	mg	From process operations

Cu	0,139444494	mg	From process operations
Fe	1,081804335	mg	From process operations
Hg	0,063739901	mg	From process operations
Pb	0,002706212	mg	From process operations
Mg	17,16032851	mg	From process operations
Na	382293,532	mg	From process operations
K	822,5296918	mg	From process operations
Ni	0,138056565	mg	From process operations
Zn	0,002848284	mg	From process operations
metallic inos	414,3875349	mg	From process operations
nitrate	1,113053988	mg	From process operations
N-tot	9,8386974	mg	From process operations
chromate	3,6481E-05	mg	From process operations
Cl-	983038,8562	mg	From process operations
cyanide	0,017688777	mg	From process operations
fluoride ions	1,064699641	mg	From process operations
sulphate	8123,322631	mg	From process operations
carbonate	15102,88682	mg	From process operations
P2O5	216,9199728	mg	From process operations
As	6,3512E-05	mg	From process operations
vinyl chloride	7,5215E-25	mg	From process operations
detergent/oil	69,21895881	mg	From process operations
Cl2	24,06237939	mg	From process operations
CxHy chloro	72,1867856	mg	From process operations
dissolved organics	408,881075	mg	From process operations
other organics	5218,202681	mg	From process operations
sulphur/sulphide	0,699188923	mg	From process operations

Emisiones al suelo

Emisiones solidas

mineral waste	100524,2045	mg	From fuel production
industrial waste	587,0835561	mg	From fuel production
slags/ash	21000,95114	mg	From fuel production
chemical waste (inert)	0,562164279	mg	From fuel production
chemical waste (regulated)	6,969203674	mg	From fuel production
unspecified	0,62628238	mg	From fuel production
slags/ash	5035,312056	mg	From fuel use
mineral waste	196399,3999	mg	From process operations
industrial waste	44106,11472	mg	From process operations
slags/ash	6652,325485	mg	From process operations
chemical waste (inert)	28140,41536	mg	From process operations
chemical waste (regulated)	18826,67854	mg	From process operations
unspecified	56,49457256	mg	From process operations
construction waste	32,06339324	mg	From process operations
metal scrap	15,68500712	mg	From process operations
waste in incineration	5767,971739	mg	From process operations