



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

TEMA:

“CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, SEGÚN NORMA ISO 14064-1:2006, EN LA EMPRESA INDUMASTER S.A. MONTECRISTI, ECUADOR. 2016”.

AUTOR:

MARJORIE ALEXANDRA MANCHENO SILVA

TUTOR:

ING. XAVIER ENRIQUE ANCHUNDIA MUENTES MG. GA.

MANTA-MANABI-ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Xavier Enrique Anchundia Muentes Mg. GA. certifica haber tutelado la tesis “Cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero, según Norma ISO 14064-1:2006, en la empresa Indumaster S.A. Montecristi, Ecuador. 2016”, que ha sido desarrollada por Marjorie Alexandra Mancheno Silva, egresada de la carrera Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales, previo a la obtención del título de Ingeniera en Recursos Naturales y Ambientales, de acuerdo con el REGLAMENTO PARA LA ELABORACION DE LA TESIS DE GRADO DEL TERCER NIVEL, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Ing. Xavier Enrique Anchundia Muentes Mg. GA.

CI: 1305118240

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en la presente tesis, corresponde exclusivamente al tutor y el patrimonio intelectual de la autora, estudiante de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Marjorie Alexandra Mancheno Silva

CI: 091492695-1

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TESIS DE GRADO

**“Cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero, según
Norma ISO 14064-1:2006, en la empresa Indumaster S.A. Montecristi,
Ecuador. 2016”.**

**Tesis presentada al H. Consejo Directivo de la Facultad Ciencias
Agropecuarias como requisito para obtener el título de:**

INGENIERO/A EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

Ing. Yessenia García Montes Mg. Sc

DECANA DE LA FACULTAD

Ing. Xavier Anchundia Muentes Mg. GA.

TUTOR DE TESIS

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Ing. Francisco Pico Franco, Mg. Sc.

Ing. Brígida Rodríguez Guerrero, Mg. Sc.

Blgo. Carlos Chinga Panta, Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, por el regalo de la vida y las bendiciones recibidas día a día.

A la ULEAM por la formación profesional que brinda a todos quienes soñamos un mundo mejor, representada por cada uno de los docentes y demás personal que laboran incansablemente por las nuevas generaciones.

A la empresa Indumaster por permitir llevar a cabo este proyecto, a través de su gerente, el Sr. Jorge Simbaña y el Ing. Steven Tello Sasahuai, responsable de Gestión Ambiental.

Al Ing. Xavier Anchundia, quien me inspiró a culminar este trabajo cuando parecían que los obstáculos me superaban.

A mi esposo, por su apoyo y paciencia, así como al resto de mi familia y amigos que constituyen para mí la fuerza motora para avanzar en el camino de la vida.

A cada uno de los compañeros de aulas que vi llegar, los que se quedaron hasta el final y los que tuvieron que tomar otro rumbo, porque de cada uno aprendí algo y muchos de sus gestos quedaron grabados en mi memoria.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis hijos Joseph y Milena, porque si bien inicié esta carrera universitaria para cumplir un anhelo personal, realizarlo significó sacrificar horas de acompañamiento familiar y culminarlo se volvió una necesidad, ya que “lo que se empieza se termina”.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
MIEMBROS DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xv
SUMMARY	xvi
I. INTRODUCCIÓN	17
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
2.1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	20
2.1.1. Contexto macro.....	20
2.1.2. Contexto meso.....	20
2.1.3. Contexto micro.....	22
2.2. DELIMITACIÓN	22
2.2.1. Espacial	22
2.2.2. Temporal.....	22
2.3. JUSTIFICACIÓN	23
III. OBJETIVOS	25
Objetivo general	25
Objetivos específicos.....	25
IV. HIPÓTESIS	25
V. VARIABLES.....	25
5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	25
5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	25
VI. MARCO TEÓRICO	26
6.1. LA ATMÓSFERA.....	26
6.1.1. Su composición.....	26
6.1.2. Su estructura	27
6.2. EL EFECTO INVERNADERO	28
6.2.1. Tipo de radiaciones	28

6.2.2. Los GEI y sus orígenes	29
6.2.3. Sus fuentes y concentraciones históricas	30
6.2.3.1. Vapor de agua (H ₂ O)	30
6.2.3.2. El dióxido de carbono (CO ₂)	30
6.2.3.3. El metano (CH ₄)	31
6.2.3.4. El óxido nitroso (N ₂ O)	32
6.2.3.5. Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	33
6.2.3.6. Hidrofluorocarbonos (HFC)	33
6.2.3.7. Perfluorocarbonos (PFC)	33
6.3. EL CALENTAMIENTO GLOBAL	34
6.3.1. Dinámica de las temperaturas	36
6.3.2. Combate al cambio climático	37
6.4. CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES	38
6.4.1. Enfoques metodológicos del cálculo de emisiones	38
6.4.1. Metodologías aplicadas a nivel mundial	38
6.4.2. Normas ISO	41
6.4.2.1. La norma ISO 14064: Gases de efecto invernadero	41
6.4.3. La incertidumbre	42
VII. METODOLOGÍA	44
7.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	44
7.2. MÉTODO	44
7.3. TÉCNICAS	44
7.4. PROCEDIMIENTO	44
7.4.1. Establecer límites de la organización	44
7.4.2. Determinación de los límites operativos, alcances	45
7.4.3. Selección del año base	46
7.4.4. Identificación de emisiones	46
7.4.5. Cálculos	47
7.4.5.1. Recopilación de datos de la actividad	48
7.4.5.2. Selección de factores de emisión	49
7.4.6. Remociones	51
7.4.7. Cuantificación de emisiones	51
7.4.8. Cálculos	51
7.4.9. La incertidumbre	52

7.4.10. Análisis de riesgo	53
7.4.11. Gestión de la calidad del inventario	53
7.4.12. Preparación del informe	54
VIII. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS	55
8.1. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA.....	55
8.1.1. Descripción.....	55
8.1.2. Ubicación e instalaciones	56
8.1.3. Misión	57
8.1.4. Visión.....	58
8.1.5. Clasificación de la actividad industrial de Indumaster S.A.	58
8.1.6. Organigrama de la empresa.....	59
8.1.7. Diagrama del proceso	60
8.1.8. Descripción del proceso.....	60
8.1.8.1. Recepción de insumos materiales	60
8.1.8.2. Operaciones.....	61
8.1.8.2.1 Corte	61
8.1.8.2.2 Rayado	61
8.1.8.2.3 Picoteado	61
8.1.8.2.4. Troquelado.....	61
8.1.8.2.5 Doblado y aplastado	61
8.1.8.2.6. Soldadura.....	62
8.1.8.2.7 Pulido	62
8.1.8.2.8 Desengrasado	63
8.1.8.2.9 Secado.....	63
8.1.8.2.10 Pintado	63
8.1.8.2.11 Curado.....	64
8.1.8.3 Ensamblés.....	64
8.1.8.3.1 Limpieza y embalaje	64
8.1.8.3.2 Almacenamiento.....	65
8.1.8.3.3 Comercialización	65
8.1.8.3.4 Resultados de la actividad	65
8.2. CÁLCULO DE EMISIONES	65
8.2.1. Combustión fija.....	66
8.2.2. Combustión móvil	68

8.2.3. Procesos	69
8.2.3.1. Soldadura: proceso de ensamble de piezas de metal	69
8.2.3.2. Gases de soldadura	69
8.2.3.3. Alambre para soldadura	70
8.2.3.4. Proceso de pintado	70
8.2.3.5. Energía eléctrica	71
8.2.4. Emisiones por consumo de materiales	71
8.2.4.1. Materia prima	71
8.2.4.2. Paneles de madera	72
8.2.4.3. Material de embalaje	73
8.2.4.4. Pintura en polvo	74
8.2.4.5. Anticorrosivo	74
8.2.4.6. Desechos	74
8.2.5. Resultados	76
8.2.5.1. Emisiones directas	79
8.2.5.2. Emisiones indirectas	80
8.2.5.3. Otras emisiones indirectas	80
8.2.6. Incertidumbre	82
8.3. ALTERNATIVAS PARA REDUCIR EMISIONES	87
IX. DISCUSIÓN	89
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
10.1. CONCLUSIONES	91
10.2. RECOMENDACIONES	91
XI. BIBLIOGRAFÍA	93
XII. ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Gases permanentes y variables de la atmósfera	26
Tabla 2. Principales gases que contribuyen al efecto invernadero.....	30
Tabla 3. Metodologías de cálculo de huella de carbono utilizadas en Europa y en el mundo....	39
Tabla 4. Comparación entre normas más usadas en la cuantificación de GEI	40
Tabla 5. Datos de actividad con sus respectivas fuentes de emisión	48
Tabla 6. Potenciales de calentamiento global del CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O.....	51
Tabla 7. Incertidumbre para datos de actividad y factores de emisión	52
Tabla 8. Información de la empresa	55
Tabla 9. Descripción de cada una de las instalaciones y áreas	57
Tabla 10. Resultado de actividades 2016	65
Tabla 11. Fuentes de emisión y datos de actividad considerados en Indumaster.....	66
Tabla 12. Consumo de GLP en combustión fija, factor de emisión y toneladas de CO ₂ -eq.	67
Tabla 13. Consumo de diésel en combustión fija, factor de emisión y toneladas de CO ₂ -eq.	68
Tabla 14. Consumo de diésel en combustión móvil, factor de emisión y toneladas de CO ₂ -eq.	68
Tabla 15. Consumo de gasolina en combustión móvil, factor de emisión y toneladas de CO ₂ -eq.	69
Tabla 16. Consumo de gas de soldadura y emisión de toneladas de CO ₂ -eq.	70
Tabla 17. Consumo de alambre para soldadura en procesos, factor de emisión y toneladas de CO ₂ -eq.	70
Tabla 18. Consumo de energía eléctrica, factor de emisión y Ton de CO ₂ -eq.	71
Tabla 19. Consumo de planchas de hierro al carbono durante el 2016	72
Tabla 20. Consumo de tubos de hierro durante el 2016	72
Tabla 21. Consumo total de acero, factor de emisión y toneladas de CO ₂ -eq.....	72
Tabla 22. Consumo total de paneles MDP, factor de emisión y toneladas de CO ₂ -eq.....	73
Tabla 23. Consumo total de material de embalaje, factor de emisión y toneladas de CO ₂ -eq....	73
Tabla 24. Residuos sólidos y emisión en toneladas de CO ₂ -eq.	75
Tabla 25. Residuos líquidos y emisión en toneladas de CO ₂ -eq.....	76
Tabla 26. Emisiones generadas en el Alcance 1	77
Tabla 27. Emisiones generadas en el Alcance 2	77
Tabla 28. Emisiones generadas en el Alcance 3	77
Tabla 29. Emisiones de CO ₂ -eq por Alcances.....	78
Tabla 30. Emisiones por tipo de GEI	81
Tabla 31. Emisiones generadas por semestre durante el 2016	82
Tabla 32. Cálculo de la incertidumbre y la tendencia	84
Tabla 33. Medidas para reducir emisiones de GEI	87
Tabla 34. Medidas de compensación	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perfil térmico de la atmósfera	27
Figura 2. Espectro electromagnético de los rayos solares.....	29
Figura 3. Variación de la concentración histórica de CO ₂	31
Figura 4. Reciente oscilación media del CO ₂	31
Figura 5. Promedio mundial de la fracción molar de CH ₄ de 1984 al 2015.....	32
Figura 6. Promedio mundial de la fracción molar de N ₂ O de 1984 al 2015	32
Figura 7. Promedio mundial de la fracción molar de SF ₆ y HFC de 1995 al 2015.....	33
Figura 8. Proyecciones de variación de la: a) temperatura; y, b) precipitaciones durante los periodos 1986-2005 y 2081-2100.	35
Figura 9. Oscilaciones de temperatura y CO ₂ durante los últimos 10.000 años.	36
Figura 10. Anomalía del promedio global de temperaturas en superficie, terrestres y oceánicas, combinadas.	36
Figura 11. Hoja de cálculo Excel	51
Figura 12. Instalaciones de la empresa Indumaster S.A.	56
Figura 13. Organigrama de la empresa Indumaster S.A.	59
Figura 14. Diagrama del proceso	60
Figura 15. Método por defecto planteado por el IPCC.....	75
Figura 16. Método de examen planteado por el IPCC	76
Figura 17. Fuentes de emisión por categoría.	81

INFORMACIÓN BÁSICA

Prefijos y factores de multiplicación

Cantidad	Abreviatura	Prefijo	Símbolo
1'000.000'000.000	10^{12}	tera	T
1.000'000.000	10^9	giga	G
1'000.000	10^6	mega	M
1.000	10^3	kilo	k
100	10^2	hecta	h
10	10^1	deca	da
1	1	unidad	
0,1	10^{-1}	deci	d
0,01	10^{-2}	centi	c
0,001	10^{-3}	mili	m

Compuestos químicos

Sustancia	Símbolo
Metano	CH ₄
Óxido Nitroso	N ₂ O
Dióxido de carbono	CO ₂
Monóxido de carbono	CO
Clorofluorocarbonos	CFC
Hidrofluorocarbonos	HFC
Perfluorocarbonos	PFC
Hexacloruro de azufre	SF ₆

Siglas

AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
AFOLU	Agriculture, Forestry and other Land Use (Agricultura, Silvicultura y otros usos del suelo)
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIFEN	Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño
CMNUCC	Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COP	Conferencia de las Partes
DEFRA	U.K. Department for Environment Food & Rural Affairs (Departamento de Medio Ambiente Alimentación y Asuntos Rurales)
EEA	European Environment Agency (Agencia Europea de Medio Ambiente)
EIA	U.S. Energy Information Administration (Administración de la información energética)
GEI	Gases de efecto invernadero
GHG	Greenhouse Gas (gas de efecto invernadero)
IDAE	Es. Instituto para la Diversificación y ahorro de la energía
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático)
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
IPPU	Industrial Processes and Product Use (Procesos Industriales y Uso del Producto)
MAE	Ministerio del Ambiente - Ecuador
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica)
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OSE	Observatorio de Sostenibilidad en España
SIN	Sistema Nacional Interconectado
TCN	Tercera Comunicación Nacional
USEPA	United States Environmental Protection Agency (Agencia de Protección ambiental de los Estados Unidos)

RESUMEN

En el presente trabajo se estimó las emisiones de los principales gases de efecto invernadero (GEI) dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), generados por la producción metalmecánica de la empresa Indumaster S.A. del Cantón Montecristi de Manabí, Ecuador, bajo los lineamientos de la Norma ISO 14064:1-2006. El cálculo se basó en los datos de actividad como son consumo de energía eléctrica, combustibles, insumos materiales y generación de residuos, relacionados con su respectivo factor de emisión y el resultado se expresó en unidades de CO_2 equivalente ($\text{CO}_2\text{-eq}$). Se determinó que las emisiones que corresponden al año 2016 fueron 2910,69 Ton $\text{CO}_2\text{-eq}$ clasificadas en emisiones directas, indirectas y otras emisiones indirectas identificadas como Alcance 1, 2 y 3, respectivamente. Al Alcance 1 corresponden 1304,48 Ton de $\text{CO}_2\text{-eq}$ principalmente por el uso de gas licuado de petróleo, en Alcance 2 las 371,67 Ton de $\text{CO}_2\text{-eq}$ se debieron al consumo de energía eléctrica y en Alcance 3 se determinaron 1235,54 Ton de $\text{CO}_2\text{-eq}$ las cuales no están bajo control directo de la empresa. Al cuantificar las emisiones de GEI a la atmosfera producto de la actividad industrial, se da el primer paso para establecer mecanismos de reducción, mitigación y/o compensación.

SUMMARY

In the present work we estimated the emissions of the main greenhouse gases (GHG), carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O), generated by the metal-mechanic production of the company Indumaster S.A. of the Montecristi Canton of Manabí, Ecuador, under the guidelines of ISO 14064: 1-2006. The calculation was based on activity data such as electricity consumption, fuel, material inputs and waste generation, related to their respective emission factor and the result was expressed in units of CO₂ equivalent (CO₂-eq). It was determined that the emissions corresponding to the year 2016 were 2,910.69 Ton CO₂-eq classified in direct, indirect and other indirect emissions identified as Scope 1, 2 and 3, respectively. Scope 1 corresponds to 1,304.48 Ton of CO₂-eq mainly due to the use of liquefied petroleum gas, in Scope 2 the 371.67 Ton of CO₂-eq was due to the consumption of electrical energy and in Scope 3, 1,235.54 Ton of CO₂-eq were determined, which are not under the direct control of the company. When quantifying GHG emissions to the atmosphere resulting from industrial activity, the first step is taken to establish reduction, mitigation and / or compensation mechanisms.

I. INTRODUCCIÓN

El efecto invernadero es uno de los mecanismos generados por los gases que se encuentran en la atmósfera terrestre para mantener una temperatura media global que permita el desarrollo de las actividades humanas; sin embargo, la concentración de estos gases, principalmente la del CO₂ debido a la actividad industrial y quema de combustibles fósiles, han aumentado drásticamente al punto de pasar de un efecto invernadero a un calentamiento global (Halpern Mery, 2013).

De este modo, se ha determinado que la temperatura media global ha aumentado 1°C durante los últimos 50 años y, así mismo, se prevé que en este siglo aumente a 1,7°C (Torres Cabarcas, 2015). Por tal motivo, desde 1992 se considera relevante la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) una vez que se aprobó la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la cual establece el compromiso de los estados miembros de elaborar periódicamente inventarios nacionales de emisiones.

Estos inventarios son realizados con base en la guía metodológica planteada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2006), la cual considera cinco sectores o categorías de fuentes y sumideros¹: Energía, Procesos industriales y uso de productos (IPPU), Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU), Desechos y Otros.

Además en 1997, a través del Protocolo de Kioto, se estableció la meta de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de carbono (HFC), en un 5% con relación al año 1990, hasta el año 2012, lo cual dio lugar a la creación de un

¹ Sumidero: todo proceso, actividad o mecanismo que remueve de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de cualquiera de ellos (GTI, II y III) (IPCC, 2014).

sistema de comercio de derechos de emisión que puede ser utilizado por las empresas de los países contaminantes.

Es así como la cuantificación de emisiones, a más de ser inventarios nacionales, se aplican también a nivel de organizaciones, donde el inventario de gases de efecto invernadero (INGEI) representa las emisiones a lo largo de un año y se estima a través de los datos de actividad de cada etapa de los distintos procesos, multiplicados por su factor de emisión, expresando el resultado en unidades de masa de CO₂ equivalente.

Cabe recalcar que, así mismo existen varias metodologías que pueden ser aplicadas para realizar este proceso; sin embargo, una de las más utilizadas es la Norma ISO 14064:1 (Rodas Samayoa, 2014; Santillán Sandoval, 2014). Por lo que en este proyecto investigativo se seguirán los mismos lineamientos, para determinar las emisiones generadas por una de las actividades productivas más importantes del cantón y de esta forma constatar la eficiencia de la industria con relación al uso racional de sus recursos y servicios.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo económico y demográfico determina el aumento de las emisiones de GEI. Este aumento es constante desde la época preindustrial y se evidencia en los datos del Centro de Información sobre Dióxido de Carbono, División de Ciencias Ambientales del laboratorio Nacional de Oak Ridge de Estados Unidos y publicados por el Banco Mundial, donde se indica que las emisiones de CO₂ a nivel mundial se han cuadruplicado desde 1960, llegando a 36'138.285 kTon durante el 2014 (Grupo Banco Mundial, 2017).

Los GEI, generados en procesos naturales y actividades antrópicas, tienen la capacidad de absorber y emitir radiaciones que provienen de la superficie de la tierra, haciendo que se caliente la atmósfera. Por ello es preocupante el constante aumento de las emisiones de CO₂, principal gas de efecto invernadero, ya que a una mayor concentración en la atmósfera mayor temperatura global (Jaramillo, 2007).

Este calentamiento global es un fenómeno que afecta todas las actividades y la calidad de vida de la población mundial y su impacto ambiental se refleja en la tendencia de variación de la temperatura atmosférica con consecuencias como el derretimiento de los glaciares, el ascenso del nivel del mar, la alteración de la media de las precipitaciones, migración de especies y mayor riesgo de enfermedades. Justamente es la lucha contra el calentamiento global, lo que ha determinado que se busquen mecanismos para medir, reducir y mitigar el impacto generado por las emisiones de GEI.

Según el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), sólo entre los años 2000 y 2010, la variación responde a suministro de energía en un 47% y a la industria en un 30% (IPCC, 2015). Se considera que, a nivel empresarial los beneficios de cuantificar las emisiones de GEI están relacionados con la sustentabilidad del negocio y la detección de ineficiencias en los procesos productivos (CEPAL, 2013).

2.1. CONTEXTUALIZACIÓN

2.1.1. Contexto macro

Las emisiones de GEI son un asunto global, el mundo está concentrado en reducir el CO₂ de origen antrópico. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) ha sido ratificada por 197 países, lo que demuestra que el problema es enfrentado por todas las regiones.

En Europa, hay mucha concientización y acciones de lucha contra el cambio climático, siendo uno de los principales ejemplos España donde el 2014 se aprobó el decreto 163/2014 que hace referencia al registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono promovido por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA, 2014) que incluso, elaboró una herramienta de cálculo y documentos necesarios para realizar este proceso en su alcance 1 y 2.

Sin embargo, esta situación es muy diferente a Estados Unidos, el segundo país más emisor de CO₂, después de China, que no ratificó el Protocolo de Kioto y en junio manifestó su intención de retirarse del Acuerdo de París a través de la carta de intención enviada en agosto; sin embargo, para hacerlo debe esperar hasta el 2019. Mientras que, en América Latina y el Caribe, hay una tendencia de aumento de las emisiones, siendo el sector energético el de mayor contribución (CEPAL, 2013; The New York Times, 2016).

2.1.2. Contexto meso

La actividad industrial, dependiendo de su ámbito, está ligada con casi todos los subsectores y como responsabilidad social a nivel global, las instituciones están calculando sus emisiones para alcanzar un fin último que es reducirlas.

Por esta razón, en diversos países se están tomando cartas en el asunto para la reducción de gases de efecto invernadero. Tal es el caso de Perú, que

cuenta con varias empresas que tienen un compromiso ambiental y han realizado la medición de la Huella de Carbono y reducción de costo, como Topy Top, COPEINCA, Agroindustrias Athos, Corporación Rey, CORMIN, Zinsa, Silgelsa, Texfina, Calsa-Fleishman, BID-Perú, Toronja comunicaciones, Foro APEC, y empresas hoteleras como Inkaterra, Miraflores Park Hotel y Los Delfines (Calle Benavides y Guzmán Bejar, 2001).

