



Revista de CIENCIAS AMBIENTALES

Tropical Journal of Environmental Sciences



Propuesta de plan de acciones para alcanzar la carbono-neutralidad en la Cruz Roja Costarricense del Comité Auxiliar en San Vito Proposal of Action Plan for the Costa Rican Red Cross Auxiliary Committee of San Vito to Reach Carbon-Neutrality

*Jairo Gómez-Céspedes^a, Manfred Murrell-Blanco^b, Karla Vetrani-Chavarría^c,
Ligia Bermúdez-Hidalgo^d*

^a Gestor ambiental, voluntario asesor de la Cruz Roja Costarricense, jai.gomez@gmail.com.

^b Ingeniero biotecnólogo, responsable técnico del Laboratorio de Metrología del Programa de Estudios en Calidad, Ambiente y Metrología (Procame), manfred.murrell.blanco@una.cr.

^c Gestora ambiental, gestora de calidad del Procame, karla.procame@gmail.com.

^d Ingeniera industrial, coordinadora del Procame, ligia.bermudez.hidalgo@una.cr.

Director y Editor:

Dr. Sergio A. Molina-Murillo

Consejo Editorial:

Dra. Mónica Araya-Salas, Costa Rica Limpia, Costa Rica

Dr. Gerardo Ávalos-Rodríguez. SFS y UCR, USA y Costa Rica

Dr. Manuel Guariguata. CIFOR-Perú

Dr. Luko Hilge-Quirós, CATIE, Costa Rica

Dr. Arturo Sánchez Azofeifa. Universidad de Alberta-Canadá

Asistente:

Rebeca Bolaños-Cerdas

Editorial:

Editorial de la Universidad Nacional de Costa Rica (EUNA)





Propuesta de plan de acciones para alcanzar la carbono-neutralidad en la Cruz Roja Costarricense del Comité Auxiliar en San Vito

Proposal of Action Plan for the Costa Rican Red Cross Auxiliary Committee of San Vito to Reach Carbon-Neutrality

*Jairo Gómez-Céspedes^a, Manfred Murrell-Blanco^b, Karla Vetrani-Chavarría^c,
Ligia Bermúdez-Hidalgo^d*

[Recibido: 18 de octubre 2015; Aceptado: 07 de marzo 2016; Corregido: 13 de mayo 2016; Publicado: 30 de mayo 2016]

Resumen

Dentro del contexto de la Estrategia Carbono Neutralidad de Costa Rica, en este estudio se llevó a cabo un inventario de gases efecto invernadero (GEI), se analizaron los requisitos e hicieron recomendaciones necesarias para que el Comité Auxiliar de San Vito de Coto Brus de la Cruz Roja Costarricense diagnostique su posibilidad de convertirse en una organización carbono neutral. Se recopiló información sobre opciones de certificación C-Neutral a nivel nacional. Se tomaron en cuenta las certificaciones INTE/ISO 14064:2006 e INTE/ISO 12-01-06:2011 como referencia para la elaboración del inventario GEI y las recomendaciones para implementación del sistema de gestión de C-Neutro, respectivamente. El inventario se realizó tomando como año base la operación del comité en el 2014. Como resultado del inventario se identificaron las fuentes de GEI y se cuantificó su emisión, según los factores nacionales e internacionales; el total de emisiones se cuantificó en 77,4 toneladas de carbono equivalente (tCO_2e), provenientes principalmente de fuentes de combustión de hidrocarburos (flotilla vehicular). También se elaboró un plantilla con las ecuaciones estequiométricas para futuras mediciones de GEI y una matriz de cumplimiento de requisitos y recomendaciones para la eventual certificación del sistema de C-Neutro, de manera que funcione para cualquiera de los comités de Cruz Roja en Costa Rica.

Palabras clave: Ecoeficiencia, inventario de emisiones, carbono neutralidad, Costa Rica, Cruz Roja.

Abstract

In the context of the Costa Rica's carbon neutrality strategy, in this study an inventory of greenhouse gases (GHG) has been carried out, requirements were analyzed, and necessary recommendations were given for the Red Cross auxiliary committee of San Vito de Coto Brus to diagnose their possibility of becoming a carbon-neutral organization. Information on C-Neutral certification options at the national level was collected. INTE/ISO 14064:2006 and INTE/ISO 12-01-06:2011 were taken as a reference to carry out the GHG inventory, and to give the recommendations to implement C-Neutral management system respectively. 2014 was the year of the committee operations taken as a reference for the inventory. As the result of the inventory, the sources of GHG sources were identified and their emissions quantified, in accordance with national and international factors; 77.4 tons of total emissions of carbon equivalent (tCO_2e) were quantified, coming mainly from sources of hydrocarbons combustion (fleet vehicle). Also a template with stoichiometric equations for future GHG measurements and a matrix of fulfillment of requirements and recommendations were designed for the eventual certification of the C-neutral system, in order to be implemented in any of the Red Cross committees in Costa Rica.

Keywords: Costa Rica, eco-efficiency, emissions inventory, carbon neutrality, Red Cross.

^a Gestor ambiental, voluntario asesor de la Cruz Roja Costarricense, jai.gomez@gmail.com.

^b Ingeniero biotecnólogo, responsable técnico del Laboratorio de Metrología del Programa de Estudios en Calidad, Ambiente y Metrología (Procame), manfred.murrell.blanco@una.cr.

^c Gestora ambiental, gestora de calidad del Procame, karla.procame@gmail.com.

^d Ingeniera industrial, coordinadora del Procame, ligia.bermudez.hidalgo@una.cr.



1. Introducción

La acumulación de gases efecto invernadero (GEI) aumenta la temperatura del planeta por lo que causa fenómenos climáticos y biológicos que comprometen su calidad, diversidad y permanencia. Desde el punto de vista económico, Stern (2006) expone que los impactos más relevantes como el aumento en el nivel del mar, el derretimiento de los glaciares y el decrecimiento en disponibilidad de agua y erosión son elementos que podrían comprometer la seguridad alimentaria del mundo. Igualmente Ackerman y Stanton (2010) estimaron, en su estudio *El costo social del Dióxido de Carbono*, que los daños causados por cada tonelada emitida de dióxido de carbono equivalente (CO_2e) generan internacionalmente un costo de US\$21; por su parte, el Ministerio Nacional de Ambiente y Energía (MINAE, 2014), en el último inventario nacional de gases efecto invernadero y absorción de carbono, contabilizó para el 2010 una producción de 621,6 mil toneladas de CO_2e , con lo que se estima un costo aproximado de unos US\$ 13,1 millones en pérdidas asociadas a la producción de GEI en el país para el año 2010.

