



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO FINAL DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

Estudio de los factores conductores del cambio climático de El Salvador, creación de escenarios de futuro sobre las correspondientes emisiones de CO₂. Acercamiento a la realidad de El Salvador a través de los documentos que ha presentado a la UNFCCC.



Memoria i Anexos

Autor: Mathias Daniel Cal Tirý
Director: Olga Alcaraz Sendra
Departamento: FIS
Co-Director: Josep Xercavins Valls
Departamento: MF
Convocatoria: junio de 2018



Resumen

Este TFG presenta un análisis de la evolución de los efectos del cambio climático en El Salvador, además se observa la evolución que siguen las emisiones de CO₂, TPES (Total Primary Energy Supply), PIB (Producto Interior Bruto) y Población de este país, para el periodo que comprende entre el 1990 y el 2015 con el objetivo de cuantificar los factores conductores resultantes de estos datos mencionados. Todos los análisis efectuados y los resultados obtenidos son comparados, a su vez, con la realidad que atraviesa El Salvador en este periodo indicado. Los cuatro factores conductores del cambio climático de un país son la intensidad de carbono, la intensidad energética, el PIB per cápita y la población. La multiplicación de todos ellos, da como resultado las emisiones de CO₂ del país, a través de la relación que existe según la expresión matemática llamada identidad de Kaya. Una vez se tienen a disposición estos factores conductores se pueden realizar futuros escenarios para el país, que sigan una proyección basada en el histórico. O, por otro lado, escenarios alternativos que hagan que los factores conductores tiendan a valores fijados de antemano, y así poder ver de qué forma varían las emisiones del país, según las variaciones impuestas, gracias a la Identidad de Kaya. Se analiza también, que relación guardan estas emisiones resultantes de los escenarios futuros con las que deberían haber en el año 2050 para que se pueda cumplir con el objetivo de los 2º C fijado en la cumbre de París.

Resum

En aquest TFG es presenta un anàlisi de l'evolució dels efectes del canvi climàtic en El Salvador. A mes s'observa l'evolució que segueixen les emissions de CO₂, TPES (Total Primary Energy Supply), PIB (Producte Interior Brut) i població d'aquest país, per al període que comprèn entre el 1990 i el 2015, amb l'objectiu de quantificar els factors conductors resultants d'aquestes dades esmentades. Tots els anàlisis efectuats i els resultats obtinguts son comparats, a mes, amb la realitat que travessa El Salvador en el període indicat. Els quatre factors conductors del canvi climàtic d'un país son la intensitat de carboni, la intensitat energètica, el PIB per càpita i la població. La multiplicació de tots ells, dóna com resultat, les emissions de CO₂ del país, a través de la relació que existeix segons l'expressió matemàtica anomenada Identitat de Kaya. Una vegada es tenen a disposició aquests factors conductors, es poden realitzar futurs escenaris per al país, que segueixin una projecció basada en l'històric. O per altre banda, escenaris alternatius que facin que els factors conductors tendeixin a valors fixats des d'un principi, i així poder veure de que forma varien les emissions del país, segons les variacions imposades, gracies a la Identitat de Kaya. S'analitzen també, quina relació guarden aquestes emissions resultants dels escenaris futurs amb els que deurien haver l'any 2050 per que es podes complir amb l'objectiu dels 2^o C, fixat en la cimera de París.

Abstract

This TFG presents an analysis of the evolution of the effects of climate change in El Salvador, in addition to the evolution of CO₂ emissions, TPES (Total Primary Energy Supply), GDP (Gross Domestic Product) and Population of this country, for the period between 1990 and 2015 with the objective of quantifying the driver's factors resulting from these data. All the analyzes carried out and the results obtained are compared, in turn, with the reality that El Salvador is going through in this indicated period. The four driving factors of climate change in a country are carbon intensity, energy intensity, GDP per capita and population. The multiplication of all of them results in the country's CO₂ emissions, through the relationship that exists according to the mathematical expression called Kaya's identity. Once these driving factors are available, future scenarios can be made for the country, which follow a projection based on history. Or on the other hand, alternative scenarios that make the drivers factors tend to values set in advance, and thus see how the country's emissions vary, according to the variations imposed, thanks to the Kaya Identity. It is also analyzed, what relationship these emissions resulting from the future scenarios hold with which they should be in the year 2050 so that the objective of the 2° C set at the Paris summit can be met.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a Olga Alcaraz, directora del proyecto, y a Josep Xercavins, co-director del proyecto, toda la ayuda prestada a la hora de organizar reuniones de seguimiento, resolución de dudas y propuestas de mejora para este trabajo. Además, de su predisposición de ambos de contestar correos en muchos momentos, con dudas que surgían en el transcurso del desarrollo del trabajo.

También me gustaría agradecer a Albert Turón, parte del equipo de Olga y Josep en proyectos de cambio climático dentro de la escuela, su implicancia en el proyecto, asistiendo a muchas de las reuniones de seguimiento, dando su opinión y proponiendo nuevas ideas.

Glosario

TPES = Total Primary Energy Supply, La energía primaria total suministrada, es una de las variables de los factores conductores del cambio climático

PIB = Producto Interior Bruto, es otra de las variables de los factores conductores.

IEA = International Energy Agency, La agencia Internacional de la Energía, fuente de donde se extraen los datos de emisiones y de TPES.

NC2 = National Communication 2, La segunda Comunicación Nacional sobre el cambio climático en El Salvador, de esta fuente se extraen muchísimos datos en casi todas las materias.

MARN = Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, entre otras cosas es el organismo de efectuar el estudio y desarrollo de la NC2.

UTCUTS = Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, sector que produce una cantidad sustancial de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

BCR = Banco Central de Reserva. de esta fuente se extraen alguno de los datos económicos ofrecidos en este Proyecto.

BAU = Business As Usual. Metodo de proyecciones futuras basadas en obtener una tendencia similar al histórico.

TFG = Treball Final de Grau. Responde a cualquier mención que se haga a otro proyecto final de carrera.

IC = Intensidad de Carbono. Factor conductor del cambio climático que proviene del cociente de las emisiones entre el TPES.

IE = Intensidad Energética. Factor conductor del cambio climático que proviene del cociente del TPES y el PIB.

g = PIB per Cápita. Factor conductor del cambio climático que proviene del cociente del PIB entre la población.

Índice

RESUMEN	2
RESUM	3
ABSTRACT	4
AGRADECIMIENTOS	5
GLOSARIO	6
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Motivación	10
1.2. Objetivos del trabajo	10
1.3. Identidad de kaya	11
1.4. Modelo de justicia climática	12
1.5. Alcance del trabajo.	13
2. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SALVADOR	17
2.1. Características principales de El Salvador	17
2.2. Récor ds históricos por lluvias intensas	17
2.3. Aumento de los eventos hidrometeorológicos extremos	18
2.4. Costos e impactos directamente relacionados con la variabilidad climática.	18
2.5. Vulnerabilidad de la población	18
3. EMISIONES, TPES, PIB Y POBLACIÓN.	21
3.1. Emisiones	21
3.1.1. Datos históricos de emisiones de CO2 a la atmósfera para el periodo (1990-2015)	22
3.1.2. Interpretación de datos de emisiones respecto la realidad del país	23
3.2. Suministro Total de Energía Primaria	25
3.2.1. Datos históricos de TPES para el periodo (1990-2015)	25
3.2.2. Interpretación de datos de TPES respecto la realidad del país	26
3.3. Producto Interior Bruto	26
3.3.1. Datos históricos de PIB para el periodo (1990-2015)	28
3.3.2. Interpretación de datos de PIB respecto la realidad del país	28
3.4. Población	30
3.4.1. Datos históricos de población para el periodo (1990-2015)	31

3.4.2.	Interpretación de datos de población respecto la realidad del país.....	32
4.	FACTORES CONDUCTORES DEL CAMBIO CLIMÁTICO _____	34
4.1.	Intensidad de carbono (IC)	34
4.1.1.	Datos históricos de la Intensidad de Carbono en El Salvador para el periodo (1990-2015)	35
4.2.	Intensidad Energética (IE).....	37
4.2.1.	Datos históricos de la Intensidad Energética en El Salvador para el periodo (1990-2015)	37
4.3.	PIB/CAPITA (g).....	39
4.3.1.	Datos históricos de la Intensidad Energética en El Salvador para el periodo (1990-2015)	40
4.4.	Población.....	41
4.5.	Comprobación del cumplimiento de la Identidad de Kaya	42
5.	ESCENARIOS DE FUTURO BAU _____	43
5.1.	Escenario BAU para el Factor Conductor de la Intensidad de Carbono	44
5.1.1.	Obtención de la proyección futura de las emisiones	44
5.1.2.	Obtención de la proyección futura de TPES.	46
5.1.3.	Obtención del Escenario BAU para la Intensidad de Carbono	47
5.2.	Escenario BAU para el Factor Conductor de la Intensidad Energética.....	48
5.2.1.	Obtención de la proyección futura de PIB.....	49
5.2.2.	Obtención del escenario BAU para la Intensidad Energética.....	50
5.3.	Escenario BAU para el Factor Conductor del PIB per CAPITA.....	51
5.3.1.	Obtención de la proyección futura de Población.....	52
5.3.2.	Obtención del escenario BAU para el PIB per CAPITA.	53
5.4.	Escenario de futuro proyección UN-DESA para el Factor Conductor de la POBLACIÓN.....	54
5.4.1.	Obtención del escenario futuro para la población.....	54
6.	ESCENARIOS DE FUTURO ALTERNATIVOS _____	55
6.1.	Escenario futuro alternativo 3t/Persona.....	55
6.2.	Escenario futuro alternativo igualando el PIB/CAPITA futuro de El Salvador a niveles mundiales.	59
7.	COMPARACIÓN DE ESCENARIOS _____	61
	CONCLUSIONES _____	65

ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL	71
PRESUPUESTO	72
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	78

1. Introducción

En este primer capítulo del trabajo se pretende informar al lector sobre los aspectos más importantes que contiene el mismo, los objetivos y motivación por los cuales se ha elaborado y el alcance que tiene, es decir, hasta qué punto se analiza lo que previamente se ha expuesto en el resumen.

1.1. Motivación

La motivación en este trabajo se encuentra asociada al interés del autor en la sostenibilidad, es decir, se da más que por aceptado el fenómeno del cambio climático y todas las consecuencias que conlleva, a partir de ese momento, es donde radica mi interés y motivación. En descubrir como el ser humano puede ser capaz de encontrar la manera de mitigar este proceso que afecta a toda la humanidad y el planeta, sin dejar de crecer como especie y evolucionar al mismo tiempo. Pues bien, aplicado a un caso concreto como es el de El Salvador, me parece totalmente extrapolable la idea de realizar un amplio estudio sobre todos los condicionantes que envuelven el cambio climático en este país y a partir de ahí, tratar de encontrar las proyecciones de futuro que surgen de su evolución histórica o de igualarse a algunos niveles mundiales. Intentando ajustarse siempre a las políticas de sostenibilidad fijadas en la cumbre de París [1] que tienen como uno de sus objetivos la subida de 2º C en la temperatura global del planeta para 2100 respecto la época preindustrial.

1.2. Objetivos del trabajo

El objetivo primero y más general de este trabajo persigue realizar un análisis, desde diferentes perspectivas, de la realidad que atraviesa El Salvador en materia de afectación del cambio climático y de posibles acciones en relación a ella, contextualizado todo en diferentes aproximaciones sobre la realidad del país y en base a herramientas más o menos standard para realizar estos análisis. Esto resulta posible, gracias, en primer lugar, a los datos revelados en su NC2 (2a Comunicación Nacional del país a la UNFCCC -Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático).

Será necesario también obtener y representar gráficamente los datos anuales históricos desde 1990 hasta el año 2015 del país: de sus emisiones, de sus consumos energéticos o TPES, PIB y población, a través de las fuentes más fiables en cada caso. Todas las representaciones gráficas serán obtenidas a partir del programa de cálculo EXCEL.

Utilizando la herramienta metodológica de la identidad de Kaya, se pretenderá, primero, encontrar los cuatro factores conductores provenientes de las cuatro variables mencionadas anteriormente, así como sus respectivas representaciones gráficas para, en definitiva, su posterior análisis.

A partir del examen relacional de los datos y resultados obtenidos y la realidad socioeconómica que atraviesa el país (gracias otra vez en gran parte al citado estudio NC2 realizado en septiembre de 2013 por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de El Salvador) será posible empezar un análisis prospectivo del país objeto de estudio.

En este sentido, se establecerán escenarios de futuro para el país, teniendo en cuenta, en primer lugar, los datos históricos reunidos desde 1990 hasta 2015 y proyectándolos hasta 2050. Se consigue así, y después de barajar distintas formas posibles de hacerlo, y en primera instancia, el conocido como escenario de referencia de futuro BAU, que consiste en construir proyecciones futuras que reflejen lo mejor posible la tendencia de su evolución histórica y actual.

En segundo lugar, y tomando el anterior como referencia, se procede a la obtención de escenarios futuros alternativos, basados en hacer tender los factores conductores del país a niveles o metas concretos fijados en función de diversos objetivos que puedan considerarse interesantes desde el punto de vista de la realidad del país y de posibles futuros deseados.

Con la construcción de estos escenarios de futuro y contando con la identidad de Kaya, se podrá concluir el rumbo que tomarían las emisiones de CO₂ en el país, según las variaciones efectuadas en los factores conductores en base a las metas pretendidas en cada escenario.

Un análisis final de en que forma se aproximan o diferencian estas evoluciones a otro escenario de referencia: el realizado para El Salvador según el modelo de justicia climática por cápita por parte del GGCC, y que sería coherente con el objetivo mundial de evitar el aumento de la temperatura en 2º, respecto a la época preindustrial.

El alcance con la metodología relatada hacia a estos diversos niveles de objetivos permite finalizar el trabajo con un análisis de los resultados obtenidos en forma de conclusiones.

1.3. Identidad de kaya

No sería conveniente empezar con el desarrollo del proyecto sin avanzar ni un ápice previamente, sobre una de las partes más importantes en la elaboración del mismo, como es la expresión matemática conocida como la Identidad de Kaya, desarrollada por Yoichi Kaya en su publicación

Environment, Energy, and Economy: strategies for sustainability. [2] La cual describe la relación que existe entre los factores conductores del cambio climático y las emisiones que ello provoca.

La expresión matemática es la siguiente:

$$Emisiones = \frac{Emisiones}{TPES} * \frac{TPES}{PIB} * \frac{PIB}{Población} * Población \quad (\text{eq. 1})$$

$$Emisiones = [\text{MtCO}_2] \quad PIB = [\cdot 10^3 \text{ million PPP constant 2011\$}]$$

$$TPES = [\text{EJ}] \quad Población = [\text{Millones de personas}]$$

Como se puede apreciar, la multiplicación de estos cuatro factores con sus unidades correspondientes, se traduce en un número de emisiones de CO₂ en MtCO₂. En primer lugar, se encuentra la intensidad de carbono, que es el resultado de dividir las emisiones del país entre su TPES, su abreviatura resulta ser la IC. En segundo lugar, se establece la intensidad energética que se llega a ella a partir de la división del TPES del país entre su PIB y se utiliza la nomenclatura de IE. En tercer lugar, se encuentra el PIB per cápita que es el resultado de la división del PIB del país entre el número de habitantes en millones de personas, se utiliza la abreviatura g. Finalmente, el último factor conductor de la Identidad de Kaya es la población del país en millones de personas.

A partir de este momento se procede a explicar las aplicaciones de esta expresión que serán utilizadas en este trabajo. En primera instancia, la obtención de los tres primeros factores conductores resulta ser una ventaja en el momento de establecer comparaciones mundiales, debido a que en cifras totales como por ejemplo la población o el PIB, no se pueden establecer comparaciones con el mundo, en cambio entre factores sí que resulta posible y se pueden extraer conclusiones de ello. En segunda instancia, se obtiene los escenarios BAU de cada factor conductor que también sirve de comparación con niveles mundiales. Finalmente, gracias a la variación de cada factor, excepto el de la población, se puede obtener escenarios futuros del país que indiquen según el factor que varíe y cuanto, las emisiones que producirá para llegar a los niveles de ese factor conductor, ya que según la expresión matemática de la Identidad de Kaya las emisiones de un país son directamente proporcionales a los factores conductores del cambio climático.

1.4. Modelo de justicia climática

Otro punto a destacar antes del inicio del desarrollo del proyecto es el título de este apartado. Según la web sobre el *“Estudio Científico sobre la Mitigación del Cambio Climático en relación con el desarrollo humano sostenible y con la salud humana”* [3] que principalmente trata los temas relacionados con el acuerdo de París y los 2º C. Dicta lo siguiente sobre el modelo de justicia climática: *“El Modelo de Justicia Climática asigna a cada país un Presupuesto de Carbono (PC), es decir, el conjunto de emisiones*

que este país podría lanzar a la atmosfera de ahora en adelante para qué, en conjunto, se cumpla el objetivo de los 2°C. Con este presupuesto el país podría trazar su camino de mitigación o curva de emisiones anuales. Este camino debe cumplir que la suma de las emisiones anuales desde ahora hasta 2100, dicho de otro modo, el área integral de la curva, sea igual al PC asignado al país”.

En relación con este proyecto este método será aprovechado en el momento que se obtengan los resultados de los escenarios de futuro, tanto del método BAU, como los alternativos. Será de gran utilidad, para la comparación de las emisiones resultantes de los escenarios futuros de este proyecto con los obtenidos según el modelo de justicia climática para el cumplimiento de los 2º C para El Salvador.

1.5. Alcance del trabajo.

En este apartado del trabajo se aclara cuáles son los límites del mismo, es decir, hasta qué punto llega el análisis de cada categoría de datos estudiada.

Primeramente, con respecto a las emisiones se debe aclarar que tan solo se tienen en cuenta las emisiones de provenientes de la quema de combustibles fósiles.

En segundo lugar, cabe destacar que no forma parte de este trabajo la valoración y comparación de otras fuentes que no sean de las que se extraen los datos de emisiones, TPES, PIB y población.

Otro punto a destacar es el análisis de la realidad socioeconómica de El Salvador, donde se analiza los resultados del único estudio tan extenso que existe del país como es la NC2, no se tienen en cuenta en este trabajo estudios más recientes, pero menos detallados y sin pertenecer a organismos oficiales del estado. Tampoco se tiene en cuenta para este análisis la NC1 dada su antigüedad y su falta de concreción en los datos expuestos.

Otro aspecto a destacar está referido con los escenarios de futuro no alternativos. En este proyecto se realizan escenarios de futuro de carácter no alternativo, a partir de más de un método a parte del método refrendado BAU. Se utiliza un método de regresión lineal, y otro llamado HOLT, que proyecta los escenarios futuros, a partir de la tendencia de los últimos tres años. Estos métodos no se contemplan en la memoria de este proyecto, ya que se opta para el escenario de tendencia futura, por el método desarrollado BAU que refleja con un grado de realismo mayor las proyecciones futuras para El Salvador. Los métodos mencionados anteriormente, son expuestos sus resultados y métodos que lo componen en los anexos incluidos en el CD del proyecto, en formato EXCEL.

2. Efectos del cambio climático en El Salvador

Este análisis se realiza debido a que existe un problema en el campo de los fenómenos meteorológicos en este país. Año tras año se ve fustigado por las consecuencias del cambio climático mundial, con mayor o menor contribución de El Salvador, muy menor, por cierto. Pero en los efectos consecuentes es uno de los países que más los padece. En resumen, las grandes potencias económicas mundiales son aquellas que lideran las listas emisiones de gases contaminantes a la atmosfera, con mucha diferencia con el resto, sacando mucho rédito económico de ello, pero después es el planeta quien está padeciendo las consecuencias de su obsesión por el crecimiento. Entre ellos El Salvador que a continuación se analiza su situación y los estragos que está haciendo el cambio climático en su tierra. Además de este análisis se profundiza en la realidad social que atraviesa el país, la cual desgraciadamente no dista mucha distancia de la ambiental.

Para empezar, este estudio se basa en los datos hallados en la NC2 de 2013 [4] donde se encuentran consecuencias muy concretas de la variación climática en El Salvador de los últimos años.

2.1. Características principales de El Salvador

Por un lado, se destacan las características geográficas principales de El Salvador, un país situado en América Central con una extensión territorial de 21.041 km², para hacerse una idea cercana, Catalunya dispone de 32.106 km², en El Salvador viven 7.329.015 de personas, geográficamente está situado en el llamado cinturón tropical, comparte fronteras con Guatemala y Honduras. Su clima tropical no permite grandes oscilaciones en la mayoría de parámetros climáticos, con respecto a las lluvias se caracteriza por dos tipos de estaciones. Una estación seca (de noviembre a abril) y una estación lluviosa (de mayo a octubre). Cabe mencionar en cuanto a su ubicación sismológica que El Salvador se encuentra en el llamado Cinturón del Fuego del Pacífico y su territorio volcánico es muy activo, alrededor del 90 por ciento de su suelo está conformado por materiales volcánicos.