En Colombia, es en el 2010 cuando el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, mediante resolución 27344, plantea el marco de referencia para la formulación de proyectos de captura de GEI, con el fin de contribuir al desarrollo sostenible del país debido a su contribución de 250 Ton CO₂/millón de USD del PIB en el año 2009 (Moreno García, 2013). Este mismo autor, fue el responsable de calcular las emisiones generadas por una planta extractora de aceite de palma, obteniendo un resultado de 115.352 Ton CO₂-eq, lo que equivale a una emisión de 660 kg de CO₂-eq por cada tonelada de aceite crudo de palma procesado.

De forma general, en Latinoamérica, en países como Chile, Brasil, Colombia, Costa Rica y México, existen varias iniciativas que promueven el mercado de carbono y que cuentan con el apoyo del banco mundial (Ministerio de Ambiente de Perú, 2015).

En Ecuador, la Tercera Comunicación sobre el Cambio Climático, reconoce que Ecuador es responsable del 0,15% de las emisiones a nivel mundial y que de las emisiones reportadas en el 2012 ante el INGEI, que son 80,6 millones de Ton de CO₂, se estima que el sector energía es el mayor contribuyente con el 46,63%, en orden descendente le siguen: el sector USCUS (uso de suelo, cambio de suelo y silvicultura) con el 25,35%, agricultura 18,17%, los sectores procesos industriales 5,67% y residuos 4,19% del total de las emisiones netas (MAE, 2017).

Dentro del sector energía, que contempla generación eléctrica y uso de energía en transporte e industria, el subsector transporte es el más representativo con el 45,16% del total del sector. La Fabril, Toni y Pronaca fueron las primeras compañías en calcular sus emisiones y en la actualidad ya son 47 las empresas exportadoras que han realizado la medición de Huella de

Carbono de sus productos, gracias a la cooperación público-privada (Diario Expreso, 2017).

2.1.3. Contexto micro

Los establecimientos económicos se concentran en la región costa, en un 42% y dos de las provincias que reciben mayor despacho de combustible y demandan más energía son Guayas y Manabí, siendo esta última la que ocupa el tercer lugar en ambas categorías. En cuanto al consumo de electricidad el sector industria demanda el 41% de la energía generada.

En el 2015, la producción manufacturera, que encierra la totalidad de las actividades industriales, excepto la del petróleo, representó el 11.6% del PIB. Esta representa para Montecristi la principal fuente de empleo de la población económicamente activa según el último Censo de Población y Vivienda (INEC, 2010). Cabe recalcar que, según los registros del gobierno local, en el 2014 el cantón poseía 405 actividades económicas, de las cuales sólo 23 eran industrias.

2.2. DELIMITACIÓN

2.2.1. Espacial

El espacio geográfico en estudio fue la empresa Indumaster S.A. que se encuentra ubicada en el cantón Montecristi, provincia de Manabí, país Ecuador, con coordenadas geográficas 0°59'33.78"S y 80°41'30.99"W (Anexo 1).

2.2.2. Temporal

Las fases bibliográficas y analíticas comprendieron los meses de agosto, septiembre y octubre del 2017. Cabe recalcar que, para la fase bibliográfica se consideró toda la información existente durante el año 2016, ya que se puede analizar el año completo.

2.3. JUSTIFICACIÓN

El efecto invernadero es un fenómeno que permite mantener la temperatura adecuada para la vida en el planeta, debido a la presencia de ciertos gases que retienen parte del calor emitido por la radiación solar. Estos GEI pueden ser de origen natural o antropogénico pero el aumento de su concentración ha generado lo que se denomina “calentamiento global”.

Justamente es la lucha contra el calentamiento global lo que ha determinado que se busquen mecanismos para medir, reducir y mitigar el impacto generado por las emisiones ya que en el 2015 la concentración atmosférica media de CO₂ alcanzó los 400 ppm, mientras que en la era preindustrial no sobrepasaba los 278 ppm.

En cuanto a la situación de Ecuador, en la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático del Ecuador emitida en 2011, se menciona que las emisiones habrían pasado de 265.139,7 kTon CO₂-eq a 410.010,75 kTon CO₂-eq desde 1990 al 2006, lo que representa un incremento de 54%. Estas emisiones comprenden 5 sectores: energía, procesos industriales, agricultura, cambio de uso del suelo y desechos (MAE, 2011).

Según datos presentados este año por el MAE, con respecto al INGEI del 2012, el sector energía es el que más contribuye, con el 46,63 % del total de las emisiones netas, que contempla generación eléctrica y uso de energía en transporte e industria; mientras que, en el consumo de electricidad, el sector industrial demanda el 41% de la energía generada, por ello la necesidad de actuar en el ámbito industrial.

Realizar la cuantificación o un inventario de las emisiones de GEI de una actividad o empresa, constituye el paso previo para la elaboración y aplicación de programas de gestión ambiental. Se considera que, a nivel empresarial los beneficios están relacionados con la sustentabilidad del negocio y la detección de ineficiencias en los procesos productivos (CEPAL, 2013).

Desde el año 2011, a través de convenios con organismos nacionales e internacionales, varias empresas del país han emprendido proyectos para la

medición de su huella de carbono. Localmente, la industria Indumaster representa una actividad de interés social y económico, por ello la necesidad de aplicar el presente proyecto en la empresa productora y comercializadora de muebles de oficina y de hogar, considerando que es una tendencia a nivel mundial el realizar inventarios de emisiones de GEI y que probablemente se convierta en un requisito dentro de ciertos convenios comerciales.

Para el MAE, la aplicación de esta clase de programas contribuye a la lucha contra el cambio climático, por lo que ya se han establecido políticas ambientales, compensaciones e incentivos para involucrar al sector productivo en la determinación de la huella de carbono.

Entre los beneficios que se derivan de la medición de las emisiones se puede considerar: el cumplimiento de la responsabilidad social y ecológica; creación de proyectos para reducir costos energéticos; la posibilidad de obtener reconocimiento empresarial como es la certificación “Carbono Neutral” que según se manifiesta en el SUIA, significa que “...el resultado final de una actividad que no haya emitido más gases efecto invernadero a la atmósfera de los que hayan podido capturar o remover”.

También se puede considerar a este proceso como parte de una evaluación del sistema productivo de la empresa. Al ser realizado bajo la norma internacional ISO 14064-1:2006 se puede establecer el primer año de evaluación, como año base de referencia y con él se podrán comparar nuevos inventarios para determinar la eficiencia de los programas de gestión ambiental aplicados y/o para buscar mecanismos de compensación.

Por tal motivo, esto sería logrado a través de: diagnosticar la actividad industrial, basada en registros de producción y consumos representativos tomando como base el 2016; calcular las emisiones de los GEI como el CO₂, CH₄ y N₂O; elaborar un informe de emisiones en unidades de CO₂-eq; y, proponer alternativas para la reducción de emisiones de GEI.

III. OBJETIVOS

Objetivo general

Cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la empresa Indumaster S.A. según los lineamientos de la Norma ISO 14064:1-2006

Objetivos específicos

- Diagnosticar la actividad industrial, basada en registros de consumos de energía e insumos representativos de la empresa Indumaster S.A. de todo el año 2016.
- Calcular las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas, en unidades de CO₂ equivalente, en función de los datos obtenidos.
- Proponer alternativas como proyectos de gestión ambiental para la reducción de las emisiones de GEI.

IV. HIPÓTESIS

La cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de la empresa Indumaster S.A. propiciará una gestión ambiental orientada a la reducción, mitigación y/o compensación de las mismas.

V. VARIABLES

5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Emisiones de gases de efecto invernadero.

5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Actividad industrial y administrativa de la empresa Indumaster S.A.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. LA ATMÓSFERA

La atmósfera terrestre ha evolucionado en cuanto a su composición debido a procesos físicos y químicos, así también el clima ha experimentado variaciones con épocas frías y épocas cálidas. La atmósfera es una capa gaseosa, con un grosor de 700 km, que envuelve a la Tierra y que tiene la capacidad de protegerla de meteoritos y radiaciones nocivas para la salud (Medeiros, 2005).

6.1.1. Su composición

La densidad de esta capa suele disminuir con la altitud ya que en sus primeros 80 km abarca la mayoría de gases que la componen (Strahler y Strahler, 1989); dentro de los cuales están: el nitrógeno, que representa aproximadamente el 78% de toda su composición volumétrica; el oxígeno, con el 21%; y, el 1% restante que está constituido por una serie de gases en menores proporciones como el argón, dióxido de carbono (CO₂), vapor de agua (H₂O), metano (CH₄), ozono (O₃), entre otros, según Quereda (2005).

Este último autor, también manifiesta que el 99% del total de la masa atmosférica se encuentra dentro de los primeros 30 km desde la superficie terrestre y que hasta los 15 km se considera zona meteorológicamente activa ya que en ella ocurren todos los procesos climáticos.

Tabla 1. Gases permanentes y variables de la atmósfera

Elemento	Símbolo	Porcentaje
Nitrógeno	N ₂	78,08 %
Oxígeno	O ₂	20,95 %
Argón	Ar	0,93 %
Neón, Helio, Kriptón	Ne, He, Kr	0,0001 %
Dióxido de carbono	CO ₂	0,0003 %
Vapor de agua	H ₂ O	0 – 4 %

Metano	CH ₄	Rastros
Dióxido de sulfuro	SO ₂	Rastros
Ozono	O ₃	Rastros
Óxidos de nitrógeno	NO, NO ₂	Rastros

Fuente: Egger (2003)

6.1.2. Su estructura

Según la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología o FECYT (2004), debido a la variación térmica, la atmósfera se divide en:

- Troposfera: Es en donde se desarrolla la vida y la mayoría de fenómenos meteorológicos. Comprende hasta una altitud de 10 km en los polos y 18 km en el ecuador, con una temperatura que desciende hasta los -70°C con el aumento de la altura.
- Estratosfera: En ella se encuentra la capa de ozono y suele aumentar la temperatura hasta los -10°C en su altitud máxima que es de 18 km.
- Mesosfera: Alcanza los 80 km de altitud y su temperatura suele disminuir hasta los -140°C conforme aumente la altura.
- Termosfera: Suele alcanzar varios cientos de kilómetros de altitud y su temperatura aumenta con la altura, pudiendo llegar hasta los 1000°C.

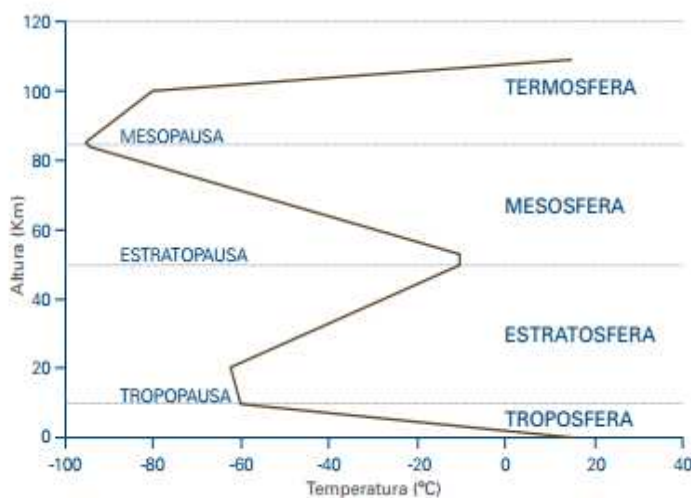


Figura 1. Perfil térmico de la atmósfera

Fuente: FECYT (2004)

6.2. EL EFECTO INVERNADERO

Es un mecanismo existente desde que la Tierra posee atmósfera (aproximadamente 4.000 millones de años) y que, a través de la dinámica de la radiación, genera una temperatura global adecuada para el desarrollo de la vida ya que, sin su existencia, la temperatura media del planeta sería por debajo de los -15°C (Caballero *et al.*, 2007).

Según estos autores, de toda la radiación solar que llega al planeta, el 30% es reflejado directamente al espacio, el 20% es retenido por la atmósfera y el 50% restante llega a la superficie terrestre. Este 50% está representado por radiaciones visibles y ultravioletas que logran atravesar las nubes por su alta energía y cuando calientan la tierra, se devuelve la energía acumulada en forma de calor o radiaciones infrarrojas (de baja energía) que asciende a las nubes y es absorbida por los GEI que devuelven el calor a la superficie terrestre.

6.2.1. Tipo de radiaciones

Según Ribeiro (2013) el sol suele emitir radiaciones con longitudes de ondas de menos de 50 nm a 100.000 nm (o 100 μm). Dentro de ellas tenemos (Figura 2):

- La radiación ultravioleta

Son las de menor longitud de onda y suelen ser de tres tipos: A, que por sus longitudes de onda de 320-400 nm logran llegar a la superficie terrestre pero no son tan perjudiciales para los seres vivos; B, que suelen ser perjudiciales para los seres vivos debido a su capacidad de generar bronceado de piel o cáncer pero debido a la longitud de sus ondas (280-320 nm) gran parte de ellas quedan retenidas en la capa de ozono; y, las C, que suele ser la más perjudicial para los seres vivos pero, por su corta longitud de onda (<50-200 nm), no logran atravesar la capa de ozono.

- La radiación visible

Es una radiación electromagnética, con longitudes de onda comprendidas entre los 400 y 750 nm, capaz de excitar la retina humana y crear la sensación de visión (Ribeiro, 2013).

- La radiación infrarroja

Es la radiación de mayor longitud de onda (4.000-100.000 nm) pero con poca carga asociada. Esta es la responsable de agitar las moléculas de los GEI que se encuentra en la atmósfera y que generan el aumento de la temperatura global.

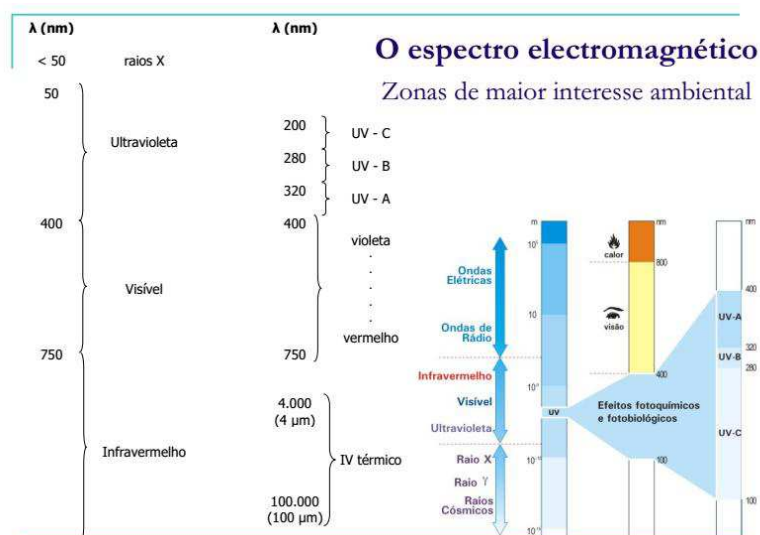


Figura 2. Espectro electromagnético de los rayos solares
Fuente: Ribeiro (2013).

6.2.2. Los GEI y sus orígenes

Según la Comisión para la Cooperación Ambiental o CCA (s.f.) existen varios gases de efecto invernadero cuyo origen puede ser: natural, como el caso del vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O); o, antropogénico, principalmente por generados por la actividad industrial, como los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6). Cabe recalcar que, de todos estos gases, los que más contribuyen al efecto invernadero son el vapor de agua y el dióxido de carbono (Tabla 2).

Tabla 2. Principales gases que contribuyen al efecto invernadero

Gas	% en la atmósfera	Contribución al efecto invernadero
H ₂ O	0,1 - 5	36 - 72%
CO ₂	0,039	9 - 26%
CH ₄	1,6x10 ⁻⁴	4 - 9%

Fuente: Rebeiro (2013).

6.2.3. Sus fuentes y concentraciones históricas

6.2.3.1. Vapor de agua (H₂O)

Es el más importante de los gases de efecto invernadero debido a que es del que mayor cantidad existe en la atmósfera y su concentración ha ido aumentando desde 1980, sin embargo, su tiempo de vida es de aproximadamente 9 días (Ribeiro, 2013b).

Hay una interacción entre el aumento en la concentración del vapor de agua y el dióxido de carbono. El aire más caliente retiene más vapor, por lo tanto son las altas temperaturas causadas por la concentración de CO₂ lo que determina el aumento en los niveles del vapor de agua a nivel global (OMM, 2015).

6.2.3.2. El dióxido de carbono (CO₂)

De forma natural, este gas es producido por el mecanismo de respiración, los incendios forestales e, incluso, el proceso de descomposición de la materia; sin embargo, la principal fuente aportadora de este gas es el derivado por el uso de combustibles fósiles como petróleo, gas, carbón, etc. y por la creciente deforestación (Colque y Sánchez, 2007).

Según Ribeiro (2013b) el tiempo de vida que tiene este gas es de aproximadamente un siglo y sus concentraciones han incrementado exponencialmente a lo largo de los años (Figura 3 y 4) como se evidencia en los registros históricos, donde las concentraciones entre el periodo 1000 - 1750 eran de ~280 ppm, para el 2012 ascendió a 392 ppm y para el 2017 a 405 ppm.

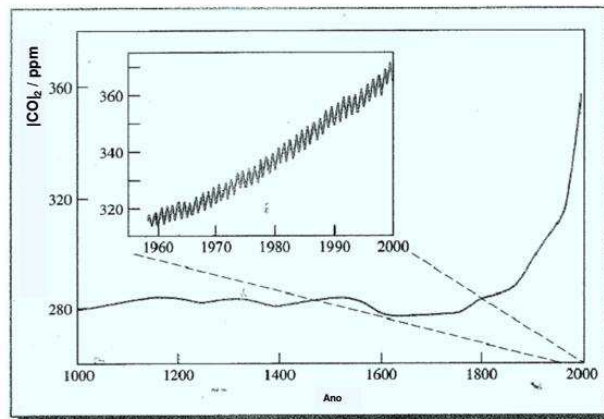


Figura 3. Variación de la concentración histórica de CO₂
Fuente: Ribeiro (2013b)

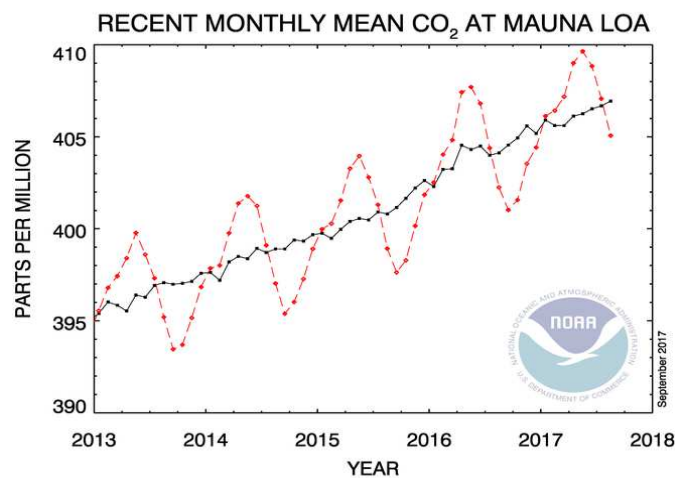


Figura 4. Reciente oscilación media del CO₂
Fuente: Earth System Research Laboratory (2017).

6.2.3.3. El metano (CH₄)

Según la Organización Mundial de Meteorología u OMM (2015), el origen del metano es 40% natural (humedales y termitas) y 60% antropogénico (ganadería de rumiantes, cultivo de arroz, explotación de combustibles fósiles, vertederos y combustión de biomasa). Así mismo, la organización manifiesta que sus concentraciones aumentaron en un 254% (Figura 5), es decir que pasó de ~722 ppb existentes en la era preindustrial, ahora se registró 1.833 ppb en el 2014.

Como dato adicional, este gas es aproximadamente 23 veces más eficiente que el CO₂ para absorber radiación infrarroja y su tiempo de vida es de 10-20 años (Ribeiro, 2013b).

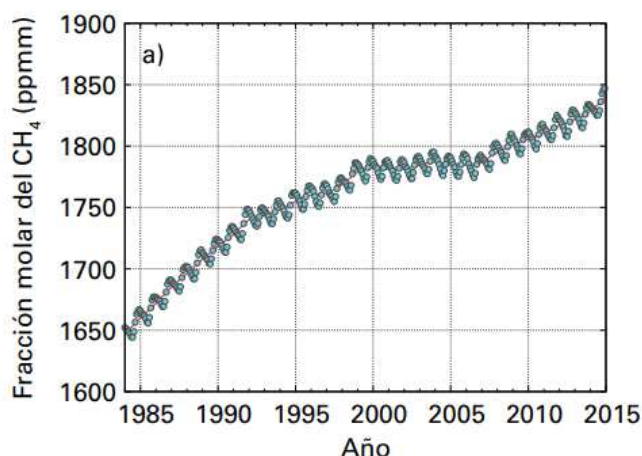


Figura 5. Promedio mundial de la fracción molar de CH_4 de 1984 al 2015

Fuente: OMM (2015).

6.2.3.4. El óxido nitroso (N_2O)

Es el tercer gas que influye en el forzamiento radiativo² generado por los GEI cuyas concentraciones (Figura 6) en la época preindustrial eran de 270 ppb y en la actualidad se aproximan a los 327 ppb (OMM, 2015).

Según Ribeiro (2013b) este gas es 296 veces más eficiente que el CO_2 y es el que contribuye de mejor forma a la destrucción de la capa de ozono, teniendo como fuentes principales: la nitrificación y desnitrificación ocurrida principalmente en suelos de regiones tropicales, la industria del nylon, los motores de combustión interna, la liberación de los océanos, etc.

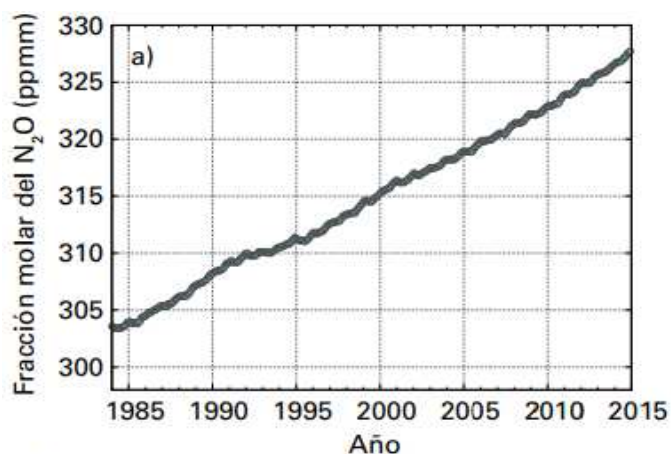


Figura 6. Promedio mundial de la fracción molar de N_2O de 1984 al 2015

Fuente: OMM (2015).

² Variación del flujo radiativo en la parte superior de la atmósfera, debida a una variación del causante externo del cambio climático (IPCC, 2015).

6.2.3.5. Hexafluoruro de azufre (SF₆)

Según la OMM (2015) es un potente GEI producido por industria química con fines de ser aislante en los equipos de distribución eléctrica. En el 2000 alcanzó una concentración molar de 4,2 ppb con una tasa de aumento de 0,24 ppb por año (Figura 7) según Alfaro *et al.* (2014). Cabe recalcar que este gas tiene un tiempo de vida útil de aproximadamente 3.200 años y una eficacia de ~23.900 veces superiores a la del CO₂ (Ribeiro, 2013b).