En el 2007, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) señaló que el calentamiento progresivo del planeta exige a los organismos internacionales, entes gubernamentales y no gubernamentales, empresas privadas y ciudadanía que busquen acciones para mitigar las emisiones de GEI. En este contexto, Costa Rica se compromete a alcanzar la Carbono-Neutralidad al año 2021 (Asamblea Legislativa, 2013), en su búsqueda por integrar prácticas, tecnologías y sistemas de gestión ecoeficientes para reducir y controlar la producción de GEI en hogares, empresas e instituciones. No obstante, desde que se fijó la meta en el 2012, hasta mediados del 2015, únicamente 32 certificaciones han sido otorgadas y solo 3 de estas empresas habían presentado el inventario (Dirección de Cambio Climático [DCC], 2015). Por tanto, para alcanzar este gran objetivo, se requiere la creación de mecanismos de soporte técnico, el involucramiento de todos los sectores de la sociedad y el compromiso del aparato institucional.

Según E. Guevara (Comunicación personal, 15 de septiembre, 2015), aproximadamente el 40% de las emergencias atendidas a nivel nacional son ocasionadas por eventos relacionados con aspectos climatológicos. Se mencionan los accidentes atinentes a crecidas o desbordamientos de los cauces de aguas, inundaciones, derrumbes y accidentes por condiciones del clima, por lo que resulta importante que la Cruz Roja incursione en programas integrales para la gestión de su huella de carbono.

Históricamente, la Cruz Roja Costarricense ha aportado significativamente en la atención de emergencias ambientales. Por ejemplo, en agosto del 2015, la organización donó 1 000 filtros para clorar agua entre las familias que resultaron afectadas por inundaciones en el Caribe y la Zona Norte, con lo cual se evitaron enfermedades por la ingesta de agua contaminada (Arguedas, 5 de agosto, 2015). Otros aportes aislados en materia ambiental resaltan el apoyo en programas de reforestación, participación en programas comunitarios e instituciones de manejo de residuos, o labores conjuntas en la prevención comunal de riesgos y minimización de vulnerabilidad ambiental (Ll. Piedra, Comunicación personal, 18 de septiembre, 2015). Sin embargo, aún no existen experiencias dentro de la organización de sistemas integrados que propician la reducción de la huella de carbono.



Debido a que los sistemas de gestión ambiental, sus programas y sus tecnologías son importantes aliados en la reducción de emisiones contaminantes a través de una producción más limpia y ecoeficiente, este proyecto permite acompañar a una institución que da los primeros pasos en implementar dichos sistemas. Específicamente en este estudio se realizó un inventario de gases efecto invernadero (GEI), a partir del cual se analizan los requisitos y hacen recomendaciones necesarias para que el Comité Auxiliar de San Vito de Coto Brus de la Cruz Roja Costarricense diagnostique su posibilidad de convertirse en una organización carbono neutral. Se procura que la Cruz Roja continúe siendo un ejemplo, no solo en salud y bienestar humano, sino también a nivel ambiental, lo cual es posible si se considera que, al mes de julio de 2015, aún no se registraba ninguna organización catalogada como ONG con implementación de un sistema de C-Neutralidad (Instituto de Normas técnicas de Costa Rica [INTECO], 2015). Este proyecto piloto hace factible plantear un programa similar involucrando las 11 sedes de la región Brunca y, posteriormente, los 125 Comités Nacionales de la Cruz Roja Costarricense.

2. Metodología

A continuación se sugieren cuatro fases metodológicas para la construcción de una guía para cumplimiento de la normativa INTE 12-01-06:2011.

2.1. Fase I: Inventario de gases efecto invernadero (GEI)

Para la elaboración del inventario línea base de GEI se realizaron las siguientes actividades:

2.1.1 Selección de factores de emisión de GEI

Considerando la normativa INTE 12-01-06:2011, se trabajó con factores de emisión validados nacionalmente por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN), cuya última actualización fue realizada en el año 2014.

A continuación se extraen de la lista los factores utilizados en el inventario:

- Factor de emisión de CO₂ por consumo de combustibles (Diésel, LPG y Gasolina).
- Factor de emisión CH₄ de consumo de combustibles.
- Factor de emisión de N₂O consumo de combustibles.
- Factor de emisión de CO₂e consumo de energía eléctrica.
- Factor de emisión de CH₄ por producción de residuos sólidos.
- Factor de emisión de CH₄ por producción de residuos líquidos.
- Factor de emisión de CO₂e por consumo de gases refrigerantes.

2.1.2 Identificación, cuantificación y documentación de fuentes y sumideros de GEI

En esta fase se determinó cuáles de los procesos revisados tienen potencial de emisión o remoción de GEI para ser incluidos en el inventario. Para lograrlo fue necesario crear un instrumento de recolección llamado “Matriz de análisis de procesos para la determinación de fuentes y sumideros de GEI”, a partir de datos que aportó el personal administrativo del Comité



Auxiliar de la Cruz Roja de San Vito (en adelante, el comité). La información obtenida fue contrastada con los registros y documentación asociada a labores, infraestructura e insumos diarios, para obtener datos trazables para el inventario, como se describe a continuación.

2.1.3. Obtención de datos trazables sobre la medición de emisiones en las fuentes

Para establecer la trazabilidad de los datos del inventario de GEI, se utilizó un instrumento de recolección llamado “Matriz inventario de datos-base para determinación de CO₂e”. Este instrumento consiste en una tabulación de la fuente y su emisión asociada, se describe el tipo de documento o registro, la base de datos de origen del documento, una descripción del elemento que contabiliza y la unidad de medida usada. Para el llenado del instrumento se extrajeron datos de la matriz de análisis de procesos para la determinación de fuentes y sumideros de GEI, para luego, en conjunto con el personal administrativo, detallar y caracterizar los registros que permitieron contabilizar variables asociadas a los factores de emisión.