2.2. Récor ds históricos por lluvias intensas

Por otro lado, entrando en materia de análisis de cambios destacados en el país, se encuentra, primeramente, los nuevos récor ds de lluvias intensas. A partir de 2009 y hasta el 2013, año que data este estudio NC2, se han registrado las mayores acumulaciones de agua en espacios de tiempo diferentes. Hasta cuatro records se batieron en estos últimos años, record de acumulación de agua en 10 horas, en 24, en 72 y en 10 días, de hecho, algunos de estos episodios ocurrieron en meses que nunca antes habían registrado eventos de lluvia extrema, y lo que es más asombroso, algunos de estos

records se batieron en días correspondientes a meses de la llamada época seca, teóricamente la época del año que no llueve tanto.

2.3. Aumento de los eventos hidrometeorológicos extremos

Además, también se observa según este mismo estudio una evolución de los eventos hidrometeorológicos extremos, este tipo de eventos se cuantifican a partir de dos modos, uno es que se produzcan precipitaciones por arriba de 100 mm en 24 horas y otra forma es que se acumulen por encima de los 350 mm en 72 horas. Pues bien, desde de la década de los 60 hubo un evento extremo cada década, hasta que en la de los 80 hubo dos registros, en los 90 cuatro y el aumento se confirmó en la primera década del 2000 cuando se han registrado ocho eventos hidrometeorológicos extremos. Estos datos prueban el gran avance del cambio climático y como se traduce en eventos climatológicos extremos.

2.4. Costos e impactos directamente relacionados con la variabilidad climática.

Otro aspecto a tener en cuenta en los episodios extremos que sufre el país deben ser los costos asociados a esta variabilidad climática. Esta variabilidad se sitúa en la principal causa de fluctuación anual de la producción agrícola de El Salvador, tanto por excesos de lluvia como de sequías. En el año 2010 las pérdidas por este tipo de eventos se cifraron en 49 millones de dólares solo a causa de las inundaciones y las sequías sufridas en ese año, a estos dos eventos hay que añadirle las fluctuaciones que están sufriendo el promedio de las temperaturas, ya que El Salvador es un país acostumbrado a cosechar productos con poco margen en las variaciones de las temperaturas. Pues bien, actualmente las temperaturas oscilan entre márgenes extensos. Este incremento facilita la aparición de plagas y enfermedades en las cosechas y hace disminuir con ello la calidad de los productos.

2.5. Vulnerabilidad de la población

Extrayendo la definición proporcionada por la NC2 de El Salvador [4], la vulnerabilidad viene a ser lo siguiente: *“El concepto de vulnerabilidad implica que, ante amenazas similares, poblaciones o sectores diferentes sufren impactos distintos, así como gozan de diferentes grados de resiliencia para recuperarse después de ese impacto.”* Se entiende que la vulnerabilidad debe estar mencionada y analizada en este trabajo, ya que se considera que posee un papel fundamental en la realidad actual de El Salvador.

Como se ha descrito en anteriores apartados, El Salvador es un país que en los últimos años ha estado azotado, cada vez más, por fenómenos meteorológicos extremos, que ponen a prueba frecuentemente los cimientos sobre los cuales se construye el país.

A continuación, se exponen varios factores que hacen variar esta vulnerabilidad y particularmente, en qué posición se encuentra El Salvador con respecto esos parámetros.

En primer lugar, en materia social los salvadoreños deben mejorar en varios factores como, por ejemplo, el manejo de aguas negras, la proporción de hogares en condición de hacinamiento, la escolaridad promedio en años aprobados. Todos esos factores favorecen la vulnerabilidad de la población de las regiones del país a que sean más vulnerables a los desastres climáticos.

En segundo lugar, se encuentra la elevada tasa de vulnerabilidad ambiental, debido a la gran diferencia existente entre el uso del suelo agrícola y la falta de cobertura arbórea. Además, en El Salvador como se podrá ver en apartados siguientes, existe un gran incremento de nuevos núcleos urbanos, la mayor causa de este incremento radica en el grado tan elevado de migración en las últimas décadas, sobretodo de la población rural hacia la ciudad, en la búsqueda de oportunidades de empleo. Este aumento significativo de los núcleos urbanos trae consigo vulnerabilidad ambiental, ya que, generalmente coincide la construcción de nuevas casas en las afueras de las grandes ciudades con los sectores de la población menos pudientes, que construyen en la forma que pueden sus hogares, muchas veces en suelos en absoluto recomendados para la urbanización, debido a que, por ejemplo, contienen una alta probabilidad de derrumbamientos, inundaciones o carecen de estabilidad. Claramente, este factor hace que aumente el riesgo de vulnerabilidad de todo ese sector de la población.

En contraposición a los factores reseñados anteriormente, se encuentran los ecosistemas de cafetales, los cuales contribuyen a prevenir deslizamientos. Realizar inversiones para mejorar este tipo de factores que disminuyen la vulnerabilidad del país pueden suponer ahorros millonarios a posteriori en reponer todos los daños causados por los desastres climáticos.



3. EMISIONES, TPES, PIB Y POBLACIÓN.

A continuación, se proyectan los datos históricos desde 1990 hasta el 2015, de estos cuatro indicadores los cuales desempeñan un gran papel en toda la elaboración del trabajo, debido a su relevancia a la hora de obtener en primer lugar los factores conductores, ya explicados en apartados anteriores, y también por la gran capacidad de análisis que poseen todos ellos y el gran grado de comparación con la realidad que tienen.

En primer lugar, se realiza una breve introducción de cada variable que se analiza, a continuación, se sitúan todos los datos en forma de gráfica repartidos en años desde el 1990 hasta el 2015, que es el último año en que se consigue encontrar datos oficiales. Una vez establecidos estos datos, se procede al análisis puramente gráfico de la evolución de cada indicador. Finalmente, se procede a interpretar la evolución de cada gráfica según los episodios más relevantes a lo largo de este periodo que han sucedido en El Salvador.

3.1. Emisiones

Se procede a la presentación y análisis de las emisiones de CO₂ a la atmósfera por parte de El Salvador en los últimos 25 años. Los datos se obtienen de la web oficial de la IEA [5] y las comparaciones y análisis de comportamientos se realizan con la ayuda de la NC2 [4]. Además, nuevamente se hace hincapié en que los datos computados hacen referencia tan solo, a las emisiones provenientes de la quema de combustibles fósiles. En los análisis en cambio, se puede comprobar cómo además de la quema de combustibles fósiles, hay otros factores que contribuyen al aumento de este número en un país. Por ese motivo, entre otros, se considera muy beneficiosa para la elaboración de este proyecto el poder trasladar, tanto las conclusiones como los datos obtenidos de los estudios del MARN en la NC2.

3.1.1. Datos históricos de emisiones de CO₂ a la atmósfera para el periodo (1990-2015)

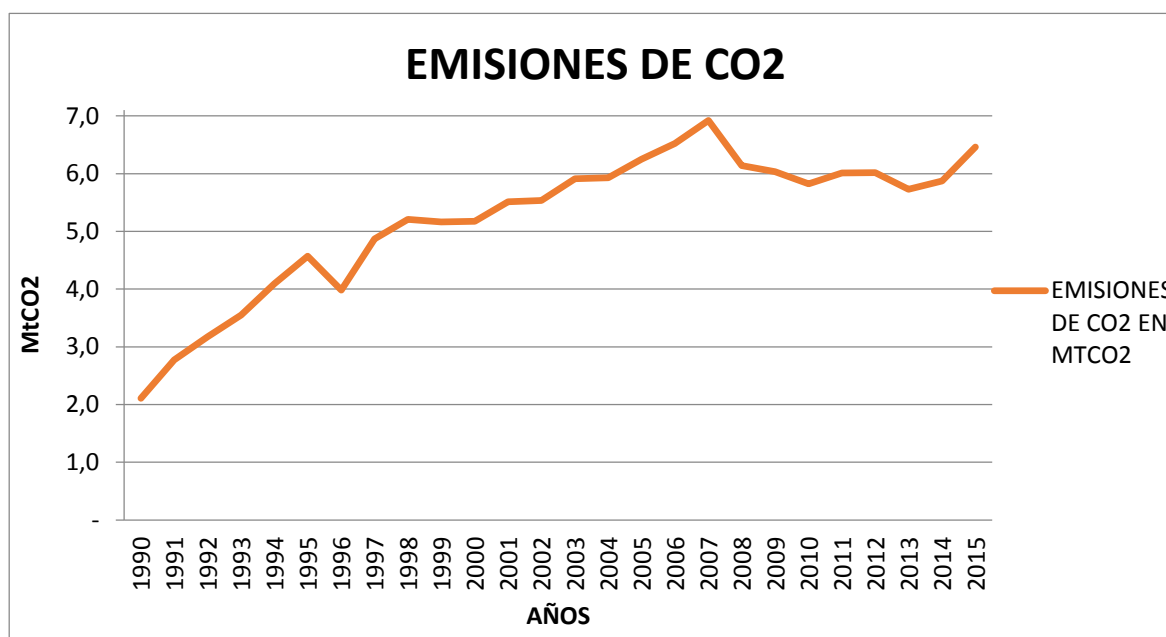


Figura 1. Emisiones de CO₂ a la atmósfera en El Salvador en el periodo de (1990-2015).

En primer lugar, antes de cualquier análisis, es conveniente explicar la metodología que se utiliza para obtener cada dato en los años expuestos en el gráfico por parte de la IEA [5], la cual es la fuente utilizada en este trabajo.

Para obtener los datos totales de emisiones de CO₂ en El Salvador a partir de la quema de combustibles fósiles, la IEA tiene en cuenta diversos sectores que contribuyen a estas emisiones y que van a ser reflejados a continuación, como también se expone el porcentaje de influencia de cada uno de ellos en el total para el año 2015.

La cantidad total de MtCO₂ en el país para la IEA viene dada a partir de la suma de seis sectores como son, el sector de la generación de electricidad y calor, con un porcentaje del 24,62 % del total de emisiones en el año 2015. Los procesos industriales y manufactureros que influyen en un 12,30 %. El transporte en El Salvador, que es el sector con más implicancia en las emisiones de CO₂ del país con un 52,30 % del total en 2015, en resumen, más de la mitad de las emisiones, son provocadas por el transporte en carretera, ya que en el estudio de la IEA no se tiene en cuenta ni el marítimo ni el de aviación. El sector de las refinerías se tiene en cuenta, pero su porcentaje es nulo o despreciable ya que El Salvador no dispone de ellas y todo el petróleo que importa lo hace ya refinado, no dispone de plantas capaces de importar petróleo crudo y de refinarlo para obtener los combustibles más comerciales que necesita la sociedad. En este sector además se incluyen las emisiones generadas para autoabastecerse ya sean públicas o privadas, que en el caso de El Salvador también equivalen a su

depreciación. Finalmente, la última contribución de emisiones la realiza los sectores no tenidos en cuenta antes como, por ejemplo, la agricultura, la silvicultura, pesca, residencial, las actividades comerciales e institucionales y otros no especificados. Todos estos subsectores engloban el sector llamado por la IEA (*TOTOTHER*). Este sector contribuye a las emisiones totales del país con un 10,76 % del total en el año 2015. Cabe añadir, que más del 90 % del total emitido por este sector viene del subsector mencionado previamente como residencial.

A continuación, se pasa al análisis puro de la evolución histórica de estos datos. Primeramente, Se aprecia un claro aumento en las emisiones en todos los años a partir de 1990, excepto en el periodo que va desde 2006 hasta el 2010. Lamentablemente, esta disminución no radica en una política de medidas contra el cambio climático, sino más bien apunta a una consecuencia de la crisis económica mundial sufrida en los alrededores de 2008, obligando a casi todos los países del mundo a tener que bajar su producción y como consecuencia sus emisiones de CO₂.

Como más tarde se apunta en al análisis del crecimiento del PIB en El Salvador, una vez atravesada la crisis mundial financiera la gran mayoría de países del mundo reanudan su crecimiento, tanto de su economía como de su producción. En el caso de El Salvador también sucede, pero de una forma más lenta, es decir, el pendiente de crecimiento es menor en comparación, por ejemplo, de sus países vecinos como Honduras, Panamá o Costa Rica. Esto se puede verificar gracias a los datos de emisiones exhibidos en *World Bank* [6].

3.1.2. Interpretación de datos de emisiones respecto la realidad del país

En este apartado se analizan los datos obtenidos con anterioridad, mediante el estudio realizado por el MARN en la NC2, esto lleva a obtener un mejor punto de vista de la realidad que atraviesa El Salvador ya que la NC2 entre otros temas, es consecuencia de un análisis exhaustivo de todos los sectores que contribuyen a la contaminación del país, a través de datos muy concretos y precisos.

Se pone de manifiesto también, que para el gráfico se utilizan los datos de la IEA ya que es la única fuente fiable que exhibe los datos de emisiones de El Salvador año a año desde 1990, mientras que los datos del estudio NC2 realizado por el MARN, revelan unos datos obtenidos de una forma muy elaborada y muy completos, pero tan solo pertenecen al año 2005. Para finalizar, se debe destacar la gran diferencia de resultados que existe entre un estudio y otro en el total. Esta diferencia remite en los datos emitidos por la NC2 que tienen en cuenta lo mismos sectores que en la IEA, pero, además añaden el sector de los usos del suelo que equivalen según el estudio del MARN a un 35,19 % de las emisiones totales. Este componente añadido hace que las emisiones sean sustancialmente mayores en la NC2. A continuación se observa el desglose que realiza la NC2 de los sectores influyentes en las emisiones de CO₂ en El Salvador.

3.1.2.1. Emisiones provenientes del sector de la energía

Entrando en materia de analizar lo expuesto en la NC2, Se extrae que el mayor porcentaje, un 60,08% aproximadamente de las emisiones totales, residen en el sector de la energía. Este sector se subdivide, a su vez, en varios grupos. Primeramente, se encuentran las emisiones de CO₂ procedentes del subsector del transporte, que equivalen a un 43,90% del total de emisiones del sector de la energía. Seguidamente, un 26,75% del total de emisiones del sector de la energía es causado por las industrias energéticas, es decir, la industria encargada de la generación de energía eléctrica para el país. Otro porcentaje en absoluto desdeñable, es el que pertenece a las industrias manufactureras y de construcción con un 20,06%, el cual incluye el calor de los procesos y fuerza motriz, así como también la autogeneración. Finalmente, el 9,29% restante se obtiene de los sectores residenciales, comerciales e institucionales.

3.1.2.2. Emisiones provenientes del sector de la silvicultura y de los cambios de usos de la tierra.

Seguidamente, se encuentra el sector UTCUTS (Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura) que contribuye con un 35,19 %, a su vez, este sector se divide en dos subsectores los cuales se procede a su análisis. En primer lugar, con un 61,52% se encuentra las emisiones referidas a la conversión de bosques y praderas, concretamente, corresponde a la deforestación. En segundo lugar, con el 38,48% restante, se encuentra los cambios de biomasa en bosques y en otros tipos de vegetación leñosa.

El subsector de la deforestación guarda una especial importancia, debido a que se disminuye la cantidad de bosques que podrían evacuar parte del CO₂ que existe en el país, sin embargo, El Salvador al ser un país exportador de materias primas utiliza la madera de la deforestación para aumentar sus ingresos, a costa de perjudicar sus ecosistemas.

3.1.2.3. Emisiones provenientes del sector de los procesos industriales

Este sector ocupa un 4,83 % de las emisiones de CO₂ totales de El Salvador a la atmosfera. Principalmente, en este sector las emisiones están relacionadas con la producción de cemento en el país, más de un 99 %. El resto de emisiones se deben a la producción de cal y a la utilización de piedra caliza y dolomita. El sector de los procesos industriales que se contabiliza en el estudio efectuado por el MARN, plasmado en la NC2, no es el más cuantioso a lo que emisiones se refiere, pero no por ello no perjudicial para el país.

3.2. Suministro Total de Energía Primaria

Total Primary Energy Supply. El suministro total de energía primaria de un país es fundamental para la obtención de factores conductores y para conseguir una mejor visión sobre el desarrollo del mismo. Los datos históricos de El Salvador son obtenidos a partir de la medición del suministro total de energía primaria según la IEA, que es el lugar de donde se extraen.

3.2.1. Datos históricos de TPES para el periodo (1990-2015)

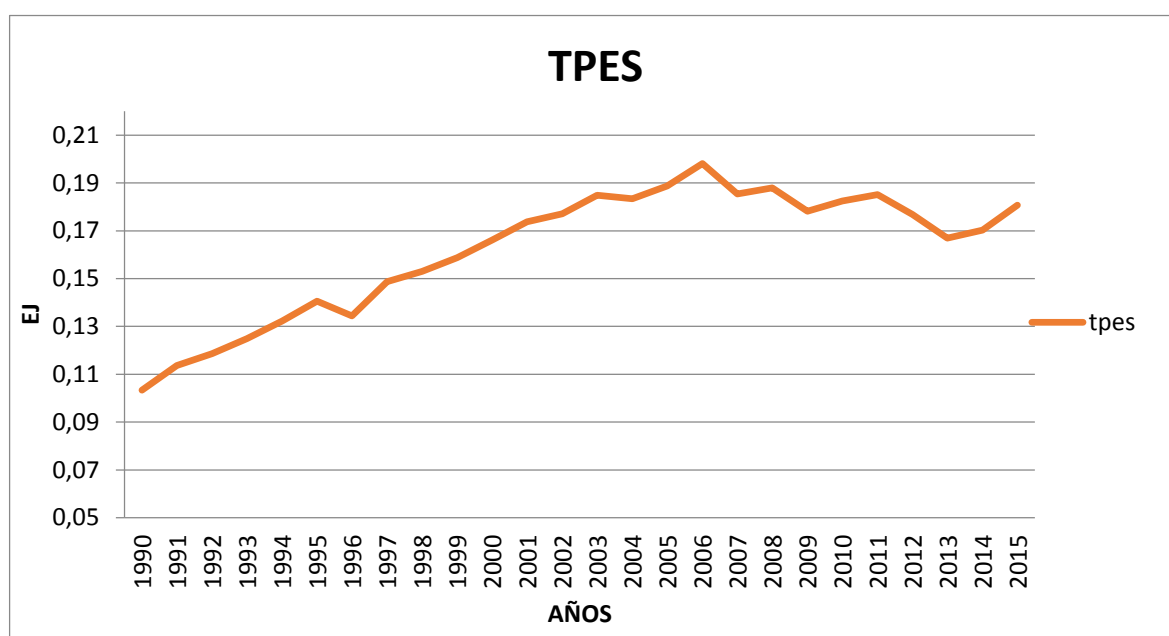


Figura 2. Suministro Total de Energía Primaria en El Salvador para el periodo de (1990-2015).

Como se puede apreciar en este gráfico, resulta visible una cierta similitud con el gráfico de emisiones de CO₂ para el mismo periodo en El Salvador. A simple vista, se observa una tendencia creciente entre los años 1990 y 2006, posteriormente, se puede apreciar una ligera proyección decreciente o estancamiento hasta el año 2013, nuevamente coincidiendo con el periodo de crisis mundial financiera que azotó a la mayoría de países del mundo. Finalmente, se sigue con un crecimiento de pendiente similar al primer periodo analizado. En forma de apunte, en los años 1995 de cada indicador que se plasma en este proyecto, excepto la población, se puede apreciar un ligero estancamiento del crecimiento constante que existe desde el 1990, primer año de estudio, hasta la ya nombrada crisis financiera mundial del 2008, esto se puede deber al llamado “Efecto Tequila”, que lleva el nombre de una crisis financiera en México que hizo tambalear a todas las economías desde México hacia el sur por todo el continente Americano, aminorando sus producciones y economías por ese año, posteriormente, se prosiguió con el crecimiento constante de los años anteriores a la crisis.

3.2.2. Interpretación de datos de TPES respecto la realidad del país

El Salvador es un país que basa su producción energética en cuatro fuentes de generación, básicamente, con mayor o menor porcentaje de incidencia. A lo largo del histórico que se estudia en este proyecto, es decir desde 1990, los porcentajes de contribución en la producción de energía de cada fuente de generación han ido variando. Según datos extraídos de la IEA Las principales fuentes de generación de energía en El Salvador son los biocombustibles, el petróleo, la geotérmica y la hidroeléctrica. Primeramente, en los años 90 la producción mayoritaria de energía provenía de los biocombustibles (un 50% del total), más concretamente de la leña, en segundo lugar, estaba el petróleo (un 30%), después la generación geotérmica (un 15 %) y con un porcentaje muy pequeño la hidroeléctrica (un 5%). Entrados los años 2000 aumentaron los porcentajes de petróleo (45%) y geotérmica (20%), en detrimento de los biocombustibles que pasaba de ser el combustible encargado de generar la mitad de energía del país a contribuir en un 32%, mientras tanto, la generación a partir de fuentes hidroeléctricas bajaba ligeramente a un 3%. Finalmente, en la segunda década del 2000, entre 2010 y 2015 los porcentajes de generación de energía se ordenaban de la siguiente manera: El petróleo se encarga de llevar el mayor peso con un 50 %, la geotérmica sigue avanzando hasta un 35 %, los biocombustibles siguen decayendo hasta un 15 % y la hidroeléctrica se sigue manteniendo en el entorno del 5%.

3.3. Producto Interior Bruto

El Producto Interior Bruto es una magnitud macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país durante un período determinado, normalmente de un año, según su definición [7]. El PIB de El Salvador se extrae de la fuente del Banco Mundial [8], en su página web se expone los datos históricos de PIB desde 1965 hasta 2016, en el caso concreto de este proyecto se escogen los datos que comprenden el periodo entre 1990 y 2016.