6.2.3.6. Hidrofluorocarbonos (HFC)

Son gases sintetizados, con un tiempo de vida de 260 años, que fueron creados para reemplazar los clorofluorocarbonos (CFC) ya que no degradan la capa de ozono pero sí contribuyen al efecto invernadero con una eficacia de 11.700 a 13.000 veces mayor que la del CO₂, sin embargo, debido a que su concentración en el 1998 era de 14 ppb, con una tasa de crecimiento de 0,05 ppb por año, se considera que su aporte al efecto invernadero es modesto (Martínez *et al.*, 2004; Alfaro *et al.*, 2014).

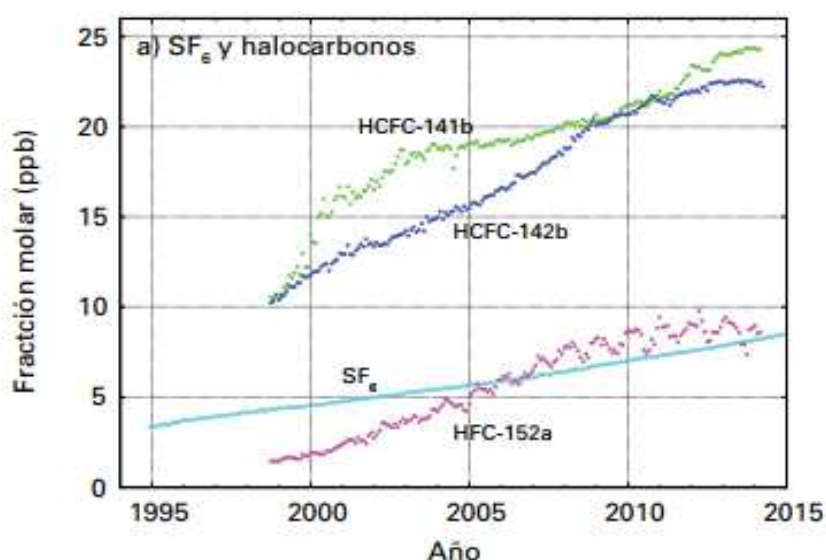


Figura 7. Promedio mundial de la fracción molar de SF₆ y HFC de 1995 al 2015

Fuente: OMM (2015).

6.2.3.7. Perfluorocarbonos (PFC)

Son gases derivados del aluminio y del enriquecimiento de uranio en reemplazo de los CFC con un potencial de 6.500 a 9.000 mayor al del CO₂.

Dentro de los principales compuestos, está el perfluorometano (CF₄) que tiene un tiempo de vida de 50.000 años y cuya concentración global ha incrementado de 40 pptv en la era preindustrial a 80 pptv en el año 1998 (Alfaro *et al.*, 2014).

6.3. EL CALENTAMIENTO GLOBAL

El aumento en la concentración de GEI en la atmósfera intensifica el efecto invernadero, aumentando la temperatura media global. Esto último incrementa la emisión y concentración de vapor de agua, reforzando así el efecto y generando un ciclo de auto refuerzo. Cuando hay un incremento de CO₂ o vapor de agua en regiones ecuatoriales hay un impacto moderado; sin embargo, en las zonas polares el impacto es mayor.

Es claro que, si las concentraciones de GEI continúan aumentando, la temperatura del planeta mantendrá una tendencia positiva e, incluso, si las emisiones de estos gases se estabilizan, los efectos del calentamiento perdurarán mucho tiempo, pues los gases de este tipo tienen a permanecer por muchos años en la atmósfera (Martínez *et al.*, 2004).

Larios (2008), en su libro “Calentamiento global: al borde del límite” manifiesta que el Grupo de Trabajo I, también conocido como WGI por sus siglas en inglés, publicó su informe “Impacto, adaptación y vulnerabilidad” donde pronosticó que la continuidad de emisiones de GEI inducirá muchos cambios en el sistema climático global durante el siglo XXI (Figura 8) que serán mayores a los observados durante el siglo XX, así mismo la variación del régimen de precipitaciones aumentará el riesgo de inundaciones y de prolongadas sequías.

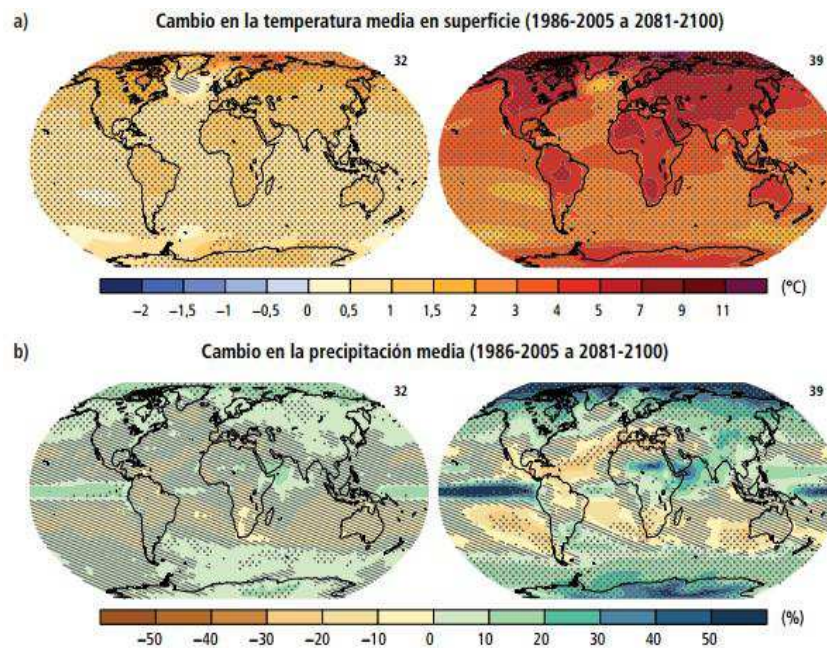


Figura 8. Proyecciones de variación de la: a) temperatura; y, b) precipitaciones durante los periodos 1986-2005 y 2081-2100.

Fuente: IPCC (2014).

Por otro lado, según el análisis de Nahle (2007), biólogo del Biology Cabinet, el calentamiento global puede considerarse como un fenómeno cíclico que necesariamente no está ligado a las concentraciones de CO₂. Esto se debe a que, dentro de su investigación recopiló datos provenientes del IPCC y la NOAA que determinan que en el Holoceno, es decir durante los últimos 11500 años del periodo Cuaternario, ocurrió lo denominado “óptimo climático” donde la temperatura y el calentamiento global fueron más intensos que en la actualidad, llegando a registrar 6°C más de lo registrado durante los últimos 150 años.

Adicionalmente manifiesta que aunque la concentración de CO₂ (Figura 9) ha ido en constante aumento desde la revolución industrial, este gas no es un conductor importante en el clima y que los sumideros del mismo no funcionan eficientemente por causa de acontecimientos solares y no por causa del hombre, como lo han hecho creer.

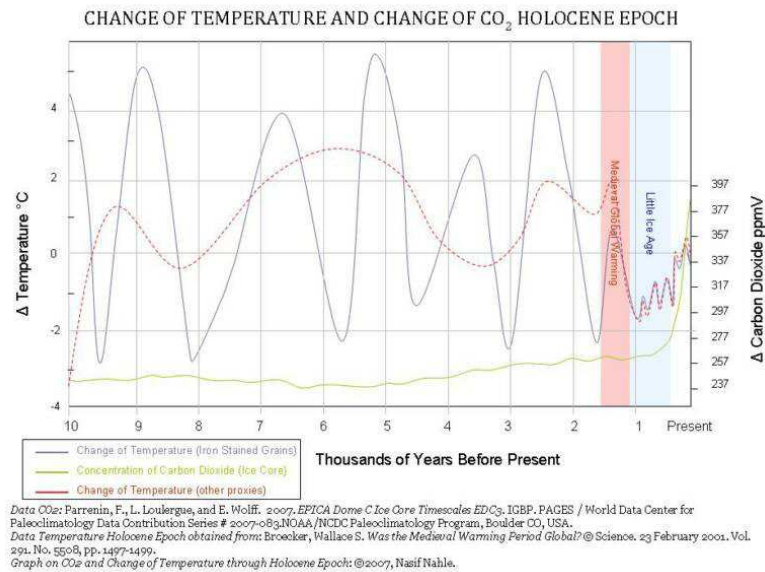


Figura 9. Oscilaciones de temperatura y CO₂ durante los últimos 10.000 años.
Fuente: Nahle (2007).

6.3.1. Dinámica de las temperaturas

Según los informes de la Nasa y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) el 2016 es el año que registra el récord más alto de temperatura superficial desde 1880. Se considera probable que de 0,5°C a 1,3°C de dicho aumento (Figura 10), ocurrido entre 1951 y 2010, se deba a los GEI. La OMM también ha confirmado dicho récord, por superar en 1,1°C la temperatura en la era preindustrial y añade que el CO₂ y el CH₄ también han alcanzado niveles históricos.

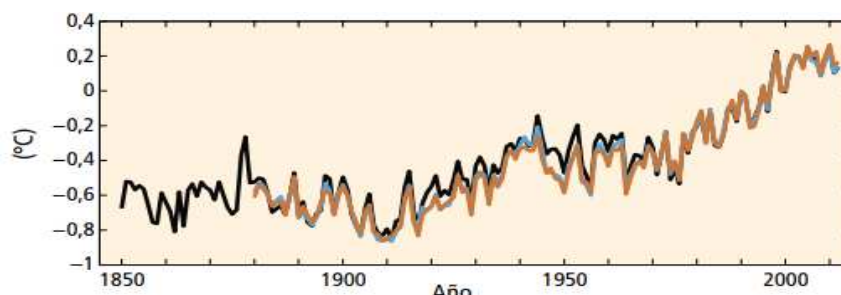


Figura 10. Anomalía del promedio global de temperaturas en superficie, terrestres y oceánicas, combinadas.
Fuente: IPCC (2014).

6.3.2. Combate al cambio climático

La preocupación por el cambio climático data de varias décadas. En 1979 se realizó la primera conferencia mundial sobre el clima, fue organizada por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en Ginebra, para tratar la influencia y afectaciones de las actividades humanas y el clima. Para el año 1988 se crea el Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) y en 1992 en la cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro se aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Los efectos del cambio climático que algunos científicos habían pronosticado ya son evidentes: el aumento de la temperatura global y del nivel del mar, el deshielo de los glaciares, daños de las cosechas, presencia de vectores transmisores de enfermedades, inundaciones, sequías y huracanes. Según Greenpeace, dato publicado el año 2017, el sector energético es el mayor causante de las emisiones debido a la quema de combustibles fósiles.

Desde 1994, se realizan reuniones anuales entre los países participantes, en lo que se denominó Conferencia de la Partes (COP). En 1997 se estableció el Protocolo de Kioto con el compromiso de reducir las emisiones de GEI en un 5% con relación al año 1990. En la reunión del COP 21, de 2015, se estableció el acuerdo de París con el que se pretende que el aumento de la temperatura global no sobrepase los 2°C y establecer acciones de adaptación y mitigación del cambio climático.

Mediante Decreto Ejecutivo 1815, de julio de 2009 32, Ecuador declaró como política de Estado la adaptación y mitigación del cambio climático. La industria debe prepararse para implementar programas de eficiencia energética, uso de energía alternativa, producción más limpia y uso de tecnologías que permitan mantener la actividad sustentable.

En este contexto, la adaptación se enfoca en el ajuste de los sistemas humanos o naturales ante entornos cambiantes, con el fin de reducir la vulnerabilidad y promover el desarrollo sustentable (CIIFEN, s.f.) mientras que la mitigación, de acuerdo con la CMCCNU se refiere a las políticas, tecnologías

y medidas tendientes a limitar y reducir las emisiones de GEI que, para medirlas se crea un indicador denominado huella de carbono.

“La huella de carbono se define como la cantidad total de GEI causados directa o indirectamente por una organización, un producto o un servicio. Es por tanto un inventario de GEI, que se mide en toneladas de CO₂ equivalente y que tiene en cuenta los seis tipos de gases considerados en el Protocolo de Kioto (CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs y SF₆)” (Ihobe, 2012).

Actualmente la huella de carbono es identificada con el ciclo de vida de un producto, por ello cuando se trata de la huella de carbono de una organización se prefiere usar el término “Inventario de Gases de Efecto Invernadero” que incluye emisiones y remociones.

6.4. CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES

6.4.1. Enfoques metodológicos del cálculo de emisiones

Hay diferentes metodologías para calcular las emisiones de GEI, también identificadas como huella de carbono, pero existen dos enfoques básicos que son a nivel corporativo y de producto. A nivel corporativo se utilizan los datos correspondientes a consumos directos e indirectos de materiales y energía (OSE, 2011) mientras que para producto se considera su ciclo de vida, es decir, desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final.

La huella de carbono es una ecoetiqueta utilizada para describir el cálculo de las emisiones de todos los gases de efecto invernadero asociados a organizaciones, eventos o actividades o al ciclo de vida de un producto en orden a determinar su contribución al cambio climático y se expresa en toneladas de CO₂ equivalente. (AENOR, 2016).

6.4.1. Metodologías aplicadas a nivel mundial

El Observatorio de la Sostenibilidad de España u OSE, en su guía para el cálculo de huella de carbono del 2011, establece las principales metodologías y normas (Tabla 3) aplicables a nivel mundial para el cálculo de

emisiones de gases de efecto invernadero desde un enfoque de organización o de producto. Además, el fin de esta guía es concientizar a los empresarios sobre el desarrollo de su empresa y el cambio climático, para así aplicar procesos amigables al ambiente que no afecten la producción.

Tabla 3. Metodologías de cálculo de huella de carbono utilizadas en Europa y en el mundo.

Enfoque	Metodología	Ámbito de aplicación
Organización	Carbon Disclosure Project (CDP)	Aplicación voluntaria y de ámbito global. Ampliamente adoptada
	WBCSD/WRI GHG Protocol Corporate Standard	Aplicación voluntaria y de ámbito global. Ampliamente reconocida; base para otros estándares
	ISO 14064:2006 (Partes 1 and 3)	Aplicación voluntaria y de ámbito global. Estándar Internacional verificable
	French Bilan Carbone	Aplicación voluntaria y de ámbito europeo. Ampliamente reconocida
	DEFRA Company GHG Guidance	Aplicación voluntaria y de ámbito europeo. Ampliamente reconocida
	UK Carbon Reduction Commitment (CRC)	Aplicación obligatoria y de ámbito europeo. Cubre a los pequeños emisores
	US EPA Climate Leaders Inventory Guidance	Aplicación voluntaria y de ámbito USA. Provee incentivos
	US GHG Protocol Public Sector Standard	Aplicación voluntaria y de ámbito USA y al sector público
Producto	PAS 2050	Aplicación voluntaria. Procedencia UK
	KOREA PCF	Aplicación voluntaria. Metodología creada en Corea
	Carbon Footprint Program	Aplicación voluntaria. Procedencia Japón
	Carbon Index Casino	Aplicación voluntaria. Procedencia Francia
	Greenext	Aplicación voluntaria. Procedencia Francia
	Climate Certification System	Aplicación voluntaria. Procedencia Suecia
	Climatop	Aplicación voluntaria. Procedencia Suiza
	GHG Protocol – product Life Cycle Accounting and Reporting Standard	Aplicación voluntaria. Ámbito global
	BP X30-323	Aplicación voluntaria. Procedencia Francia
	ISO 14067	Aplicación voluntaria. Ámbito global

Fuente: OSE (2011).

Según la CEPAL (2011) hasta la fecha no se ha establecido un marco regulatorio común para la cuantificación de emisiones de GEI de manera voluntaria y que responda a procesos de aprobación vinculados con el Protocolo de Kyoto; sin embargo, las metodologías se enmarcan en tres lógicas de elaboración: programas informáticos creados por consultores, herramientas desarrolladas por organizaciones no gubernamentales y las que cuentan con apoyo gubernamental.

El inventario de gases de efecto invernadero (INGEI) corporativo o huella de carbono de organizaciones, cuantifica las emisiones de todas las actividades de una organización en un periodo establecido. A nivel corporativo la metodología más utilizada es la establecida por el Greenhouse Gas Protocol (también conocido como GHG Protocol) que fue desarrollado por el World Resources Institute (Instituto de Recursos Mundiales) y el World Business Sustainable Development (Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible) e implementado el año 2001 como una base para la cuantificación de emisiones (Ihobe, 2012).

De ella, se desprenden otras normas que siguen sus lineamientos como la ISO 14064 que fue desarrollada en el 2006. Al analizar brevemente las similitudes y diferencias entre estas normas (Tabla 4) se observa que ambas tienen por fin ayudar a elaborar un informe partiendo de enfoques estandarizados, mediciones a lo largo de un año, con resultados coherentes y verificables, que permitan emprender proyectos de reducción de emisiones.

Tabla 4. Comparación entre normas más usadas en la cuantificación de GEI

Norma Aspecto	GHG Protocol	ISO 14064
Ámbito de aplicación	Aplicación voluntaria. Ámbito global. Ampliamente adoptada.	Aplicación voluntaria. Ámbito global. Estándar internacional verificable
Organismo rector	Desarrollada por WRI/ WBCSD y con empresas, gobiernos y grupos ambientalistas	Preparada por un comité técnico de la federación mundial de organismos nacionales de normalización (miembros de ISO)

Objetivos	Contabilización y reporte para objetivos de reducción de GEI nacionales y regionales	ISO 14064:2006 se divide en tres partes: cuantificación, reducción y verificación de emisiones de una organización
Fecha de creación	Fue la primera iniciativa para cálculo de emisiones de GEI. 2001	Publicada en el 2006. La parte 1 es compatible con el GHG Protocol.
Aplicación	Gobiernos, negocios y organizaciones	Sector público y privado

Fuente: Autora.

6.4.2. Normas ISO

La Organización Internacional para la Estandarización o ISO, por sus siglas en inglés, desarrolla y publica normas internacionales. Desde su creación en 1947 hasta la actualidad, ha publicado 21.644 Normas que son agrupadas en familias siendo las más conocidas las ISO 9000 - Gestión de Calidad e ISO 14000 - Gestión Ambiental.

Estas normas tienen una estructura definida y son el resultado del consenso de varias organizaciones y países, a través de su socialización y aprobación, teniendo la opción de ser verificadas. Así mismo, son reconocidas y garantizan un nivel de calidad válido para ser presentado por cualquier organización.

6.4.2.1. La norma ISO 14064: Gases de efecto invernadero

Es una guía para el desarrollo, informe y verificación de emisiones para compañías y organizaciones. Fue creada en el 2006 y consta de tres partes:

- Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.
- Parte 2: Especificación con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero.

- Parte 3: Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero.

También posee 5 principios, que son fundamentales para garantizar la certeza de la información.

- Pertinencia: relevancia de la información, se debe tener bien definidos los alcances, fuentes, sumideros, reservorios, datos de operación y metodologías adecuadas.
- Cobertura total: la Integridad, se debe incluir todas las fuentes de emisión y remoción, cualquier caso de omisión, debe ser reportado y justificado.
- Coherencia: consistencia, es decir que permita comparaciones significativas de los resultados a lo largo del tiempo, justificando cualquier modificación.
- Exactitud: precisión, la incertidumbre debe ser lo mínimo posible, ya que la información debe ser comunicada y es objeto de planificación y proyectos de reducción de emisiones.
- Transparencia: la información debe estar disponible y verificable, debe estar referenciada y las fuentes confiables.

6.4.3. La incertidumbre

Según la FAO (2006) la incertidumbre puede definirse como “la diferencia entre un resultado individual y el valor verdadero”, es decir, aquel porcentaje que indica el nivel de confianza en la validez de los resultados. Así mismo, Portuondo Paisan y Portuondo Moret (2008) la definen como un parámetro fundamental en el aseguramiento de la calidad de un producto.

Por otro lado, el IPCC (2001) manifiesta que en la estimación de incertidumbre en un inventario de gases de efecto invernadero no está orientada a cuestionar la validez de las estimaciones sino a priorizar los esfuerzos por mejorar la exactitud de los inventarios en el futuro y orientar las decisiones sobre elección de la metodología.

Dentro de los métodos más comunes para evaluar la incertidumbre tenemos: Monte Carlo y GUM. De acuerdo con Portuondo Paisan y Portuondo

Moret (2008), el primer método aplica muestreos aleatorios para generar números pseudo-aleatorios y automatizar cálculos, es decir que es un método regido por sucesos al azar en función de probabilidades mientras que el GUM aplica estadística básica que solo utiliza información provista por la muestra.

Sin embargo, en el cálculo de las emisiones de GEI, el IPCC (2001) ha propuesto su propio método de medición de la incertidumbre que se basa en la función de la probabilidad y los límites de confianza; donde el primero describe el rango y de la probabilidad relativa de los valores posibles mientras que los límites de confianza indican el rango dentro del cual se piensa que se encuentra el valor fundamental de una cantidad incierta para una probabilidad especificada. Este rango, también llamado intervalo de confianza debe ser del 95%.

VII. METODOLOGÍA

7.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las instalaciones industriales Indumaster S.A. se encuentran ubicadas en el km 5 ½ de la vía Manta-Montecristi, Manabí, Ecuador. En un área comprendida de aproximadamente 9.330 km² con coordenadas geográficas 0°59'29.91" - 0°59'35.03" de latitud sur y 80°41'29.90" - 80°41'36.47" de longitud oeste del datum WGS84, Zona 17S (Anexo 1).

7.2. MÉTODO

El método aplicado en esta investigación es de medición, de tipo descriptivo y modalidad bibliográfica ya que a través de la recopilación de datos sobre los procesos y la compra de insumos, materia prima, energía eléctrica, entre otros, se atribuyen los valores correspondientes para cuantificación de gases de efecto invernadero generados directa e indirectamente por la empresa Indumaster S.A.

7.3. TÉCNICAS

Fichaje; es una técnica utilizada para registrar los datos obtenidos durante la recopilación de datos acerca del fenómeno en estudio.

7.4. PROCEDIMIENTO

El cumplimiento del primer objetivo se realizó mediante la recopilación bibliográfica de datos relacionados a la empresa. El segundo objetivo estuvo ligado a la implementación de la metodología de las Normas ISO 14064:1, a través de los siguientes procesos:

7.4.1. Establecer límites de la organización

Este es el punto de partida, la organización puede contar con una o varias instalaciones, tener convenios con otras empresas o ser parte de una corporación, por ello se debe definir entre dos enfoques ya establecidos en la norma:

- Enfoque de participación accionarial: las emisiones corresponden a una organización de acuerdo con su porcentaje de acciones, es decir si una organización tiene participación de acciones en otra con un 50%, el mismo porcentaje en emisiones de la otra empresa, serán asumidas por la primera.
- Enfoque de control operacional o financiero: se contabilizan las emisiones sobre las operaciones en las que ejerce control, pudiendo ser de orden operacional o financiero.