2.1.4. Cuantificación, análisis y clasificación de GEI con sus respectivos factores de emisión

En esta etapa se desarrolló una “Hoja de Cálculo de Huella de Carbono Año Base” elaborada con el programa Microsoft Excel 2013 y programada para realizar una relación entre los datos de generación de GEI y sus correspondientes factores de emisión, igualándolos estequiométricamente a toneladas de dióxido de carbono equivalentes (tCO₂e). A continuación se muestran las fórmulas utilizadas en la hoja de cálculo.

2.1.5. Fórmulas de cálculo de CO₂e usadas en el inventario

Las siguientes siete ecuaciones fueron las usadas en el cálculo de emisiones del año base:

$$\text{Emisión de CO}_2 \text{ por consumo de combustibles (tCO}_2\text{e)} = \text{Consumo anual de combustibles (l)} * \text{Factor emisión ()} * 10^{-3} \text{ ()} * 1 \text{ (Potencial de calentamiento)} \quad (1)$$

$$\text{Emisión de CH}_4 \text{ por consumo de combustibles (tCO}_2\text{e)} = \text{Consumo anual de combustibles (l)} * \text{Factor emisión ()} * 10^{-6} \text{ ()} * 21 \text{ (Potencial de calentamiento)} \quad (2)$$

$$\text{Emisión de N}_2\text{O por consumo de combustibles (tCO}_2\text{e)} = \text{Consumo anual de combustibles (l)} * \text{Factor emisión ()} * 10^{-6} \text{ ()} * 310 \text{ (Potencial de calentamiento)} \quad (3)$$

$$\text{Emisión por consumo eléctrico (tCO}_2\text{e)} = \text{Consumo eléctrico (kwh)} * \text{Factor emisión ()} * 10^{-3} \text{ ()} \quad (4)$$

$$\text{Emisión de CH}_4 \text{ por residuos sólidos (tCO}_2\text{e)} = \text{Producción anual de residuos sólidos (kg)} * \text{Factor emisión ()} * 10^{-3} \text{ ()} * 21 \text{ (Potencial de calentamiento)} \quad (5)$$

$$\text{Emisión de CH}_4 \text{ por aguas residuales (tCO}_2\text{e)} = \text{Número de personal permanente (Unidades)} * \text{Factor emisión ()} * 10^{-3} \text{ ()} * 21 \text{ (Potencial de calentamiento)} \quad (6)$$

$$\text{Emisión de CH}_4 \text{ por consumo de gases refrigerantes (tCO}_2\text{e)} = \text{Consumo anual del gas refrigerante (kg)} \text{ (separado por tipo de gas)} * 10^{-3} \text{ ()} * \text{(Potencial de calentamiento según gas)} \quad (7)$$



2.1.6. Metodología para la obtención de indicadores de GEI en términos de productividad

Como requisito de la norma INTE 12-01-06:2011 y con la finalidad de analizar la huella de carbono en términos de productividad, se generaron indicadores de GEI, utilizando la hoja de cálculo con las siguientes ecuaciones:

$$CO_2e \text{ por emergencias atendidas (tCO}_2e) = \text{Total de tCO}_2e / (\# \text{ de emergencias atendidas en año base)} \quad (8)$$

$$CO_2e \text{ por colaborador (tCO}_2e) = \text{Total de tCO}_2e / (\# \text{ de colaboradores permanentes en año base)} \quad (9)$$

$$CO_2e \text{ por pacientes trasladados (tCO}_2e) = \text{Total de tCO}_2e / (\# \text{ de pacientes trasladados)} \quad (10)$$

$$CO_2e \text{ por kilómetros cuadrados según cobertura de servicio (tCO}_2e) = \text{Total de tCO}_2e / (\text{Km}^2 \text{ de cobertura del servicio del comité)} \quad (11)$$

2.2. Fase 2: Elaboración del modelo básico para la reducción y compensación de GEI basado en la norma INTE 12-01-06:2011

Con los resultados del inventario para el año base, se llenó el instrumento *Guía básica para la reducción y compensación de GEI* para el registro de: a) Fuentes de GEI. b) Nivel de prioridad. a) Actividad o tecnologías de reducción. d) Descripción. e) Documentos de referencia. La priorización de fuentes se formuló proporcionalmente con las cantidades de GEI emitidas en la actividad, de manera que la fuente con mayor cantidad fuera prioridad 1. Posteriormente, se definieron mejoras en procesos y actividades de reducción para cada fuente. En la columna de documentación asociada, se incluyeron referencias bibliográficas o registros de documentos analizados para emitir la recomendación.

2.3. Fase 3: Metodología utilizada para la elaboración de la estrategia para la preparación previa a la verificación del sistema y obtención la certificación Marca C-NEUTRAL

Para el cumplimiento de este requisito se generó un instrumento de recolección cuya metodología se detalla continuación. En primera instancia se creó un cuadro titulado *Guía básica para cumplimiento de requisitos de la norma INTE/ISO 12-01-06:2011*. En este mismo se realizó una tabulación de los apartados de la norma que contienen requisitos de cumplimiento obligatorio y se le agregaron columnas que ayudaran a plantear descripciones o referencias de cumplimiento obtenido. Adicionalmente se incluyeron columnas para agregar la descripción del propósito de cada requisito orientado al proceso productivo, además de una descripción de documentos de cumplimiento elaborados.



2.4. Fase 4: Generación de recomendaciones para validación de sistema de Gestión de C-Neutralidad

La segunda herramienta titulada “*Generación de recomendaciones para validación de sistema de gestión para la C-Neutralidad*” fue hecha con la finalidad de facilitar información práctica para cada paso del proceso de certificación e incluye pasos y actividades por realizar. Específicamente las columnas incluyen: a) Actividad a realizar, b) Descripción, c) Ente o Institución, d) Contacto, e) Documentos relacionados. Esta matriz también muestra referencias de los entes acreditados en el país para la verificación de la norma y los contactos del Programa Costa Rica C-Neutralidad, referencias bibliográficas y documentos relevantes respecto a cada actividad.

Para el diseño del instrumento se contactó con el personal de las distintas organizaciones clave en el proceso de verificación y certificación, como la DCC, MINAE e INTECO, quienes mediante entrevistas (M. Chavarría, Comunicación personal, 15 de junio, 2015; E. Guevara, Comunicación personal, 18 de septiembre, 2015; Ll. Piedra, Comunicación personal, 18 de septiembre, 2015) dieron información importante con respecto al proceso.