Según el apartado de metadatos de la página web del Banco Mundial [9] donde desarrolla la metodología que utiliza para la obtención de los datos que expone en su página, sobre el PIB afirma que es *“La suma del valor agregado bruto de todos los productores residentes en la economía más cualquier impuesto al producto y menos cualquier subsidio no incluido en el valor de los productos. Se calcula sin hacer deducciones por la depreciación de los recursos naturales. Los datos en dólares estadounidenses actuales. Las cifras de PIB se convierten de monedas nacionales utilizando tasas de cambio oficiales de un año.”*

Pese al desarrollo de esta metodología de cálculo, en ese mismo apartado del Banco Mundial se reflejan algunas limitaciones que se tienen a la hora de extraer datos de los países menos desarrollados como, por ejemplo, se afirma que: *“Si bien las estimaciones del PIB basadas en el enfoque de producción generalmente son más confiables que las estimaciones compiladas del lado de los ingresos o los gastos, los diferentes países usan diferentes definiciones, métodos y normas de información.*

Aún existen importantes discrepancias entre las normas internacionales y la práctica real. Muchas oficinas de estadística, especialmente las de los países en desarrollo, enfrentan severas limitaciones en cuanto a los recursos, el tiempo, la capacitación y los presupuestos necesarios para producir series confiables e integrales de estadísticas de cuentas nacionales. Entre las dificultades que enfrentan los compiladores de las cuentas nacionales está el alcance de la actividad económica no declarada en la economía informal o secundaria. En los países en desarrollo, una gran parte de la producción agrícola no se intercambia (porque se consume dentro del hogar) o no se intercambia por dinero”.

Estas limitaciones que el Banco Mundial se encuentra a la hora de reunir datos concisos de países subdesarrollados como puede ser el caso de El Salvador, hace que se plantee la posibilidad en el caso concreto del país Centroamericano que su PIB pueda estar sobrevalorado. Dicho planteo se basa en una búsqueda de noticias relacionadas con la afectación de las remesas en el PIB de El Salvador, todas ellas expuestas en la bibliografía [10], [11], que afirman que en estudios realizados por el BCR (Banco Central de Reserva de El Salvador) [12] sobre el incremento de remesas en los últimos años, este ha contribuido en el PIB. A modo de ejemplo en una de las noticias del diario LA NACIÓN se pronuncia lo siguiente: *“Los 5.021,3 millones de dólares constituyen un “monto que equivale al 15,8%” del producto interno bruto, en la economía dolarizada del país centroamericano, destacó el informe”.* Esto puede llegar a determinar una sobrevaloración del PIB en este país.

Por todo ello, se procede al análisis del PIB en este apartado, y en cada momento que se mencione a lo largo del proyecto. Tener en cuenta el factor remesas dentro de las cifras que se manejan de PIB.

Una vez analizado el significado de PIB, la metodología que se utiliza para su cálculo y las limitaciones que tiene el mismo, se procede a presentar los datos expuestos por el Banco Mundial y a su posterior análisis.

3.3.1. Datos históricos de PIB para el periodo (1990-2015)

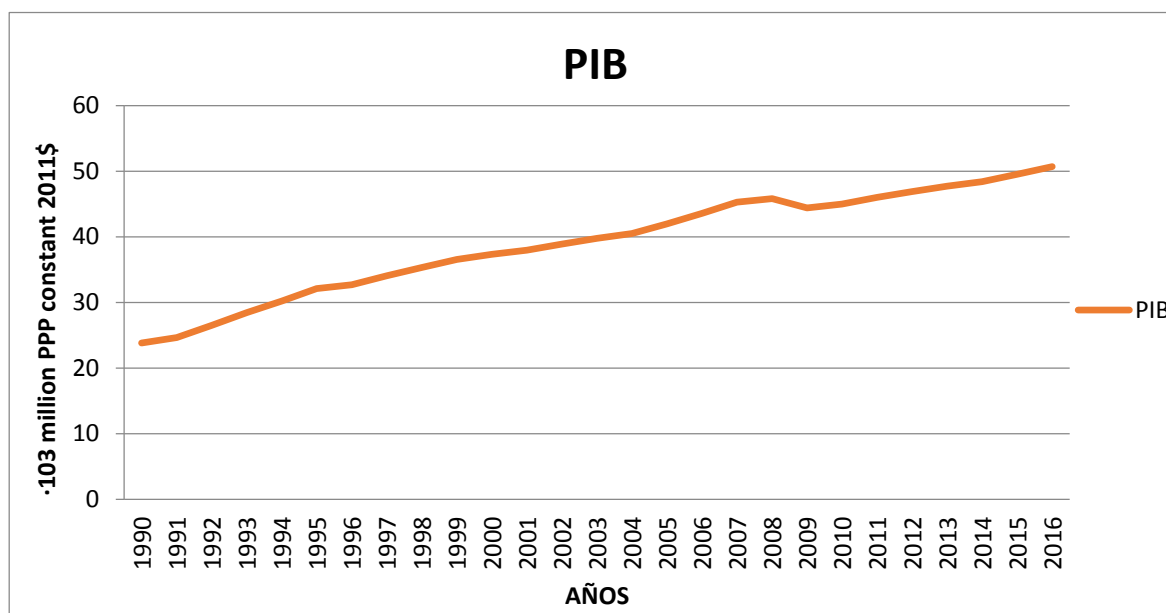


Figura 3. Producto Interior Bruto de El Salvador en el periodo de (1990-2015).

A partir de los datos plasmados en la figura 3, se aprecia un crecimiento constante en el PIB de El Salvador para el periodo estudiado. Además, coincide visualmente con los gráficos vistos previamente sobre emisiones y TPES, donde se aprecia una ligera atenuación del pendiente de crecimiento en el año 1995, probablemente consecuencia del ya mencionado “efecto tequila” y un cambio radical, en el periodo 2008-2010 que se pasa del crecimiento al retroceso, en un espacio de tiempo que coincide con la crisis financiera mundial, lógicamente, el PIB no sale ileso de esta crisis. Una vez finalizado este periodo de retroceso, El Salvador, al igual que la mayoría de economías mundiales retorna con su crecimiento, sin embargo, lo hace de forma más ralentizada que en periodos pretéritos, donde su pendiente era ligeramente mayor, del mismo modo que se aleja de economías de países vecinos centroamericanos que tienen recuperaciones mucho más rápidas.

3.3.2. Interpretación de datos de PIB respecto la realidad del país

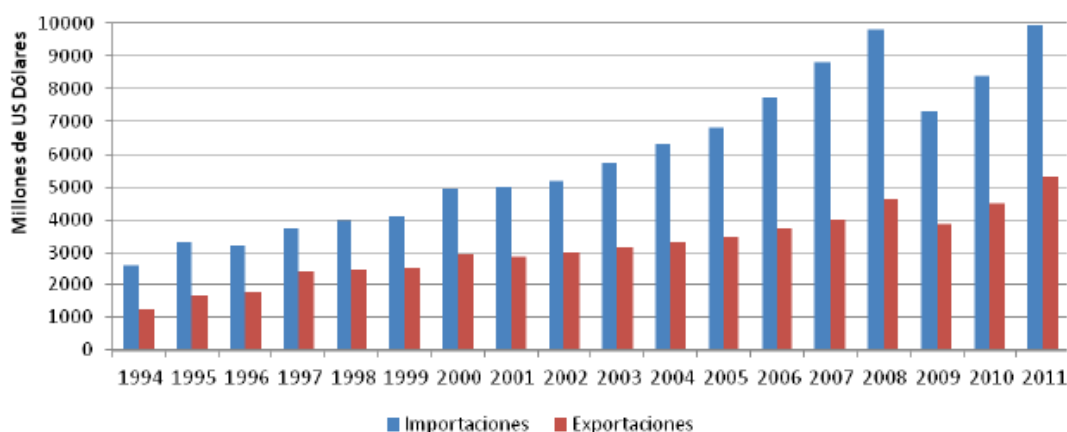
En El Salvador al igual que la mayoría de economías centroamericanas, padecen de una gran inestabilidad. Históricamente el país centroamericano ha basado su economía en un modelo agroexportador, hasta la década de los 30 el cultivo de algodón fue uno de los pilares de la economía salvadoreña, dejando grandes secuelas en la deforestación y en la contaminación del suelo por culpa del uso excesivo de pesticidas. Luego se instauró un modelo de producción cafetera que ha contribuido a reducir la contaminación por usos del suelo. A partir de los años 80 se diversificaron las fuentes de agroexportación abriendo paso al cultivo de maíz y caña de azúcar. Pese a esto, en los años recientes El Salvador ya no depende mayoritariamente de sus exportaciones agrícolas.

En las dos últimas décadas, según explica el estudio NC2 efectuado por el MARN se promovieron reformas de cambio de modelo económico como privatizaciones en el sector de la energía y telecomunicaciones, la desgravación arancelaria, la firma de tratados de libre comercio, el establecimiento de un cambio fijo y la dolarización. Todas estas reformas han consolidado en el país una economía de bajo crecimiento, que depende en gran medida de las importaciones y de factores externos, como remesas, o precios internacionales de las propias importaciones.

Un dato impactante sobre El Salvador que trasciende gravemente en su economía es la violencia. Aunque parezcan dos términos aislados, economía y violencia, en este caso van de la mano. Según un estudio realizado por el BCR en el año 2016 [13], reportó que en los últimos 15 años El Salvador ha sufrido una pérdida de 9,5 puntos porcentuales de su PIB debido a la violencia en el país. Las causas se dividen principalmente, en tres vías. Primero está el costo de los bienes perdidos por la delincuencia, segundo son los costos de prevención, disuasión y encarcelamiento, y tercero esta la pérdida de productividad de las personas encarceladas y las víctimas de los crímenes. Este estudio, complementariamente, afirma que el triángulo norte centroamericano que lo conforman, El Salvador, Guatemala y Honduras, y el caribe, componen el 0,5% de la población mundial, pero suponen el 5% de los homicidios en el mundo no relacionados con guerra.

Por si no fuera poco lo dañino que es para una sociedad la violencia, primero que nada, el dolor que supone en lo social y después en lo económico. En lo que se refiere a lo último no queda tan solo en pérdida directa de PIB, si no que trasciende al futuro económico del país, ya que como se ha comentado en varias ocasiones El Salvador después de atravesar la crisis financiera mundial ha proseguido con un crecimiento económico bastante más lento que sus países vecinos y esto se debe en gran parte a la dificultad que tiene el país, para atraer inversiones extranjeras, y que no es difícil relacionar que la violencia no ayuda a conseguirlo sino más bien todo lo contrario.

En el año 2014 un informe del BCR [12] sobre el panorama económico mundial y nacional de El Salvador reflejó un balance negativo entre importaciones y exportaciones de 1.806,7 millones de dólares, este dato confirma las tendencias explicadas por la NC2 referidas a la comparación entre importaciones y exportaciones del país donde se aprecia un aumento de la diferencia entre ambas desde el año 1994 hasta el 2011, cada año crece esta diferencia, de forma que en 2011 las importaciones en El Salvador suponen el doble de exportaciones anuales.



Fuente: elaborado con base a datos de CEPAL.

Figura 4. Evolución de la diferencia entre importaciones y exportaciones en El Salvador (1994-2011).

Fuente: NC2 [4]

Otro aspecto fundamental en la economía del país reside en las remesas, dinero que envían generalmente salvadoreños que han emigrado hacia otros países, la mayor parte desde Estados Unidos, a familiares que residen en El Salvador. Este fenómeno actualmente constituye un 16,5 % aproximadamente del PIB del país según datos extraídos del BCR. Asimismo, este fenómeno no solo influye en la economía del país, sino que socialmente, desencadena desigualdades entre las familias que perciben esta ayuda extranjera y las que no, a la hora de tener más recursos para invertir en educación, viviendas o compra de tierra. Sin embargo, esto también puede contener un efecto negativo, según el economista Claudio de Rosa del partido ARENA en una entrevista concedida para el portal web de elsalvador.com [10], que afirma que estos ingresos de dinero han generado más despreocupación laboral en los remitentes, ya que, en muchos casos, tienen mayores beneficios con el dinero que perciben de familiares del extranjero que en sus propios sueldos. Este apunte es sin duda verdaderamente negativo para el desarrollo de un país, debido a que frena en seco el desarrollo social y productivo del mismo.

3.4. Población

Finalmente, se analiza el último parámetro que afecta a la expresión matemática en la cual se basa la mayor parte del proyecto, la Identidad de Kaya. En cierto modo, el análisis de la población termina de completar la visión sobre la realidad que atraviesa El Salvador.

La población de El Salvador se extrae de los datos ofrecidos en su página web por UN-DESA, *United Nations – Department of Economic and Social Affairs* [14]. La metodología utilizada por UN-DESA para la medición de este indicador viene dada a través de estimaciones basadas en los censos oficiales de

1950, 1961, 1971, 1992, 2007 y 2016. A pesar de que se pueden encontrar datos a partir de 1950, en el caso de este proyecto para coincidir con los datos que se tienen del resto de indicadores se procede a la selección del periodo de 1990-2015.

Actualmente según el último estudio de la Dirección General de Estadísticas y Censos de El Salvador, DIGESTYC [15] la cifra de población en el país asciende a 6.581.860 personas, con una densidad de población de 313 habitantes por km² de las cuales un 60,2% residen en áreas urbanas y un 39,8 % lo hacen en zonas rurales del país. También destaca este estudio que en el área metropolitana de la capital San Salvador se concentra el 25,7 % del total de la población. Además, cabe reseñar que el 53 % de la población pertenece al sexo femenino y el 47 % al masculino. Finalmente, respecto a la proporción de habitantes según la edad, el estudio afirma tener una población joven, ya que el 53,6 % de la población es menor de 30 años y que el grupo activo de la población de 15 a 64 años de edad, es del 52,5 %. Los últimos datos serán analizados más detenidamente en el apartado 3.1.8. ya que se pueden extraer otras conclusiones no tan positivas como afirma el estudio de DIGESTYC.

3.4.1. Datos históricos de población para el periodo (1990-2015)

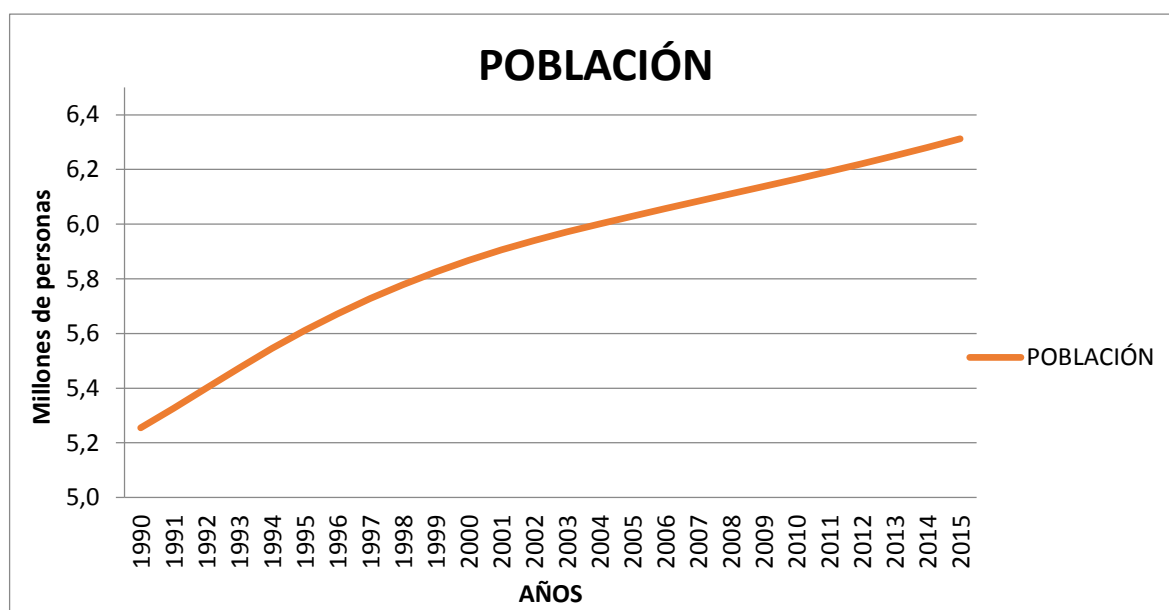


Figura 5. Evolución de la Población de El Salvador en el periodo de (1990-2015).

Realizando un análisis puramente gráfico de los datos expuestos de la evolución de la población de El Salvador en las dos últimas décadas y media se aprecia en primera instancia, un crecimiento constante del número de habitantes en el país, con un pendiente ligeramente mayor en los primeros años del estudio hasta el primer lustro de los 90 y algo menos agresivo a partir de ese momento hasta el 2015. En ningún caso, se observa ninguna rareza en la evolución de la población en este periodo analizado, ni de crecimiento ni de descenso. De hecho, todos los eventos, que se han mencionado anteriormente,

que han podido marcar cambios de tendencias en los indicadores de emisiones, TPES O PIB, correspondían a fenómenos meramente financieros, que en ningún caso tienen gran influencia en la proyección de la población de un país.

3.4.2. Interpretación de datos de población respecto la realidad del país

Como se muestra en el gráfico anterior la población de El Salvador este en crecimiento para el periodo estudiado, sin embargo, existe una ligera recesión en este crecimiento como consecuencia de factores que influyen en el crecimiento demográfico de un país.

El crecimiento demográfico de un país, según Massimo Livi Bacci, en su libro *Introducción a la demografía* [16], viene dado por una suma sencilla que contiene dos factores.

$$\text{Crecimiento real} = \text{Crecimiento Natural} + \text{Crecimiento Migratorio} \quad (\text{ec. 2})$$

En primer lugar, el Crecimiento Natural se debe a la diferencia entre Nacimientos y Defunciones, en segundo lugar, el Crecimiento Migratorio viene a ser la diferencia entre Inmigraciones y Emigraciones.

A continuación, se analiza en el caso concreto del país centroamericano la situación de cada uno de estos factores influyentes en la evolución demográfica del país.

Primeramente, respecto el crecimiento demográfico natural de El Salvador, según datos obtenidos del Ministerio de Salud del país [17], en el año 2017 se han registrado 70.537 nacimientos y 11.238 defunciones, estos datos son recogidos a través del registro realizado por todos los hospitales públicos del país. Se tomarán como ejemplo para determinar el crecimiento natural del país en el año 2017. De esta forma el crecimiento natural de El Salvador en el año 2017 es de 59.299 personas.

En segunda instancia, el crecimiento migratorio viene dado por la diferencia entre las personas nacidas en el país que emigran a otros países y personas nacidas en otros países que emigran hacia El Salvador. Esta diferencia puede resultar negativo en muchos países del mundo, sobre todo en países subdesarrollados, los cuales las personas emigran de ahí para buscar nuevas oportunidades en otros lugares. Dada la dificultad para encontrar cifras oficiales precisas que exhiban el número de personas que han emigrado desde El Salvador y los que han inmigrado hacia el país centroamericano se resuelve trabajar con los datos ofrecidos por UN-DESA que cifra en el lustro de 2010-2015 una migración neta en El Salvador de -240.000 personas, es decir que la diferencia entre personas que han venido al país y personas que se han ido resulta negativa. Unas -48.000 personas por año sería la diferencia.

El Salvador se encuentra en un límite muy delicado con respecto el crecimiento de su población, ya que cada año aumenta el número de emigrantes hacia otros destinos, además lo hace el sector de la población que se encuentra en su edad productiva. Existe una bajada de casi 200.000 personas entre

las edades que van de 20-24 con respecto las edades 25-29 y a partir de ese momento no vuelve a subir, según el estudio efectuado por el DIGESTYC.

Uno de los principales motivos de la marcha de tanta gente del país según un estudio realizado por el economista René Maldonado [18], resulta ser la inseguridad, que está desplazando a los habitantes de las zonas más conflictivas del país no solo en busca de oportunidades laborales, sino también en busca de la sobrevivencia.

4. Factores conductores del cambio climático

Una vez se obtienen todos los datos necesarios para la consecución de los factores conductores, se procede a ello. Cabe destacar, que de la misma forma que los indicadores anteriores fueron calculados para el periodo comprendido entre 1990 y 2015 se ejecuta el mismo periodo para los factores conductores del cambio climático. Además de la metodología de cálculo para la obtención de estos factores, también se expone los gráficos resultantes y se realiza un análisis de la evolución de los mismos. Del mismo modo, se contextualiza el significado de cada uno de los factores conductores según el nivel obtenido, es decir, lo que significa tener un valor mayor o menor de cada factor conductor.

4.1. Intensidad de carbono (IC)

La intensidad de carbono de un país resume la eficiencia energética que tiene, en otras palabras, que cantidad de emisiones de CO₂ debe producir un país para obtener todo el suministro energético que realiza. De esta forma este factor depende del vector energético del país, si la producción energética se realiza mayoritariamente mediante energías renovables, se obtendrá una menor intensidad de carbono, ya que se emitirán mucha menos cantidad de CO₂ para producir la misma cantidad de energía necesaria para abastecer el país. En cambio, si se habla de un estado muy dependiente de las fuentes de energía más contaminantes, como son el petróleo o el carbón, su intensidad de carbono será mayor. Otro aspecto a tener en cuenta puede ser lo industrializado que este el país en cuestión, ya que una nación que cuente con numerosas industrias tendrá un consumo de energía mucho más elevado que otro país, esto influye directamente en la intensidad de carbono que se verá disminuida, siempre y cuando no se aumente las emisiones para obtener toda esa energía necesaria.