El control operacional está basado en la capacidad de tomar decisiones sobre todas las operaciones de las instalaciones y en muchas ocasiones coincide con el enfoque de control financiero.

7.4.2. Determinación de los límites operativos, alcances

Se refiere a cómo se producen las emisiones y remociones en caso de existir, clasificándolas en una de las tres categorías:

Alcance 1.- Son las emisiones y remociones directas, realizadas por la organización o de fuentes bajo su control, como es el resultado del consumo de combustibles para equipos y vehículos propios, gases producto de procesos o fugas en sistemas de refrigeración.

Alcance 2.- Emisiones indirectas, principalmente por energía provista por un tercero, como es el caso de la electricidad. Para cuantificar dichas emisiones se recurre a las planillas de consumo de todo el año objeto de estudio.

Alcance 3.- Comprende otras emisiones indirectas, se producen fuera de la organización, relacionados con productos o servicios adquiridos para poder realizar la actividad productiva, y las derivadas del uso de los productos o servicios comercializados. No se hace necesario un análisis exhaustivo del ciclo de vida del producto, pero si conviene hacer la contabilización con datos de actividades representativas, ya que podrían constituir situación de posibilidad de reducción de emisiones, que es el fin último de este tipo de trabajos.

Las emisiones de Alcance 1 y 2 son requisitos de declaración obligatoria, pero las de alcance 3 son opcionales. Adicionalmente, los gases de efecto invernadero que se consideran en un inventario son los del Protocolo de Kioto: CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs y SF₆, pero de acuerdo con la norma ISO 14064-3:2006 se pueden seleccionar los GEI a reportar en el inventario, es común hallar informes con los gases de larga vida CO₂, CH₄, N₂O. El reporte se hace en toneladas de CO₂-eq, por cada categoría.

Exclusiones: ciertas fuentes de emisión pueden ser excluidas por dificultad técnica para realizar el cálculo o por no ser pertinente o irrelevante. Una fuente es considerada no pertinente si representa menos del 1% de las emisiones totales, pero la suma de todas las exclusiones no debe sumar 5% o más de las emisiones totales.

7.4.3. Selección del año base

El año base es el “periodo histórico especificado, para propósitos de comparar emisiones o remociones de GEI u otra información relacionada con los GEI en periodo de tiempo” (ISO, 2006).

La metodología utilizada en el inventario del año base, debe ser la misma a utilizar en los años siguientes, que permita una comparación significativa. Entre los criterios de selección, del periodo, se debe considerar contar con datos auditables, que sea representativo de la organización. El año base puede ser cambiado en ciertos casos como: cambios en los alcances, por diferente estructura de la organización, otro enfoque en los límites o actualización significativa de la metodología.

7.4.4. Identificación de emisiones

Una vez realizada la descripción de las actividades de la organización, se identifica el origen de las emisiones y se clasifican en el alcance correspondiente. Pudiendo ser:

- Emisiones directas: las que proceden de fuentes que controla la organización, derivadas de combustión fija o móvil, emisiones de

procesos, transformaciones químicas, emisiones fugitivas o por descomposición de materia orgánica.

- Emisiones indirectas: son principalmente como consecuencia del uso de electricidad, vapor y refrigeración que se generan externamente.
- Otras emisiones: derivadas de la adquisición de materiales y combustibles, gestión de residuos, compra y venta de bienes y servicios utilizados por o para la organización, así como transporte que no pertenece a la organización.

7.4.5. Cálculos

La medición directa no es el sistema habitual de cálculos, ya que resultaría muy complejo, por ello se recurre a obtener resultado a partir de los datos de actividad multiplicados por los factores de emisión, aunque también hay otros sistemas basados en modelos sectoriales y aprobados por entidades reconocidas.

$$\text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión} = \text{Emisión de GEI}$$

El dato de actividad es la medida que permite cuantificar las emisiones generadas por un procedimiento dentro de la empresa y el factor de emisión es un coeficiente que establece la equivalencia entre un proceso o producto y las emisiones.

Ejemplo:

Para calcular las emisiones generadas por el consumo de electricidad:

$$\text{Dato de actividad (consumo de electricidad)} = 2.300 \text{ kWh ó } 2,3 \text{ MWh}$$

$$\text{Factor de emisión (FE)} = 0,374 \text{ ton CO}_2/\text{MWh (FE del SNI Colombia, 2013)}$$

$$\text{Emisión de GEI} = 2,3 \text{ MWh} \times 0,374 \text{ ton CO}_2/\text{MWh} = 0,86 \text{ Ton CO}_2$$

Resultado.- El consumo de 2.300 KWh generados en el SIN de Colombia representa la emisión de 0.86 Ton CO₂ a la atmosfera.

7.4.5.1. Recopilación de datos de la actividad

Dato de actividad es una medida que permite cuantificar una actividad dentro de la organización que produce emisiones, en casos de combustión de fuente fija, se utilizan unidades de energía (como TJ) que se obtienen del producto entre el consumo del combustible y el poder calorífico inferior (PCI).

El consumo de electricidad, normalmente expresado en kWh, debe estar respaldado por facturas de la empresa pública. Para determinar emisiones originadas en el transporte, que son fuentes móviles, se puede utilizar el volumen de combustibles adquiridos o kilometraje recorrido en el periodo establecido, en base de reportes de logística y facturas de las estaciones de servicio.

Para emisiones provenientes de procesos un dato de actividad representativo puede ser el volumen de producción o el consumo de materias primas, así como los combustibles usados en hornos y generadores. Otros datos pueden incluir materiales consumidos por la organización según reporte de bodega y facturas en contabilidad.

Tabla 5. Datos de actividad con sus respectivas fuentes de emisión

Emisiones directas		
Tipo	Fuentes de emisión	Dato de actividad
Combustión fija	-Motores de producción de electricidad -Calderas -Hornos	Consumo de combustible
Combustión móvil	Motores de vehículos	Consumo de combustible o km recorridos
Procesos	Procesos industriales de transformación química que libere GEI	-Mediciones de emisiones -Parámetro representativo del proceso
Emisiones fugitivas	-Tanques y sistemas de distribución de gases -Equipos de climatización -Equipos de extinción de incendios por gases -Aislamiento en subestaciones eléctricas	-Cálculo de fugas -Recarga de fluidos
Descomposición de	-Compostaje	Mediciones de emisiones

materia orgánica ³	-Vertederos -Tratamiento de aguas residuales	
Emisiones indirectas		
Combustión fija	-Energía para la extracción y refino de combustibles. -Energía para la extracción, producción y manufactura de productos.	-Consumo de combustible -Consumo de productos
Combustión móvil	-Energía para el transporte de combustibles -Energía para el transporte de productos, materias primas y residuos -Movilidad de los empleados, clientes y viajes de negocios con vehículos fuera del alcance de la organización	-Consumo de combustible -Consumo de combustible / km recorrido -Producción / consumo de productos -Consumo de combustible / km recorrido
Procesos	Emisiones de procesos derivados de la extracción, producción y manufactura de productos	Consumo de productos
Emisiones fugitivas	-Emisiones fugitivas derivadas de la extracción y refino de combustibles. -Emisiones fugitivas derivadas de la extracción, producción y manufactura de productos.	-Consumo de combustible -Consumo de producto
Descomposición de materia prima	Gestión externa de residuos y aguas residuales.	Producción de residuos y aguas residuales

Fuente: Ihobe (2012)

7.4.5.2. Selección de factores de emisión

El factor de emisión (FE) es un coeficiente que establece la equivalencia entre un proceso o producto y las emisiones, es calculado como un promedio que corresponde a un determinado nivel de actividad en un conjunto dado de condiciones (IPCC, 1996).

³ El CO₂ procedente de biomasa, se debe reportar por separado.

Los factores de emisión son establecidos por varios organismos, como EIA, DEFRA, IDAE, USEPA, EEA, AENOR, IPCC, este último fue creado por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente para ser una fuente objetiva de información científica sobre el cambio climático (MAE, 2017).

En las directrices del IPCC, se encuentran los FE de acuerdo con cada actividad, también existen factores de emisión sectoriales para procesos productivos, por degradación de materia orgánica y por distancia recorrida por diversas clases de automotores. Las comercializadoras de electricidad también disponen de factores de emisión propios (Inhobe, 2012).

El factor debe ser de una fuente confiable, apropiado a la situación, que corresponda al ámbito geográfico o sectorial y actualizado. En ciertos casos, es necesario utilizar factores de conversión para ajustarse a las unidades de medida disponibles. Además, los datos de emisión de cada GEI se deben convertir a toneladas de CO₂-eq, que se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones (t CO}_2\text{-eq)} = \text{dato de emisión} \times \text{potencial de calentamiento global}^4$$

Ejemplo: para convertir emisiones de CH₄ en unidades de CO₂-eq.

Dato de emisión (por fermentación entérica) = 302,91 Gg CH₄

Potencial de calentamiento global (PCG) del metano a 100 años = **21**

Se aplica la fórmula:

Emisiones de CO₂ - eq = 302,91 Gg CH₄ x **21** = 6.361,11 Gg CO₂-eq

Expresado en Ton CO₂-eq:

Emisiones (por fermentación entérica) = 6.361,11 Ton CO₂-eq

⁴ Potencial de calentamiento global (a 100 años) es un factor que describe la relación entre la fuerza de radiación de un GEI con la unidad equivalente de CO₂.

Al finalizar el cálculo de las emisiones de cada fuente, en unidades unificadas, se procede a realizar una sumatoria por categoría (ISO, 2006).

7.4.6. Remociones

Las remociones corresponden a actividades realizadas por la organización, con el objetivo de extraer CO₂ principalmente en sumideros, como extensiones agroforestales.

7.4.7. Cuantificación de emisiones

Para la estimación de las emisiones y absorciones de cada uno de los GEI y para reportar los valores de GEI en forma agregada (expresados en CO₂-eq), se debe utilizar los Potenciales de Calentamiento Global (PCG) (Tabla 6) proporcionados por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación (SIE), basados en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de 100 años.

Tabla 6. Potenciales de calentamiento global del CO₂, CH₄ y N₂O

Nombre industrial o común	Fórmula química	Vida (años)	PCG (100 años)
Dióxido de carbono	CO ₂	*	1
Metano	CH ₄	12	21
Óxido nitroso	N ₂ O	114	310

Fuente: IPCC (2006).

7.4.8. Cálculos

Cuantificación de emisiones de CO ₂ -eq por consumo de energía eléctrica					
# de Medidores	Consumo 2016 (kWh)	Consumo 2016 (MWh)	Factor de emisión	Unidad del factor emisión	Emisiones CO ₂ -eq (2016)
1106862155	258786	258,786	0,7079	Ton CO ₂ /MWh	183,19
1105389796	164857	164,857			116,70
1106755177	14816	14,816			10,49
1105723333	69095	69,095			48,91
1107096746	16062	16,062			11,37
Total	523616	523,616			370,67

Figura 11. Hoja de cálculo Excel

Fuente: Facturas de consumo de energía de Indumaster y factor de emisión del SNI 2013

Elaborada por: Autora.

Para la realización de los cálculos se recurre a una herramienta informática, el programa Excel, donde es relativamente sencillo realizar tareas contables (Figura 11), con los datos de actividad, factores de emisión y conversiones necesarias.

7.4.9. La incertidumbre

Es el “parámetro asociado con el resultado de la cuantificación que caracteriza la dispersión de los valores que se podría atribuir razonablemente a la cantidad cuantificada” (ISO, 2006).

Es un requisito de la norma describir la incertidumbre y todas las estimaciones están asociadas a incertidumbre de estimación. Existe incertidumbre sistemática y estadística, esta última puede ser estimada a partir de datos empíricos. Cuando los factores de emisión proceden del IPCC, llevan asociados un valor de incertidumbre.

En la realización de un inventario, la incertidumbre debe ser reducida para que los datos no sean exagerados o subestimados. A continuación (Tabla 7) se especifican los rangos de incertidumbre por categoría de fuente, de acuerdo a las recomendaciones de “La cuantificación de las Incertidumbres en la Práctica” del IPCC, que se basa en la combinación de datos empíricos y criterios de expertos.

Tabla 7. Incertidumbre para datos de actividad y factores de emisión

Sector	Tipo de Actividad	Incertidumbre		
		Dato de actividad		Factor de emisión
Energía	Combustión fija	Consumo GLP y Diesel	5 – 10 %	CO ₂ 7 %
				CH ₄ 50 – 150 %
				N ₂ O dato de magnitud ⁵

⁵ De un décimo a diez veces la magnitud.

	Combustión móvil	Consumo de combustible o Km recorridos	$\pm 10 \%$	CO ₂ 7 %
				CH ₄ $\pm 40 \%$
				N ₂ O $\pm 50 \%$
	Generación de energía eléctrica (Industria de la energía)	Planillas de consumo	1 – 2 %	CO ₂ 7 %
Procesos industriales y uso de productos	Proceso de soldadura	Consumo de gases y alambre de soldadura	3 %	CO ₂ 100 %
	Producción de insumos materiales en la industria	Consumo de insumos materiales de la empresa siderúrgica	$\pm 10 \%$	CO ₂ $\pm 25 \%$
Desechos	Gestión de desecho	Eliminación de desechos Sólidos Eliminación de aguas Residuales	$\pm 10 \%$	CH ₄ $\pm 50 \%$

Fuente: IPCC (2001).

7.4.10. Análisis de riesgo

Se valoran las irregularidades o inexactitudes en los datos, no es un requisito obligatorio sin embargo sería adecuado para la verificación posterior ya que el conocimiento del valor numérico de las emisiones permite avanzar hacia la eficiencia y el uso racional de los recursos dentro del proceso productivo (MMA, s.f.).

7.4.11. Gestión de la calidad del inventario

Es un requisito de la Norma que permite asegurar la confianza en los resultados obtenidos ya que determina la exactitud en los datos de actividad y los cálculos correspondientes. Para poder evaluar y garantizar la veracidad de la información, ésta se debe documentar y archivar (ISO, 2006).

La información puede ser obtenida de varias fuentes, como son los reportes de producción, compras, bodegas, contabilidad, incluso de instituciones públicas, como EMELMANABÍ (Empresa Eléctrica de Manabí), donde se encuentra disponible el historial de consumo eléctrico.

Una buena gestión de la calidad del inventario repercute en reducir la incertidumbre y será de vital importancia al determinar las emisiones del año base y para futuros cálculos de huella de carbono.

7.4.12. Preparación del informe

Un informe preparado para uso interno de la organización puede ser sencillo y con pocos datos técnicos, en caso de ser utilizado para una verificación, certificación o un programa de bonos deberá cumplir con todos los requisitos establecidos en la norma.

Para ajustarse a la norma ISO 14064-1:2006, el informe contendrá información general de la empresa, obligatoriamente las emisiones de Alcance 1 y 2, opcionalmente las de Alcance 3 y el año base establecido, además contendrá la justificación de la metodología, realización de los diferentes cálculos, interpretación de los resultados y valoración de la incertidumbre. Se deberán describir las limitaciones del estudio, los resultados obtenidos y las propuestas de mejoras a la gestión ambiental (ISO, 2006).

VIII. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

8.1. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

8.1.1. Descripción

La Industria Máster Indumaster S.A. es una empresa ecuatoriana industrial y comercial, que provee soluciones de espacio ambiental, con muebles y complementos para hogar y oficina. Creada hace 25 años por Luis Cristóbal Simbaña Iza, en un local que se dedicaba inicialmente a la producción y comercialización de muebles metálicos de oficina con acabados de madera.

Actualmente está representada por el Sr. Carlos Simbaña Cevallos, quien como parte de su política de apoyo al desarrollo del país, abre sus puertas para la realización del proyecto de “estimación de emisiones correspondiente al año 2016”. La persona de contacto es el Sr. Steven Tello Sasahuai, Ing. en Recursos Naturales y Ambiente, profesional formado en la ULEAM, quien ejerce la dirección del departamento de Gestión Ambiental.

Tabla 8. Información de la empresa

Razón Social:	Industria Master Indumaster S.A.
RUC:	1390140858001
Representante legal:	Jorge Simbaña
Gerente General:	Cristóbal Simbaña
Nombre de contacto:	Steven Tello Sasahuai
Dirección de la empresa:	km 5 ½ Vía Manta-Montecristi
Ciudad:	Montecristi
Provincia:	Manabí
Teléfonos:	(+593) 5 3700875
Página web:	www.indusmaster.com.ec
Inicio de actividades:	1992
Sector productivo:	Industria manufacturera
Actividad económica	CIIU C3100.02: Fabricación de muebles de metal

Fuente: Indumaster S.A.

Elaborado por: Autora.

8.1.2. Ubicación e instalaciones

Las instalaciones industriales de Indumaster S.A. (Tabla 9) se encuentran ubicadas en el km 5 ½ de la Vía Manta-Montecristi, Manabí, Ecuador (Figura 12). Sector que corresponde al Cantón Montecristi, pero cerca de los límites del Cantón Manta.

Cabe recalcar que el cantón Montecristi ocupa una extensión de 734,2 km², con una altitud que va desde 0 hasta 443 msnm, una precipitación media anual entre 375 y 440 mm, el periodo lluvioso comprende de enero a abril y con una temperatura variable entre 23,7° C y 26,4° C (GAD de Montecristi, 2014). Así mismo, está localizada al centro oeste de la provincia de Manabí, tal ubicación lo convierte en un eje articulador de las actividades económicas y comerciales entre los cantones Manta y Portoviejo.

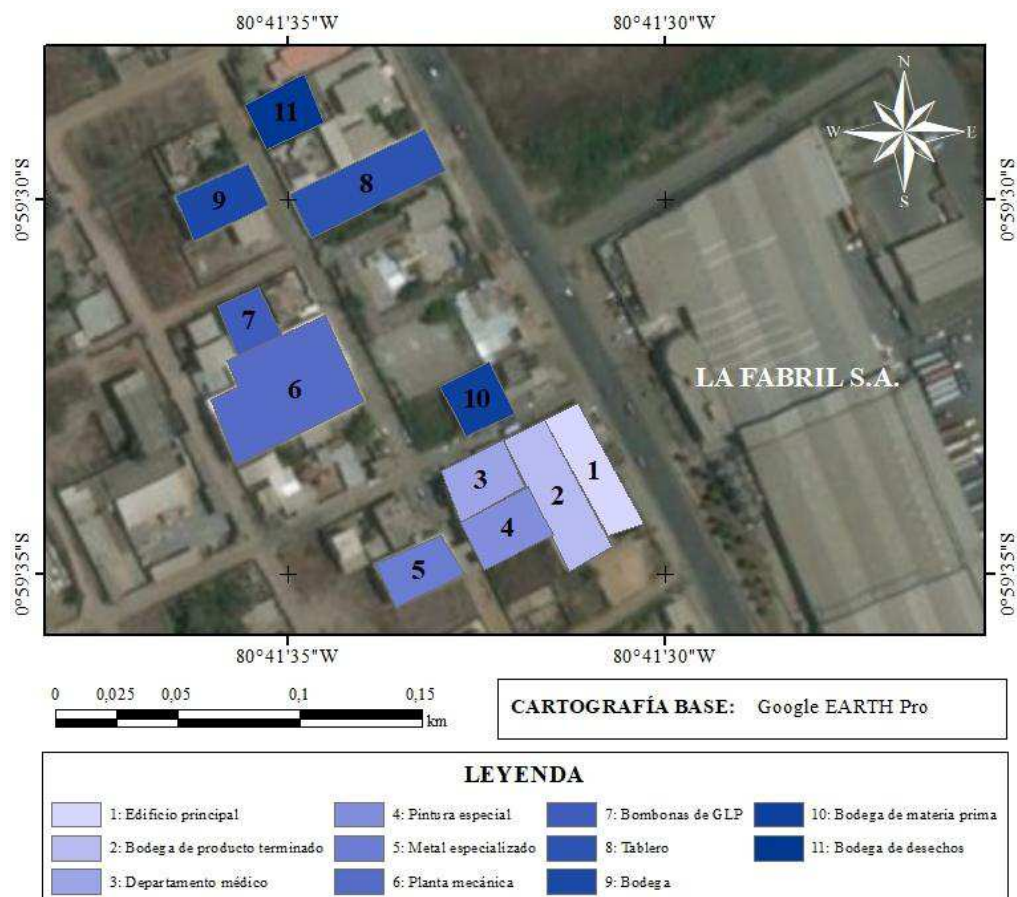


Figura 12. Instalaciones de la empresa Indumaster S.A.

Fuente: Google Earth (2017).

Elaborado por: Autora.

Tabla 9. Descripción de cada una de las instalaciones y áreas

Nº	Descripción	Áreas (m ²)
1	Edificio principal, sala de exhibiciones, área administrativa y bodega de archivos	841,60
2	Bodega de producto terminado (BPT)	1.162,78
3	Departamento médico, de seguridad industrial y gestión ambiental	633,40
4	Pintura especial	688,85
5	Taller de metal especializado	567,74
6	Planta mecánica	2.122,68
7	Bombonas de GLP	412,89
8	Taller de tablero	1.189,52
9	Bodega de productos varios	641,80
10	Bodega de materia prima	516,35
11	Bodega de desechos	552,20
Área total		9.329,81

Elaborado por: Autora.

8.1.3. Misión

“Ser una empresa ecuatoriana industrial y comercial, experta en asesorar y proveer soluciones en la ambientación de espacios humanos con muebles y complementos que respondan a las necesidades de estatus y confort con diseños elegantes para personas prácticas, naturales o profesionales, amantes de la calidad y el buen gusto, tanto en el hogar como en el trabajo; en el ámbito público y privado, nacional e internacional; con durabilidad, servicio, funcionalidad, garantía y entrega oportuna; que utiliza tecnología actualizada, altamente productiva, amigable con el medio ambiente y labora con procesos certificados, orientados a la satisfacción de nuestros clientes; con un personal capaz y entrenado en contribuir con la creación de valor para accionistas, proveedores, clientes y sociedad en general”.

8.1.4. Visión

“Lograr en los próximos 5 años liderar el mercado local en ventas de muebles y complementos para el trabajo y el hogar, e impulsar la exportación a nuevos mercados en el continente americano; con innovación en nuestras líneas de productos y Mejora continua de procesos, para marcar tendencias y ser competitivos, sustentables y socialmente responsables en nuestra expansión de puntos de venta y penetración de mercados con una adecuada relación precio-calidad”.

8.1.5. Clasificación de la actividad industrial de Indumaster S.A.

Según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas, que tiene su respaldo y sustento técnico, en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Actividades Económicas de las Naciones Unidas (CIIU) Revisión 4.0 y que es acogida por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Indumaster S.A. está enmarcada en la sección “C” Industria manufacturera, División “31” Fabricación de muebles, CIIU C3100.02: Fabricación de muebles de metal.