3. Resultados y análisis

3.1. Resultados de inventario de GEI

El resultado principal de este estudio es el informe de inventario de emisiones, el cual se presenta a continuación en sus diferentes apartados.

3.1.1. Descripción del comité

La descripción del comité conforma uno de los apartados del inventario según establece la norma INTE 12-01-06:2011. Al comparar los resultados de la descripción del comité con características geográficas del cantón de Coto Brus, es posible establecer indicadores para analizar la capacidad del comité de prestar un adecuado servicio a la comunidad.

- Se cuenta con seis unidades móviles de atención básica, lo que representa una unidad por cada 6 020 habitantes.
- Una unidad móvil de atención básica por cada 145 km².
- Las 8 personas empleadas directas del comité representan una capacidad instalada de un individuo empleado en servicio por cada 4 500 habitantes.
- Las 76 personas voluntarias en servicio equivalen a una por cada 450 habitantes y una por cada 109 km².

3.1.2. Alcance del inventario línea base para C-Neutralidad

El alcance del inventario puede describirse como todas las actividades y procesos operacionales de la Cruz Roja Costarricense Comité San Vito, con enfoque de control, contabilizando únicamente emisiones cuyas fuentes son de control operacional del Comité. Con base en la descripción del Comité y los requisitos de norma el límite operacional incluye todas



las actividades y procesos operacionales de la Cruz Roja Costarricense Comité San Vito, y el límite organizacional definido por un enfoque de control, contabiliza únicamente las emisiones cuyos procesos generadores son de control operacional de la sede San Vito. Cuando por alguna razón operativa, las fuentes o emisiones puntuales no pueden ser cuantificadas, la normativa [INTE/ISO 12-01-06:2011](#) presenta la posibilidad de justificar ausencia de los datos de dicha emisión o fuente de manera objetiva.

3.1.3. Periodo del inventario de línea base

Se determinó el 2014 como año base, siendo este el primer año para el cual los datos solicitados estaban a disponibilidad, estando la mayoría en formato digital, para una mejor trazabilidad y análisis.

3.1.4. Identificación, cuantificación y documentación de fuentes y sumideros de GEI

De los nueve procesos comunes del Comité analizados mediante el cotejo de sus insumos y residuos con los factores [IMN \(2014\)](#), se determinó para cada caso al menos dos socios a factores de emisión los cuales se resumen en el **cuadro 1**.

Cuadro 1. Actividades del Comité y su socio con fuentes de emisión

Nombre del proceso	Fuentes de emisión asociadas
Emergencias médicas	Consumo de combustible, residuos sólidos
Rescates	Consumo de combustible, residuos sólidos
Búsquedas	Consumo de combustible, residuos sólidos
Recuperación de cuerpos	Consumo de combustible, residuos sólidos
Labores de oficina	Consumo de combustible, residuos sólidos, aguas residuales domésticas
Desinfección y lavado de ambulancias	Consumo de combustible, residuos sólidos, aguas residuales domésticas
Labores de aseo	Consumo de combustible, residuos sólidos, aguas residuales domésticas
Labores de mensajería	Consumo de combustible
Traslados de pacientes	Consumo de combustible, residuos sólidos

Fuente: Elaborado a partir de datos del Comité de San Vito (2015).

Como se muestra en el **cuadro 1**, todas las actividades se presentaron asociadas al consumo de combustible y consumo de energía eléctrica; además, ocho de ellas tuvieron relación con la generación de residuos sólidos. Asimismo, se determinaron otros socios puntuales con el



factor de generación de aguas residuales y residuos sólidos tales como labores domésticas. Ocho labores con potencial de generación por consumo de combustible diésel en unidades móviles representan un 94,8% del total de las emisiones.

3.1.5. Identificación de datos trazables para medición de emisiones en fuentes

Se generó la matriz “Inventario de datos-base para determinación de CO₂e” como apartado del inventario. Como se muestra en el **cuadro 2**, ahí se contrastan los registros o facturas con los factores de emisión asociados. Un solo dato puede estar asociado a varios factores de emisión, por ejemplo, la combustión hidrocarburos se encuentra asociada a 3 factores.

Cuadro 2 Resumen de registros y facturas y sus asociados factores de emisión.

Tipo de registro o factura	Factor de emisión asociado según IMN (2014)
Facturas de combustible diésel	Factor dióxido de carbono (CO ₂) por consumo de diésel
	Factor metano (CH ₄) por consumo de diésel
	Factor óxido nitroso (N ₂ O) por consumo de diésel
Facturas de combustible gasolina	Factor dióxido de carbono (CO ₂) por consumo de gasolina
	Factor metano (CH ₄) por consumo de gasolina
	Factor óxido nitroso (CO ₂) por consumo de gasolina
Facturas de compra de gas licuado de petróleo (LPG)	Factor dióxido de carbono (CO ₂) por consumo de LPG
	Factor metano (CH ₄) por consumo de LPG
	Factor óxido nitroso (N ₂ O) por consumo de LPG
Registro interno de kilometrajes	Factor por consumo de combustibles fósiles
Recibos de electricidad	Factor emisiones por consumo de energía eléctrica
Registros de generación de residuos	Factor emisiones por generación de residuos sólidos
Planillas de personal permanente	Factor emisiones por generación de aguas residuales domésticas
Registros de reparación de unidades de aire acondicionado	Factor emisiones por consumo de gases refrigerantes

Fuente: Elaborado a partir de datos del Comité de San Vito (2015).



3.1.6. Cuantificación, análisis y clasificación de GEI y sus respectivos factores de emisión

Para la cuantificación fue necesario igualar las unidades de facturas a las usadas en los factores. Para ello las ecuaciones de cálculo incluyen factores estequiométricos que igualan cada unidad ingresada a CO₂e. En el **cuadro 3** se resumen las cantidades de gas, separadas según su fuente y con su cálculo porcentual. Las emisiones directas obligatorias representan el 98,1% del total; mientras que las indirectas obligatorias representan solo el 1,9%. Las emisiones no obligatorias no tuvieron aporte en el año base, ya que no se reportó ningún cambio o fuga de gases refrigerantes o de CO₂ en extintores.

Cuadro 3. Resumen de emisiones directas obligatorias por tipo de GEI.