Sin más dilación se procede a plasmar el caso concreto de intensidad de carbono en El Salvador, posteriormente se establece el análisis puramente evolutivo del periodo y más adelante se intenta descifrar la relación que existe en cada dato anual con la realidad que atraviesa el estado salvadoreño. Los aportes de contexto apuntados en los apartados de emisiones y TPES, sirven de soporte para este análisis.

4.1.1. Datos históricos de la Intensidad de Carbono en El Salvador para el periodo (1990-2015)

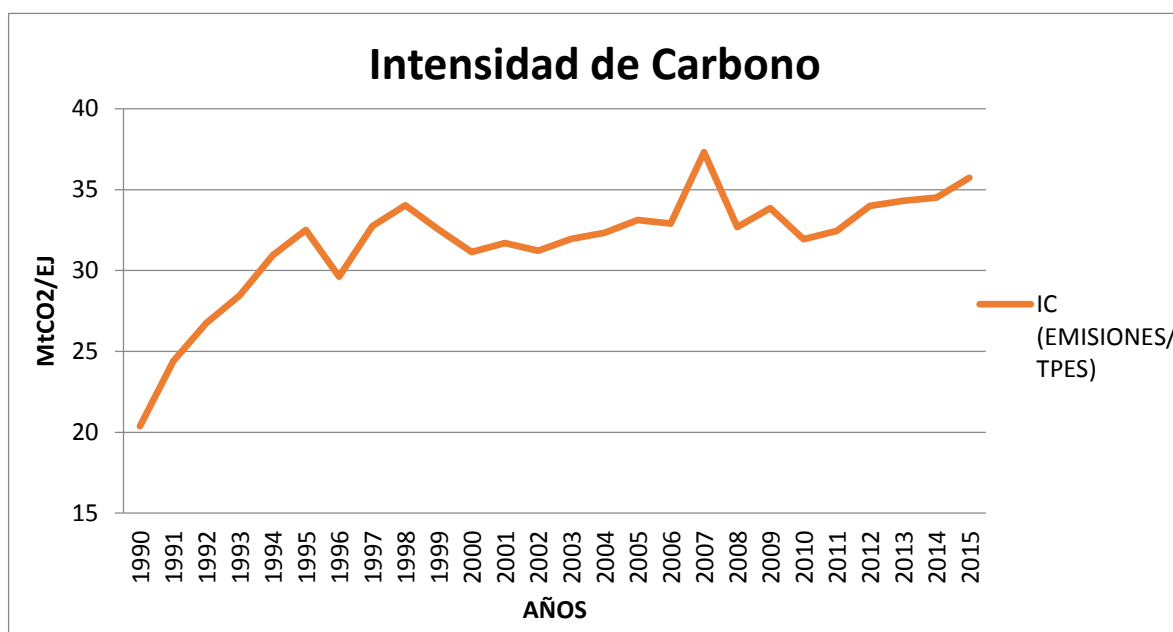


Figura 6. Evolución de la Intensidad de Carbono de El Salvador en el periodo de (1990-2015).

Observando el recorrido que realiza la intensidad de carbono en El Salvador se puede verificar varias observaciones que ya se han valorado para los casos de emisiones y TPES. Por un lado, se observa en el año 1995 un pendiente negativo que corresponde al “Efecto Tequila”, crisis financiera originada en México que afectó a muchas economías centroamericanas y sudamericanas. Este fenómeno tuvo más ascendencia en las emisiones de CO₂. La disminución en emisiones fue más agresiva que el consumo de energía, de ahí la bajada en intensidad de carbono para ese año. Previamente, el pendiente había sido positivo hasta ese año, lo cual quiere decir que cada vez se aumentaba más la producción realizada por fuentes de energía contaminantes y muy emisoras de gases de efecto invernadero.

Desde la bajada de 1995 la intensidad de carbono en El Salvador se estabiliza entre los 30.000 y los 35.000 MtCO₂/EJ hasta 2015 sin sobresaltos, salvo en 2007 donde hay un pico de subida de emisiones con respecto el consumo energético que pronto baja el siguiente año para seguir en la franja previamente comentada.

Respecto la intensidad de carbono se deben destacar varios aspectos más para contextualizarlo con la realidad de El Salvador. Primeramente, se realiza una comparativa mundial, es decir, la intensidad de carbono en el mundo equivale al siguiente gráfico extraído del TFG de Gerard Argilés [19].

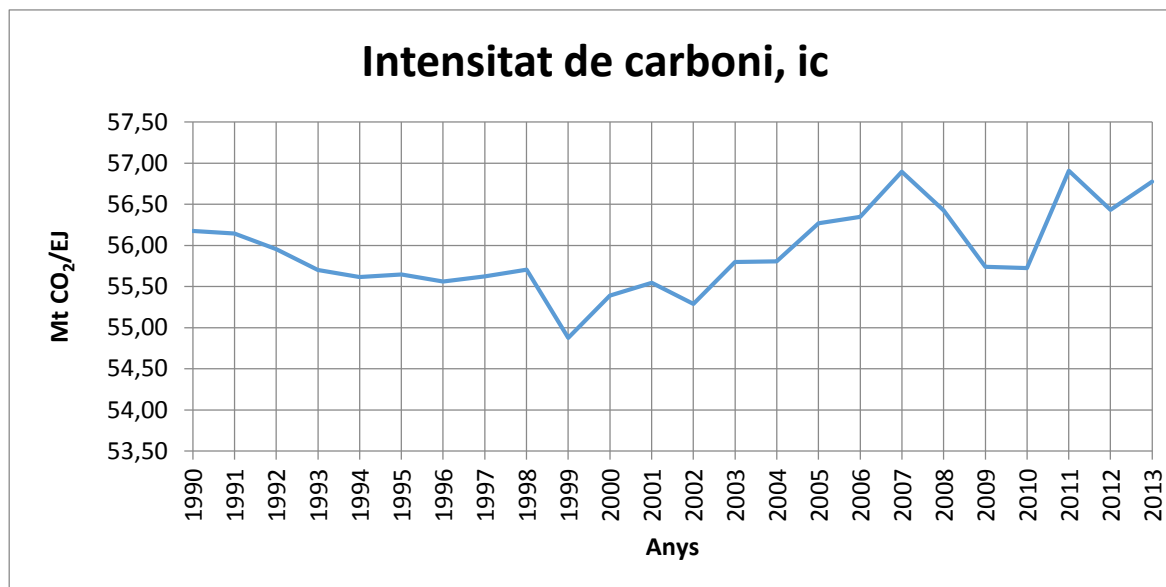


Figura 7. Evolució de la Intensitat de Carbono mundial en el periodo de (1990-2013).

Fuente: TFG Gerard Argilés. [21]

Como se puede apreciar, los registros de Intensidad de Carbono en el mundo se mueven entorno a las 55.000/57.000 de MtCO₂/EJ, una cifra bastante más elevada que la obtenida para el país centroamericano.

Esto lleva a determinar las posibles causas de esta diferencia. El Salvador es un país en desarrollo que tiene un consumo bastante más bajo de energía que la mayoría de países que son potencia en el mundo, tiene poca industria, a su vez, el vector energético de El Salvador expone un uso del petróleo y leña proporcionalmente mucho menor que en comparación con otros países que basan su producción en fuentes de energía no renovables y del todo contaminantes.

A pesar de tener una media de intensidad de carbono menor que la media mundial en el periodo de 1990 a 2015, es conveniente decir que El Salvador, podría bajar incluso más este registro, bajando sobre todo las emisiones de CO₂ a la hora de producir la energía necesaria para el abastecimiento del país.

Más adelante, se podrá observar mediante proyecciones futuras la posible evolución de este factor conductor y su comparación mundial, así como también, como evolucionaría en el futuro este factor con la proyección del mismo en escenarios futuros alternativos al BAU.

4.2. Intensidad Energética (IE)

La Intensidad energética de un país viene dado por el cociente del TPES entre el PIB, de la misma forma se puede decir que es, la cantidad de unidades de energía que se necesitan para producir una unidad de riqueza. Se mide con la unidad de EJ/ 103 million PPP constant 2011\$.

Este factor conductor del cambio climático representa la eficiencia energética del país, en otras palabras, si el país analizado tiene una intensidad energética muy elevada querrá decir que posee un coste alto en la conversión de energía a riqueza, es capaz de producir mucha energía, pero en cambio, eso no se traduce en riqueza para el país. Si, por el contrario, el país en cuestión dispone de una Intensidad energética baja, esto querrá decir que disponen de una gran eficiencia energética.

Para el caso concreto de El Salvador, antes de exponer los resultados obtenidos de Intensidad Energética en el periodo 1990-2015 se debe realizar un análisis previo, estableciendo algunos aspectos que deben ser tenidos en cuenta antes de la valoración de los resultados.

Debido a que este factor conductor del cambio climático depende del TPES, es preciso recordar que El Salvador no se caracteriza por ser un país que consuma mucha energía, por tanto, este índice energético no debería ser excesivamente alto, pese a esto, su PIB fue analizado también anteriormente, dejando constancia que sus exportaciones eran inferiores a sus importaciones y que tenían una gran dependencia en lo que al crecimiento económico se refiere, de las remesas.

4.2.1. Datos históricos de la Intensidad Energética en El Salvador para el periodo (1990-2015)

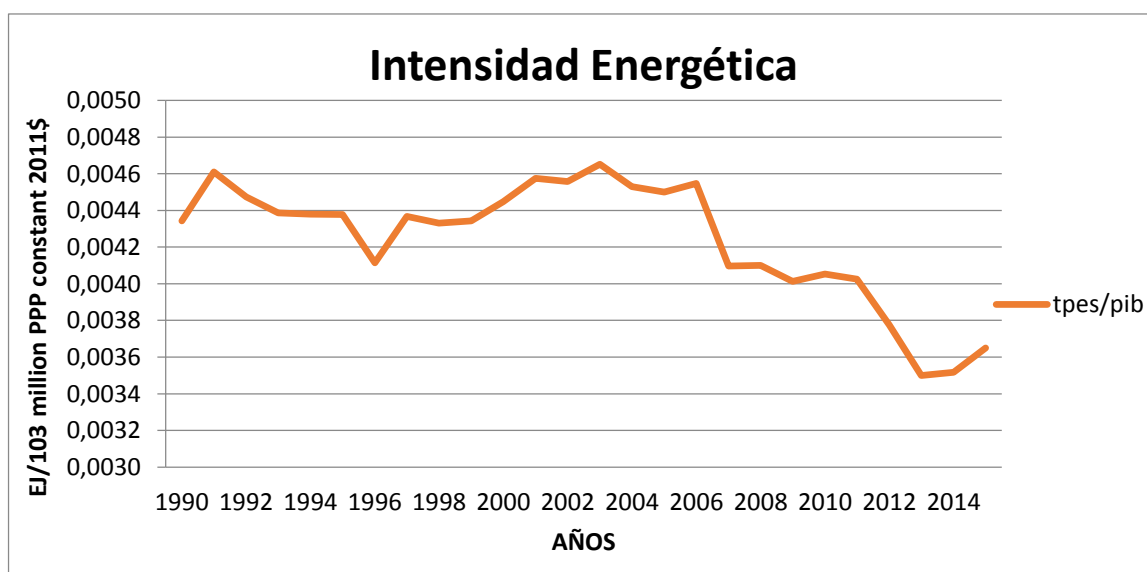


Figura 8. Evolución de la Intensidad Energética de El Salvador en el periodo de (1990-2015).

Realizando una valoración puramente gráfica de lo que establece los resultados obtenidos. En primer lugar, se aprecia una Intensidad energética con sobresaltos, pero con una media constante, en lo referido al periodo que comprende 1990-2006. También se aprecia un valle en el año 1995, precisamente en ese mismo año para el gráfico de Intensidad de Carbono se apreciaba un pico, esta diferencia se debe a que en el primer caso el TPES actuaba como denominador y en este caso actúa como numerador.

Para terminar de aclarar el pico y el valle que aparece en los dos análisis de las intensidades se presenta la siguiente explicación: En el año 1995 como ya se ha repetido en varias ocasiones tiene lugar el fenómeno financiero del “Efecto Tequila” que hace mermar en El Salvador las emisiones, el TPES y el PIB, pero resulta que el indicador que más abruptamente desciende es el TPES. Esto hace que la Intensidad de Carbono para esa etapa ascienda ya que la producción de energía ha bajado más de lo que lo han hecho las emisiones de CO₂. Seguidamente, para el caso de la Intensidad Energética la fórmula establece que el TPES actúe como numerador, por tanto, al haber tenido porcentualmente un descenso más significativo del TPES respecto el PIB, se produce un valle en la Intensidad Energética de ese año.

Siguiendo con el análisis cronológico de los datos obtenidos de Intensidad Energética, se procede a analizar el periodo que comprende desde 2006 hasta 2015. Se realiza esta diferenciación de dos periodos, básicamente porque a partir del año 2006 se produce una bajada significativa de este factor. Intentando interpretar este descenso, se estima recomendable buscar la raíz de los datos que intervienen en la eficiencia energética, es decir, el TPES y el PIB. Primeramente, en el caso de el TPES se produce un estancamiento a partir del año mencionado, ya se comentó en el respectivo apartado como el país a partir de la crisis mundial financiera de 2008 menguó su producción. En el caso del PIB no termina de suceder lo mismo que el TPES ya que entra en juego el fenómeno de las remesas, que hacen decantar un constante crecimiento económico tal como venía siendo desde 1990, con aproximadamente el mismo pendiente. El resultado de esta combinación que incluye un estancamiento en la producción y consumo de energía del país con respecto el constante crecimiento económico, es la bajada de la Intensidad Energética como se puede apreciar claramente en el gráfico.

Finalmente, a modo de resumen del análisis efectuado para la Intensidad Energética en El Salvador en las últimas dos décadas y media, se puede afirmar que hay dos periodos.

1990-2006: Poca variación de la Intensidad Energética, basado en el crecimiento porcentualmente similar de los dos indicadores que intervienen en este factor conductor.

2006-2015: Descenso significativo del factor conductor del cambio climático IE, propiciado por el estancamiento del TPES, y la constancia del aumento del PIB gracias a la aparición de las remesas.

4.3. PIB/CAPITA (g)

El PIB per CAPITA se define como la medición del bienestar o la calidad de vida que posee ese país refiriéndose a la cantidad de bienes o servicios que este produce dividido entre la población que integra esta nación.

Para países ricos, un aumento de su PIB no supone un gran cambio en el nivel de vida de sus habitantes, por contraposición, si ese aumento se produce en un país subdesarrollado puede ayudar a que su población consiga alcanzar unos niveles de vida decentes, siempre y cuando el reparto de la riqueza de realice de una forma equitativa.

Este factor conductor del cambio climático está directamente relacionado, aunque a priori no lo parezca, con las emisiones de CO₂ de un país, esto se debe a que un aumento considerable del PIB de una nación manteniendo un crecimiento de la población constante, generalmente, se traduce en aumento de emisiones, ya que el aumento de riqueza va de la mano con el aumento de contaminación.

Para el caso concreto de El Salvador, siendo como es, un país en desarrollo, el resultado de su PIB per CAPITA debería ser más bajo que los países desarrollados, ya que a pesar de que su población no sea tan voluminosa, su PIB está muy por debajo de las grandes economías mundiales.

Como se ha hecho en el análisis de factores conductores anteriores, se tiene presente la evolución histórica de los dos indicadores que intervienen en este caso, como afectan han afectado tanto las variaciones de PIB como las de crecimiento de la población al factor conductor del PIB/CAPITA.

4.3.1. Datos históricos de la Intensidad Energética en El Salvador para el periodo (1990-2015)

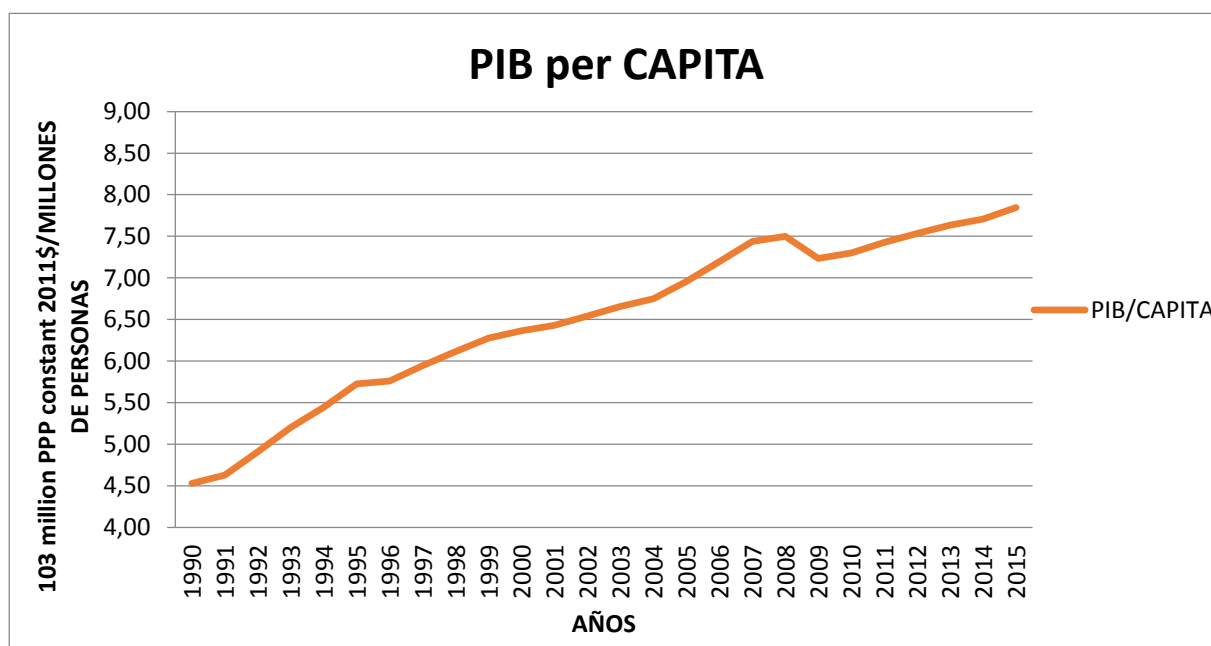


Figura 9. Evolución del PIB per Cápita de El Salvador en el periodo de (1990-2015).

Efectuando el análisis correspondiente a la evolución del factor conductor del cambio climático de PIB/CAPITA para el periodo que transcurre desde 1990 hasta 2015, en una primera visión general se aprecia un crecimiento constante con una pequeña bajada en el año 2008, que posteriormente será evaluada.

Para el caso de este factor conductor, antes de aventurarse en realizar un análisis más profundo, es conveniente primeramente indagar en los datos de partida que intervienen, en concreto, es preciso destacar que sucede con la población en El Salvador para el periodo estudiado. Haciendo un ejercicio de memoria sobre el análisis efectuado para el indicador de la población en este país, se pudo comprobar como el gráfico de la población no contenía ningún sobresalto en su evolución, concretamente, se destacaba un crecimiento constante de la misma. Consecuentemente, se extrae la conclusión que cualquier punto de inflexión que pueda ser observado en los resultados obtenidos del PIB/CAPITA será a causa de una variación del PIB y será por tanto de ahí de donde se debe estudiar la causa de esta variación.

Profundizando ahora si un poco más, en el análisis gráfico de los resultados obtenidos, en primer lugar, se aprecia en el año 1995 un pequeño parón en el crecimiento del PIB per CAPITA, teniendo en cuenta la valoración realizada con anterioridad, respecto a la única variación del indicador de PIB, se determina

que esta variación de PIB per CAPITA sufrida en el año 1995 viene dada a la crisis económica sufrida en ese año.

Seguidamente, se produce un periodo de crecimiento del PIB per CAPITA, hasta entrado el año 2008 que es cuando se produce otro descenso significativo de este factor conductor. Nuevamente, como en el caso anterior, la mayor parte de las probabilidades de este cambio de tendencia se centra en el PIB, precisamente, en el año 2008 sucede la gran crisis financiera mundial del siglo XXI que afecta a la mayoría de economías mundiales, este fenómeno sin duda, hace depreciar la economía salvadoreña trayendo consigo una reducción del PIB per CAPITA.

Finalmente, una vez superada esta crisis económica El Salvador retoma su crecimiento, pese a ello, comparativamente hablando, lo hace con un pendiente de crecimiento menor que países que se encuentran cerca geográficamente hablando y que poseen economías similares.

4.4. Población

Para finalizar con el análisis de los factores conductores del cambio climático en El Salvador se debe observar la una vez más en este proyecto la población del país.

Debido a que ya se efectuó el análisis del crecimiento de la población de El Salvador para el periodo 1990-2015, en este caso se distingue qué relación tiene este indicador con el cambio climático. La relación es sencilla, para un aumento significativo de los habitantes de un país, se verá consigo aumentado el número de emisiones de CO₂ a la atmosfera. Esto tiene su explicación en que un aumento de la población implica que se tenga que aumentar la producción para abastecer a toda la nueva cantidad de personas y que lleva consigo el aumento de emisiones.