Mientras que en el catálogo de Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), la actividad desarrollada por la empresa Indumaster S.A. se enmarca en “Construcción y/u operación de fábricas para metalmecánica (incluye válvulas industriales bajo norma INEN, moldes y prototipos industriales) por lo que requiere una Licencia Ambiental categoría II. Dentro de la categoría II se encuentran los proyectos, obras o actividades cuyos impactos ambientales negativos, o los niveles de contaminación son considerados de bajo impacto (SUIA, 2013).

8.1.6. Organigrama de la empresa

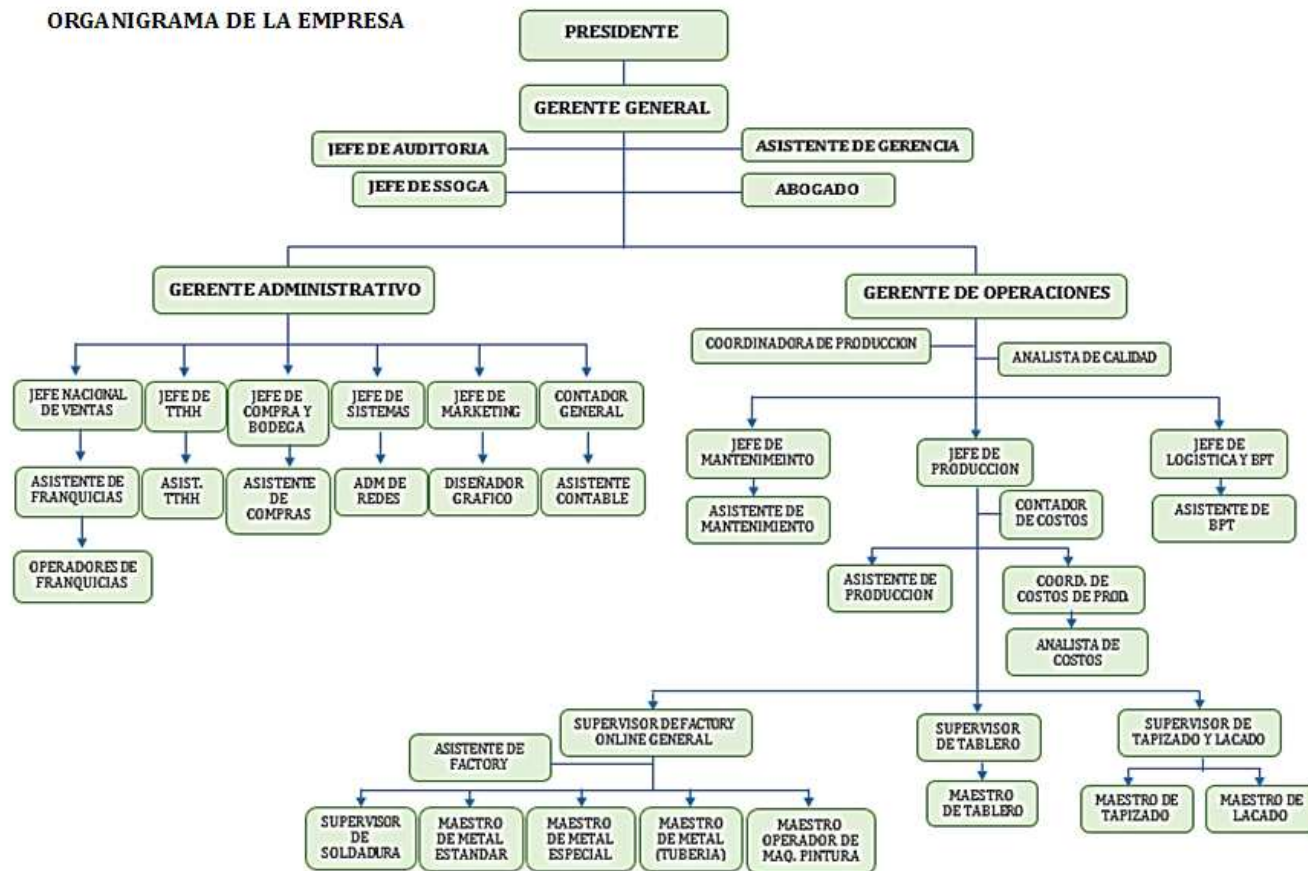


Figura 13. Organigrama de la empresa Indumaster S.A.
Fuente: Indumaster (2017).

8.1.7. Diagrama del proceso

Indumaster cuenta con varios galpones y elabora más de 100 productos, debido a tal diversidad, se resume el proceso en tres pasos (Fig. 14). Sin embargo en el anexo 7, se presenta el flujograma del proceso de fabricación de vitrinas lo que permite comprender la complejidad del proceso.



Figura 14. Diagrama del proceso
Fuente: Indumaster S.A.
Elaborado por: Autora.

8.1.8. Descripción del proceso

8.1.8.1. Recepción de insumos materiales

La materia prima llega en tráiler remolques a través de los diferentes proveedores, durante el ingreso de la materia prima se realiza una inspección de calidad tomando muestras de cada pallet, asegurándose de que cumplan con los parámetros establecidos por la empresa.

La materia prima la constituyen las planchas de hierro al carbono, tubos de hierro y tableros de madera aglomerados. Los insumos principales son pintura, alambre y gases de soldadura y material de empaque. Para la operación de la caldera y horno se utiliza GLP, almacenado en dos tanques estacionarios, llenados semanalmente por Repsol.

8.1.8.2. Operaciones

8.1.8.2.1 Corte

En esta etapa del proceso se empieza a cortar todas las piezas o componentes que lleva el producto tales como laterales, gorro, base, división, respaldo, refuerzos de laterales y bases, niveladores, entre otros. La operación se realiza con una máquina cortadora (cizalla). Hay que indicar que hay una merma de 27%, en cuanto al material metálico; sin embargo, este se entrega como producto reciclable a un gestor.

8.1.8.2.2 Rayado

Una vez cortadas todas las piezas que lleva el producto se procede a rayar ciertas partes elementales, dependiendo de la dimensión y complejidad de la pieza y de la geometría del producto.

8.1.8.2.3 Picoteado

Hay dos tipos de picoteado (manual y mecánico). El manual, consiste en coger una tijera e ir cortando las piezas principales que se rayaron en el proceso anterior; y, el mecánico, se realiza a ciertas piezas que por lo general son de menor magnitud y menor complejidad, es decir las piezas que sean más sencillas de picotear en la máquina. Ésta debe calibrarse cuando se vaya a cambiar de pieza.

8.1.8.2.4. Troquelado

Esta actividad solo se aplica para los niveladores escuadras haciendo uso de una máquina troqueladora, cuya función es la de darle una forma vistosa a la pieza. En esta operación el obrero introduce el nivelador escuadra en el troquel y luego éste mediante la presión del pie que pone en un pedal eléctrico se ejecuta el troquelado automáticamente por parte de la máquina.

8.1.8.2.5 Doblado y aplastado

En este centro de trabajo se ejecutan 3 tipos de operaciones: el aplastado, doblado manual y doblado mecánico; en primera instancia el

aplastado manual consiste en doblar la cejilla marcada en el borde de la pieza y al mismo tiempo aplastarla. Una vez aplastada la pieza se la procede a doblar manualmente dándole forma a la pieza y por último se la dobla mecánicamente (escuadra) dejando terminada la pieza para su posterior armado en el centro de trabajo de soldadura.

8.1.8.2.6. Soldadura

Esta es una de las operaciones más importante de todo el proceso de manufactura porque es donde se realiza la estructuración (ensamble) de los productos. La soldadura es un proceso de unión de materiales en el cual se funden las superficies de contacto de dos (o más) piezas mediante la aplicación conveniente de calor o presión. La integración de las partes que se unen mediante soldadura se denomina ensamble soldado

El tipo de soldadura que se aplica es el MIG (soldadura por gas inerte de metal) es un proceso versátil, pudiendo depositar el metal a una gran velocidad y en todas las posiciones, este procedimiento es muy utilizado en espesores pequeños y medios en estructuras de acero y aleaciones de aluminio, especialmente donde se requiere un gran trabajo manual. La soldadura MIG utiliza un electrodo de metal que sirve como material de soldadura y se consume durante el proceso de manufactura.

8.1.8.2.7 Pulido

Es un proceso de lijado fino que se realiza en la superficie de varios materiales para mejorar su aspecto visual, su tacto y su funcionalidad, en esta etapa se ejecutan tres sub actividades que es el pulido con piedra (Alisado), el masillado y el pulido con disco (Abrillantado). La primera consiste en la eliminación de las irregularidades superficiales del metal producto de la soldadura, la segunda en rellenar pequeños agujeros o pequeñas grietas que tenga el producto y la última para la remoción de pequeñas irregularidades y afinamiento de la superficie.

8.1.8.2.8 Desengrasado

Este proceso se realiza en un túnel de lavado, con un sistema interno de rociado en cada fase y su funcionamiento se basa en 5 etapas:

Primea fase de desengrasado: Se realiza con un desengrasante decapante (remueve impurezas) a base de fosfonato de hierro decorrdal 20-1, es decir, la primera tina trabaja con un pH 11 Alcalino, con temperatura de 65°C y a una presión de 1 Bar.

Segunda fase de desengrasado: se utiliza la misma solución, con la función de remover las impurezas que no se eliminaron en la etapa anterior, esta tina trabaja con un pH 11, temperatura ambiente y a una presión de 0.7 Bar.

Enjuague: En esta etapa se enjuaga el producto a una presión de 0,5 Bar, temperatura de 55°C y un pH 5 Acido.

Pasivado: La función principal de esta etapa es eliminar totalmente los residuos que se quedaron de las etapas anteriores y también se le adhiere una capa que le da mayor resistencia anticorrosiva, utilizando como químico un pasivador o sellador decorrdal 25-3, a una presión de 0.5 Bar, pH 7 neutro y temperatura ambiente.

Enjuague: En esta etapa se realiza el segundo enjuague al producto a una presión de 1 Bar, temperatura ambiente y un pH 6 ácido.

8.1.8.2.9 Secado

Se realiza en un túnel de secado, trabaja con una temperatura de 150°C para que tenga una mayor adhesión de la pintura al producto cuando pase por la cabina de pintura.

8.1.8.2.10 Pintado

En este proceso los productos pasan a través de una cabina de pintado, utilizando en su sistema brazos de dosificación de pintura en polvo

electrostática, cuya función principal es dar una mayor adhesión del polvo al producto.

8.1.8.2.11 Curado

Finalmente, los productos pasan por un horno de curado a una temperatura de 170°C a 175°C permitiendo el proceso de fusión entre la pintura y el metal dando como resultado un pintado uniforme y de calidad.

8.1.8.3 Ensamblajes

Etapa final que permite adaptarle ciertos elementos adicionales que lleva el producto. Uno de los elementos importantes en ensamble, lo constituyen las piezas de tablero.

Los tableros se limpian con aceite rojo para visibilizar si tiene algún defecto o rayones que puedan afectar la calidad del producto final. El proceso de cortado de tablero es una etapa complementaria para ciertos productos. En algunas piezas y puertas se procede al pegado del recubrimiento con una máquina pegadora de canto. En el caso de puertas de vitrina se procede a hacer las perforaciones para colocarle las bisagras.

En el centro de ensamble se procede a cuadrar y ubicar las partes, como son las puertas a la estructura de las vitrinas con sus respectivos accesorios como: Cerradura paleta, bisagras, picaportes y agarraderas, etc.

8.1.8.3.1 Limpieza y embalaje

En esta etapa, el producto elaborado es revisado con la finalidad de asegurar que el producto cumple con las condiciones de calidad establecidas por la empresa. Luego se retira partículas de polvo y se utiliza diluyente para retirar posibles residuos de goma en los filos donde se ha instalado canto, se lustra la madera con aceite blanco y se embalan los productos con stretch film con su respectiva identificación.

8.1.8.3.2 Almacenamiento

El producto embalado se almacena en la bodega de producto terminado hasta la disposición de traslado a exhibición, distribuidora o cliente.

8.1.8.3.3 Comercialización

Se distinguen dos tipos de clientes: los grandes compradores que son entidades públicas, donde se realizan envíos en grandes volúmenes y los pequeños compradores o ventas privadas, ya sea en el local ubicado en Montecristi o envíos a través de camiones a distribuidores. Los productos están clasificados en categorías: oficina, Educación, Hogar, Médica, Seguridad y Soluciones integrales (Anexo 2).

8.1.8.3.4 Resultados de la actividad

Con una producción de 10.000 unidades en el año 2016, se presentan los siguientes datos de actividad (Tabla 10).

Tabla 10. Resultado de actividades 2016

Sector	Tipo	Dato de actividad	Cantidad
Fuentes de energía	Combustión fija	Consumo de GLP	361.080 Kg
		Consumo de diésel	12,00 gal
	Combustión móvil	Consumo de gasolina	1.994,60 galones
		Consumo de diésel	22.986,61 galones
	Uso de energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica	523.616 kWh
Procesos industriales y uso de materiales	Proceso de soldadura	Consumo de gases de soldadura Indurming	5.405 m ³
		Consumo de alambre de soldadura	1.163 Kg
	Uso de materiales	Planchas de acero	475.836,84 Kg
		Tubos de acero	272.762,58 Kg
		Paneles de MDP	6.500 unidades
		Plástico Stretch film	1.638 Kg
	Generación de residuos	Desechos sólidos	173.500 Kg
Desechos		Aguas residuales	12.480 m ³

Fuente: Datos de los dpto. de Contabilidad, logística y Gestión ambiental de Indumaster

8.2. CÁLCULO DE EMISIONES

Con base en la Tabla 5, se definieron los datos que se consideraron para el cálculo de emisiones de la empresa Indumaster (Tabla 11).

Tabla 11. Fuentes de emisión y datos de actividad considerados en Indumaster

Emisiones directas		
Tipo	Fuentes de emisión	Dato de actividad
Combustión fija	Motores de producción de electricidad, Calderas Hornos	Consumo de combustible
Combustión móvil	Motores de vehículos	Consumo de combustible o km recorridos
Procesos	Procesos industriales de transformación química que liberan GEI	Parámetro representativo del proceso
Emisiones indirectas		
Combustión fija	Generación de energía eléctrica del SNI	Consumo de energía eléctrica
Combustión móvil	Movilidad de los empleados, clientes y viajes de negocios con vehículos fuera del alcance de la organización	Consumo de combustible / km recorrido
Procesos	Emisiones de procesos derivados de la extracción, producción y manufactura de productos	Consumo de productos
Descomposición de materia prima	Gestión externa de residuos y aguas residuales.	Producción de residuos y aguas residuales

Fuente: Ihobe (2012)

8.2.1. Combustión fija

La combustión fija tiene tres fuentes de emisión que son los motores de producción de electricidad, las calderas y los hornos. Estos suelen utilizar gas licuado de petróleo (GLP) o diésel.

El GLP utilizado durante el 2016 fue de 361.080 kg. Este gas es la mezcla de los hidrocarburos propano y butano (RTE INEN 024:2008), tiene una densidad 0.535 g/cm³ y su proveedor es Repsol. Indumaster posee una capacidad de almacenamiento en tanque estacionario de 8.496 kg y un consumo semanal aproximado del 85% de dicho volumen.

Considerando que la proporción de butano y propano es 30/70 y los PCI (Poder calorífico inferior) son 10.938 kcal/kg y 11.082 kcal/kg respectivamente, según la ficha técnica de Repsol, se determinó el PCI del GLP en 11.038,80 kcal/kg. Con dicho factor se convierte la unidad de masa en energía y aplicando el FE y posteriormente el PCG se obtiene como resultado que el consumo de GLP generó un total de 1.053,89 Ton CO₂-eq (Tabla 12).

Tabla 12. Consumo de GLP en combustión fija, factor de emisión y toneladas de CO₂-eq.

Tabla 12: Consumo de GLP en combustión fija, factor de emisión y toneladas de CO2 eq.					
Consumo	Unidad de energía	Factor de emisión kg gas/TJ		Ton gas	Ton CO2-eq
361.080 kg	16,688 TJ	CO2	63.100	1.053,013	1.053,013
		CH4	1	0,0169	0,350
		N2O	0,1	0,0017	0,517
Emisiones por combustión fija de GLP					1.053,888

Fuente: Datos de consumo de la empresa y factores de emisión del IPCC (2006)

Elaborado por: Autora.

Por otro lado, el diésel también se utiliza en la generación de energía eléctrica (generador dentro de la empresa) pero solo en casos de emergencia. Con una densidad de 0,85 g/cm³ y un poder calorífico de 41,8 TJ/1000 ton, se utilizó durante el 2016 sólo 12 galones para la combustión fija, generando un total de 0,1198 Ton CO₂-eq (Tabla 13).

Tabla 13. Consumo de diésel en combustión fija, factor de emisión y toneladas de CO₂-eq.

Consumo	Unidad de energía	Factor de emisión kg gas/TJ		Ton gas	Ton CO ₂ -eq
12 galones	0,001612 TJ	CO ₂	74.100	0,1194	0,1194
		CH ₄	3	4,83x10 ⁻⁶	1,015x10 ⁻⁴
		N ₂ O	0,6	9,7x10 ⁻⁷	2,998x10 ⁻⁴
Emisiones por combustión fija de diésel					0,1198

Fuente: Datos de la empresa y factores de emisión del IPCC (2006)

Elaborado por: Autora.

8.2.2. Combustión móvil

Esta fuente de emisión está ligada al combustible utilizado por los vehículos para realizar recorridos con fines administrativos y de entrega de productos. Las emisiones generadas fueron de 249,46 Ton CO₂-eq, de las cuales 232,04 pertenecen al diésel (Tabla 14) y 17,42 a la gasolina (Tabla 15).

Tabla 14. Consumo de diésel en combustión móvil, factor de emisión y toneladas de CO₂-eq.

Consumo	Unidad	Factor de emisión kg CO ₂ -eq/l		Ton CO ₂ -eq
86.889,39	Litros	CO ₂	2,6502	230,2743
		CH ₄	0,0008	0,0695
		N ₂ O	0,0195	1,6943
Emisiones por combustión móvil de diésel				232,0381

Fuente: Datos de la empresa y factores de emisión del IPCC (2006)

Elaborado por: Autora.

Tabla 15. Consumo de gasolina en combustión móvil, factor de emisión y toneladas de CO₂-eq.

Consumo	Unidad	Factor de emisión kg CO ₂ -e/l		Ton CO ₂ -eq
7.539,59	Litros	CO ₂	2,3018	17,3546
		CH ₄	0,0032	0,0241
		N ₂ O	0,0054	0,0407
Emisiones por combustión móvil de gasolina				17,4194

Fuente: Datos de la empresa y factores de emisión del IPCC (2006)

Elaborado por: Autora.

8.2.3. Procesos

8.2.3.1. Soldadura: proceso de ensamble de piezas de metal

Los gases de CO y CO₂ en el humo de soldadura son formados principalmente por la descomposición de algunos componentes, o por la oxidación del carbono del alambre y varillas o desde el gas de protección.

8.2.3.2. Gases de soldadura

El proceso de soldadura por arco eléctrico se realiza con la presencia de un gas inerte que protege el metal de la contaminación de la atmósfera circundante, de ahí derivan las iniciales MIG (metal inert gas). Se utiliza gas mixto Indurming 10, que contiene 90% de argón y 10% de CO₂, cuyo proveedor es Indura.

En el proceso de soldadura, el argón es inerte, mientras que el CO₂ se libera a la atmósfera. Considerando que el Indurming10 tiene una densidad de 1,87 kg/m³ y que el consumo anual fue de 5.405 m³, las emisiones resultantes se estimaron en 1,01 ton de CO₂-eq (Tabla 16).

Tabla 16. Consumo de gas de soldadura y emisión de toneladas de CO₂-eq.

Consumo	Unidad	Contenido de CO ₂	Ton CO ₂ -eq
5.405	m ³	10 %	1,01

Fuente: Datos de la empresa y especificaciones técnicas de gases Indura

Elaborado por: Autora.

8.2.3.3. Alambre para soldadura

Alambre con cubierta de cobre (Er 70s 6 – aws. 518 gmaw) es un micro alambre sólido de acero al carbono con manganeso y silicio cubierto de una fina película de cobre que previene la oxidación y facilita la transferencia eléctrica en el material. Considerando que el alambre contiene del 0,07 al 0,15% de carbono, y que parte se pierde por transformación en CO y CO₂, se estima las emisiones por estequiometría (Tabla 17).

Tabla 17. Consumo de alambre para soldadura en procesos, factor de emisión y toneladas de CO₂-eq.

Consumo	Unidad	Contenido de carbono	Ton CO ₂ -eq
1.163	kg	0,15 % máx.	0,0064

Fuente: Datos de la empresa y composición química típica del alambre (Indura)

Elaborado por: Autora.

8.2.3.4. Proceso de pintado

Se utilizó 33.200 kg de pintura en polvo, electrostática, marca Wesco, compuesta de resinas tipo poliéster. Las emisiones a la atmósfera consideradas en el proceso de pintado han sido tradicionalmente por la presencia de compuestos orgánicos volátiles (VOC) provenientes de los disolventes generados en el secado, curado y durante la limpieza de los equipos e instalaciones. Con base en las exigencias medioambientales y el desarrollo de tecnologías, la pintura en polvo electrostática se considera que no contamina el ambiente, ya que no contiene solventes, no se consume y queda impregnada en el producto.

También se aplica Fosfation 23S, un anticorrosivo que ofrece protección al metal, es un producto líquido, incoloro, de naturaleza ácida, especialmente formulado para el fosfatado amorfo de piezas de hierro y acero, compuesto de ácido fosfórico y sales de fosfato, que reacciona con el metal. Se utilizaron 6120 kg, que no implican emisiones, pero afecta la calidad del agua residual. Por cinética química, los fosfatos producen lodos, asociados a la producción de fosfatos terciarios insolubles en el medio, que van para el fondo del tanque.

En el proceso de pintado, las emisiones de GEI resultan de la combustión de GLP en hornos, lo cual ya ha sido calculado (Tabla 10).

8.2.3.5. Energía eléctrica

La energía es utilizada para oficinas, bodegas y talleres. El consumo de energía se ve reflejado en las planillas emitidas por la Empresa Eléctrica de Manabí S.A. En este caso, durante el 2016 se consumió un total de 523.616 kWh, generando un total de 370,67 ton CO₂-eq (Tabla 18).

Tabla 18. Consumo de energía eléctrica, factor de emisión y Ton de CO₂-eq.

Consumo (kWh)	Factor de emisión (MAE, 2013)	Ton CO₂-eq
523.616	0,7079 ton CO ₂ -eq/MWh	370,67

Fuente: Planillas de Emelmanabi y FE del MAE (2013)

Elaborado por: Autora.