Descripción	Total (tCO ₂ e)	Porcentaje %
<i>Emisiones directas obligatorias</i>		
Consumo de combustibles diésel	73,4	95,2
Consumo de combustibles gasolina	0,1	0,1
Consumo de combustibles LPG	0,1	0,1
Generación de residuos sólidos	1,3	1,6
Aguas residuales domésticas	0,7	0,9
<i>Emisiones indirectas obligatorias</i>		
Consumo de energía eléctrica	1,41	1,9
<i>Emisiones indirectas no obligatorias</i>		
Consumo de gases refrigerantes	Ninguno en 2014	0
Total general	77,4	100

Fuente: Elaborado a partir de datos del Comité de San Vito (2015).

3.2. Indicadores de GEI según requisitos de la norma

En los indicadores GEI se representan los resultados de la comparación de datos de desempeño de la operación y las cantidades de CO₂e asociadas (**Cuadro 4**). Estos son un requisito del inventario según la normativa seleccionada. El aporte por GEI puede analizarse en función de los servicios prestados en cada actividad. Esto permite obtener un criterio sobre cuál proceso, factor o recurso podría intervenir prioritariamente, para obtener un resultado más eficiente en la reducción de la huella de carbono.



Cuadro 4. Emisiones de GEI para los de indicadores operacionales.

Nombre del indicador	tCO ₂ e
Huella de carbono por cada emergencia atendida	0,14
Huella de carbono por cada paciente trasladado/a	0,14
Huella de carbono por cada colaborador/ra permanente	9,63
Huella de carbono por número de colaboradores/as voluntarios/as	1,01
Huella de carbono según cobertura operacional del Comité	0,09

Fuente: Elaborado a partir de datos del Comité de San Vito (2015).

3.3. Elaboración del modelo básico para la reducción y compensación de GEI basado en norma INTE 12-01-06:2011

Para el cumplimiento de la norma se utilizó una guía básica para cumplimiento de requisitos. Como resultado se establecieron cuatro prioridades, siete actividades de reducción; además se redactaron cuatro documentos de apoyo, los cuales se analizan a continuación. Cada una de las fuentes tuvo una cantidad distinta de gases emitidos, con base en esta se estableció una prioridad para el desarrollo de actividades o tecnologías de reducción propuestas y descritas para el Comité. En el **cuadro 5** se presenta la priorización establecida de acuerdo con las cantidades de gas generadas durante el periodo.

Cuadro 5. Priorización de fuentes de emisiones.

Descripción	Total (tCO ₂ e)	Prioridad
Consumo de combustibles	73,55	Prioridad 1
Consumo de energía eléctrica	1,41	Prioridad 2
Generación de residuos sólidos	1,34	Prioridad 3
Aguas residuales domésticas	0,74	Prioridad 4

Fuente: Elaborado a partir de datos del Comité de San Vito (2014).



3.4. Reducción de emisiones por consumo de combustibles

Según las prioridades establecidas se procede al planteamiento de medidas de reducción para cada fuente. Específicamente se propusieron tres actividades de reducción que se resumen en el **cuadro 6**.

Cuadro 6. Propuestas de reducción de emisiones por consumo de combustibles.

Fuente de emisión de GEI	Prioridad	Actividad o tecnologías de reducción	Descripción
Consumo de combustibles	Prioridad 1	Capacitación: Manejo eficiente de vehículos.	El manejo eficiente de una flota vehicular permite disminuir el consumo de combustible y, por tanto, las emisiones emitidas, con base en los temas propuestos.
		Programa de gestión para eficiencia en el uso de vehículos.	Se plantea implementar y documentar un programa de gestión de uso de vehículos con base en los documentos generados.
		Priorización en el uso de motocicletas.	El Comité cuenta con una motocicleta cuyo uso es reducido, se recomienda priorizar el uso de la motocicleta siempre que sea posible.

Fuente: Elaborado a partir de datos del Comité de San Vito (2015).

Como se observa en el **cuadro 6**, la primera actividad propuesta es la capacitación del personal; esta no solo es un requisito de norma sino la base para cualquier otro tipo de reducción o iniciativa ambiental en una organización. Para llevar a cabo dicha capacitación se adjuntó un temario-registro con tópicos de manejo eficiente según el Comisariado Europeo de Automóvil (2015). Se planteó también un programa de gestión para eficiencia en el uso de vehículos, el cual propone una prioridad de uso según eficiencia en el uso de combustibles. La eficiencia se estimó con base en el kilometraje y el consumo real de cada unidad tal y como se muestra en el **cuadro 7**.

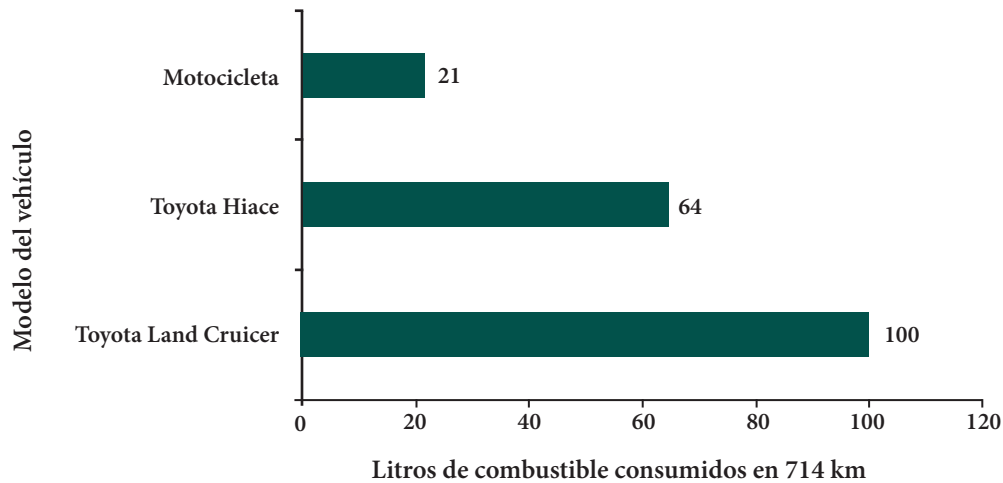
Cuadro 7. Estimación de eficiencia en uso de combustibles.