Nuevamente, se procede a plasmar el gráfico que sitúa la evolución de la población salvadoreña desde el 1990 hasta el 2015.

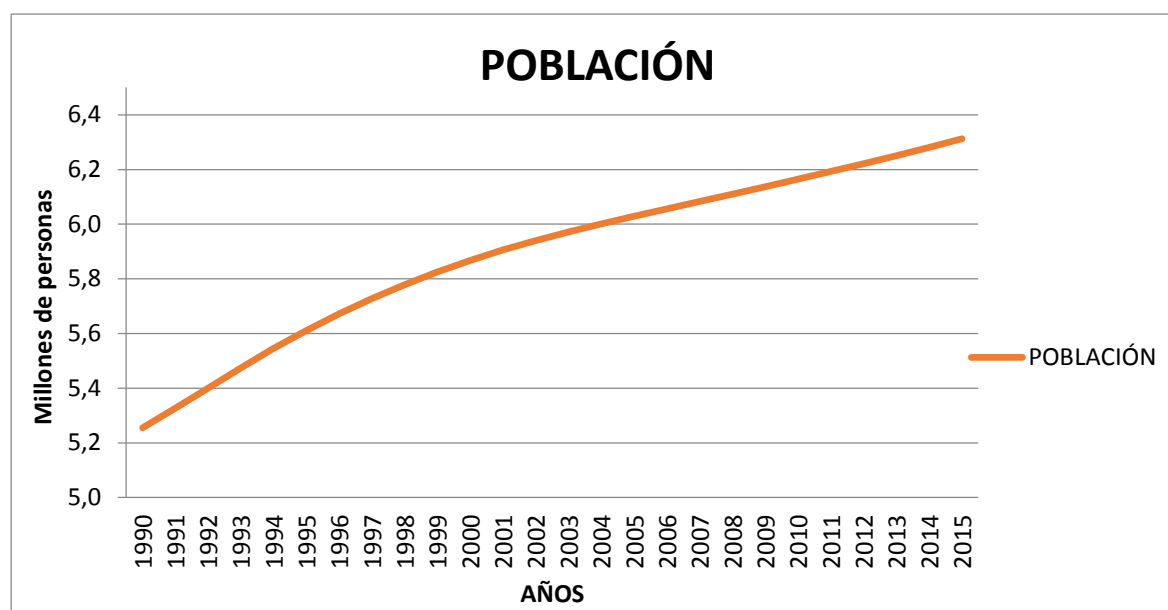


Figura 5. Evolución de la Población de El Salvador en el periodo de (1990-2015).

4.5. Comprobación del cumplimiento de la Identidad de Kaya

En último apartado del capítulo 4 se realiza la comprobación de la expresión matemática expuesta en la metodología de cálculo de este proyecto, la cual se formula de la siguiente manera:

$$Emisiones = \frac{Emisiones}{TPES} * \frac{TPES}{PIB} * \frac{PIB}{Población} * Población \quad (ec. 1)$$

Esta comprobación es importante, ya que más adelante se utiliza esta misma expresión para la creación de escenarios futuros y se valora a través de ella la modificación que existiría en las emisiones según los escenarios propuestos.

Se elige el último año con datos oficiales para realizar la comprobación, 2015:

$$Emisiones \text{ en } 2015 = 6,46 [MtCO_2]$$

$$6,46 = \frac{6,46}{0,18} * \frac{0,18}{49,52} * \frac{49,52}{6,31} * 6,31 \quad (ec. 1)$$

5. Escenarios de futuro BAU

Una vez se han obtenido todos los datos referentes al cambio climático en El Salvador para el periodo 1990-2015, se han analizado y se han comparado con la realidad que atraviesa el país y el porqué de cada cifra obtenida.

Seguidamente, continuando con los objetivos de este proyecto final de carrera, se establecen escenarios de futuro BAU, que a continuación se explicará la metodología de estos escenarios, para cada factor conductor del cambio climático en el país centroamericano, excepto para la población, ya que se dispone de la previsión realizada por UN-DESA, que es la que se tendrá en cuenta para esta variable.

En primer lugar, para tratar de entender porque se realiza este tipo de escenario en concreto, se debe explicar el significado y la metodología de los escenarios BAU. El término BAU, hacen referencia a las siglas de la frase en inglés: “*Bussiness as Usual*”, que literalmente se traduce como, “negocios como de costumbre”. Habitualmente, suele utilizarse para indicar que se sigue con la tendencia normal, es decir, que, por ejemplo, la actividad económica, comercial y financiera sigue su curso normal.

Este tipo de escenario futuro tiene la desventaja que no contempla ningún tipo de política de mitigación, es decir, no tiene en cuenta, mejoras tecnológicas, cambios de rumbo en el desarrollo económico, o situaciones que se puedan dar a lo largo del crecimiento demográfico.

Extrapolando esta idea a este estudio comporta que un escenario de tipo BAU, signifique proyectar un factor conductor del cambio climático para un periodo futuro siguiendo su curso normal, es decir, fijar la vista en su tendencia histórica y hacer que esta no varíe, que continúe como en los últimos años. De ahí que, en los próximos gráficos que se observen de escenarios BAU, a simple vista se compruebe una evolución lógica de los factores conductores analizados.

En segundo lugar, se procede a explicar los aspectos técnicos que contiene el desarrollo de los escenarios BAU. Primeramente, se obtienen las tasas de variaciones anuales de cada variable de los factores conductores, es decir, de las emisiones, TPES, PIB. Seguidamente, se obtiene el promedio de estas tasas de variación y finalmente se realiza la proyección de cada variable a partir del año 2016 hasta el 2050, teniendo en cuenta la cifra del año anterior que será multiplicada por el promedio ya dividido entre 100 y sumado 1. Una vez se tienen las proyecciones futuras de cada variable, se realizan los cocientes correspondientes a cada factor conductor del cambio climático para obtener todos los escenarios futuros BAU. Cabe destacar también que, para un mayor aclaramiento de este método utilizado, para el primer factor conductor se realiza el ejemplo de como se ha obtenido el escenario futuro.

Finalmente, para terminar con la introducción de una de las partes más importantes de este proyecto, se cree fundamental destacar que este capítulo se limita tan solo, a una presentación y análisis de resultados obtenidos, donde la comparación solo se encuentra cuando se extrapola con la realidad. Todavía no se compara con escenarios futuros BAU mundiales, ya que esto sucede más adelante en el último capítulo del proyecto, puesto que se realizan comparaciones de todos los escenarios vistos en el trabajo, esto incluye los escenarios alternativos para El Salvador, contenido que se ofrece en el siguiente capítulo. Una vez se tienen a disposición todos los datos de escenarios para el país se procede a la comparación con los niveles mundiales de estos factores conductores analizados. Esto terminará por ofrecer uno de los objetivos que se persigue en este proyecto, el de situar a El Salvador en materia de cambio climático en el mundo dentro de 35 años.

5.1. Escenario BAU para el Factor Conductor de la Intensidad de Carbono

Para la realización de este escenario sobre el factor conductor de la Intensidad de Carbono, es necesario en primer lugar, obtener las proyecciones futuras de sus dos variables, tanto de las emisiones como del TPES.

5.1.1. Obtención de la proyección futura de las emisiones

En primer lugar, se consigue las tasas de variación anuales del periodo histórico que se estudia, de 1990 a 2015.

$$Tasa\ de\ variación\ anual\ Emisiones\ (1990) = \frac{emisiones(1991) - emisiones(1990)}{emisiones(1990)} * 100 \quad (ec. 3)$$

$$Tasa\ de\ variación\ anual\ Emisiones\ (1990) = \frac{2,772 - 2,106}{2,106} * 100 = 31,641 \quad (ec. 3)$$

Se arrastra este mismo paso para todos los años del periodo hasta el 2015.

A continuación, se hace el promedio de todas las tasas obtenidas para cada año.

$$\text{Promedio Emisiones} = \frac{1}{24} * \sum_{i=1}^{24} \text{Tasa de variación anual Emisiones}(i) \text{ (ec. 4)}$$

$$\text{Promedio Emisiones} = 5,214$$

Seguidamente, se procede a la proyección futura de la variable. Como ejemplo se visualiza la del 2016.

$$\text{Emisiones BAU (2016)} = \text{emisiones}(2015) * \left(1 + \frac{\text{promedio emisiones}}{100}\right) \text{ (ec. 5)}$$

$$\text{Emisiones BAU (2016)} = 9,96 * \left(1 + \frac{5,214}{100}\right) = 6,797 \text{ MtCO}_2 \text{ (ec. 5)}$$

A partir de ahí se arrastra esta misma ecuación con los años correspondientes en la fórmula para obtener la proyección futura de al año que queramos.

La demostración gráfica de este planteamiento se plasma a continuación, con la proyección futura de emisiones de CO₂ para El Salvador en el periodo que va desde 1990 hasta 2015. Se recuerda que este método solo se hace proceder a partir de 2015, el último año del cual se tienen datos oficiales.

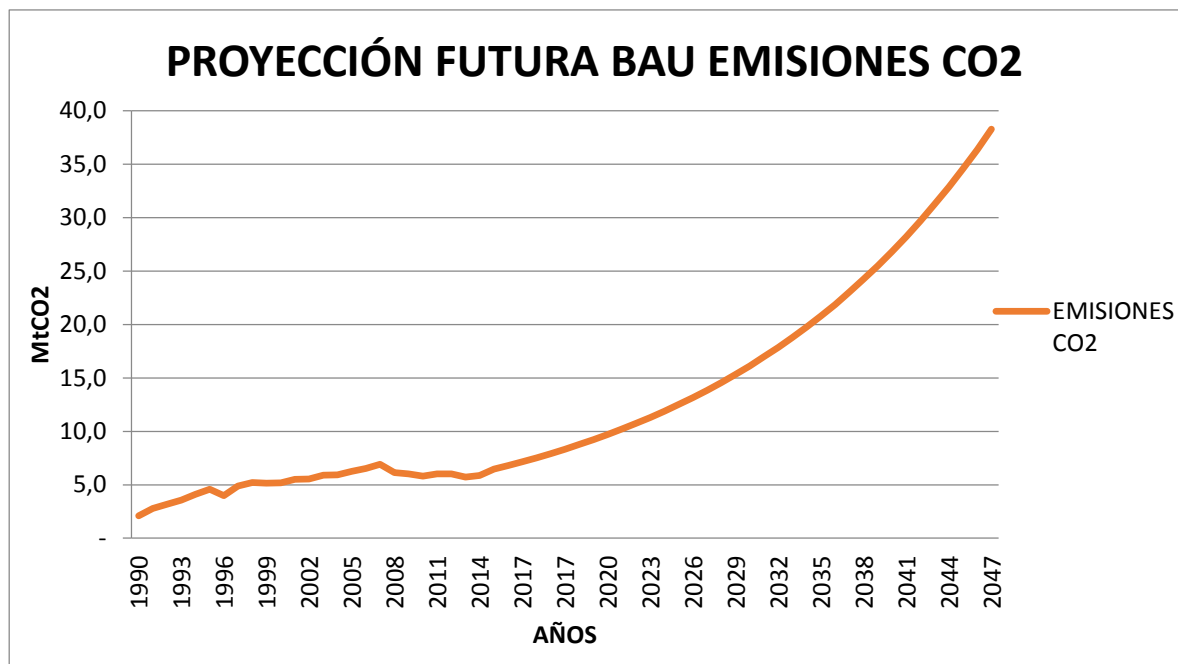


Figura 10. Evolución del escenario de futuro BAU para las emisiones de El Salvador en el periodo de (1990-2050).

En esta proyección se estima un crecimiento muy significativo de las emisiones del país a partir de 2015.

5.1.2. Obtención de la proyección futura de TPES.

A continuación, se obtiene la proyección futura de TPES hasta el año 2050, para más tarde poder realizar el cociente de ambas y poder determinar la Intensidad de Carbono futura. El método que se emplea para obtener esta proyección es exactamente el mismo que utilizó para obtener la proyección futura de las emisiones del país.

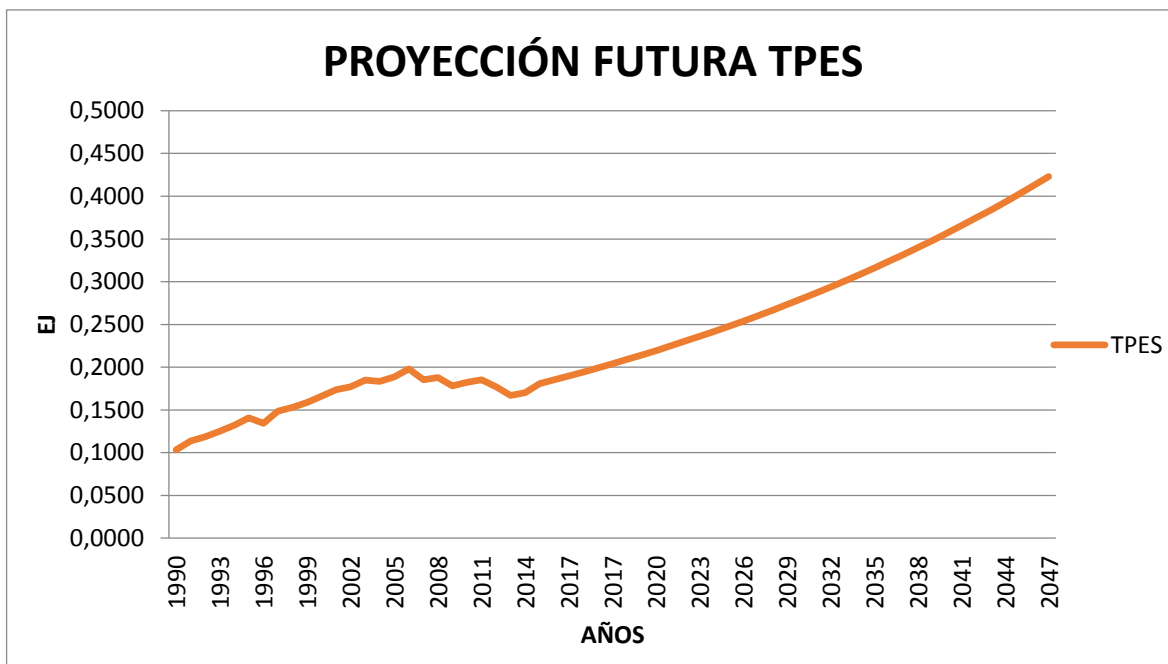


Figura 11. Evolución del escenario de futuro BAU para el TPES de El Salvador en el periodo de (1990-2050).

En el caso de la proyección futura de TPES se observa también un pendiente de crecimiento considerable, es decir, según este escenario futuro se prevé que El Salvador aumente considerablemente su consumo energético para los siguientes años hasta el 2050, donde termina este estudio.

5.1.3. Obtención del Escenario BAU para la Intensidad de Carbono

A continuación, se presenta el resultado de realizar el cociente de cada año entre las emisiones y TPES que a su vez conforma la Intensidad de Carbono hasta el año 2050.

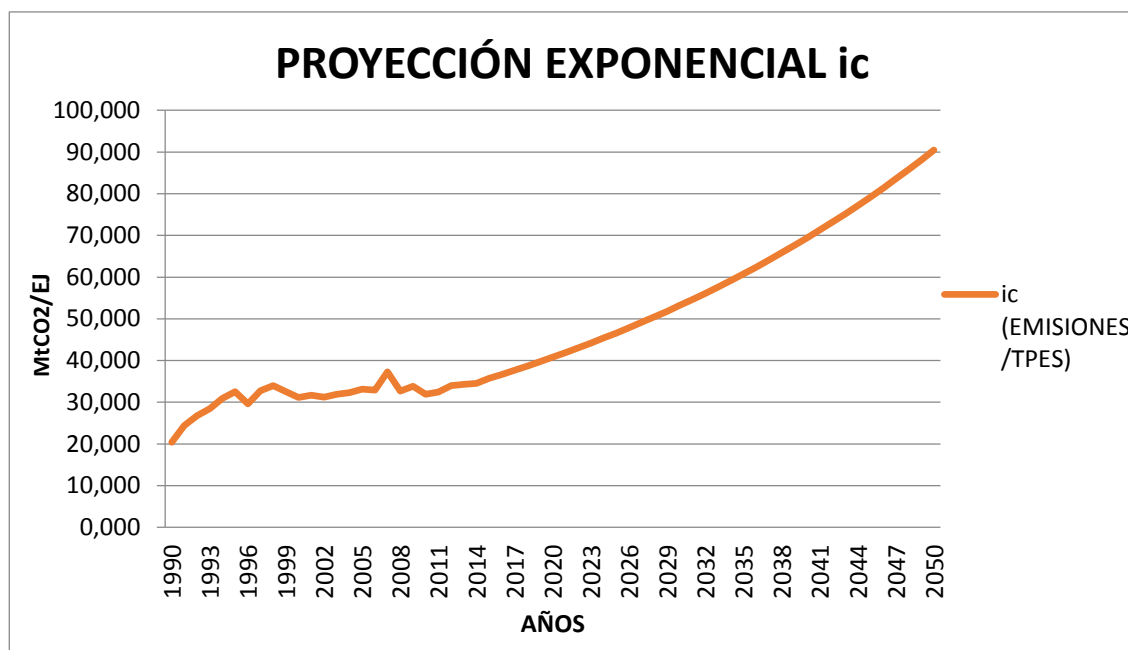


Figura 12. Evolución del escenario de futuro BAU para la Intensidad de Carbono de El Salvador en el periodo de (1990-2050).

Como se puede apreciar en el gráfico adjuntado con anterioridad, según el método BAU, para la proyección de la Intensidad de Carbono se produce un gran aumento de este factor conductor y esto es debido principalmente, a que las emisiones de CO₂ crecen a un ritmo más alto de lo que lo hace el consumo energético del país. Eso es lo que se prevé en términos numéricos, ahora bien, que significa esta previsión o como se puede extrapolar a la realidad actual de El Salvador.

Se determina que en el caso de cumplirse estas previsiones querría decir que en El Salvador las emisiones de CO₂ a la atmósfera se harían 5 veces más grande, esto conllevaría unos niveles tan grandes de contaminación jamás vistos en el país. Además, su consumo energético, según la previsión BAU también, aumentaría muy considerablemente, esto podría significar un aumento de las inversiones en territorio salvadoreño que propiciaría proyectos que necesiten abastecerse de grandes consumos energéticos, lamentablemente esta previsión viene acompañada de grandes cantidades de contaminación para poder obtener tal cantidad de energía.

5.2. Escenario BAU para el Factor Conductor de la Intensidad Energética.

Prosiguiendo con la obtención de escenarios futuros mediante el método BAU, el siguiente factor conductor del cambio climático que se analiza es la Intensidad Energética, que recordando el apartado 4.2 que analiza este factor, se ve como la Intensidad Energética depende de dos variables como son el

TPES y el PIB, sobre los cuales se tendrá que aplicar el método BAU para poder obtener la proyección futura de este factor conductor.

Como se puede ver en el apartado 5.1.2. la proyección futura de TPES hasta 2050 gracias al método BAU ya fue extraída y por tanto para la obtención de la Intensidad Energética solo es necesario hacer lo propio con el PIB.

5.2.1. Obtención de la proyección futura de PIB.

Siguiendo de forma sistemática las directrices aplicadas en el caso de la obtención de la proyección futura de las emisiones de CO₂ mostradas en el apartado 5.1.1. se busca hacer lo mismo con el PIB, a partir de realizar este cometido se obtiene los resultados siguientes hasta el año 2050.

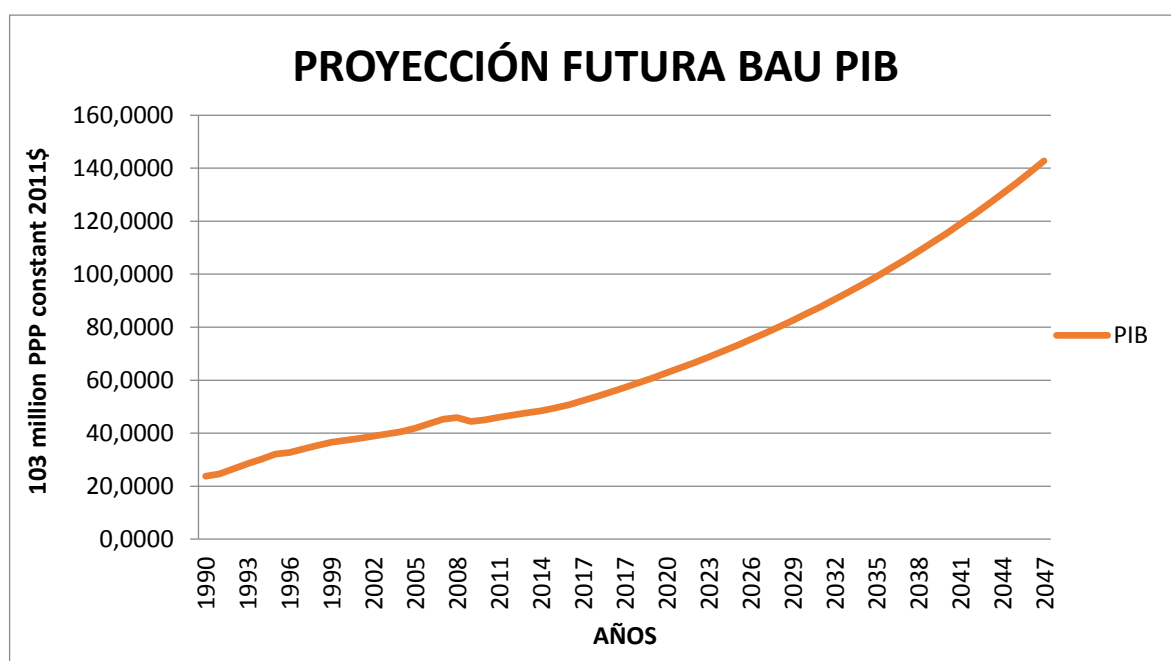


Figura 13. Evolución del escenario de futuro BAU para el PIB de El Salvador en el periodo de (1990-2050).