8.2.4. Emisiones por consumo de materiales

8.2.4.1. Materia prima

La materia prima de acería utilizada durante el 2016, se resume en 475.836,84 kg de planchas (Tabla 19) y 272.762,58 kg de tubos de acero de diferentes grosores (Tabla 20), dando un total de 748.599,42 kg de acero. De este modo, se determina que la producción de materiales de hierro utilizados emite 793,52 ton de CO₂-eq (Tabla 21) considerando un factor de emisión de 1,06 ton CO₂ por ton de acero producido (cuadro 4.1 IPCC, vol. 3, cap. 4).

Tabla 19. Consumo de planchas de hierro al carbono durante el 2016

Material	Unidad	Cantidad	Peso (kg)
Plancha negra de 0,70 mm	plancha	20.843	340.991,48
Plancha negra de 0,90 mm	plancha	6.409	134.845,36
Total			475.836,84

Fuente: datos de la empresa e información técnica de productos**Elaborado por:** Autora.**Tabla 20.** Consumo de tubos de hierro durante el 2016

Material	Unidad	Cantidad	Peso (kg)
Tubo redondo 7/8 x 1,5	tubos	30.393	140.415,66
Tubo redondo 7/8 x 1,10	tubos	3.930	13.204,80
Tubo redondo 1 x 1,5	tubos	20.829	109.977,12
Tubo redondo 1 x 1,10	tubos	2.350	9.165,00
Total			272.762,58

Fuente: Datos de la empresa e información técnica de productos**Elaborado por:** Autora.**Tabla 21.** Consumo total de acero, factor de emisión y toneladas de CO₂-eq.

Consumo (kg)	Factor de emisión	Ton CO ₂ -eq
748.599,42	1,06 ton CO ₂ /ton acero producido	793,52

Fuente: Datos de la empresa y FE del IPCC (2006)**Elaborado por:** Autora.

8.2.4.2. Paneles de madera

Los paneles son madera de partículas (MDP) cuyo proveedor es NOVOPAN, que tiene un programa de forestación dentro de un plan anual de 1.000 hectáreas en tierras de aptitud forestal, en áreas de sierra y costa. Con

este programa se equilibra la huella de carbono que la actividad industrial genera, constituyéndose en una de las pocas industrias con un balance ambiental totalmente equilibrado, además, cuenta con la certificación ambiental Punto Verde, como Empresa Eco-eficiente otorgada por el Ministerio del Ambiente (Novapan, 2017).

Sin embargo, con el fin de cuantificar las emisiones generados en el proceso de fabricación de paneles se ha considerado el factor de emisión 0,1324 ton CO₂-eq/m³ (Casares y Ubidia, 2012).

Las dimensiones de cada panel son 2,15 x 2,44 m y 8 mm de espesor y la densidad del MDP es 660 kg/m³. De este modo, para el total de paneles utilizados en el 2016, las emisiones fueron de 80,84 ton CO₂-eq (Tabla 22).

Tabla 22. Consumo total de paneles MDP, factor de emisión y toneladas de CO₂-eq.

Consumo (Paneles MDP)	Peso (kg)	Factor de emisión	Ton CO ₂ -eq
6.500	403.000	0,1324 ton CO ₂ -eq/m ³	80,84

Fuente: Datos de la empresa e información técnica de Novopan
Elaborado por: Autora.

8.2.4.3. Material de embalaje

Se utilizaron 1.650 rollos grandes de Stretch film con un peso de 16 kg cada uno. Este plástico es un polietileno de baja densidad, utilizado para envolver y proteger cada una de las piezas y muebles elaborados. Las emisiones estimadas corresponden al proceso de producción del material (Tabla 23).

Tabla 23. Consumo total de material de embalaje, factor de emisión y toneladas de CO₂-eq.

Consumo (rollos)	Peso (kg)	Factor de emisión	Ton CO ₂ -eq
1.638	26.208	2,72 ton CO ₂ -eq/ton de plástico	71,29

Fuente: Datos de la empresa y FE del IPCC (2006)
Elaborado por: Autora.

8.2.4.4. Pintura en polvo

Durante el 2016, Indumaster consumió 33.200 kg de pintura Wesco, formulada con resinas tipo poliéster que no contaminan el ambiente.

8.2.4.5. Anticorrosivo

Formulación del baño: 10 - 20 cc/l. Los fosfatos producen lodos, asociados a la producción de fosfatos terciarios insolubles en el medio. Se estima que por lo menos el 50% del fosfato soluble se convierte en lodo, el cual es necesario disponer de acuerdo con las normas ambientales. En Indumaster se utilizó un total de 6.120 kg de Fosfation 23S.

8.2.4.6. Desechos

Considerando que en las emisiones declaradas en el INGEI 2012 de Ecuador, se revela que el sector Residuos representó el 4,19% del total emisiones, con 3.377,83 Gg de CO₂-eq (MAE, 2017) es necesario cuantificar los residuos industriales.

La actividad industrial genera residuos industriales sólidos (RISES) y residuos industriales líquidos (RILES), los residuos sólidos no valorizables son enviados al vertedero municipal y las aguas residuales son vertidas al sistema de alcantarillado, para su posterior tratamiento en lagunas de oxidación.

Durante la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos depositados en vertederos de residuos sólidos (VRS) se producen emisiones de metano (CH₄), producto de la descomposición a ritmo decreciente y tardan muchos años en descomponerse totalmente tal como es indicado en el capítulo 5 de las Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006).

En este contexto, los desechos sólidos de Indumaster que se generaron en el 2016 fueron 173.500 kg, de los cuales el 95% corresponde a residuos de productos de madera. Para estimar las emisiones se procedió a evaluar la gestión de residuos del Vertedero Municipal de Manta, en base al método por defecto (Figura 15), recomendada en la directriz arriba mencionada.

Método por defecto – nivel 1

El método por defecto se basa en la ecuación siguiente:

ECUACIÓN 5.3 $\text{Emisiones de CH}_4 \text{ (Gg/año)} = [(RSU_T \bullet RSU_F \bullet L_0) - R] \bullet (1 - OX)$

donde:

RSU_T = cantidad total de RSU generados (Gg/año)

RSU_F = fracción de RSU eliminados en los VRS

L_0 = potencial de generación de metano [$FCM \bullet COD \bullet COD_F \bullet F \bullet 16 / 12$ (Gg de CH_4 /Gg de desechos)]

FCM = factor de corrección para el metano (fracción)

COD = carbono orgánico degradable [fracción (Gg C/Gg de RSU)]

COD_F = fracción de COD no asimilada

F = fracción por volumen de CH_4 en el gas de vertedero

R = CH_4 recuperado (Gg/año)

OX = factor de oxidación (fracción)

Figura 15. Método por defecto planteado por el IPCC

Fuente: IPCC (2006).

Una vez realizados los respectivos cálculos (Anexo 3, 4 y 5), se determinó que los residuos sólidos generados por Indumaster durante el 2016, pueden emitir 267.114 ton CO_2 -eq (Tabla 24) sin dejar de considerar que la madera tiene un tiempo promedio de 23 años de descomposición.

Tabla 24. Residuos sólidos y emisión en toneladas de CO_2 -eq.

Generación de residuos sólidos (kg)	Emisión CH_4 (Ton)	Ton CO_2 -eq
173.500	12,7197	267,1140

Fuente: Datos de la empresa y cálculo de emisión con el Método por defecto

Elaborado por: Autora.

Con relación a los RILES, se estimó un flujo volumétrico de 12.480 m³. Debido a que los residuos son vertidos en el sistema de alcantarillado, las emisiones se calculan en el punto de tratamiento. La estimación se hace de las aguas industriales junto con las de origen doméstico (IPCC, 2006). Las emisiones generadas en las lagunas de oxidación se determinaron por el “método de examen” (Figura 16) planteado por la normativa.

RECUADRO 5.1
MÉTODO DE EXAMEN

La ecuación 5.6 representa un método de examen rápido de las estimaciones nacionales. Se incluyen los valores por defecto de los parámetros para poder hacer un cálculo de muestra.

ECUACIÓN 5.6 $WM = P \cdot D \cdot SBF \cdot FE \cdot FTA \cdot 365 \cdot 10^{-12}$

donde:

WM = emisión anual de CH₄ procedente de aguas residuales domésticas, por país (Tg)

P = población nacional o urbana de algunos países en desarrollo (número de personas)

D = carga orgánica en la demanda bioquímica de oxígeno por persona (g de DBO/persona/día),
valor general por defecto = 60 g de DBO/persona/día

SBF = fracción de la DBO que se sedimenta rápidamente, valor por defecto = 0,5

FE = factor de emisión (g de CH₄/g de DBO), valor por defecto = 0,6

FTA = fracción de la DBO presente en los lodos que se degrada anaeróbicamente, valor por defecto = 0,8

Figura 16. Método de examen planteado por el IPCC

Fuente: IPCC (2006).

Se utilizaron los datos locales de población y volumen de agua residual que ingresa a la planta de tratamiento, para calcular las emisiones (Anexo 6) y, posteriormente de acuerdo al volumen generado por la empresa Indumaster, se estimó el aporte anual de 22,78 ton CO₂-eq (Tabla 25) por RILES.

Tabla 25. Residuos líquidos y emisión en toneladas de CO₂-eq.

Generación de agua residual (m ³)	Emisión CH ₄ (Ton)	Ton CO ₂ -eq
12.480	1,0848	22,7803

Fuente: Datos de la empresa y cálculo de emisión por Método del examen

Elaborado por: Autora.

8.2.5. Resultados

El total de las emisiones generadas por la empresa Indumaster S.A. durante el 2016 fue de 2.909,69 Ton de CO₂-eq; de los cuales 1304,48 pertenecen al alcance 1 (Tabla 26), 370,67 al alcance 2 (Tabla 27) y 1.234,54 al alcance 3 (Tabla 28).

Tabla 26. Emisiones generadas en el Alcance 1

Emisiones directas	Ton CO₂-eq
GLP por combustión fija	1053,89
Diésel por combustión fija	0,12
Diésel por combustión móvil	232,04
Gasolina por combustión móvil	17,42
Emisiones de gases de soldadura	1,01
Emisiones de alambre de soldadura	0,0064
TOTAL	1304,48

Fuente: ISO (2006)**Elaborado por:** Autora.**Tabla 27.** Emisiones generadas en el Alcance 2

Emisiones indirectas	Ton CO₂-eq
Energía eléctrica	370,67
TOTAL	370,67

Fuente: ISO (2006)**Elaborado por:** Autora.**Tabla 28.** Emisiones generadas en el Alcance 3

Otras emisiones	Ton CO₂-eq
Producción de acero	793,52
Producción de MDP	80,84
Producción de Stretch film	71,29
Gestión de residuos	289,89
TOTAL	1.235,54

Fuente: ISO (2006)**Elaborado por:** Autora.

Tabla 29. Emisiones de CO₂-eq por Alcances

Alcances	Emisión total anual (Ton CO₂-eq)
Alcance 1	1.304,48
Alcance 2	370,67
Alcance 3	1.235,54
TOTAL	2.909,69

Fuente: ISO (2006)

Elaborado por: Autora.

El total de las emisiones se muestra en la tabla 29 y en la relación entre los tres tipos de emisiones (Gráfico 1), el 45% corresponde a emisiones directas, por combustión para generación de energía y procesos de producción y transporte de vehículos propios. El 13% son emisiones indirectas, por consumo de energía eléctrica y 42% corresponde a otras emisiones indirectas, que corresponde a producción de materia prima e insumos principales, así como la gestión de residuos, ambos fuera del control de la empresa.

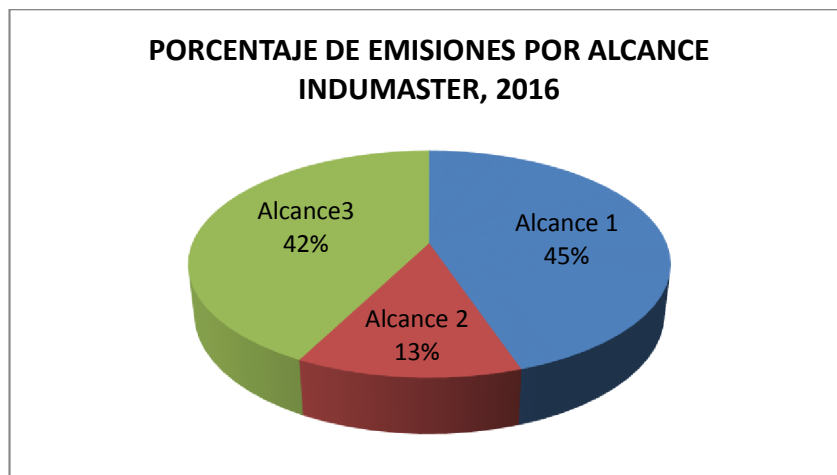


Gráfico 1. Tipo de emisión con su respectivo porcentaje

En una declaración voluntaria, se puede considerar solo las emisiones de Alcance 1 y 2 (Gráfico 2), en cuyo caso las primeras, las emisiones directas representan el 78%, y la diferencia corresponde a emisiones indirectas o alcance 2.

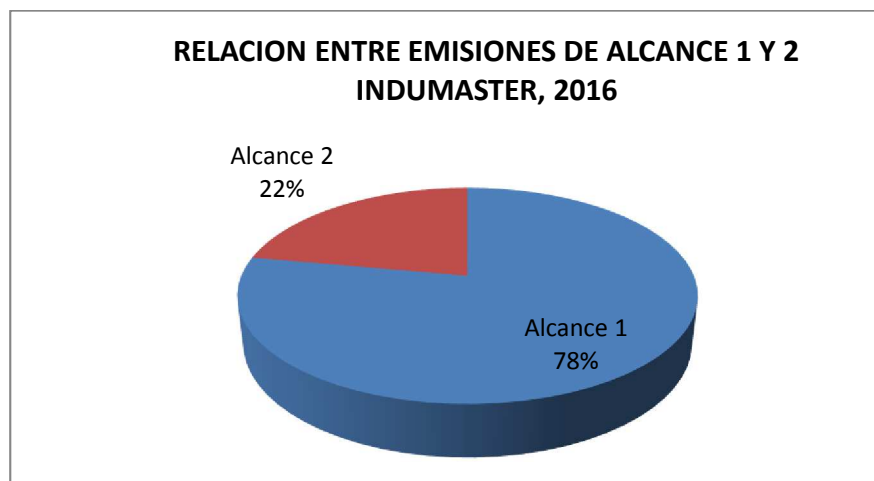


Gráfico 2. Emisiones del alcance 1 y 2

8.2.5.1. Emisiones directas

Las emisiones directas, son básicamente en el sector energía, quema de combustible para la industria de manufactura, el transporte y generación eléctrica y otras son de procesos. En el gráfico 3 se puede observar que el GLP, utilizado en el proceso de secado y curado, es el responsable de la mayor proporción de emisiones, seguido del diésel utilizado en vehículos a motor, que generan 1053,89 y 232,04 Ton de CO₂-eq en su orden. Cabe recalcar que se usó el método sectorial ya que permite distinguir la combustión fija de la móvil.

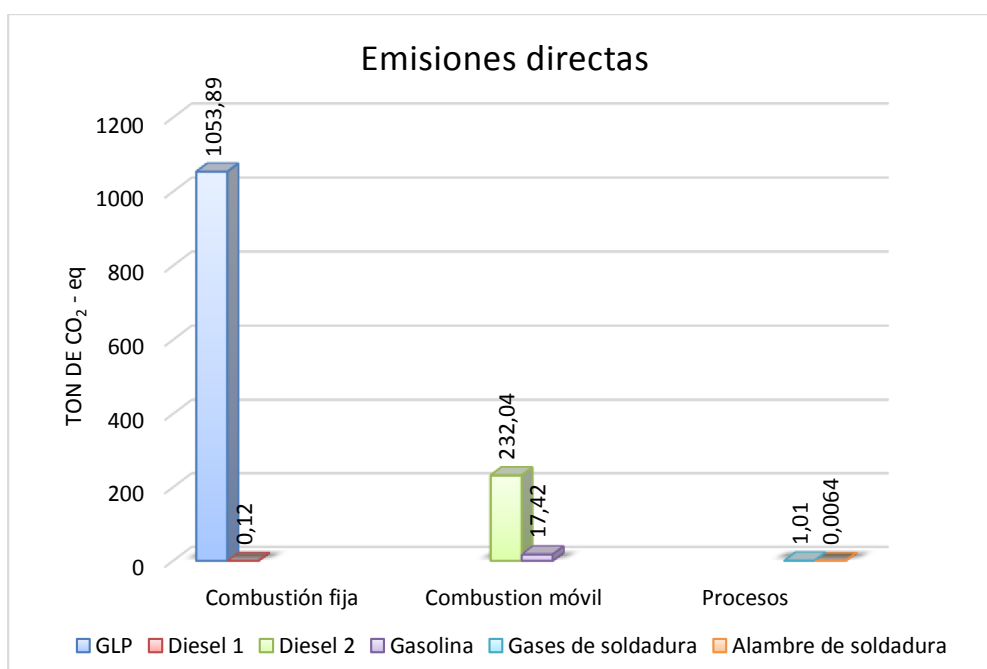


Gráfico 3. Emisiones directas en ton de CO₂-eq

8.2.5.2. Emisiones indirectas

Este tipo de emisiones se enfocan netamente en el consumo de energía eléctrica. El comportamiento del consumo de energía eléctrica (Gráfico 4) está relacionado con los niveles de producción, donde a partir de abril, mes en el que ocurrió el terremoto, hubo un descenso en el consumo que aumentó solo a finales del año.

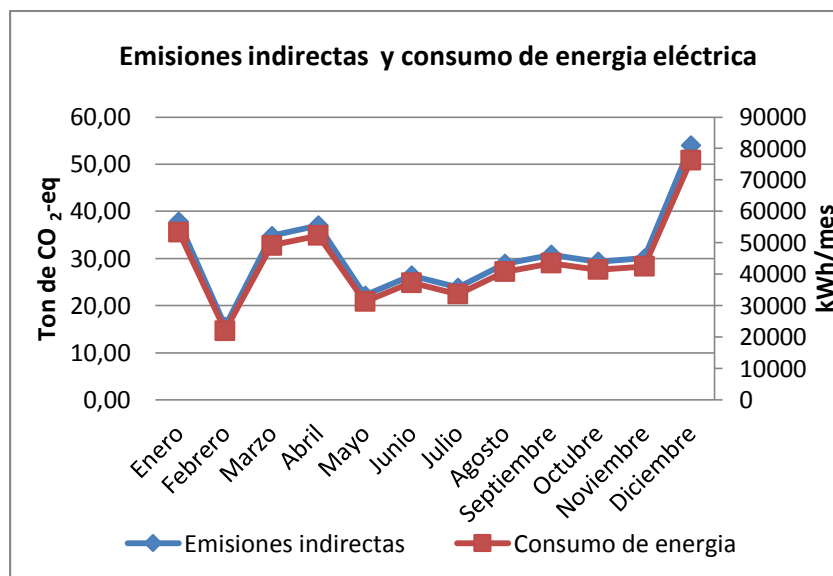


Gráfico 4. Emisiones indirectas por kWh consumidos durante el 2016

8.2.5.3. Otras emisiones indirectas

La producción de acero representa la mayor proporción de las otras emisiones indirectas (Gráfico 5), las cuales no están bajo control de la empresa.

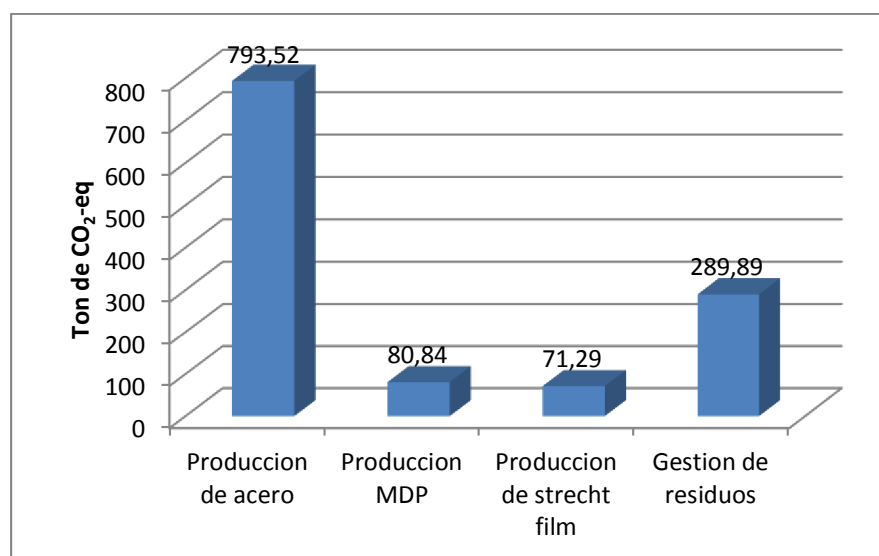


Gráfico 5. Otras emisiones indirectas en ton de CO₂-eq

Analizados los tipos de emisiones, se puede establecer la relación entre las distintas fuentes de emisión (Figura 17), en el Alcance 1 como resultado de la transformación que sufren los insumos, en Alcance 2, la energía generada por un tercero y necesaria para realizar las operaciones y en alcance 3 por la fabricación de los materiales adquiridos y la gestión de los desechos generados en Indumaster.

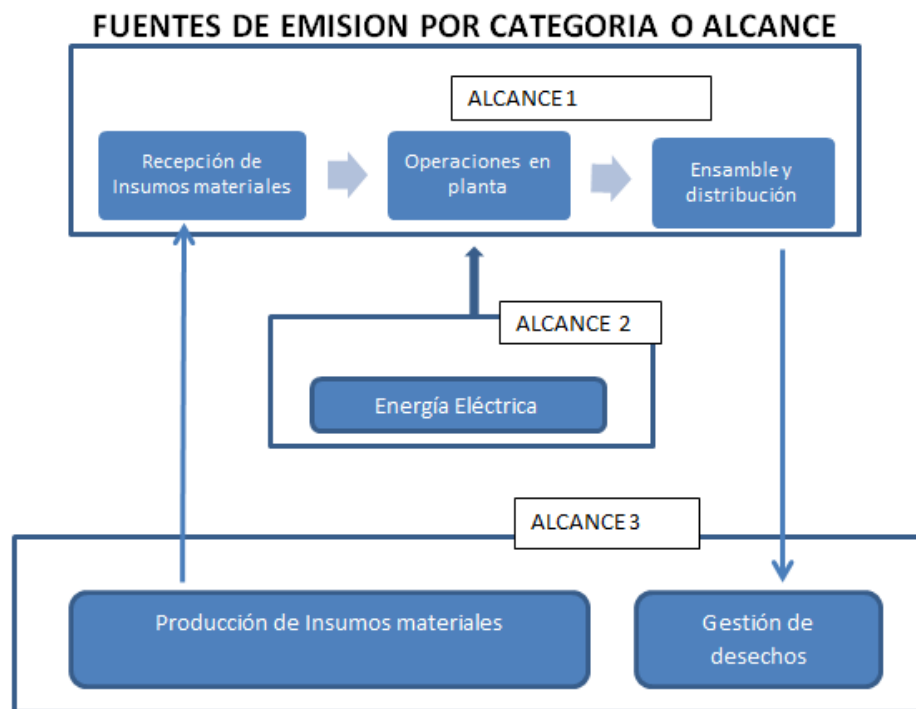


Figura 17. Fuentes de emisión por categoría.
Fuente: Autora.