Descripción del vehículo	# Activo	Litros de combustible 2014 (a)	Km recorridos en 2014 (b)	Eficiencia en uso de combustibles en l/km (a/b)
Toyota Land Cruiser	1040	1 855,95	12 936,00	0,14
Toyota Land Cruiser	1256	4 697,23	33 867,00	0,14
Toyota Hiace	1291	5 337,66	57 440,00	0,09
Toyota Hiace	1462	3 029,56	31 959,00	0,09
Toyota Hiace	1484	10 836,50	117 576,00	0,09
Toyota Hiace	1507	1 371,25	12 355,00	0,11
Motocicleta	1150	23,36	660,00	0,03

Fuente: Elaborado a partir de datos del Comité de San Vito (2015).



En la **figura 1** se comparan los consumos en un recorrido propuesto de 714 kilómetros para los diferentes tipos de vehículos del Comité. Este número fue escogido a conveniencia para contrastar de manera porcentual las eficiencias en consumo de combustibles de las unidades.



Fuente: Elaborado a partir de datos del Comité de San Vito (2014).

Figura 1. Consumos de combustible de los vehículos del Comité en un recorrido de 714 kilómetros.

Como se observa en la **figura 1**, la motocicleta del Comité consume aproximadamente 43 litros menos que Toyota Hiace en el recorrido supuesto (714 km), lo que significaría una reducción de 67% o 79% de las emisiones en cada recorrido en el que la motocicleta sustituya al modelo Hiace o al Toyota Land Cruiser. Por esto se recomienda el uso de la motocicleta siempre que se trate de una labor de mensajería. También se recomienda el uso del modelo Hiace siempre que sea factible en sustitución del Toyota Land Cruiser, ya que dicha sustitución representa una reducción en combustible o de emisiones de GEI del 36%. Los vehículos de tracción en cuatro ruedas, como el Land Cruiser, son una necesidad para el Comité debido a que muchas de las rutas comunes de atención de emergencias o a pacientes requieren unidades todo terreno (E. Guevara, *Comunicación personal*, 18 de septiembre, 2015). Por tanto, se plantea la capacitación y puesta en marcha de los lineamientos de manejo eficiente y gestión para eficiencia en el uso de vehículos, máxime cuando es el uso del combustible la fuente del 95% de los GEI emitidos en el año base.

3.5. Reducción de emisiones por consumo de energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica como fuente de emisión representa un 2% del total de emisiones del Comité, lo que la coloca como la segunda fuente en importancia. Para la reducción de las emisiones asociadas al consumo de este tipo de energía se plantearon dos actividades



descritas en el **cuadro 8**. La capacitación del personal se plantea como elemento clave, esta vez con temas de medidas para el ahorro de energía eléctrica, para lo cual se establecieron temarios de capacitación con módulos en: a) Carbono Neutralidad en Cruz Roja. b) Recomendaciones para conducción económica. c) Medidas para el ahorro de energía eléctrica. d) Medidas para el ahorro de agua. Además se propone la elaboración de un proyecto de obtención de sistema de generación de energía solar, por medio de la Junta de Desarrollo Regional de la Zona Sur (JUDESUR), pues la Cruz Roja Costarricense cumplió con la idoneidad para la presentación de proyectos ante dicha Junta (Ll. Piedra, Comunicación personal, 18 de septiembre, 2015).

Cuadro 8. Propuestas de reducción de emisiones por consumo de energía eléctrica.

Fuente de emisión de GEI	Prioridad	Actividad o tecnologías de reducción	Descripción
Consumo de energía eléctrica.	Prioridad 2	Capacitación en uso eficiente de la energía.	El uso eficiente de energía permite disminuir el consumo de esta y, por tanto, las emisiones asociadas.
		Proyecto de obtención de sistema de generación de energía solar con la Junta de Desarrollo Regional de la Zona Sur (JUDESUR).	Planteamiento de un programa ambiental para adquisición e instalación de equipo para generación de energía solar subvencionado por JUDESUR.

Fuente: Elaborado a partir de datos del Comité de San Vito (2014).

3.6. Reducción de emisiones por generación de residuos

El IMN (2014) establece un factor asociado a la generación de residuos sólidos y su potencial de generación de GEI, el cual se expresa en términos de kg de gas metano (CH₄). En el **cuadro 9** se resume la propuesta de reducción de emisiones en esta fuente, la cual se basa en una propuesta de plan de gestión de residuos según el Anexo 2, del Decreto Ejecutivo 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos, cuyo establecimiento es un requisito legal en Costa Rica.

Cuadro 9. Propuesta de reducción de emisiones por generación de residuos sólidos.

Fuente GEI	Prioridad	Actividad o tecnologías de reducción	Descripción
Generación de residuos sólidos	Prioridad 3	Implementación de un programa de recuperación y reciclaje (cuantificable).	Documentar y registrar un programa de recuperación, valorización y reciclaje de residuos sólidos, que permita también reducir las emisiones del Comité y cumplir con requisitos de ley 8839.

Fuente: Elaborado a partir de datos del Comité de San Vito (2015).



3.7. Reducción de emisiones por generación de aguas residuales

El IMN (2014) establece un factor de generación por disposición de aguas residuales de estanques sépticos que tiene su unidad de medida en kg de gas metano (CH₄) por persona por año. Como la unidad lo indica, el cálculo se basa en promedios de consumos por persona. La posibilidad de reducción por ahorro de agua con esta metodología de cuantificación es dificultosa debido a que aun cuando se implementen buenas prácticas de ahorro de agua, sistemas de reducción de consumo o descargas, el factor no permite medir esa reducción por estar basado en cantidad de personas que usan el recurso y no en el consumo real del agua. A pesar de esta limitante, se realizó una propuesta de reducción de consumo de agua que se resume en el **cuadro 10**. Siendo que el objetivo de un programa ambiental es incentivar una producción más limpia y concientización del personal, las propuestas apuntan al ahorro de agua sin que signifique una reducción de emisiones cuantificable con el método seleccionado.

Cuadro 10. Propuesta de reducción de emisiones por generación de aguas residuales domésticas.

Fuente GEI	Prioridad	Actividad o tecnologías de reducción	Descripción
Aguas residuales domésticas.	Prioridad 4	Capacitación y concientización en consumo eficiente de agua (alternativa ecológica, no aplicable al factor actual de IMN).	La capacitación en el tema de reducción, propuesto en el Anexo 5 y la colocación de rotulación en lavatorios y baños como recordatorio de uso eficiente y ahorro de agua.