5.2.2. Obtención del escenario BAU para la Intensidad Energética.

Siguiendo la tónica de este capítulo de obtención de escenarios futuros BAU, una vez se tienen las variables que fabrican este factor conductor del cambio climático, se procede a su determinación y se presenta mediante el siguiente gráfico.

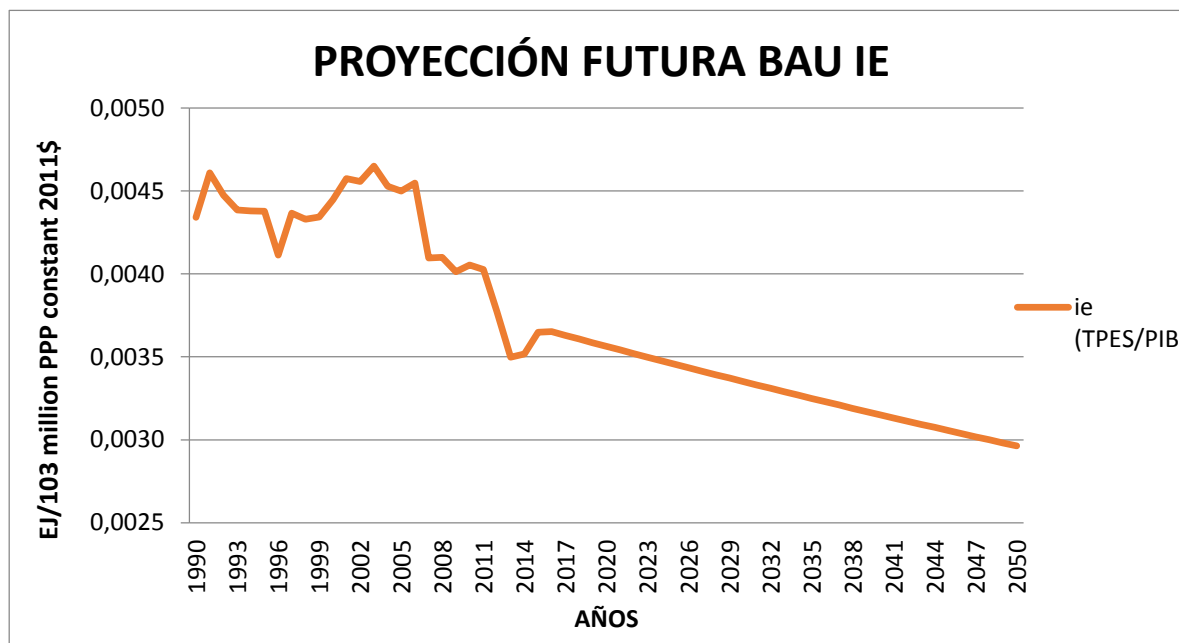


Figura 14. Evolución del escenario de futuro BAU para la Intensidad Energética de El Salvador en el periodo de (1990-2050).

En este caso el resultado refleja un claro aumento de la eficiencia energética para El Salvador a partir del 2015, ya que el pendiente negativo de la Intensidad Energética significa una mejor capacidad de transformar la energía suministrada por el país en riqueza.

Una evaluación numérica de este escenario BAU se traduce en un mayor aumento del PIB con respecto el aumento que se le otorga al TPES. Dado que el PIB actúa en este factor conductor de denominador se reduce considerablemente las cifras del mismo.

Entrando en materia de lo que representaría que sucediese este escenario en la realidad de El Salvador, en primera instancia, este escenario produciría un aumento de la riqueza del país, además también reportaría unas políticas de eficiencia nunca vistas hasta ahora, que supondrían que a pesar de que hayan aumentado considerablemente sus niveles de vida no tengan que aumentar tanto su suministro de energía para abastecer este nuevo nivel de riqueza del país.

5.3. Escenario BAU para el Factor Conductor del PIB per CAPITA.

Para continuar con el análisis de los escenarios futuros BAU de todos los factores conductores que intervienen en el cambio climático es necesario detenerse en la observación de lo que pasa para el PIB per CAPITA en El Salvador para un posible escenario que prosiga la tendencia de los últimos años y se pueda observar que niveles alcanza en el año 2050.

Antes de establecer resultados y análisis, es preciso mencionar que en el apartado 4.3 de este trabajo se hace referencia precisamente, a este factor conductor donde se analiza por completo. De todas maneras, se recuerda que el PIB per CAPITA como su propio título indica depende de las variables de PIB y Población. Asimismo, a través de fijarse en el apartado 5.2.1. de este presente proyecto se puede ver la proyección futura que aparece según el BAU para el PIB del país. Por tanto, para la obtención del escenario que plasme la evolución la riqueza por persona en El Salvador tan solo es necesario obtener cómo será la evolución futura de la población del estado salvadoreño hasta 2050.

Esta proyección es determinada, a través de la proyección futura que realiza UN-DESA [22] para las poblaciones mundiales, se escoge en concreto la de El Salvador. Cabe destacar también, que este organismo realiza tres tipos diferentes de proyecciones futuras, según expectativas de crecimiento bajo, mediano o alto. En este caso se elige la proyección mediana, ya que es la proyección futura más similar a la obtenida con el método BAU.

Se toma la decisión de utilizar la proyección futura de UN-DESA ya que le precede un gran índice de acierto en sus proyecciones futuras, es decir, las tendencias que marcan de población en el futuro, una vez pasan los años, se amoldan de una forma muy similar a lo propuesto por este organismo.

5.3.1. Obtención de la proyección futura de Población.

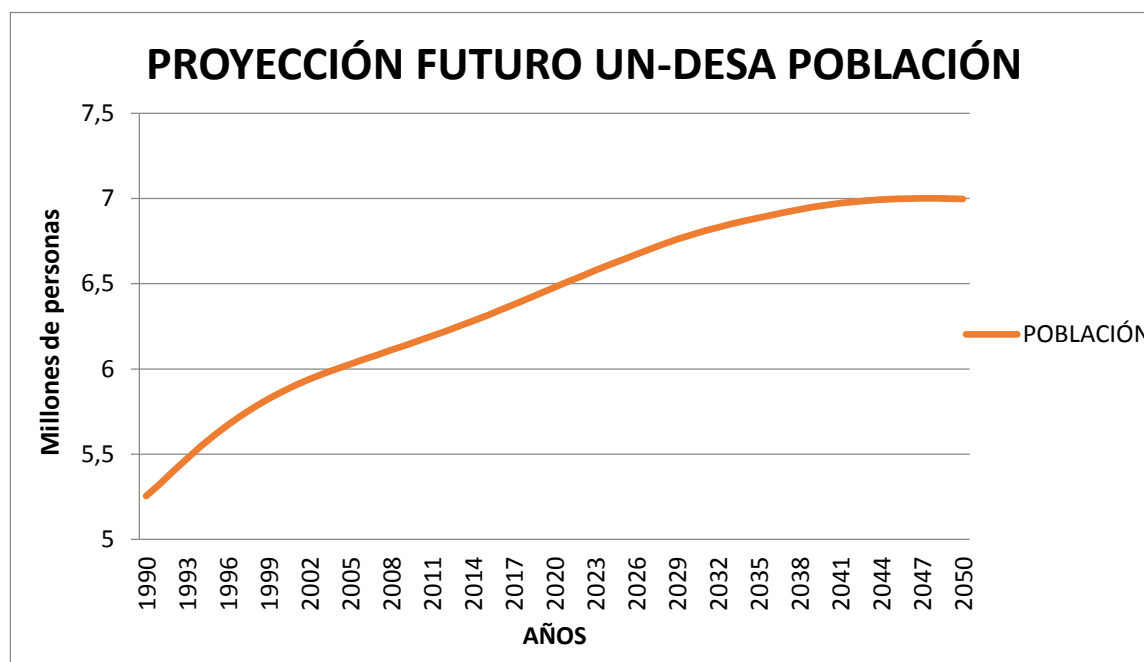


Figura 15. Evolución del escenario de futuro BAU para la Población de El Salvador en el periodo de (1990-2050). [22]

El resultado obtenido a partir de la proyección de crecimiento mediano efectuada por UN-DESA, relata un crecimiento constante en los siguientes 20 años a partir de 2015, siguiendo la tendencia histórica de crecimiento demográfico. Es en ese momento es donde el crecimiento de la población, comienza a estancarse y finalmente, a partir de 2044 la población dejaría de crecer, para empezar a disminuir por el año 2050.

5.3.2. Obtención del escenario BAU para el PIB per CAPITA.

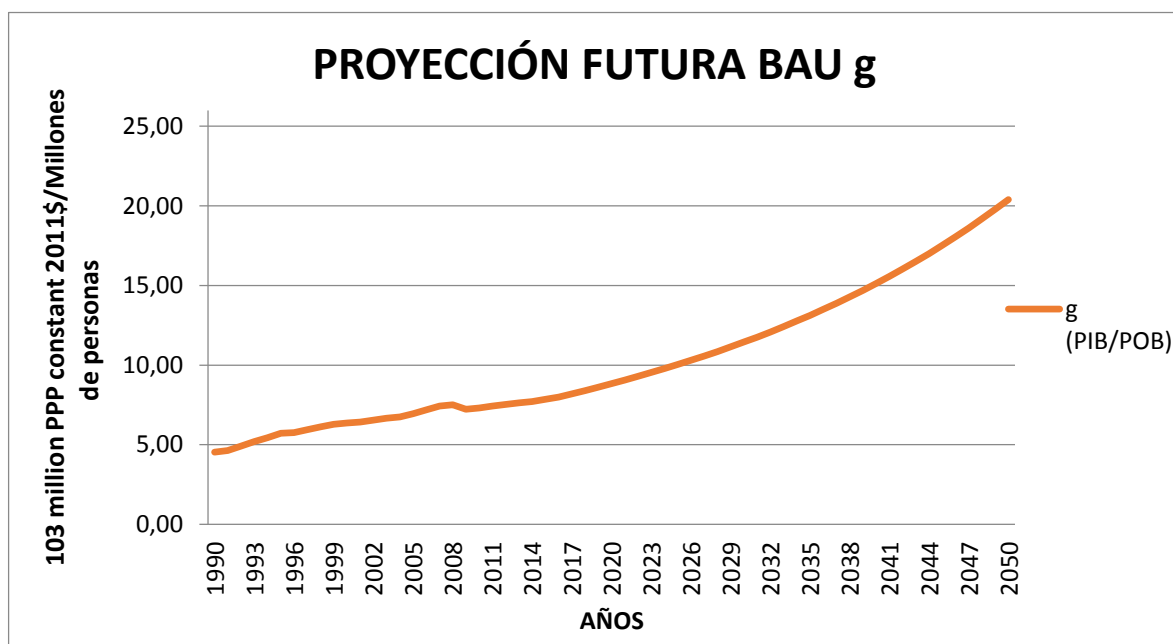


Figura 16. Evolución del escenario de futuro BAU para el PIB per Cápita de El Salvador en el periodo de (1990-2050).

Este gráfico confirma el aumento de la riqueza del país que ha sido analizado en el apartado 5.2.2, donde se aprecia un gran crecimiento de la eficiencia energética debido en gran medida al crecimiento del PIB. En este caso en concreto, debido a que vuelve intervenir el PIB y la proyección futura que ha surgido de los escenarios BAU para esta variable es muy creciente, esto también repercute en el PIB per CAPITA.

Otro punto a destacar, y no por ello menos influyente en este factor conductor, es la población. Como se ha podido comprobar en el anterior apartado, el escenario futuro extraído de la proyección efectuada por UN-DESA prevé para esta variable, un crecimiento constante hasta el 2044, donde a partir de ese momento la población se estanca, para comenzar a decrecer alrededor del año 2049.

Esta combinación de previsiones para las variables que determinan el factor conductor del PIB per CAPITA, presagian claramente, un aumento de la calidad de vida de la población salvadoreña. Estrictamente en números, la riqueza por persona mejora ostensiblemente, según este escenario. A pesar de ello, este factor tiene la particularidad que no es una ciencia exacta, ya que el PIB de un país puede mejorar mucho más en comparación al aumento de población y no por ello tener que traducirse en mejora del bienestar ciudadano. Intervienen otros factores como, por ejemplo, el reparto de la riqueza, y este factor influye aún más en países por desarrollar como El Salvador.

5.4. Escenario de futuro proyección UN-DESA para el Factor Conductor de la POBLACIÓN.

Para finalizar con el análisis de los factores conductores en sus respectivos escenarios BAU, se debe incluir el último que es la población. Este último factor que multiplicará a los anteriores según la expresión matemática que corresponde a la Identidad de Kaya, y que da como resultado la cantidad de emisiones que suponen todos los cambios a los que se sometería el país si se cumpliesen los escenarios resultantes de los pronósticos del BAU.

Este factor conductor del cambio climático tiene la peculiaridad de que solo depende de una variable, por tanto, lo que suceda con la futura evolución de la población obtenida de la página web de UN-DESA para este escenario será lo que intervenga directamente en la ecuación de la Identidad de Kaya.

Debido a que ya se ha obtenido y analizado la proyección futura de la población en El Salvador. Se procede en el siguiente apartado a limitarse solamente a presentar nuevamente dichos resultados.

5.4.1. Obtención del escenario futuro para la población.

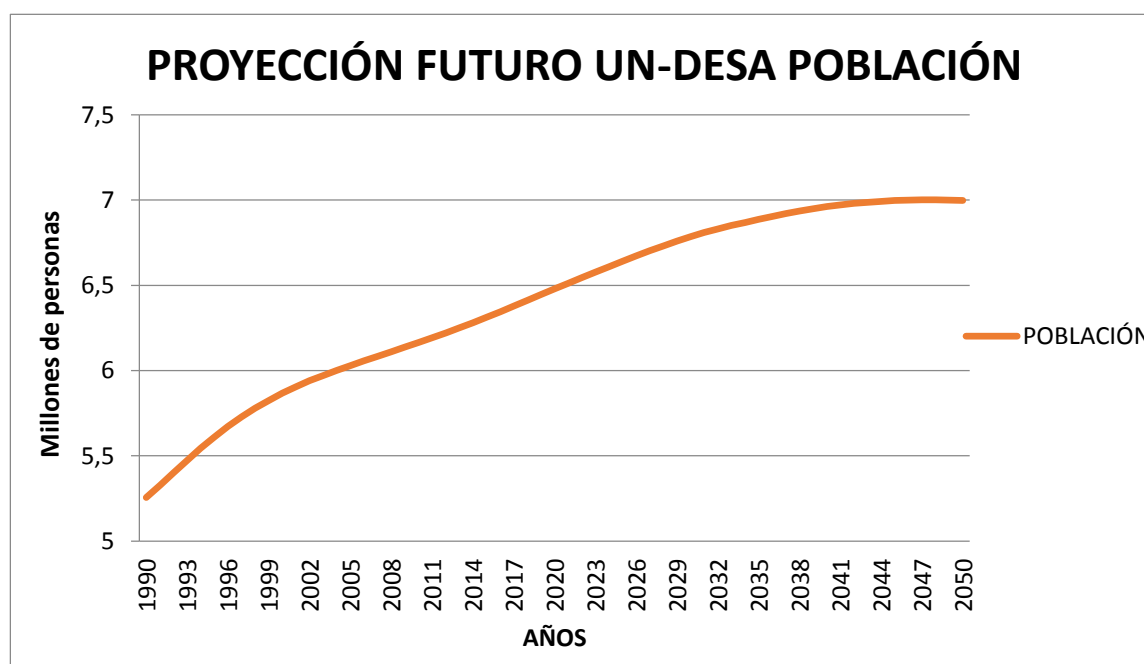


Figura 15. Evolución del escenario de futuro para la Población de El Salvador en el periodo de (1990-2050).

6. Escenarios de futuro alternativos

Una vez obtenidos y analizados los escenarios de futuro según el método BAU, para no quedarse el proyecto con un solo resultado, se procede a la realización de escenarios alternativos que puedan ofrecer otras ideas y otros análisis sobre el futuro a medio plazo de El Salvador.

Estos escenarios alternativos tienen como objetivo hacer tender los factores conductores del cambio climático que se han obtenido para El Salvador en el periodo de 1990-2015, a niveles mundial en 2050, gracias a las proyecciones realizadas por Gerard Argilés en su TFG [21] para cada uno de los factores conductores mundiales.

Es en este momento cuando comienza la parte analítica de este capítulo, dando paso a observar que sucede con las emisiones, fundamentalmente, al hacer variar un factor conductor hacia tendencias mundiales, es decir, cuanto dejaría o cuanto más contaminaría El Salvador en forma de emisiones de CO₂ dependiendo de las variaciones que se les impongan a los factores conductores en los respectivos escenarios alternativos de futuro.

Finalmente es necesario destacar que los factores conductores no modificados por los escenarios alternativos seguirán con su rumbo marcado por el escenario BAU de futuro. Además de alertar que, en ningún escenario se considera la posibilidad de que El Salvador disminuya sus emisiones de CO₂ a la atmosfera, ya que se considera que, si se persigue el progreso en su desarrollo como país e intentar equipararlo con países más desarrollados, no sería viable a través de disminuir las emisiones.

6.1. Escenario futuro alternativo 3t/Persona.

Se propone este escenario en el marco de observar la evolución futura de las emisiones de CO₂ en el caso de que las emisiones per cápita en El Salvador para el año 2050 sean de 3 t/Pers. Esto supondría un aumento para las emisiones per cápita con respecto la actualidad, que se cifra en 1,03 t/Pers. Pero una disminución con respecto el escenario BAU de futuro, que cifra las emisiones per cápita en 2050 en 4,61 t/Pers. Se recuerda que actualmente en el mundo, el indicador de emisiones per cápita se fija en 4,53 t/Pers. Potenciado mayormente por las grandes potencias mundiales, como por ejemplo Estados Unidos, que consume unas 16 t/Pers en la actualidad. La cifra mundial de emisiones per cápita se asemeja bastante a la proyectada por el escenario de futuro BAU para El Salvador en el año 2050.

La metodología utilizada para la consecución de estos escenarios alternativos, ya que todos se obtienen de la misma forma, es la siguiente:

En primer lugar, ya que se disponen de los datos de emisiones de CO₂ y de población de El Salvador para el periodo 1990-2015 se realiza el cociente siguiente para obtener las emisiones per cápita del mencionado periodo.

$$\text{Emisiones per cápita} = \frac{\text{Emisiones}}{\text{Población}} ; \left(\frac{t}{\text{pers}} \right) \text{ (ec. 6)}$$

$$\text{Emisiones per cápita (2015)} = \frac{6,5}{6,31} = 1,03 \frac{t}{\text{pers}} \text{ (ec. 6)}$$

A continuación, se establece que en el año 2050 el resultado de la ecuación anterior sea de 3 t/pers.

Seguidamente, se realiza con el programa de cálculo Excel un relleno de forma geométrica de la serie, desde el dato de emisiones per cápita de 2015 que equivalía a 1,03 t/pers hasta el interpuesto en 2050 que se cifra en 3 t/pers.

Es entonces cuando la evolución para el periodo 1990-2050 se puede representar entera y además se puede extraer los datos de emisiones interponiendo los datos obtenidos de este escenario.

Esto último se realiza con la multiplicación anual de cada dato de población, por cada dato de emisión per cápita, obtenido en el escenario alternativo.

El gráfico que se adjunta a continuación muestra la evolución de las emisiones de CO₂ hasta 2050 en El Salvador, si en ese año se estuvieran emitiendo 3 t/Pers.