8.2.5.4 Emisiones por tipo de GEI

Las emisiones de GEI considerando los 3 alcances (Tabla 30), son mayoritariamente compuestas por CO₂, en un 89,95%, mientras que el metano y óxido nitroso representan el 9,98 y 0,07 % respectivamente (Gráfico 7).

Tabla 30. Emisiones por tipo de GEI

Emisiones por tipo de gas	Ton CO ₂ -eq
Emisiones de CO ₂	2618.10
Emisiones de CH ₄	290.34
Emisiones de N ₂ O	2.25

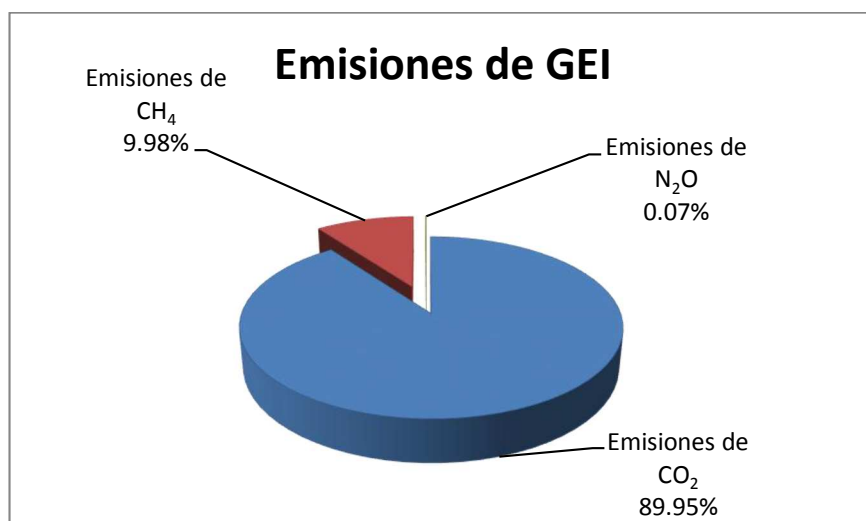


Gráfico 6. Representación porcentual de los principales GEI

8.2.6. Incertidumbre

Los lineamientos planteados por el IPCC establecen que la incertidumbre se realiza generalmente con datos pertenecientes a dos periodos consecutivos. En este sentido, y debido a que solo se consideraron datos referentes al 2016 de la empresa Indumaster S.A. para establecer dicho parámetro, el año en estudio fue dividido en dos periodos: de enero a junio y de julio a diciembre (Tabla 31).

Tabla 31. Emisiones generadas por semestre durante el 2016

CUADRO ANUAL DE EMISIONES (Ton CO ₂ -eq)			
ALCANCE 1 - EMISIONES DIRECTAS			
AÑO 2016	Semestre I	Semestre II	Anual
ITEMS	Ton CO ₂ -eq	Ton CO ₂ -eq	Ton CO ₂ -eq
GLP, combustión fija	421,56	632,33	1053,89
Diesel, combustión fija	0,00	0,12	0,12
Diesel, combustión móvil	110,35	121,69	232,04
Gasolina, combustión móvil	7,49	9,93	17,42
Emisiones de gases de soldadura	0,38	0,63	1,01
Emisiones de alambre de soldadura	2,76E-04	9,53E-04	0,00
SUB TOTAL	539,77	764,71	1304,48

ALCANCE 2 - EMISIONES INDIRECTAS			
Energía Eléctrica	173,73	196,94	370,67
SUB TOTAL	173,73	196,94	370,67
ALCANCE 3 - OTRAS EMISIONES INDIRECTAS			
Producción de acero	240,76	552,76	793,52
Producción MDP	34,33	46,52	80,84
Producción de stretch film	29,29	42,00	71,29
Gestión de residuos	121,27	168,62	289,89
SUB TOTAL	425,64	809,90	1235,54

Fuente: Indumaster, IPCC (2006) e ISO (2006)

Elaborado por: Autora.

Para la determinación de la incertidumbre se siguió el Método 1 del IPCC, que se basa en ecuaciones simples de propagación de errores. De esta manera, aplicados los factores establecidos por el IPCC (Tabla 7) se obtuvo una incertidumbre del 10,70% con una tendencia de comparación entre los dos semestres de 11,33% (Tabla 32).

Tabla 32. Cálculo de la incertidumbre y la tendencia

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$G \cdot D / \sum D$	Nota 1	$D / \sum C$	$I \cdot F$	$J \cdot E \cdot \sqrt{2}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$
			Gg equivalente de CO ₂	Gg equivalente de CO ₂	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Energía	GLP	CO ₂	0,42	0,63	10	7	12,21	4,3534	0,0620	0,46318	0,4338	6,5503	6,5647
	Diesel, combustión fija	CO ₂	0,00E+00	1,19E-04	10	7	12,21	0,0008	0,0001	0,00009	0,0006	0,0012	0,0014
	Diesel combustión móvil	CO ₂	0,11	0,12	10	7	12,21	0,8321	-0,0157	0,08853	-0,1100	1,2520	1,2569
	Gasolina, combustión móvil	CO ₂	0,01	0,01	10	7	12,21	0,0682	0,0002	0,00726	0,0011	0,1026	0,1026
	Energía eléctrica	CO ₂	0,17	0,20	2	7	7,28	0,8093	-0,0210	0,14437	-0,1470	0,4084	0,4340
Procesos	Gas de soldadura	CO ₂	3,76E-04	6,35E-04	3	100	100,04	0,0359	0,0001	0,00047	0,0108	0,0020	0,0109
	Alambre de soldadura	CO ₂	2,76E-07	9,53E-07	3	100	100,04	0,0001	0,0000	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000
	Producción de acero	CO ₂	0,24	0,55	10	25	26,93	8,4014	0,1757	0,40522	4,3924	5,7307	7,2204
	Producción de MDP	CO ₂	0,26	0,05	10	25	26,93	0,7070	-0,2123	0,03410	-5,3086	0,4823	5,3304
	Producción de plástico	CO ₂	0,03	0,04	10	25	26,93	0,6383	0,0029	0,03079	0,0725	0,4354	0,4414

Energía	GLP	CH ₄	1,40E-04	2,10E-04	10	150	150,33	0,0178	0,0000	0,00015	0,0031	0,0022	0,0038
	Diesel, combustión fija	CH ₄	0,00E+00	1,02E-07	10	150	150,33	0,0000	0,0000	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000
	Diesel combustión móvil	CH ₄	3,31E-05	3,65E-05	10	40	41,23	0,0008	0,0000	0,00003	-0,0002	0,0004	0,0004
	Gasolina, combustión móvil	CH ₄	1,04E-05	1,38E-05	10	40	41,23	0,0003	0,0000	0,00001	0,0000	0,0001	0,0001
Desechos	Gestión de residuos, vertedero	CH ₄	0,11	0,15	10	50	50,99	4,4269	0,0049	0,11275	0,2433	1,5945	1,6130
	Gestión de residuos, lagunas de oxidación	CH ₄	0,01	0,01	10	50	50,99	0,4266	0,0033	0,01087	0,1644	0,1537	0,2250
Energía	GLP	N ₂ O	2,07E-04	3,10E-04	10	10000	10000,00	1,7521	0,0000	0,00023	0,3054	0,0032	0,3054
	Diesel, combustión fija	N ₂ O	0,00E+00	3,00E-07	10	10000	10000,00	0,0017	0,0000	0,00000	0,0022	0,0000	0,0022
	Diesel combustión móvil	N ₂ O	8,06E-04	8,89E-04	10	50	50,99	0,0256	-0,0001	0,00065	-0,0058	0,0092	0,0109
	Gasolina, combustión móvil	N ₂ O	1,75E-05	2,32E-05	10	50	50,99	0,0007	0,0000	0,00002	0,0000	0,0002	0,0002
			1,36	1,772				10,7073					11,3297
			Σ C	Σ D				√Σ H ²					√Σ M ²

Fuente: IPCC (2006)
Elaborado por: Autora.

En donde:

A: Categoría de fuente del IPCC;

B: Gas de efecto invernadero;

C y D: Emisiones año base y año en curso (para este caso Semestre I y II); en unidades de CO₂-eq;

E: Incertidumbre en los datos de actividad;

F: Incertidumbre en el factor de emisión;

G: Incertidumbre combinada por categoría;

H: Incertidumbre combinada como % de las emisiones totales en el año;

I: Sensibilidad tipo A;

J: Sensibilidad tipo B;

K: Incertidumbre en la tendencia en las emisiones introducida por la incertidumbre en el factor de emisión; y,

L: Incertidumbre en la tendencia en las emisiones introducida por la incertidumbre en los datos de actividad

M: Incertidumbre combinada introducida en la tendencia por la incertidumbre en los datos de actividad y el factor de emisión.

8.3. ALTERNATIVAS PARA REDUCIR EMISIONES

Una vez cuantificadas las emisiones de GEI por efecto directo e indirecto de la actividad industrial de Indumaster S.A. y como parte de la responsabilidad social, se puede establecer un plan (Tabla 33) que aporte a la reducción de las emisiones.

Tabla 33. Medidas para reducir emisiones de GEI

COMPONENTE	MEDIDAS PROPUESTAS	RESPONSABLE	MEDIDA DE VERIFICACION
Cuantificación de emisiones	Realizar verificación de las emisiones del año base 2016	Jefe de Gestión Ambiental	Certificado de verificación de emisiones
Establecer meta de reducción de emisiones	Reducir emisiones de 2.910 ton CO ₂ -eq por cada 100.000 unidades producidas	Gerencia General	Informe de Cuantificación anual de emisiones
Consumo de energía eléctrica	Elaborar programa de eficiencia energética. Reducir consumo de energía eléctrica.	Jefe de Mantenimiento	Informe del inventario de maquinarias, equipos y luminarias con sus respectivas potencias y horas de uso. Planillas de consumo de energía eléctrica
Generación de residuos	Utilizar un programa de diseño para optimizar el rendimiento de los tableros de MDP. Gestionar la compra de tableros en medidas fuera del estándar.	Jefe de Producción Jefe de Compras	Informes y registros del rendimiento por corte de los tableros de MDF superior al 70% Facturas de adquisición de tableros de MDP
	Minimizar los errores de corte de planchas y tubos de hierro.	Jefe de producción	Informes del factor de rendimiento por corte, superior a 80%
Uso de combustible en vehículos	Plan de Mantenimiento vehicular preventivo. Establecer rutas semanales de entrega de producto Reemplazo de vehículos de motor a diesel a los de gasolina o híbridos.	Jefe de Logística	Registros de mantenimiento Bitácoras de recorridos Facturas de compra de vehículos y de combustible

Elaborado por: Autora

La compensación de las emisiones es otra alternativa válida en la lucha contra el calentamiento global.

Tabla 34. Medidas de compensación

COMPONENTE	MEDIDAS PROPUESTAS	RESPONSABLE	MEDIDA DE VERIFICACION
Proyectos de forestación o reforestación	Financiar proyectos inscritos de captación o remoción de CO ₂ Iniciar proyectos propios de revegetación o reforestación.	Gerencia General y Jefe de Gestión Ambiental	Informe técnico del proyecto Imágenes y documentos del proyecto

IX. DISCUSIÓN

Para el cálculo de emisiones, se recurrió a ciertos factores internacionales por la falta de información oficial. En el caso del factor de emisión de CO₂-eq del SNI, para el año 2012, el MAE en conjunto con otras entidades determinó que para el sector eléctrico el factor de operación y de construcción eran 0,7108 y 0,3044 Ton CO₂/MWh, respectivamente. Sin embargo, en el informe del MAE (2013) se concluye que “el valor del factor de emisión del margen de operación puede ser utilizado para estimar las emisiones de CO₂ emitidas a la atmósfera por el SNI”.

Este factor fue actualizado en el 2013 con base en los periodos anteriores, determinando el margen de operación en 0,7079 Ton CO₂/MWh, dato que puede ser utilizado para estimar las emisiones a la atmósfera, originadas en el SNI, según lo expresado en la Tercera Comunicación Nacional (MAE, 2017). Para el 2016 no se cuenta con un factor de emisión oficial actualizado, pero se debe considerar que entraron en operación las Centrales Coca Codo Sinclair y Sopladora, con capacidad de 1500 y 487 MW respectivamente, lo cual haría suponer que el factor de emisión, puede ser inferior al último establecido.

Probablemente al ser actualizado el factor con los datos de 2016, se tendría un valor menor por operación de las dos nuevas centrales hidroeléctricas, reduciendo así las emisiones por generación eléctrica. Además, la estructura de la generación eléctrica según datos del Balance Nacional energético, en los últimos años ha tenido la siguiente evolución: 43,4 % de fuentes renovables y 56,6 % fuentes no renovables durante 2012 y 2013, ligeras fluctuaciones durante el 2014 y 2015 y se revierte la relación en el 2016, 56,4 % de fuentes renovables y 43,6% de fuentes no renovables.

Sin embargo, de acuerdo con Haro y Oscullo (2016) se establece un factor de emisión diferente del SNI. Ello manifiesta que “De acuerdo al ciclo hidrológico presente en las cuencas de las centrales hidroeléctricas de un sistema eléctrico determina la participación en la operación de la red eléctrica analizada de la generación térmica, esta establece la magnitud del factor de

emisión de CO₂, si la participación de las tecnologías para la producción de energía eléctrica con combustibles fósiles de mayor emisión de CO₂ determina un incremento en el factor de emisión anual como es el caso del 2014 respecto al 2013”.

Para la estimación de las emisiones por desechos tanto sólidos como líquidos, se recurrió al mecanismo recomendado en el IPCC, considerando ciertos datos locales, lo cual da un margen aceptable en la calidad de dicho resultado. El sector residuos en el año 2015 representó del 3 al 5 % de las emisiones mundiales (IPCC, 2007).

En cuanto a la incertidumbre total estimada, fue aproximadamente del 11% si comparamos con la establecida en el INGEI (MAE, 2012) que fue estimada en 14% (sin contar datos Agricultura) y 18% considerándolos, es un nivel aceptable, incluso las directrices del IPCC se mencionan incertidumbres hasta del 20% en inventarios de países en vía de desarrollo, aunque en los desarrollados el valor alcanza una sola cifra.

Finalmente, es importante mencionar que solo se consideraron el CO₂, CH₄ y NO₂ en el cálculo de la incertidumbre, debido a que los demás gases que influyen en el efecto invernadero tienen una disparidad de resultados muy poco significativa a diferencia de los principales GEI, por lo que no son necesarios ser considerados en este cálculo.

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. CONCLUSIONES

La fabricación de muebles de metal es una actividad considerada de bajo impacto, a pesar de que utiliza varios insumos de la siderurgia, ya que Indumaster transforma geométricamente los metales y para darles un acabado a sus productos aplica procesos de soldadura, pintura, y embalaje. La producción del año en estudio alcanzó las 100.000 unidades.

Las emisiones generadas por la actividad industrial de Indumaster, considerando dióxido de carbono, óxido nitroso, y metano representaron 1.675,75 Ton de CO₂-eq (Alcance 1 y 2) durante el periodo productivo 2016. Las emisiones de Alcance 3, adicionan 1.235,54 ton de CO₂-eq, pero estas no están bajo el control directo de la empresa. Considerando los 3 alcances, el gas preponderante en las emisiones es el CO₂, con un 89,95 %, le sigue el CH₄ con un 9,98 %, y el N₂O solo representa el 0.07%.

Entre las alternativas para reducir las emisiones se mencionan un proyecto de eficiencia energética, ecodiseño de productos y financiamiento de proyectos de captura de CO₂. Además la calidad de los datos obtenidos dentro del sistema de gestión ambiental puede mejorar con mayores controles y definición de los límites operativos.

10.2. RECOMENDACIONES

Indumaster dentro de su política ambiental puede establecer metas alcanzables de reducción de emisiones, en relación con la producción anual de bienes y servicios, optimizando procesos, diseño y distribución de productos, así como al definir estrategias para minimizar la generación de desechos.

Implementar más controles en los sistemas de gestión que permitan aplicar correctivos ante eventuales desviaciones de procesos o en las especificaciones técnicas de materiales, ya que elaboran una diversidad de

productos, garantizando así la mejora continua y una producción amigable con el ambiente.

Establecer dentro del sistema de gestión ambiental, controles y registros que permitan realizar estimaciones mensuales de las emisiones, para mejorar la calidad de la información.

Considerar a mediano plazo, fomentar una plantación forestal y adherirse a un programa de captura de carbono, como el implementado por el MAE denominado Carbono Neutral.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación, ES). 2016. Huella de Carbono de productos, servicios, organizaciones y eventos (en línea). Madrid, ES. Consultado el 11 oct. 2017. Disponible en https://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/mab_huella_carbono.asp#.Wk7-bt-nHIU
- Alfaro, JM; Limón, B; Martínez, GA; Tijerina, G. 2014. Ambiente y sustentabilidad: por una educación ambiental. 1 ed. Azcapotzalco, MX. Grupo Editorial Patria.
- Caballero, ML; Lozano, S; Ortega, B. 2007. Efecto Invernadero, Calentamiento Global y Cambio Climático: Una perspectiva desde las ciencias de la tierra. Revista Digital Universitaria 8(10):2-12.
- Calle Benavides, CC; Guzmán Bejar, R. 2001. Cálculo de la huella de carbono del ecolodge Ulcumano ubicado en el sector de la Suiza, distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa, región Pasco. Tesis Ing. Forestal, Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 64p.
- Casares, D; Ubidia, J. 2012. Caracterización y Análisis de la Sostenibilidad de la Cadena de Suministro de Novopan del Ecuador utilizando el Modelo Green SCOR. Tesis Ing. Industrial, Quito, EC, Universidad San Francisco de Quito. 192p.
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental, CA). s.f. Gases de efecto invernadero (en línea). Québec, CA. Consultado el 28 sep. 2017. Disponible en <http://www2.cec.org/site/PPE/es/emisiones-de-contaminantes/gases-de-efecto-invernadero-0>
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CL). 2011 Metodologías de cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina (en línea). Santiago de Chile, CL. Consultado el 04 oct. 2017. Disponible en http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37288/Metodolog%EDas_calculo_HC_AL.pdf;jsessionid=4F311DE016379EBBF62F003100DC8DCE?sequence=1

- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CL). 2013. Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático (en línea). Santiago de Chile, CL. Consultado el 04 oct. 2017. Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/4101-huella-carbono-exportaciones-estrategias-empresariales-frente-al-cambio-climatico>
- CIIFEN (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, EC). s.f. Adaptación y mitigación frente al Cambio Climático (en línea). Guayaquil, EC. Consultado el 11 oct. 2017. Disponible en http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=102&Itemid=341&lang=es
- Colque, MT; Sánchez, VE. 2007. Los gases de efecto invernadero: por qué se produce el calentamiento global? (en línea). Lima, PE. Consultado el 28 sep. 2017. Disponible en http://www.labor.org.pe/descargas/1ra%20publicacion_%20abc%20cc.pdf
- Diario Expreso. 2017. Huella de carbono. Medir contaminación para vender más (en línea). Guayaquil, EC. Consultado 12 oct. 2017. Disponible en http://www.expreso.ec/actualidad/huella-de-carbono-CQGR_8013006
- Earth System Research Laboratory. 2017. Recent monthly average Mauna Loa CO₂ (en línea). Broadway, US. Consultado el 28 sep. 2017. Disponible en <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/#mlo>
- Egger, AE. 2003. La atmósfera de la Tierra (en línea). Consultado el 02 oct. 2017. Disponible en <https://www.visionlearning.com/es/library/Ciencias-de-la-Tierra/6/La-Atm%C3%B3sfera-de-la-Tierra/107>
- FAO (Food and Agriculture Organization, CA). 2006. Directrices sobre la estimación de la incertidumbre de los resultados. Quebec, CA. 17p.
- FECYT (Fundación Española para la Ciencia y Tecnología, ES). 2004. Meteorología y climatología. Madrid, ES. Global Diseña. 170p.
- GAD de Montecristi (Gobierno Autónomo Descentralizado de Montecristi, EC). 2014. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Montecristi. Montecristi, EC. 305p.

- Grupo Banco Mundial. 2017. Emisiones de CO₂ (kt) (en línea). Tennessee, US. Consultado el 17 jul. 2017. Disponible en <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT>
- Halpern Mery, D. 2013. Medición y reducción de la huella de carbono de ChileExpress. Tesis Ing. Civil, Santiago de Chile, CL, Universidad de Chile. 135p.
- Haro, L; Oscullo, J. 2016. Factor Anual de Emisión de CO₂ Producido por el Parque Generador del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador, Mediante la Aplicación de la Metodología de la Convención Marco Sobre el Cambio Climático UNFCCC, para el Periodo 2009-2014. Revista Politécnica 37(1):61-67.
- Ihobe. 2012. Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones. Bilbao, ES. 106p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, EC). 2010. ¿Cómo crecerá la población en Ecuador? (en línea). Quito, EC. Consultado 12 oct. 2017. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, CH). 1996. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Ginebra, CH. Consultado el 17 jul. 2017. Disponible en <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, CH). 2015. Contribución del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (en línea). Ginebra, CH. Consultado el 1 mayo. 2017. Disponible en http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático, CH). 2014. Cambio climático 2014 Informe de síntesis Resumen para responsables de políticas. Suiza. 33p.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático, CH). 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 5: Desechos (en línea). Ginebra, CH. Consultado

el 04 oct. 2017. Disponible en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol5.html>

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático, CH). 2001. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (en línea). Ginebra, CH. Consultado el 04 oct. 2017. Disponible en https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html

ISO (International Organization for Standardization, CH). 2006. Gases de efecto invernadero — Part 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (en línea). Ginebra, CH. Consultado el 04 oct. 2017. Disponible en <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-1:v1:es>

Jaramillo, VC. 2007. El ciclo global del carbono (en línea). Ciudad de México, MX. Consultado el 11 oct. 2017. Disponible en <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/437/jaramillo.html>

Larios, J. 2008. Calentamiento global: al borde del límite. Córdova, ES. 120p.

MAE (Ministerio de Ambiente del Ecuador, EC). 2011. MAE trabaja en programas de mitigación y adaptación para reducir emisiones de CO₂ en Ecuador (en línea). Quito, EC. Consultado 12 oct. 2017. Disponible en <http://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/>

MAE (Ministerio de Ambiente del Ecuador, EC). 2012. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Ecuador Serie Temporal 1994-2012. Quito, EC. 28 p.

MAE (Ministerio de Ambiente del Ecuador, EC). 2017. Tercera Comunicación Nacional del Ecuador a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Quito, EC. 630 p.