Fuente: Elaborado a partir de datos del Comité de San Vito (2014).

4. Estrategia para la preparación previa a la verificación del sistema y obtención de la certificación Marca C-NEUTRAL

4.1. Guía básica para cumplimiento de requisitos de la norma INTE/ISO 12-01-06:2011

Para esta fase se analizaron los 19 apartados de la norma que contienen requisitos obligatorios, se describe la intención o propósito de cada uno con aplicación en la organización. Muchos de los requerimientos documentales fueron elaborados como parte del cumplimiento de los objetivos. En el **cuadro 11** se detalla el asocio de cada requisito con el documento elaborado.



Cuadro 11. Documentación elaborada asociada a requisitos de la norma INTE/ISO 12-01-06:2011.

Descripción	Recurso o documento elaborados para el cumplimiento
5.1.1 Límites operativos	Inventario de gases efecto invernadero para el año base 2014, Cruz Roja Costarricense Comité Auxiliar en San Vito.
5.1.2 Límites de la organización.	
5.3.1 Etapas de la cuantificación	
5.3.2 Cuantificación de las emisiones y remociones de GEI	
5.5 f) El período de tiempo escogido para medir la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero	Inventario de GEI y texto básico de procedimiento para la implementación y evaluación del plan de desempeño del sistema de gestión para la C-Neutralidad
5.5 g) El informe del inventario	
5.5 a) La metodología utilizada para determinar la reducción de las emisiones de GEI.	Inventario de GEI y metodología fase de cálculo de GEI.
5.5 d) Justificación de la selección de la metodología y los medios elegidos, incluyendo todos los supuestos y cálculos realizados en la cuantificación de las reducciones o remociones de emisiones de GEI.	
5.3.3 Metodología para la cuantificación de las emisiones y remociones de GEI	
5.2 Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad	Propuesta de cronograma de acciones para C-Neutralidad.
5.5 b) Los medios reales para lograr las reducciones o remociones de las emisiones de GEI.	Propuesta de cronograma de acciones para C-Neutralidad.
5.5 c) Confirmación de que la metodología utilizada se aplicó conforme con las disposiciones y principios establecidos en el Apartado de norma 5.3.	Propuesta de cronograma de acciones para C-Neutralidad.
5.4.1 b) Plantear y documentar un objetivo o meta anual de reducción de emisiones.	Propuesta de cronograma de acciones para C-Neutralidad y texto básico de procedimiento para la implementación y evaluación del plan de desempeño del sistema de gestión para la C-Neutralidad.
5.4.1c) Los recursos previstos para alcanzar y mantener las reducciones o remociones.	
5.4.2 Procedimiento para evaluar periódicamente el desempeño del Plan de Gestión para la C-Neutralidad.	
5.5 e) Justificación de cualquier cambio o exclusión en su alcance.	Texto básico de la política ambiental y de C-neutralidad de Cruz Roja.
5.4.1 a) Establecer política o declaración de C-neutralidad.	Apartado de conclusiones.

Fuente: Elaborado a partir de INTECO (2011).



Como se observa en el **cuadro 11**, los requisitos 5.1.1, 5.1.2, 5.3.1, 5.3.2, y 5.3.3 conforman los apartados del informe de inventario de GEI para el año base 2014. Para el requisito 5.2, se elaboró una plantilla titulada “Propuesta de cronograma de acciones para C-Neutralidad”. Para el requisito número 5.4.1 a) se elaboró un texto con el contenido básico de una política ambiental y de reducción de emisiones orientado específicamente al Comité. Para el punto 5.4.1 b), se estableció un texto básico de procedimiento para la implementación, evaluación y seguimiento del plan de desempeño del sistema de gestión para la C-Neutralidad. Este texto contiene también la descripción del procedimiento para el cumplimiento del requisito 5.4.2, para evaluar periódicamente el desempeño del Plan de Gestión para la C-Neutralidad. Para los requisitos 5.4.1c) y 5.5 es necesario poner en práctica las recomendaciones realizadas en el “Modelo básico para la reducción y compensación de GEI”, luego documentarlas en el formato sugerido en el Anexo 6 de dicho modelo: Propuesta de cronograma de acciones para C-Neutralidad.

4.2 Validación de sistema de gestión para la C-Neutralidad (SGC-N)

El proceso de certificación del sistema de gestión comprende una serie de actividades que deben realizarse de manera ordenada. Para facilitar el análisis de dicho proceso, en la **figura 2** se presenta un esquema de las labores para obtener la certificación. Según se muestra, luego de la elaboración del inventario, corresponde la verificación por parte del ente acreditado y, posteriormente, la entrega de la certificación por parte del MINAE.

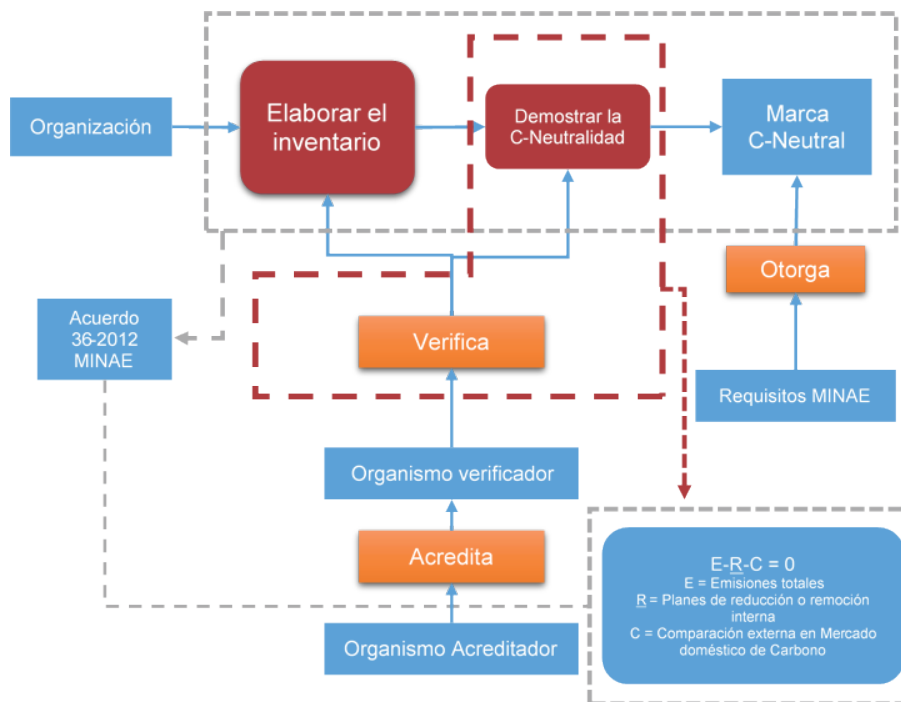


Figura 2. Esquema del proceso de certificación y verificación de carbono Neutralidad programa país Costa Rica (DCC, 2015).