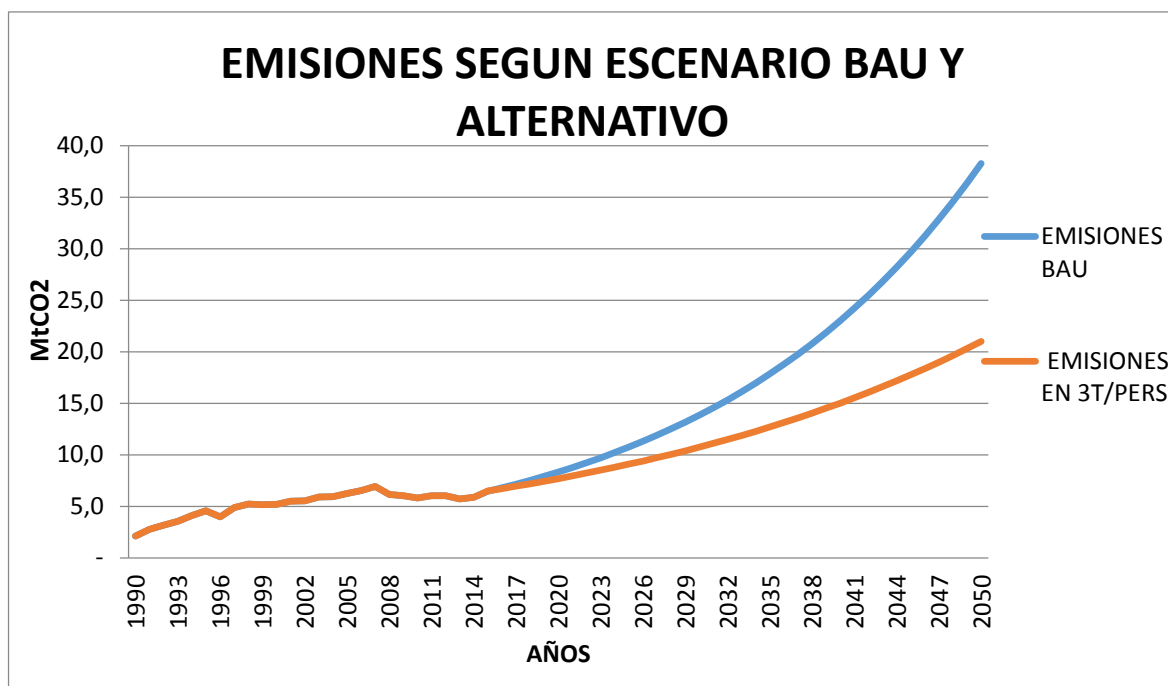


Figura 17. Evolución del escenario de futuro Alternativo y BAU para las emisiones de El Salvador en el periodo de (1990-2050).

Con este gráfico se aprecia claramente una bajada de las emisiones propuestas para el año 2050 por el escenario BAU, con ello aumentaría la eficiencia en materia de la Intensidad de Carbono con respecto el factor conductor IC proyectado según el escenario BAU. Ya que la disminución de emisiones haría que aumente de forma menos abrupta este factor conductor, que traducido a la realidad del país querría decir que El Salvador emitiría menos emisiones de CO₂, a la hora de producir una unidad de energía que según los datos obtenidos para el escenario BAU. A continuación, se presenta el gráfico que así lo demuestra.

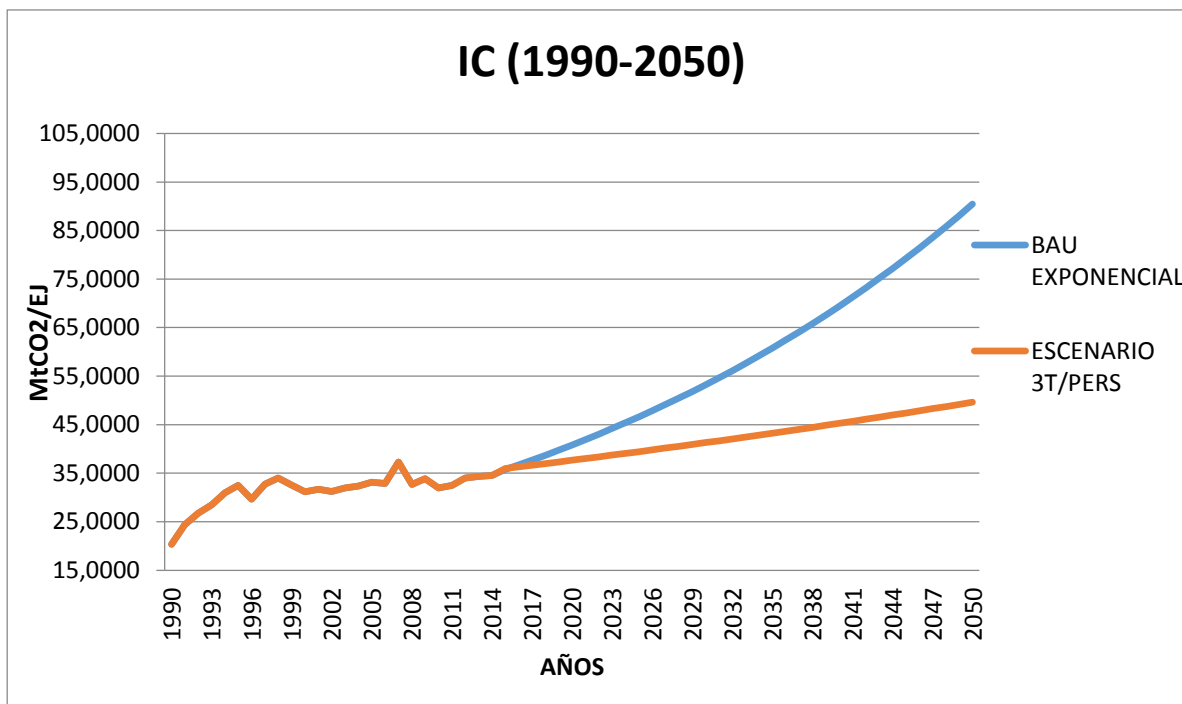


Figura 18. Evolución del escenario de futuro Alternativo y BAU para la Intensidad de Carbono de El Salvador en el periodo de (1990-2050).

Finalmente se aprecia a continuación, el gráfico que demuestra la bajada de emisiones per cápita según este escenario alternativo que concluye en las 3t/pers, con respecto el escenario BAU.

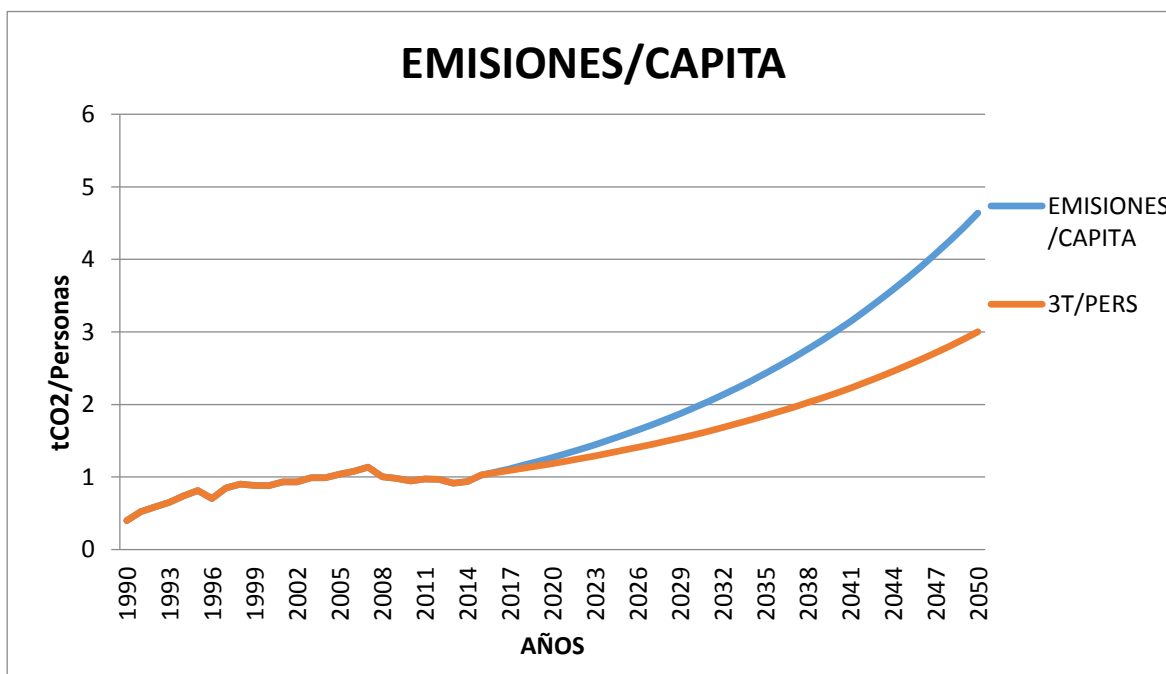


Figura 19. Evolución del escenario de futuro Alternativo para la de El Salvador en el periodo de (1990-2050).

6.2. Escenario futuro alternativo igualando el PIB/CAPITA futuro de El Salvador a niveles mundiales.

En este segundo escenario alternativo de futuro se procede a igualar los niveles de PIB per Cápita para el año 2050 que se extraen nuevamente del TFG de Gerard Argilés [21], a los de El Salvador para ese mismo año. Para la realización de este escenario se utiliza la misma metodología que la explicada con anterioridad para el apartado 6.1.

Cabe destacar que actualmente El Salvador se encuentra en una posición muy alejada de los niveles mundiales de PIB per Cápita debido a ser un país subdesarrollado sin mucha riqueza en su haber. De hecho, el PIB per Cápita mundial es el doble que el del país salvadoreño. Esto puede prever un aumento feroz de las emisiones en la consecución de igualar ese PIB per Cápita en el año 2050, ya que según el escenario BAU del proyecto de Gerard Argilés este factor conductor para 2050 se habría duplicado.

Seguidamente, se presenta el gráfico obtenido del escenario alternativo de futuro basado en igualar el PIB per Cápita a niveles mundiales en el 2050, para el periodo que va desde 1990 hasta el 2050, también se presenta el factor conductor g obtenido por el escenario BAU en forma de comparación.

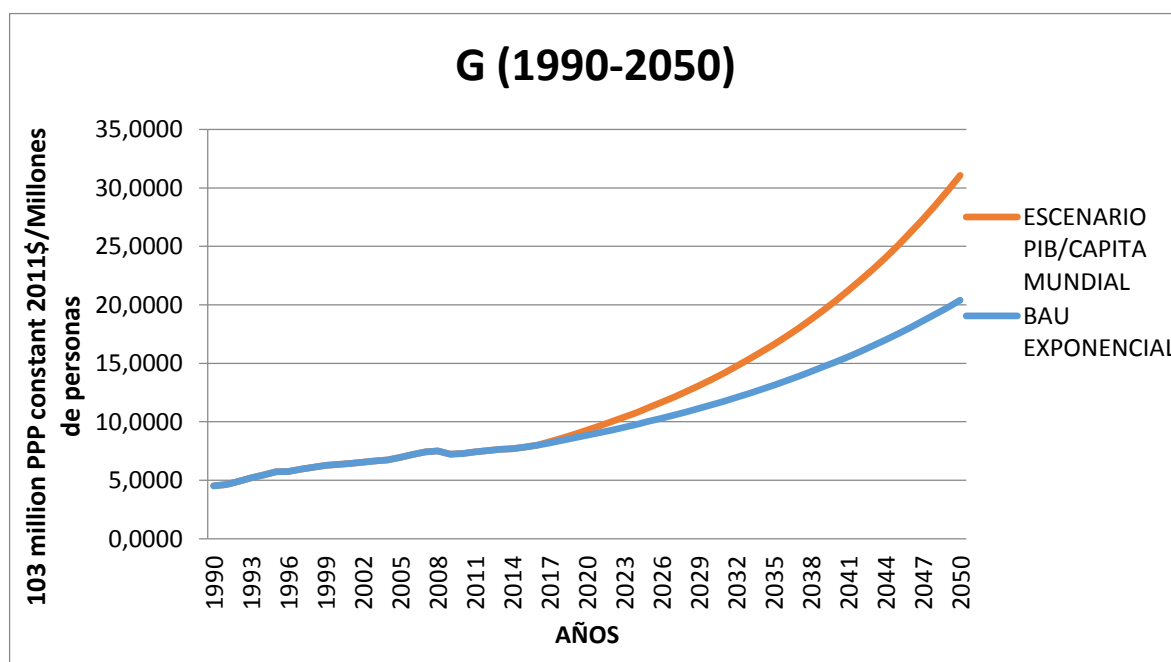


Figura 19. Evolución de los escenarios de futuro Alternativo y BAU para el PIB per Cápita de El Salvador en el periodo de (1990-2050).

Como se puede ver, el PIB per Cápita de El Salvador para el escenario alternativo aumenta radicalmente a partir de 2015 con el objetivo impuesto de igualarse a los niveles mundiales, dejando atrás a la

proyección BAU, la cual sigue una trayectoria paralela a la proyección mundial, es decir, manteniendo la diferencia aproximadamente, que existía en el año 2015, manteniéndola en 2050.

7. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS

Para la consecución de los objetivos marcados en este proyecto es necesario terminar con este último capítulo de análisis, donde se presenta un último gráfico que aparecen las diferentes proyecciones futuras en concepto de emisiones de CO₂ en El Salvador según las variaciones realizadas a los factores conductores del cambio climático en los diferentes escenarios, incluyendo además la proyección de emisiones que se le otorga a este país. Aplicando el modelo de justicia climática, para que el mundo no sobrepase de los 2º el aumento de la temperatura global del planeta con respecto la época preindustrial.

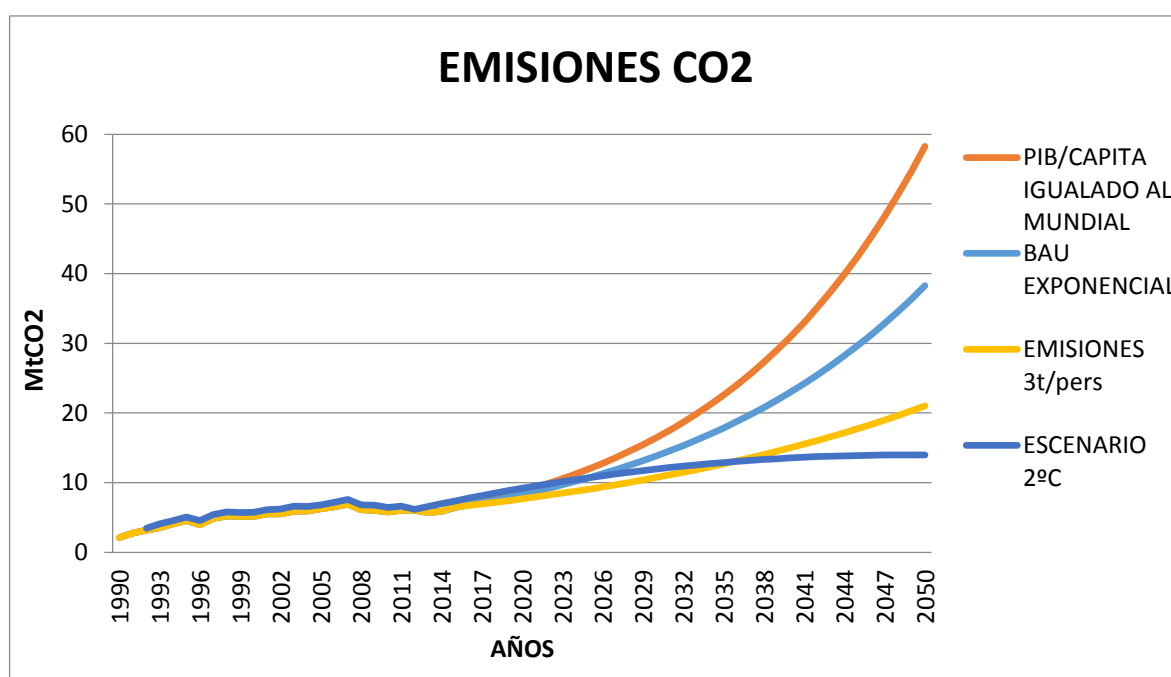


Figura 20. Evolución de las emisiones de CO₂ según todos los escenarios efectuados para El Salvador en el periodo de (1990-2050).

Como se puede apreciar, existen diferentes niveles en los que se refiere a cantidad de emisiones de CO₂ para el futuro en el país centroamericano. En primera instancia, en orden ascendente empezando por la proyección menos contaminante, se sitúa la estimación realizada por la página web [3] que cumple con la perspectiva marcada en el acuerdo de París de los 2º C, según el modelo de justicia climática aplicado a El Salvador. En segunda instancia, se encuentra la proyección obtenida del escenario de futuro alternativo que iguala las emisiones per cápita en el año 2050 a 3 t/pers. En tercer término, se instala la proyección que surge del escenario de futuro BAU, la cual duplica a las anteriores. Por último, destacadamente la proyección futura más contaminante corresponde al escenario de futuro alternativo que tiene como objetivo igualar el PIB per Cápita de El Salvador en el año 2050 a los niveles mundiales de este factor conductor.

Conclusiones

En este capítulo conclusivo se exponen las conclusiones alcanzadas con este trabajo en un orden básicamente correlativo con el del desarrollo del trabajo a través de sus distintos capítulos. Se obtendrán conclusiones tanto extraídas de los resultados gráfico-numéricos obtenidos a lo largo del trabajo, pero también, de los análisis correspondientes a la realidad de El Salvador que también se ha ido realizando en este proyecto. Se procede por tanto a extraer las conclusiones más relevantes de cada capítulo de este presente trabajo.

Cambio climático en El Salvador:

De acuerdo con en el capítulo 2 de este trabajo, en El Salvador han variado ostensiblemente las condiciones climáticas en las últimas décadas, y ello ha sido debido en gran parte al cambio climático. Este país centroamericano de aproximadamente 7 millones de personas, con un clima tropical, que en materia de precipitaciones tiene dos estaciones, una seca y otra lluviosa, con unas temperaturas muy constantes a lo largo del año, ya ha comenzado a padecer los efectos devastadores del cambio climático.

Con respecto a las precipitaciones, El Salvador ha batido records de acumulación de agua en hasta cuatro diferentes registros de tiempos en los últimos años. Además, el país tiene claramente detectados unos registros de acumulación de agua en ciertos períodos de tiempo a los cuales considera un evento hidrometeorológico extremo, detectado y contabilizado, concretamente, cuando la cantidad acumulada de agua rebasa los 100 mm en 24 horas o los 350 mm en 72 horas. Pues bien, a partir de la década de los 50, en cada década se registraba uno o dos eventos extremos con estas características, sin embargo, entre la última década del siglo XX y la primera década del XXI se registraron hasta 12 eventos extremos de este calado.

Con respecto a los datos ofrecidos en el anterior párrafo sobre acumulación de precipitaciones, sobre los que se ha profundizado en los apartados 2.2 y 2.3 de este trabajo, se puede concluir que en absoluto es una casualidad de unos días más lluviosos de lo normal en los que se han batido algunos records de acumulación de agua. Los registros de la cantidad de eventos hidrometeorológicos extremos en las últimas décadas demuestran un claro aumento progresivo de eventos climáticos devastadores para el país en materia de precipitaciones, que se asocian claramente con la llegada del cambio climático.

Para extraer conclusiones sobre los efectos que provocan estos fenómenos climatológicos más adversos en El Salvador, en primer lugar, es necesario tener unas ideas representativas del país; es aquí donde entra en juego el termino vulnerabilidad. Recogiendo nuevamente la definición que otorga la NC2 a este término, *“El concepto de vulnerabilidad implica que, ante amenazas similares, poblaciones*

o sectores diferentes sufren impactos distintos, así como gozan de diferentes grados de resiliencia para recuperarse después de ese impacto”, se procede a presentar los resultados de los análisis efectuados sobre los principales pilares estructurales de un país como El Salvador y que son los que llevan a que el estado en cuestión sea más o menos vulnerable a las amenazas en cuestión.

En El Salvador existen grandes problemas sociales como por ejemplo de educación, violencia o pobreza además de padecer problemas ambientales importantes, como la deforestación masiva o los nuevos asentamientos de gente del campo que emigra a la ciudad y construye sus casas en zonas no habitables, ya sea por peligros de derrumbamientos o de inundaciones. Estas problemáticas con las que convive El Salvador traen consigo que se le deba ponderar con un alto grado de vulnerabilidad climática.

Por tanto, en este primer apartado se puede concluir que El Salvador además de estar sometido a un aumento de los desastres climatológicos a causa del cambio climático resulta ser un estado con una alta vulnerabilidad climática, definición que implica, entre otras cosas, que a este país le cuesta bastante poder recuperarse de cualquier fenómeno extremo que lo azote. Que a un país poco desarrollado económicamente y en otros más aspectos le azoten cada vez más eventos climáticos extremos y que, a su vez, le cueste mucho recuperarse del paso de ellos, por las estructuras ambientales y sociales sobre las que están cimentadas sus bases, no ayuda en absoluto a su crecimiento y desarrollo como país, sino más bien al contrario, aumenta las diferencias y desequilibrios con los países que si lo están.

Variables de los factores conductores del cambio climático en El Salvador:

En el contexto de la identidad de Kaya los factores conductores del cambio climático, IC, IE, g y la población, son el resultado de la combinación en cada caso diferente, de las variables emisiones, TPES, PIB y población. De los análisis efectuados en el capítulo 3 del trabajo, para los datos obtenidos en concepto de emisiones, TPES y PIB de El Salvador, en el periodo que va desde 1990 hasta 2015, se concluye, en primer lugar, que los tres sufren recesiones o crecimientos más atenuados en los periodos de crisis económicas, tanto en 1995 con la crisis denominada “efecto tequila” como en el 2008 con la famosa crisis mundial financiera; estos datos no dejan lugar a dudas de la vulnerabilidad que existe en este país al sufrir los efectos rebote de las crisis en las economías internacionales.

En segundo lugar, gracias a los análisis efectuados para estas variables en base a la comparación con la realidad actual que atraviesa el país, puede decirse que en materia de emisiones de CO₂ a la atmosfera, se observa una diferencia entre los datos presentados por la IEA y los presentados por la NC2; esta diferencia radica en el recuento de las emisiones referidas al cambio de usos del suelo por parte de la NC2 que la IEA no tiene en cuenta en este caso. Esto es debido a la complejidad de este recuento, que, según el propio IPCC debe realizarlo el propio país, como un trabajo oficial de, en este caso, el

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Se concluye aquí, por tanto, que las fuentes principales de emisiones de CO₂ a la atmósfera en El Salvador son el transporte, el sector de la energía y los cambios de usos del suelo.

En lo referente a energía, a TPES, en El Salvador ha habido tendencias al cambio. En los años 90 predominaba el suministro de energía mayoritariamente a través de los biocombustibles, la leña sobretodo. Pero actualmente este sector ha pasado a un tercer plano incluso, ya que fuentes de generación como el petróleo y la energía geotérmica le han adelantado quedándose con el 80 % del sector de la energía entre ambas. La energía hidroeléctrica se ha mantenido en un porcentaje del 5% durante todo el periodo que ocupa este estudio.

Sobre el PIB de El Salvador debe comentarse la tendencia de cambio que ha habido en las políticas económicas del país desde los años 90 hasta ahora, en favor, desafortunadamente, de la precariedad de la misma. Si en los años 80 y 90 El Salvador basaba su economía en las exportaciones, mayoritariamente agrícolas. Ha pasado a importar más que exportar y a poner su crecimiento económico en dependencia de factores externos como los precios del petróleo o las remesas de compatriotas que viven en el extranjero. En particular, este último factor, actualmente pesa, según el BCR [12] un 15% en la economía salvadoreña. Otro punto a destacar, por último, en la economía de El Salvador es, lamentablemente, la violencia. Según el estudio presentado en el apartado 3.3.2 sobre la violencia en el país, se afirma que El Salvador en los últimos 15 años sufrió una pérdida del 9,5 % de su PIB por diferentes motivos relacionados con la violencia, además de alejar las inversiones extranjeras de suelos salvadoreños.

Finalmente, por lo que se refiere a la población, no ha sufrido en el periodo estudiado en este proyecto ningún sobresalto destacable, sin embargo, si es destacable el gran volumen que va ocupando la emigración. Actualmente dejan El Salvador aproximadamente unas 48.000 personas al año y la diferencia entre natalidades y defunciones se cifra en, aproximadamente unas 60.000 personas. De este modo, el factor de la emigración en el país centroamericano limita mucho el crecimiento demográfico del país. Los motivos de esta oleada tan grande de emigración radican principalmente, en: la búsqueda de nuevas oportunidades de empleo y tratar de huir de la violencia que azota al país. Otro factor a destacar en la variable de la población es la edad mayoritaria en la que se produce esa emigración tan grande. Suelen ser personas de edades comprendidas entre los 20 y los 60 años. Este dato denota una fuga de habitantes en su rango de edad más productiva.

Como resumen: El Salvador es un país que en estas dos décadas y media de estudio tiene unas emisiones relacionadas principalmente con los sectores del transporte, la energía y los usos del suelo. Su suministro de energía total radica en el petróleo y las fuentes de generación geotérmicas. Su PIB ha ido cambiando a medida que se acerca al de la actualidad para terminar estancándose en una economía inestable, fuertemente dependiente de factores externos, como las remesas. Y, por último,

el crecimiento de su población ha sido constante, pero se encuentra en un punto delicado, debido al gran número de emigrantes que abandonan el país en busca de nuevas oportunidades laborales y más seguridad.

Factores conductores del cambio climático en El Salvador:

Se pretende concluir ahora una visión conjunta de todos los factores conductores de la identidad de Kaya, en función de las variables de las cuales proceden. En la medida que los factores conductores del cambio climático se conforman a partir de los cocientes entre las variables estudiadas con anterioridad, sus variaciones dependen exclusivamente de las variaciones que sufran en su curso evolutivo las variables en cuestión. El Salvador, en comparación al mundo, necesita emitir menos emisiones de CO₂ para la obtención y uso de sus fuentes de energía, es decir, tiene una mejor eficiencia respecto el factor conductor de la intensidad de carbono de su energía (debido en gran parte a su gran riqueza geotérmica). Además, su conversión de energía a riqueza también es más eficiente que la mundial, y por tanto, existe un mayor grado de eficiencia en el factor conductor intensidad económica. No obstante, el PIB per cápita es menor que el mundial. La explicación de este hecho radica casi completamente en la gran importancia de las remesas en su economía y en cómo estas se contabilizan en la economía nacional.

En materia de PIB per cápita, claramente está por debajo de la media mundial, principalmente debido a lo bajo que resulta su PIB en comparación a la mayoría de la de grandes economías mundiales, el resultado es un PIB propio de un país realmente poco desarrollado.

Escenarios de futuro BAU:

De los escenarios de futuro realizados a través del método BAU, proyectando la tendencia histórica de las variables que influyen en los factores conductores del país hacia el futuro, se pueden extraer conclusiones para cada uno de ellos.

La proyección BAU para la intensidad de carbono crece; la presencia en aumento del petróleo en el mix energético del país explica claramente esta tendencia., La Intensidad energética en el país centroamericano continua con su descenso de la última década según el escenario BAU, pero tiene su explicación en el aumento del peso de las remesas en la contabilidad nacional.

Para el PIB per cápita, se produce un crecimiento hasta el año proyectado, el 2050, fundamentalmente debido a la hipótesis de un necesario crecimiento económico al que tendría derecho y del que tendría mucha necesidad un país como El Salvador.

Para la población, concuerda bastante los análisis realizados con el futuro previsto en este aspecto en El Salvador, es decir, se decía que el país se encuentra en un límite peligroso, porque existe una

diferencia escasa entre crecimiento natural y migratorio. Por tanto, según el escenario de futuro obtenido por medio de UN-DESA prevé, un crecimiento constante, similar al histórico hasta el año 2044. A partir de ese momento el crecimiento empieza a estancarse, llegando a los últimos años del estudio con un ligero descenso.

Finalmente, resumiendo los resultados obtenidos para los escenarios de futuro BAU de los factores conductores de la identidad de Kaya en El Salvador hasta el año 2050: un crecimiento considerable del PIB del país y, por tanto y en principio un deseable crecimiento de su riqueza per cápita. Un aumento notable de las emisiones de CO₂ debido sobretodo al aumento considerable del uso del petróleo como fuente energética.

Escenarios de futuro alternativos:

En el capítulo 6 del presente proyecto, se añaden dos escenarios más a este trabajo, aparte del ya mencionado escenario BAU. En este caso, se les da el nombre de alternativos, porque reflejan otros comportamientos que podría tomar el país según las tendencias que se decidiese seguir y/o cambiaren primer lugar, un escenario que llevaría a El Salvador a las 3 toneladas de emisiones de CO₂ per cápita, esto supondría que el país emitiría en 2050 la mitad de emisiones que la cantidad obtenida el mismo año final en el escenario BAU. En este escenario El Salvador seguiría por debajo en materia de intensidad de carbono que la media mundial proyectada para 2050. Y por lo que respecta a emisiones, sería una opción mitigadora que lo acercaría a la proyección de emisiones para El Salvador en 2050 que contempla un cumplimiento de los 2º C, teniendo en cuenta el modelo de justicia climática del GGCC.

En segundo lugar, se ha construido un escenario donde se iguala la cifra de PIB per cápita de El Salvador, a la proyección efectuada por Gerard Argilés en su proyecto para un escenario BAU mundial. Igualar esta cifra, supondría para el país centroamericano aumentar de una manera exponencial su riqueza por persona, hecho que comportaría un crecimiento muy importante de las emisiones de CO₂ a la atmosfera, fruto de este crecimiento económico que solamente podría soportarse con el mayor uso de energías fósiles, debido a la relación que existe entre ambos factores según la Identidad de Kaya. Se concluye, por tanto, que un escenario que represente un crecimiento económico tan importante, llevaría consigo un crecimiento de emisiones que no estaría en una sintonía similar a lo que sería un crecimiento o desarrollo sostenible.

Conclusiones finales

Finalmente, en modo de resumen que extraiga las conclusiones más significativas de este proyecto se puede afirmar lo siguiente. Tras el estudio efectuado del país en las dos últimas décadas y media a niveles, climático, social, económico, productivo, de contaminación y demográfico, y realizados a su

vez posibles escenarios de futuro siguiendo ya sean tendencias actuales y/o alternativas se concluye que: El Salvador sufre un incremento de fenómenos meteorológicos extremos como consecuencia del avance del cambio climático en los últimos años, se le atribuyen además, serias dificultades a la hora de reponerse al paso de estos eventos extremos debido a su deficiente estructura como país en materia social, ambiental y financiera o, en general, a su elevada vulnerabilidad versus resiliencia. Se observa también, un auge en los niveles de violencia que frena el crecimiento económico del país con importantes gastos en apaliarla, además de alejar las inversiones extranjeras en el país y provocar importantes olas de emigración de los habitantes que viven en las zonas más conflictivas. Se concluye también, que, siguiendo una tendencia actual de intento de crecimiento para el desarrollo, según el escenario de futuro BAU, este crecimiento estaría basado en el uso de más combustibles fósiles y, por lo tanto, de más emisiones de CO₂ y que, de esta forma, no coincidirá con una política de crecimiento sostenible ni con un plan de mitigación de emisiones que contribuya a evitar un calentamiento global del planeta superior a los 2º C con respecto la época preindustrial. Esta situación empeoraría si El Salvador igualase su PIB per Cápita a niveles mundiales como indica el escenario alternativo del apartado 6.2. En cambio, se acercaría bastante al objetivo correspondiente del acuerdo de París, fijando políticas basadas en un crecimiento que implique unas emisiones de 3 toneladas de CO₂ por persona en el año 2050 como indica el escenario alternativo del apartado 6.1.

Análisis del impacto ambiental

En este capítulo se realiza un resumen del mínimo impacto ambiental que se produce a partir de la elaboración de este trabajo.

- El consumo energético del ordenador portátil SONY VAIO de 65 W con el cuál se ha desarrollado la mayor parte de la elaboración de este proyecto A través de considerar que el total de horas invertidas en la realización de este proyecto sean de 643,5 horas, se establece un consumo total de 41,83 kWh aproximadamente. Según la oficina catalana del cambio climático para el 2014 considera un factor de emisiones de 267 gCO₂/kWh [20]. Por tanto, se puede establecer que el impacto ambiental por el uso del ordenador portátil es de 11,17 kg de CO₂.
- Los desplazamientos a reuniones en la universidad con los tutores del proyecto no trascienden ya que fueron realizados en bicicleta, dada la cercanía de la vivienda del autor con la universidad.
- Se considera también una utilización de 20 folios en concepto de apuntes en reuniones y en materia de notas rápidas para ayudar a la organización de la elaboración del proyecto.

PRESUPUESTO

En este capítulo se destaca el presupuesto que se estima de la realización de este proyecto. La organización de este capítulo sigue el siguiente orden. Primeramente, se destaca los costos asociados a la elaboración del proyecto por parte del autor, los costos ingenieriles.

En los costos ingenieriles se distinguen dos tipos diferentes de horas dedicadas por el autor al proyecto. Por un lado, se encuentran los costos asociados a las horas dedicadas directamente a la elaboración del proyecto y, por otro lado, se contabilizan las horas dedicadas en reuniones con los tutores del trabajo.

En segundo lugar, se encuentra los costos asociados a la informática, todo el proyecto, prácticamente, se basa en la utilización de un ordenador para la elaboración del mismo. Por tanto, es conveniente destacar su consumo eléctrico en forma de costos en el presupuesto.

Por último, se destaca que la fecha de inicio del proyecto fue el 19 de enero de 2018 y la fecha final es el 5 de junio de 2018. La media de horas dedicadas diariamente a este trabajo es de 5,5 horas y la media de horas dedicadas en las reuniones es de 3 horas.

A partir de que se presentan los dos tipos de costes que se verán reflejados en el presupuesto se prosigue con su presentación y la suma final para la obtención del coste final del proyecto.

Costos Ingenieriles:

Costos ingenieriles	
Días totales del periodo	138,00
Días sin dedicación al proyecto	21,00
Total de días trabajados	117,00
Horas diarias	5,50
Total de horas trabajadas	643,50
Precio por hora (€)	27,14
Sub total 1 (€)	17463,95
Total días de reunión	10,00
Horas dedicas en las reuniones	3,00
Total horas de reunión	30,00
Precio por hora (€)	27,14
Sub total 2 (€)	814,17
Total sin IVA	18278,12
IVA (%)	21,00
TOTAL (€)	22116,52

Tabla 1. Costos ingenieriles asociados a este proyecto.

* El precio por hora se establece a partir del precio de mano de obra considerado por la web del ITEC (Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya) en el banco BEDEC de su metabase que en la bibliografía queda referenciado. Para un técnico medio o superior el coste por hora a su trabajo equivale a 38,77 €/h [21]. A este precio se le resta un porcentaje equivalente al 30 % debido a la falta de experiencia en el mundo laboral además de todavía no contar con la titulación.

Costos informáticos:

Los costos informáticos se resumen en el precio de adquisición del ordenador portátil en su momento de compra, y el precio del consumo de energía que ha tenido durante todo el transcurso aproximado de la elaboración de este proyecto.

Costos informáticos	
Ordenador portátil	1
Precio (€) (IVA incluido)	679
Número de horas	643,5
Consumo (kW)	41,83
Precio medio de la energía (€/kW)	0,11
Precio por energía	4,6013
Total (€)	683,6013

Tabla 2. Costos informáticos asociados a este proyecto.

Costos totales:

Costos Totales	
Costes Ingenieriles	22116,52
Costes Informáticos	683,60
Total	22800,12

Tabla 3. Costos totales asociados a este proyecto.

Bibliografía

- [1]. UNFCCC. Paris Agreement. A: *21st Conference of the Parties* [en línea]. 2015. Disponible en: http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf [Consulta: 29 de enero de 2018].
- [2]. Kaya, Y. *Environment, Energy, and Economy: strategies for sustainability* [en línea]. 1990. ISBN 9280809113 Disponible en: <http://archive.unu.edu/unupress/unupbooks/uu17ee/uu17ee00.htm#Contents> [Consulta: 29 de enero de 2018].
- [3]. 2º C. [en línea]: *2º El modelo de Justicia Climática y los escenarios de los 2º C para cada país* Disponible en: <https://2c.ggcc.upc.edu/2oc/el-mjc-escenarios/> [Consulta: 15 de mayo de 2018].
- [4]. MARN. Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. [en línea]. 2013, p. 133. Disponible en: www.marn.gob.sv [Consulta: 19 de enero de 2018]
- [5]. International Energy Agency. *World CO2 emissions from fuel combustion* [en línea]: *database documentation (2016 edition)*. Disponible en: <https://webstore.iea.org/co2-emissions-from-fuel-combustion-highlights-2017> [Consulta: 28 de enero de 2018].
- [6]. World Bank. *Data Bank GDP (current US\$)* [en línea]. World Bank, 2015. Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?locations=SV-PA-CR-HN&view=chart> [Consulta: 3 de marzo de 2018]
- [7]. Wikipedia. *Producto Interior Bruto* [en línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Producto_interno_bruto [Consulta: 3 de marzo de 2018]
- [8]. World Bank. *Data Bank GDP (current US\$)* [en línea]. World Bank, 2015. Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.PP.KD?display=map> [Consulta: 4 de febrero de 2018]
- [9]. World Bank. *Meta Data Bank World Development indicators* [en línea]. World Bank, 2015. Disponible en: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.MKTP.CD&country=SLV> [Consulta: 4 de febrero de 2018]
- [10]. ElSalvador.com. *Las remesas generan más impacto de lo que se creía* [en línea]. Disponible en: <http://www.elsalvador.com/salvadores-por-el-mundo/145140/las-remesas-generan-mas-impacto-de-lo-que-se-creia/> [Consulta: 4 de mayo de 2018]
- [11]. La Nación. *El Salvador recibe récord de remesas familiares en 2017* [en línea]. Disponible en: <https://www.nacion.com/el-mundo/politica/el-salvador-recibe-record-de-remesas-familiares-en/WMIU6GQO6RHDRFMV42ZHW54TMM/story/> [Consulta: 4 de mayo de 2018]

- [12] CEPREDE. Informe Económico 2016. A: [en línea]. 2016, p. 98. Disponible en: http://fiab.es/nuevo_fiab/wp-content/uploads/2017/12/INFORME-ECONOMICO-IAB-2016.pdf [Consulta: 10 de mayo de 2018]
- [13]. EL MUNDO. *El Salvador perdió 9,5% del PIB por crimen desde 1999* [en línea]. Disponible en: <http://elmundo.sv/el-salvador-perdio-9-5-del-pib-por-crimen-desde-1999/> [Consulta: 10 de mayo de 2018]
- [14]. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. *World Population Prospects* [en línea]: 2015 Revision, *Key findings and Advanced Tables*. New York: United Nations, 2015.. Disponible en: <https://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Standard/Population/> [Consulta: 28 de enero 2018]
- [15]. Rica, B.D.E.C. Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2009. En: *División de Estadísticas Sociales*. 2010, p. 501. [Consulta: 28 de abril 2018]
- [16]. Livi Bacci, M. *Introducción a la demografía* [en línea]. Barcelona : Ariel, 1993. ISBN 8434465736. Disponible en: http://cataleg.upc.edu/record=b1405520~S1*cat [Consulta: 20 mayo 2018].
- [17] Transparencia de gobierno. *Ministerio de salud*. [en línea]: <http://www.transparencia.gob.sv/institutions/minsal/documents/estadisticas> [Consulta: 25 de abril 2018]
- [18] Leal, S.A.B. i México, E.L.C.D.E. *remesas e inclusión financiera El caso de México*. 2017. ISBN 9786077734727. [consulta 5 de mayo de 2018]
- [19] Mor, G.A. *ESCENARIS DE FUTUR DE LES EMISSIONS MUNDIALS EN BASE A L'ANÀLISI DELS FACTORS CONDUCTORS D'AQUESTES* . En 2017, p. 82. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España. [Consulta: 19 de enero de 2018]
- [20]. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. *World Population Prospects* [en línea]: 2015 Revision, *Key findings and Advanced Tables*. New York: United Nations, 2015.. Disponible en: <https://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Probabilistic/Population/> [Consulta: 25 de febrero 2018]
- [21] OCCC. *Guía pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH)* [en línea]. OCCC, 2015. Disponible en: http://canvclimatic.gencat.cat/web/.content/home/campanyes_i_comunicacio/publicacions/publicacions_de_canvi_climatic/Guies_calcul_emissions_GEH/150301_Guia-practica-calcul-emissions_sense-canvis_CA_v2.pdf [Consulta: 16 abril 2018].
- [22] ITEC-BEDEC. *Banc Bedec* [en línea]. Disponible en: <http://itec.cat/noubedec.c/bedec.aspx> [Consulta: 17 abril 2018].

Otras fuentes bibliográficas consultadas:

1. International Energy Agency. *Free Publications*. [en línea] Disponible en: <https://www.iea.org/publications/freepublications/> [Consulta: 29 de enero de 2018].
2. Wikipedia. *Crisis económica de México de 1994*. [en línea]: https://es.wikipedia.org/wiki/Crisis_econ%C3%B3mica_de_M%C3%A9xico_de_1994 [Consulta: 5 de mayo 2018].
3. Wikipedia. *Crisis financiera de 2008*. [en línea]: https://es.wikipedia.org/wiki/Crisis_financiera_de_2008 [Consulta: 5 de mayo 2018].
4. LUISBARRILASC'S BLOG. *Historia de El Salvador siglo xx línea de tiempo*. [en línea]: <https://luisbarillasc.wordpress.com/2017/01/30/historia-de-el-salvador-siglo-xx-linea-de-tiempo/> [Consulta: 12 de enero 2018].
5. Elsalvador.com. *La energía solar en casa gana terreno en El Salvador. ¿Sabes cómo sacarle provecho?* [en línea]: <http://www.elsalvador.com/noticias/negocios/454197/la-energia-solar-en-casa-gana-terreno-en-el-salvador-sabes-como-sacarle-provecho/> [Consulta: 30 de febrero 2018].
6. CNE. *Consejo Nacional de la Energía*. [en línea]: <http://www.cne.gob.sv/> [Consulta: 10 de febrero de 2018]
7. El periódico de la energía. *El Salvador prevé que en 2025 el 58% de la energía sea renovable*. [en línea]: <https://elperiodicodelaenergia.com/el-salvador-preve-que-en-2025-el-58-de-la-energia-sea-renovable/> [Consulta: 29 de marzo de 2018]
8. MARN. *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. [en línea]: <http://www.marn.gob.sv/> [Consulta: 12 de marzo de 2018]

ANEXOS

- ANEXO 1: Contiene una hoja de cálculo EXCEL con todas las gráficas que integran este proyecto, además de la metodología utilizada en cada caso.
- ANEXO 2: Contiene una hoja de cálculo EXCEL con todas las gráficas que integran las proyecciones futuras de todas las variables de los factores conductores obtenidas gracias al método de regresión lineal, además de la metodología utilizada.
- ANEXO 3: Contiene una hoja de cálculo EXCEL con todas las gráficas que integran las proyecciones futuras de todas las variables de los factores conductores obtenidas gracias al método HOLT, además de la metodología utilizada.