MAPAMA (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, ES). 2014. Sección de huella de carbono y de compromisos de reducción (en línea). Madrid, ES. Consultado el 11 oct. 2017. Disponible en <http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/Huella-Carbono.aspx>

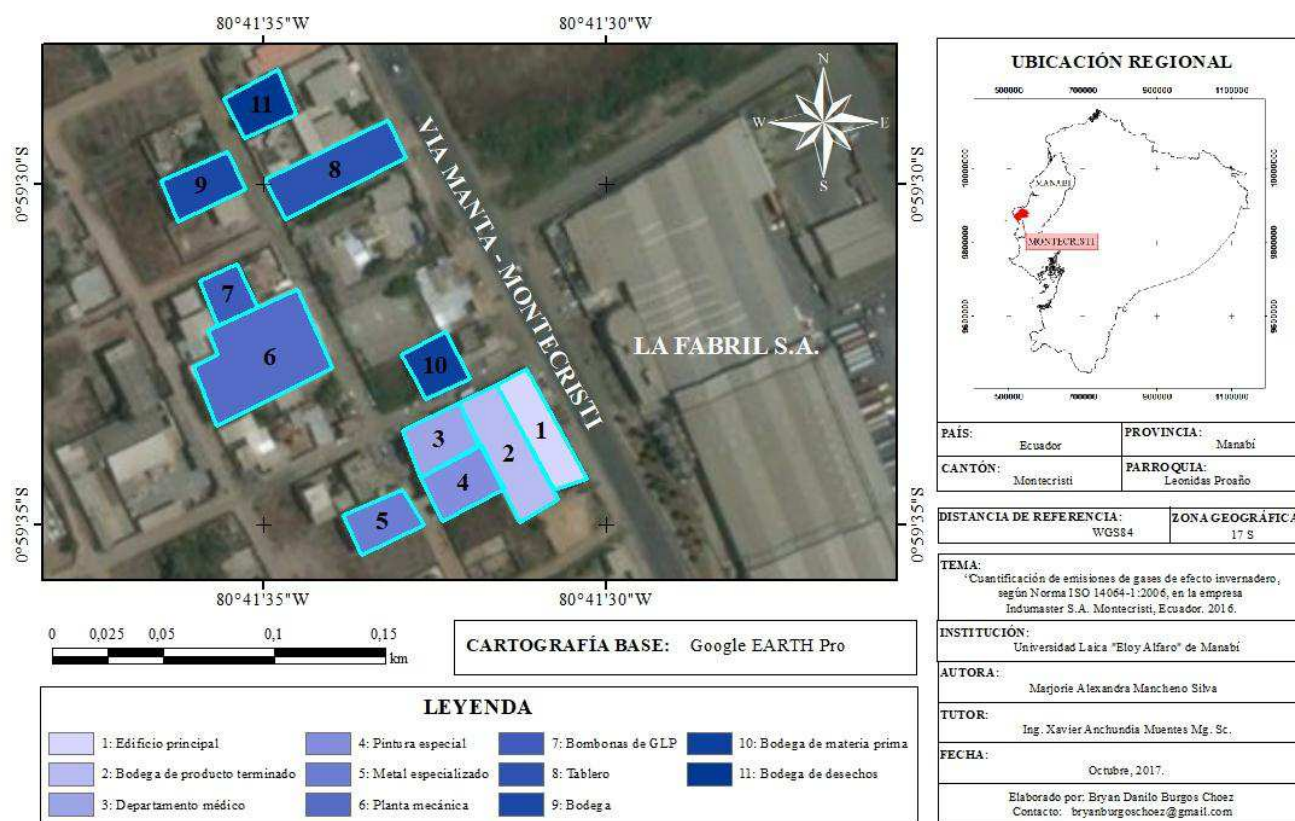
- Martínez, J; Fernández, A; Osnaya, P. 2004. Cambio climático: una visión desde México. 1° ed. México, MX. SEMARNAT.
- Medeiro, S. 2005. Química ambiental. 3° ed. Recife, BR. Copysim. 122p
- Ministerio del Ambiente de Perú. 2015. Huella de Carbono (en línea). Lima, PE. Consultado el 11 oct. 2017. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/semanaclimatica/wp-content/uploads/sites/104/2015/06/1La-Huella-de-Carbono-y-Neutralizaci%C3%B3n-como-instrumentos-de-sostenibilidad.pdf>
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente, CL). s.f. Huella de carbono (en línea) Chile. Consultado el 23/05/2018. Disponible en <http://portal.mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>
- Moreno García, JE. 2013. Estimación de la Huella de Carbono en una planta extractora de aceite de palma en Colombia. Estudio de caso. Tesis Máster en Ing. Industrial, Bogotá, CO, Universidad Nacional de Colombia. 113p.
- Nahle, N. 2007. Calentamientos globales durante la época del holoceno (en línea). Consultado el 15 oct. 2017. Disponible en <http://www.biocab.org/Holoceno.html>
- NOVOPAN. 2017. Paneles de madera (en línea). Quito, Ec. Consultado el 04 oct. 2017. Disponible en <http://www.novopan.com.ec/>
- OMM (Organización Meteorológica Mundial, CH). 2015. Las concentraciones de gases de efecto invernadero vuelven a batir un récord. Ginebra, CH. Consultado el 4 oct. 2017. Disponible en <https://public.wmo.int/es/media/press-release/las-concentraciones-de-gases-de-efecto-invernadero-vuelven-batir-un-r%C3%A9cord>
- OSE (Observatorio de la Sostenibilidad en España, ES). 2011. Enfoques metodológicos para el cálculo de la Huella de Carbono. 1 ed. Madrid, ES.
- Portuondo Paisan, Y; Portuondo Moret, J. 2008. Determinación de la incertidumbre de medición por el método de Monte Carlo en los procesos de manufactura. Tecnología Química 18(3):56-62.
- Quereda, J. 2005. Curso de climatología general. 2 ed. Castellón, ES. INO Reproducciones. 262p.

- Ribeiro, LMA. 2013a. Reacções fotoquímicas (diapositivas). Universidade do Porto, Porto, PT. 15 diapositivas.
- Ribeiro, LMA. 2013b. O efeito estufa: aumento do efeito estufa e aquecimento global (diapositivas). Universidade do Porto, Porto, PT. 44 diapositivas.
- Rodas Samayoa, SG. 2014. Estimación y gestión de la huella de carbono del campus central de la universidad Rafael Landivar. Tesis Lic. En Ciencias Ambientales, Guatemala de Asunción, GT, Universidad Rafael Landivar. 119p.
- Santillán Sandoval, PA. 2014. Determinación de la huella de carbono bajo las consideraciones de la norma ISO 14064 en el área de acería de la empresa metalúrgica ecuatoriana ADELCA C.A. Tesis Ing. Industrial, Riobamba, EC, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 118p.
- Strahler, AN; Strahler AH. 1994. Geografía física. Ed. esp. Barcelona, ES. 452p.
- SUIA (Sistema Único de Información Ambiental, EC). 2013. Licencia ambiental categoría II: ficha ambiental. Quito, EC. 11p.
- The New York Times. 2016. Trump will withdraw U.S. from Paris Climate Agreement (en línea). New York, US. Consultado 29 Oct. 2017. Disponible en: <https://www.nytimes.com/2017/06/01/climate/trump-paris-climate-agreement.html>
- Torres Carcabas, B. 2015. Herramienta web para la medición de la huella de carbono en el programa ingeniería de sistemas de la facultad de ingeniería de la universidad de Cartagena. Tesis Ing. en Sistemas, Cartagena de Indias, CO, Universidad de Colombia. 98p.

XII. ANEXOS

Anexo 1. Representación del área de estudio.

INSTALACIONES DE INDUMASTER S.A.



Anexo 2. Productos de la empresa Indumaster S.A.

Categoría	Tipos
Oficina	Escritorios y mesas Anaqueles/vitrinas Cajoneras Divisiones de espacios Counters Butacas/tándem Accesorios: bota papeles/ papelera/ porta CPU
Educación	Pizarras Pupitres Mesas escolares
Hogar	Mesas de tv Mesas de bar Mesas de centro Mesas de sesión Taburetes
Medica	Chaise lounge Carritos para curaciones Gradillas
Seguridad	Cajas fuertes Lockers
Soluciones integrales	Diseño de espacios a la medida

Anexo 3. Cálculo de emisiones de CO₂-eq generadas por residuos sólidos

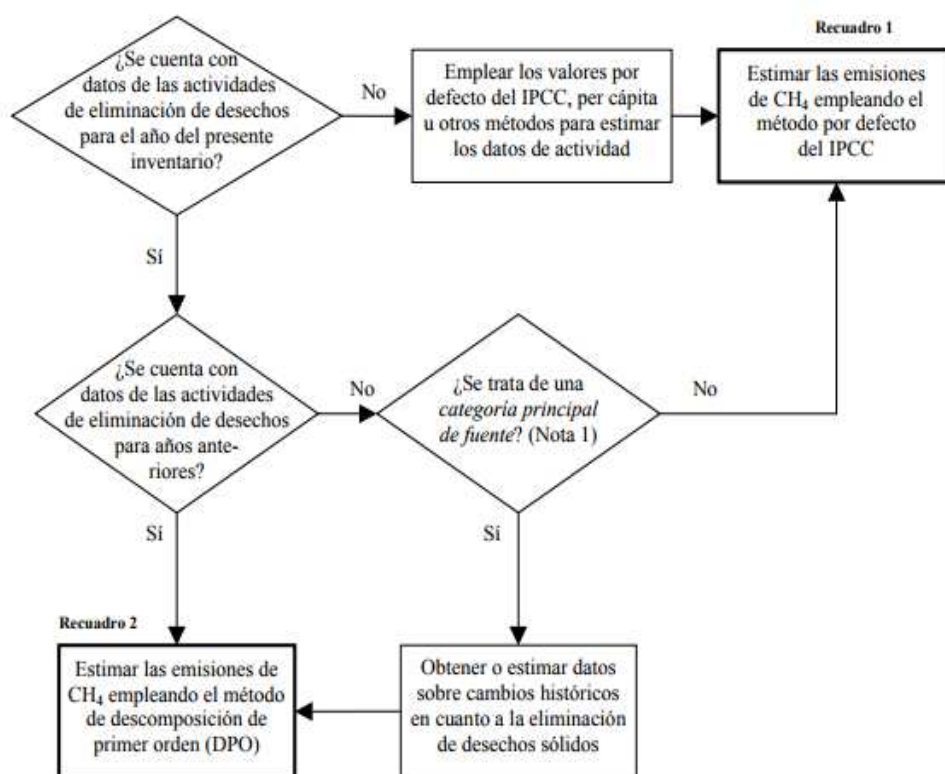
ECUACION PARA CALCULAR EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE VERTEDEROS DE DESECHOS SOLIDOS			
Emisiones de CH₄ (Gg/año) = [(RSU_T * RSU_F * L₀) - R] * (1 - OX)			
RSU _T =	cantidad total de RSU generados Gg/año		
RSU _F =	fraccion de RSU eliminados en los VRS		
L ₀ =	potencial de generacion de metano		
	L ₀ = [FCM * COD * COD _F * 16/12 (Gg de CH ₄ /Gg de desechos)]		
FCM =	factor de correccion para el metano (fraccion)		
COD =	carbono organico degradable [fraccion (Gg C/Gg de RSU)]		
	COD = (0,4A) + (0,17B) + (0,15C) + (0,3D)		
	A= la fraccion de RSU compuesta de papel y textiles		
	B = la fraccion de RSU de desechos de jardin, parques		
	C = la fraccion de RSU de restos de alimentos		
	D = la fraccion de RSU de madera o paja		
COD _F =	fraccion de COD no asimilada		
F =	fraccion por volumen de CH ₄ en el gas del vertedero		
R =	CH ₄ recuperado (Gg/año)		
OX =	factor de oxidacion (fraccion)		
Datos para calcular emisiones del vertedero de Manta			
RSU _T =	137,605	Gg/año	*
RSU _F =	0,979		**
FCM =	0,4		Países en desarrollo (Manual de Referencia del IPCC)
COD =	0,18	Gg C/Gg RSU	***
COD _F =	0,77	valor por defecto, IPCC 2006	
F =	0,5	valor estimado	
R =	0		
OX =	0		
L ₀ =	0,0749	Gg de CH ₄ /Gg de desechos	
Emisiones de CH₄ (Gg/año) = 10,0881638 (Cantón Manta)			
Indumaster generó:	0,1735	Gg de residuos	
Representa:	0,01271972	Emisiones de CH ₄ (Gg)	
	12,7197	ton de CH₄	
	267,1140	ton de CO₂-eq	
* Manta genera en promedio 377 ton de residuos diarias (PDOT GAD Manta)			
** El 97,9% de los residuos generados en el Cantón son depositados en el vertedero			
*** Datos sobre composicion de los DSM - valores regionales por defecto (Anexo 4)			

Anexo 4. Tabla para datos de composición de los residuos sólidos por defecto, directrices IPCC.

Capítulo 2: Datos de generación, composición y gestión de desechos

CUADRO 2.3 DATOS SOBRE COMPOSICIÓN DE LOS DSM - VALORES REGIONALES POR DEFECTO									
Región	Desechos de alimentos	Papel/cartón	Madera	Textiles	Caucho/cuero	Plásticos	Metal	Vidrio	Otro
Asia									
Asia Oriental	26,2	18,8	3,5	3,5	1,0	14,3	2,7	3,1	7,4
Centro-sur de Asia	40,3	11,3	7,9	2,5	0,8	6,4	3,8	3,5	21,9
Sudeste asiático	43,5	12,9	9,9	2,7	0,9	7,2	3,3	4,0	16,3
Asia Occidental y Oriente Medio	41,1	18,0	9,8	2,9	0,6	6,3	1,3	2,2	5,4
África									
África del Este	53,9	7,7	7,0	1,7	1,1	5,5	1,8	2,3	11,6
África Central	43,4	16,8	6,5	2,5		4,5	3,5	2,0	1,5
África del Norte	51,1	16,5	2	2,5		4,5	3,5	2	1,5
África del Sur	23	25	15						
África Occidental	40,4	9,8	4,4	1,0		3,0	1,0		
Europa									
Europa Oriental	30,1	21,8	7,5	4,7	1,4	6,2	3,6	10,0	14,6
Europa del Norte	23,8	30,6	10,0	2,0		13,0	7,0	8,0	
Europa del Sur	36,9	17,0	10,6						
Europa Occidental	24,2	27,5	11,0						
Oceanía									
Australia y Nueva Zelanda	36,0	30,0	24,0						
Resto de Oceanía	67,5	6,0	2,5						
América									
Norteamérica	33,9	23,2	6,2	3,9	1,4	8,5	4,6	6,5	9,8
América Central	43,8	13,7	13,5	2,6	1,8	6,7	2,6	3,7	12,3
Sudamérica	44,9	17,1	4,7	2,6	0,7	10,8	2,9	3,3	13,0
Caribe	46,9	17,0	2,4	5,1	1,9	9,9	5,0	5,7	3,5

Anexo 5. Árbol de decisión utilizado para determinar emisiones de metano en desecho.



Nota 1: Una *categoría principal de fuentes* es una categoría que tiene prioridad en el sistema de inventario nacional porque su estimación influye en gran medida en el inventario total de gases de efecto invernadero directo de un país, en lo que se refiere al nivel absoluto de emisiones, la tendencia de las emisiones, o ambas cosas. (Véase la sección 7.2, "Determinación de las categorías principales de fuentes", del capítulo 7, "Elección de la Metodología y realización de nuevos cálculos.")

Anexo 6. Cálculo de emisiones de CO₂-eq generadas por aguas residuales

ECUACION PARA CALCULAR EMISIONES PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
$WM = P * D * SBF * FE * FTA * 365 * 10^{12}$		
Donde		
WM =	emisión anual de CH ₄ procedente de aguas residuales domesticas, por país (Tg)	
P =	población nacional o urbana de algunos países en desarrollo (# de personas)	
D =	carga orgánica en la DBO por persona (g de DBO/persona/día)	
	valor general por defecto = 60 g de DBO/persona/día	
SBF =	fracción de la DBO que se sedimenta rápidamente, por defecto = 0,5	
FE =	factor de emisión (g de CH ₄ /g de DBO), valor por defecto 0,6	
FTA =	fracción de la DBO presente en los lodos que se degrada anaeróbicamente, valor por defecto 0,8	
Datos para calcular emisiones de las lagunas de oxidación de Manta		
P =	241.448	Habitantes
D =	60	g de DBO/persona/día
SBF =	0,5	
FE =	0,6	
FTA =	0,8	
$WM = P * D * SBF * FE * FTA * 365 * 10^{12}$		
$WM = (241,448)(60)(0,5)(0,6)(0,8)(365)(10^{-12})$		
$WM = 0,001269$ Tg de CH ₄		
Volumen anual de aguas residuales (Lagunas)		
	14.600.000	m ³
Emisiones de metano		
	0,00127	Tg
Emisiones de metano en unidades de CO₂-eq		
	26650	ton de CO ₂ -eq
Volumen anual de aguas residuales (Indumaster)		
	12.480	m ³
Emisiones de metano		
	1,08478E-06	Tg
Emisiones de metano en unidades de CO₂-eq		
	22,78	ton de CO ₂ -eq

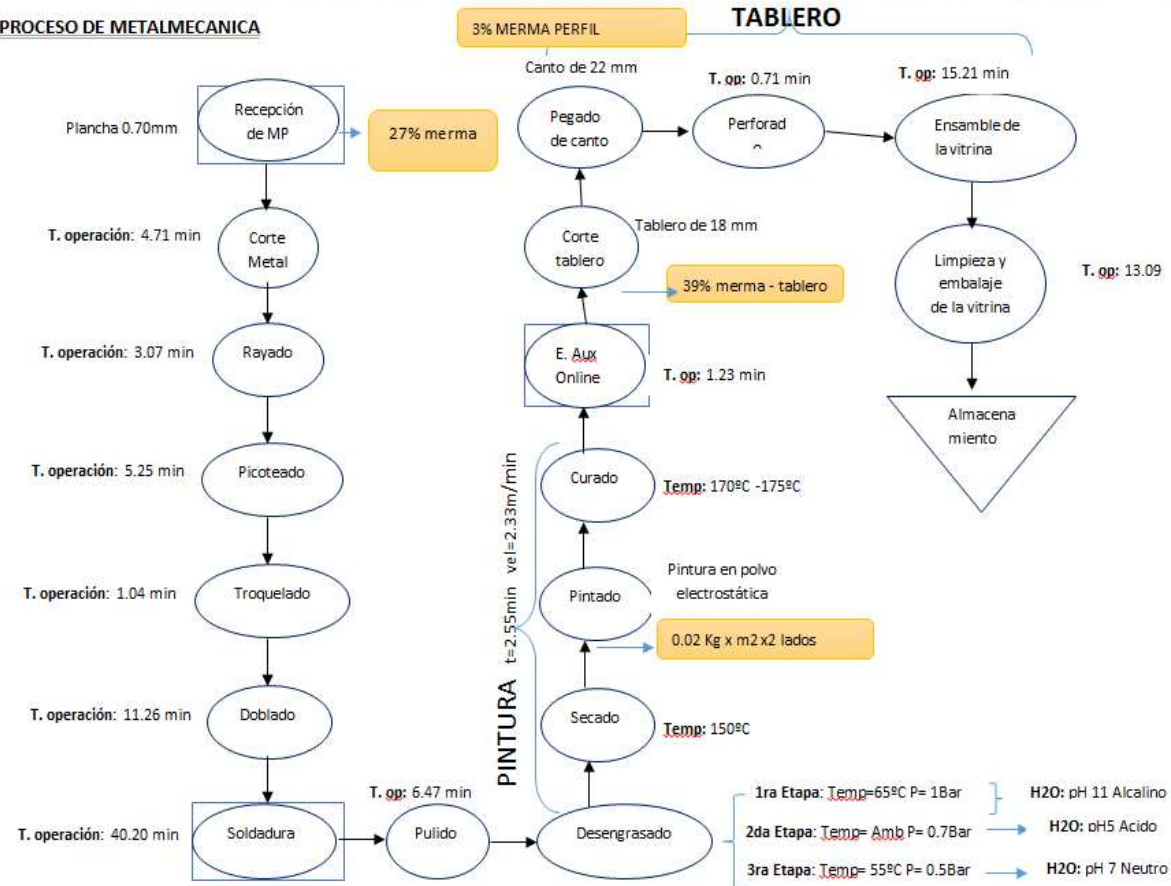
Anexo 7. Flujoograma del proceso de fabricación de vitrinas



OFIMUEBLES CIA. LTDA.

3.2 FLUJOGRAMA DEL PROCESOS DE LA FABRICACION DE LAS VITRINAS PUERTAS 2 ABATIBLE EXCEL II

PROCESO DE METALMECANICA



Materias primas de INDUMASTER



Foto 1. Planchas de acero



Foto 2. Alambre para soldar



Foto 3. Gas para soldar

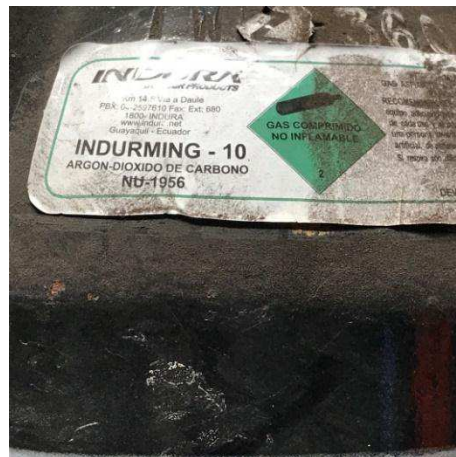


Foto 4. Gas para soldar



Foto 5. Anticorrosivo



Foto 6. Pintura

Materiales y equipos



Foto 7. Troqueladora



Foto 8. Cizalla



Foto 9. Dobladora industrial



Foto 10. Calefactor de aire



Foto 11. Horno

Instalaciones de INDUMASTER

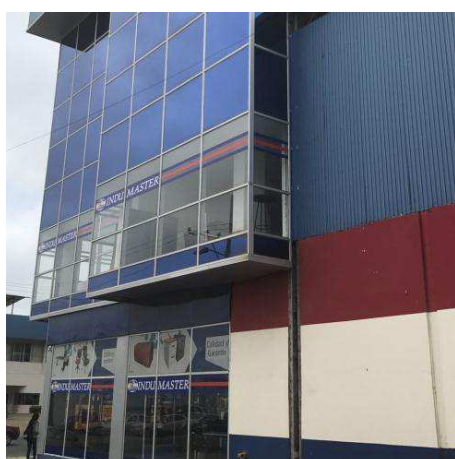


Foto 12. Edificio administrativo



Foto 13. Oficina de contabilidad



Foto 14. Taller o área de tableros



Foto 15. Factory (Taller principal)



Foto 16. Cámara de embalaje



Foto 17. Cámara de pintado



Foto 18. Área de GLP