4.2.1. Auditoría interna

Es recomendable llevar a cabo una revisión interna para corrección de posibles incumplimientos a los requisitos de la norma. Para ello se documentó una descripción e instrucciones básicas para llevar cabo una revisión interna del SGC-N.

4.2.2. Revisión y validación por parte de un ente acreditado

En el caso de la norma INTE/ISO 12-01-06:2011, el ente acreditado en Costa Rica por el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) y por el MINAE en su programa país de C-Neutralidad es INTECO. Como apoyo en el proceso de verificación al sistema del Comité se investigaron y anotaron posibles contactos en esta institución y se detalló la forma de proceder para la verificación.

4.2.3. Certificación de gestión de emisiones por parte del MINAE

Esta es la etapa final a realizarse una vez que se verifica el sistema por el ente acreditado INTECO. Según el Decreto Ejecutivo 36-2012-MINAET (La Gaceta, 2012), el resultado de la verificación y el informe de inventario deben presentarse ante el MINAE para tramitar el certificado Marca país de Carbono neutralidad.

5. Conclusiones

Actualmente la Cruz Roja Costarricense participa en iniciativas y acciones de integración de prácticas sostenibles. Sin embargo, estas acciones se producen de manera aislada y no existe dentro de la institución un programa o unidad de trabajo que facilite la inserción, por ejemplo, de tecnologías limpias y sistemas de gestión de emisiones de GEI. Crear un sistema de gestión de la huella de carbono no solamente es necesario en el contexto actual, sino además representaría una oportunidad de ecoeficiencia y crecimiento institucional. Para esto, la capacitación y la inclusión de buenas prácticas en la labor del personal sería la base del sistema acá propuesto.

Según el estudio realizado, el Comité de San Vito no tiene opciones viables para la compensación o remoción de emisiones en apego a la norma seleccionada. La sede San Vito no tiene áreas de vegetación o con posibilidades de ser reforestadas que cumplan como sumideros. Si se considera, además, que no existe en el mercado una alternativa económicamente viable para que entidades sin fines de lucro adquieran bonos de carbono para la compensación de las emisiones, la gestión para la reducción de GEI se convierte en el principal mecanismo del Comité para reducir su huella de carbono.

Dada la similitud en la operación de los diferentes comités de Cruz Roja a nivel regional y nacional, el inventario y demás documentos generados a través de esta investigación servirán para apoyar a otros comités que deseen cuantificar su huella de carbono o iniciar un sistema de gestión Carbono-Neutral.

6. Referencias

Ackerman, F. & Stanton, E. (2010). The social cost of carbon. *Real-world economics review*, 53, 129-143. Recuperado de <http://www.paecon.net/PAEReview/issue53/Ackermannstanton53.pdf>



- Arguedas, C. (05 de agosto de 2015). Cruz Roja dará 1.000 filtros para clorar agua. *La Nación*. San José, Costa Rica. Recuperado de http://www.nacion.com/sucesos/desastres/Cruz-Roja-filtros-clonar-agua_0_1504049610.html
- Asamblea Legislativa de Costa Rica. (2013). *Sala de prensa documento Proyecto de ley marco de cambio climático expediente n° 18.860*. Recuperado de http://www.asamblea.go.cr/Centro_de_informacion/Sala_de_Prensa/Documents/Forms/AllItems.aspx
- Cruz Roja Costarricense. (2014). *Base de datos de consumos y gastos. Comité de San Vito Cruz Roja Costarricense*. Coto Brus, Costa Rica.
- Cruz Roja Costarricense. (2015). *Base de datos de consumos y gastos. Comité de San Vito Cruz Roja Costarricense*. Coto Brus, Costa Rica.
- Dirección para el Cambio Climático Costa Rica. (2015). *Empresas y organizaciones hacia la carbono neutralidad 2021*. San José, Costa Rica. Recuperado de http://cambioclimaticocr.com/biblioteca-virtual/doc_download/116-estrategia-nacional-de-cambio-climatico
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2011). *INTE 12-01-06:2011 Sistema de gestión para demostrar la C- neutralidad. Requisitos*. San José, Costa Rica.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2015). *Verificación de gases efecto invernadero (GEI) empresas certificativas*. San José, Costa Rica. Recuperado de: <http://inteco.or.cr/esp/certificacion-de-sistema/verificacion-gei>
- Instituto Meteorológico Nacional. (2014). *Factores de emisión de gases con efecto invernadero (4^{ta} ed.)* San José, Costa Rica. Recuperado de http://cglobal.imn.ac.cr/sites/default/files/documentos/factoresemision-gei-2014_1.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland. Recuperado de <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
- International Organization for Standardization. (2006). *ISO 14064:2006. Especificación con orientación a nivel de las organizaciones, para la cuantificación de y el informe de las emisiones y remociones de gases efecto invernadero*. San José, Costa Rica.
- La Gaceta (2012). *Acuerdo 36-2012-MINAET: "Oficializar El Programa País Carbono Neutralidad"*. Gaceta 118 19 de junio del 2012 Alcance Digital N° 79. San José, Costa Rica. Recuperado de www.gaceta.go.cr/pub/2012/06/19/COMP_19_06_2012.pdf
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2014). *Inventario nacional de emisión de gases con efecto invernadero y de absorción de carbono en Costa Rica 2010*. San José, Costa Rica. Recuperado de: <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/inventario-nacional-de-gases-de-efecto-invernadero-y-absorcion-de-carbono-2010>
- Stern, N. (2006). *The Stern Review: The Economics of Climate Change, Treasury*. UK. Recuperado de http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm