

**UN MODO DE VIDA SALUDABLE,  
NUESTRO MEJOR ALIADO PARA COMBATIR  
EL CAMBIO CLIMÁTICO ANTROPOGÉNICO:  
*COMPARACIÓN ENTRE PUERTO RICO  
Y LA REGIÓN ITALIANA DE EMILIA ROMAGNA***

Rosanna Irene Bartolomé Langomás. 501-16-0785  
24 Enero 2024

Mentor: Dr. Gabriel Moreno Viqueira  
Comité: Dr. Clifford Louime, Dr. Luis Santiago,  
Dr. Joseph Vogel, Dr. Norma I. Peña Rivera.

Universidad de Puerto Rico  
Facultad de Ciencias Ambientales | Recinto Río Piedras  
TESIS DOCTORAL

A WELLNESS LIFESTYLE, OUR BEST ALLY TO COMBAT ANTHROPOGENIC  
CLIMATE CHANGE: COMPARISON BETWEEN PUERTO RICO AND THE ITALIAN  
REGION OF EMILIA ROMAGNA.

Accepted by the Faculty of the Doctoral Program in Environmental Sciences of the  
University of Puerto Rico in partial fulfillment of the requirements for the degree  
of

Doctor of Philosophy

---

Dr. Gabriel Moreno Viqueira  
Professor of the Department of Environmental Science (Interdisciplinary Program)  
Thesis Advisor

---

Dr. Norma I. Peña Rivera.  
Acting Director, Graduate School of Planning  
Thesis Committee Member

---

Dr. Clifford Jaylen Louime  
Professor of the Department of Environmental Science  
Thesis Committee Member

---

Dr. Luis E. Santiago  
Professor of the Practice City Planning and Urban Affairs  
Thesis Committee Member

---

Dr. Joseph Henry Vogel  
Professor of the Department of Economics  
Thesis Committee Member

Copyright © 2024 por Rosanna Irene Bartolomé Langomás. Todos los derechos reservados.

## **Dedicatoria**

A ti, mamá, por ser mi energía infinita.



## Agradecimientos

A “Ruli”, mi alma, gracias por ser mi fiel compañero de batallas.  
Va a ser cierto que juntos podemos mover montañas.

A mi familia y amigos, gracias por creer siempre en mí. Vuestra confianza en verme capaz de lograr este reto me ha dado fuerzas en los momentos más difíciles.

A mi mentor Gabriel Moreno, gracias por llevarme de la mano en todos estos años y ayudarme a evolucionar la idea hasta el punto en el que yo misma puedo sentir mucho orgullo del trabajo realizado. Gracias por abrirme la mente hacia nuevos enfoques y caminos, por darme nuevos puntos de vista y sobre todo por moldear mi mente de ingeniero y enseñarme el valor indispensable de un enfoque multidisciplinar.

A mi comité de tesis, Clifford, Norma, Luis y Joseph;  
gracias por la infinita paciencia, flexibilidad y por mantenerse unidos a pesar de todas las incertidumbres vividas (huracanes, terremotos y pandemias)  
y de seguir diferentes caminos profesionales.

A la empresa Rulifes y a todos mis compañeros,  
gracias por hacer posible que pueda cumplir este sueño.

A la empresa Technogym y a su fundador Nerio Alessandri, gracias por reinventar y popularizar el concepto de *Wellness* e inspirarme a unir en esta tesis todas mis experiencias profesionales.

A Juan Martín, experto en sistemas complejos, gracias por ayudarme a aterrizar mis ideas.  
Sin usted mi capítulo preferido no habría sido posible.  
Ha sido un reto que he disfrutado muchísimo y espero poder seguir desarrollando los conocimientos adquiridos en sistemas complejos.

A la ciudad de Bolonia.

A la ciudad de San Juan de Puerto Rico.

A la Universidad de Bolonia.

A la Universidad de Puerto Rico y en especial al Departamento de Ciencias Ambientales.

A los coordinadores Wilma y Omar y a todos los compañeros de la facultad,  
gracias por acogerme como una boricua más y ayudarme en todo el proceso.

## Resumen

Imágenes de canguros y koalas carbonizados por los fuegos en Australia, islas enteras arrasadas por huracanes de categoría cinco en Bahamas y Puerto Rico, olas de más de 15 metros de altura destrozando las construcciones litorales y los paseos marítimos en la región oriental de España por la tormenta Gloria, entre muchas otras se quedan grabadas en nuestras retinas. Junto con esas imágenes, los titulares de las noticias internacionales hablan de Greta Thunberg y de la lucha de las nuevas generaciones. Esas son las “futuras generaciones” a las que se refería la definición de la sostenibilidad del Informe Brundtland, las generaciones que ya no debaten sobre si el cambio climático es una realidad o no porque ya empiezan a sufrir sus consecuencias.

Nos enfrentamos a uno de los mayores retos de la humanidad, y darle solución es de una dificultad extrema ya que exige de un enfoque multidisciplinar y de un cambio de planteamiento de nuestro modo de vida. Los esfuerzos en política internacional no son suficientes y no se prevé que las medidas que se están adoptando actualmente sean capaces de responder a esta emergencia climática.

Encontrar nuevos enfoques o líneas de pensamiento que ayuden a elaborar políticas que combatan el cambio climático son de gran interés para la comunidad científica y para la humanidad en general.

Sabemos que una de las causas que nos ha llevado hasta esta situación no es otra que la avaricia humana, y la supremacía del individualismo. Es ese individualismo, el mismo que ha permitido que el *WELLNESS* sea una nueva tendencia, y uno de los pocos sectores en continuo crecimiento.

*¿Podrá un modo de vida saludable reducir nuestro aporte antropogénico al cambio climático?,  
¿Será este modo de vida un catalizador para encontrar soluciones a nuestro reto global?;*

La presente tesis ha logrado responder a esas preguntas utilizando diferentes metodologías e incorporando el necesario enfoque social para el planteamiento de soluciones para luchar contra el calentamiento global. Mediante la comparación del aporte al cambio climático de dos regiones con diferentes estilos de vida en el planeta, he podido demostrar que la respuesta es positiva y por lo tanto afirmar que: llevar un modo de vida saludable puede ser nuestro mejor aliado para combatir el cambio climático.

## Prefacio

San Juan de Puerto Rico-

Facultad de Ciencias Ambientales, recinto Rio Piedras.

21 de septiembre 2016

Empiezo llena de energía, a escribir el germen de mi tesis, en Puerto Rico, en medio de uno de los apagones más grandes de su historia, con 19 municipios afectados, en un aula sin luz y sin aire acondicionado. Solamente tengo un 20 % de batería en mi computadora portátil y no puedo salir del recinto universitario porque las barreras no funcionan, tampoco los semáforos... son pequeños indicios de caos, que sería evitable si fuéramos enérgicamente /eléctricamente independientes. Hoy más que nunca, me lleno de energía porque tengo y siento la certeza de que solamente a través de las energías renovables habrá progreso sostenible. Escribiré sobre la posibilidad de utilizar la energía humana como otra fuente de energía renovable.

Miami, Florida

Aeropuerto Internacional

26 de septiembre 2017

Ha pasado poco más de un año desde que nació el germen de mi tesis doctoral, y debido a los recientes sucesos siento que el planteamiento original debe ser revisado. Estoy en el aeropuerto de Miami, esperando para poder coger el primer vuelo que me devuelva a mi casa en Puerto Rico. Por motivos de trabajo, he pasado el huracán fuera de la isla. Realmente, aunque no es racional, hubiera preferido estar en mi casa, con mis animales y pudiendo valorar el riesgo en cada momento.

Desde la distancia, he tenido acceso a ver todas las noticias y ver como el ojo del huracán pasaba por el mismo medio arrasando la isla completa a su paso. Las imágenes que he visto no las puedo borrar de mi memoria y solo deseo llegar para empezar con la reconstrucción. No quiero huir, quiero ir a ocuparme de todo lo que en nuestras manos esté. Quiero usar mi experiencia y conocimiento en el campo de la energía solar para ayudar. Todo esto me hace pensar que el punto de vista que tenía el año pasado era totalmente el de mi yo ingeniero, inclinada a pensar que la solución está en la tecnología. El nuevo enfoque que deseo dar es mucho más holístico y nace de la necesidad imperiosa y urgente de combatir el cambio climático. Hoy siento que somos la primera generación en sufrir sus efectos y la última en poder hacer algo. Y sé que se puede, me lo dice esta fuerza interior y esta certeza de que los humanos nos crecemos ante las adversidades. Me acaban de decir que volaremos de regreso mañana, en el primer vuelo comercial que llegara a la isla, lleno de ayuda humanitaria y sobre todo lleno de empatía, solidaridad y de todas las mejores virtudes humanas. Quizás el germen de mi tesis siga siendo el mismo. La energía humana sigue siendo el tema, pero no con el enfoque tecnológico de convertir calorías en vatios, sino con la capacidad de volver a la esencia de la humanidad y a sus mejores virtudes. Quizás esa otra energía si sea capaz de frenar este abismo al que nos dirigimos.

## Tabla de Contenidos

Capítulo 1 Antecedentes e Introducción.....	19
Justificación de la investigación.....	19
Planteamiento del problema y preguntas de investigación.....	29
Objetivo .....	35
Aproximación al objeto de estudio mediante métodos comparativos con diferentes escalas y enfoques.....	36
Capítulo 2 Comparación entre Puerto Rico y la región italiana de Emilia Romagna .....	45
Introducción.....	45
Metodología.....	53
Valoración sobre el uso de IAM's existentes o creación de un modelo propio .....	56
Justificación del uso de la dinámica de sistemas.....	59
Programa de simulación Vensim.....	60
Modelo – PRER-SWAM.....	61
Metodología de los modelos de simulación basados en Dinámica de Sistemas .....	69
Limitaciones de la metodología.....	71
Proceso de Modelización.....	72
Modelo de simulación .....	73
Bloque 1 - Indicadores de vida saludable.....	75
Bloque 2 - Eficiencia Energética y Tecnológica .....	95
Bloque 3 - Dinámica Poblacional.....	114
Bloque 4 - Emisiones de CO <sub>2</sub> .....	118
Datos de entrada y resultados del escenario de control.....	122

	10
Simulaciones.....	124
Resultados de simulaciones .....	124
Impacto en las emisiones de CO <sub>2</sub> de Políticas <i>Wellness</i> .....	160
Conclusiones.....	170
Capítulo 3 La bicicleta como ejemplo de movilidad sostenible y saludable.....	173
Introducción.....	173
Metodología.....	187
Propósito.....	189
Morfología Urbana de Puerto Rico .....	190
Morfología Urbana de Emilia-Romagna .....	194
Morfologías urbanas de las ciudades más grandes de cada Región: San Juan de Puerto Rico y Bolonia.....	197
La movilidad en el Criollo <i>Sprawl</i> de la ciudad de San Juan Vs en la <i>Smart City</i> Bolonia ....	204
Tabla comparativa .....	210
Resultados.....	217
Conclusiones.....	222
Capítulo 4 Resultados y discusión.....	227
Resultados Capítulo 2.....	227
Futuros estudios o líneas de investigación sobre el Capítulo 2 .....	229
Resultados Capítulo 3 .....	232
Futuros estudios o líneas de investigación sobre el Capítulo 3 .....	233
Referencias .....	234
Discusión .....	246

Epílogo .....	251
Anexos .....	258
Fórmulas del Modelo.....	274
Vita .....	281

### Lista de tablas

Tabla 1 Indicadores Relación Científica “Wellness Valley Observatory” .....	41
Tabla 2 Datos básicos de los objetos de estudio.....	43
Tabla 3 Componentes Integrados en el Modelo .....	67
Tabla 4 Variables Clave del Modelo PRER-SWAM .....	68
Tabla 5 Indicadores de vida saludable del modelo PRER-SWAM.....	88
Tabla 6 Indicadores de vida saludable en el Modelo PRER-SWAM para escenarios Wellness Actual y Wellness SI en Emilia Romagna .....	94
Tabla 7 Indicadores de vida saludable en el Modelo PRER-SWAM para escenarios Wellness Actual y Wellness SI en Puerto Rico .....	95
Tabla 8 Variaciones anuales tomadas en Eficiencia Energética y Tecnológica para el modelo PRER-SWAM .....	111
Tabla 9 Porcentaje del PIB por Sectores implicados en el modelo PRER-SWAM para cada región .....	114
Tabla 10 Valores Escenario Base Parámetros Eficiencia Tecnología y Wellness .....	122
Tabla 11 Valores escenario Base Parámetros Población y Emisiones .....	123
Tabla 12 Valores de cada parámetro poblacional para Puerto Rico.....	125
Tabla 13 Valores de cada parámetro poblacional para Emilia Romagna.....	127
Tabla 14 Valores de parámetros poblacionales y de emisiones usados para Puerto Rico.....	131
Tabla 15 Valores de parámetros poblacionales y de emisiones usados para Emilia Romagna...	131
Tabla 16 Cálculo del Peso de cada sector referido al total del PIB de cada región .....	138
Tabla 17 Valores de parámetros poblacionales, de emisiones e indicadores de Eficiencia energética y tecnológica usados para Emilia Romagna .....	140



Tabla 18 Valores de parámetros poblacionales, de emisiones e indicadores de Eficiencia energética y tecnológica usados para Puerto Rico .....	141
Tabla 19 Valores de parámetros poblacionales, de emisiones e indicadores de Eficiencia energética y tecnológica y Wellness usados para Emilia Romagna .....	147
Tabla 20 Valores de parámetros poblacionales, de emisiones e indicadores de Eficiencia energética y tecnológica y Wellness usados para Puerto Rico .....	148
Tabla 21 Valores finales de las simulaciones para la región de Emilia Romagna .....	153
Tabla 22 Valores finales de las simulaciones para Puerto Rico .....	154
Tabla 23 Indicadores de Wellness en porcentaje para ambas regiones e Italia .....	155
Tabla 24 Indicadores de Wellness en valor absoluto con base 50.....	155
Tabla 25 Indicadores de Wellness en relación con el valor óptimo .....	156
Tabla 26 Indicadores de Wellness en base 50 ajustados al valor óptimo.....	156
Tabla 27 Variaciones anuales en 30 años de los Indicadores de Wellness para Emilia Romagna .....	157
Tabla 28 Variaciones anuales en 30 años de los Indicadores de Wellness para Puerto Rico .....	157
Tabla 29 Hoja completa de Cálculos para obtener los valores finales usados en el modelo PRER-SWAM.....	158
Tabla 30 Variaciones anuales utilizadas en el modelo PRER-SWAM para Puerto Rico .....	160
Tabla 31 Variaciones anuales utilizadas en el modelo PRER-SWAM para Emilia Romagna ...	161
Tabla 32 Análisis de sensibilidad en la simulación ER Wellness .....	168
Tabla 33 Análisis de sensibilidad en la simulación PR Wellness .....	169
Tabla 34 Tabla comparativa de las principales ciudades de Cada Región.....	210

### Lista de figuras

Figura 1 Estructura básica del modelo de simulación PRER-SWAM .....	72
Figura 2 Modelo PRER-SWAM .....	74
Figura 3 Estructura Modelo PRER-SWAM .....	75
Figura 4 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por cada Kilogramo de producto alimentario .....	78
Figura 5 Mejora necesaria anual de intensidad energética según diferentes escenarios .....	103
Figura 6 Comprobación Escenario Base .....	123
Figura 7 Evolución de la Población de Puerto Rico en 30 años.....	126
Figura 8 Evolución de la Población de Puerto Rico dividida por franjas poblacionales.....	126
Figura 9 Evolución de la Población de Emilia Romagna en 30 años.....	127
Figura 10 Evolución de la Población de Emilia Romagna en 30 años dividido por franjas poblacionales .....	128
Figura 11 Evolución de la población en 30 años en ambas regiones .....	128
Figura 12 Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas en 30 años en cada región .....	132
Figura 13 Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas en 30 años en Puerto Rico.....	133
Figura 14 Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los Jóvenes en 30 años en Puerto Rico .....	134
Figura 15 Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los Adultos en 30 años en Puerto Rico .....	134
Figura 16 Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los Ancianos en 30 años en Puerto Rico .....	135

Figura 17 Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas en 30 años en Emilia Romagna .....	135
Figura 18 Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los jóvenes en 30 años en Emilia Romagna .....	136
Figura 19 Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los adultos en 30 años en Emilia Romagna .....	137
Figura 20 Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los ancianos en 30 años en Emilia Romagna .....	137
Figura 21 Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en ambas regiones suponiendo avances en Eficiencia Energética y Tecnológica.....	142
Figura 22 Gráfica Comparativa para ver el efecto de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica de las emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en Emilia Romagna .....	143
Figura 23 Gráfica Comparativa para ver el efecto de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica de las emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en Puerto Rico .....	144
Figura 24 Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los jóvenes en 30 años en ambas regiones con mejoras en Eficiencia Energética y Tecnología.....	145
Figura 25 Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los adultos en 30 años en ambas regiones con mejoras en Eficiencia Energética y Tecnología .....	145
Figura 26 Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los ancianos en 30 años en ambas regiones con mejoras en Eficiencia Energética y Tecnología.....	146

Figura 27 Gráfica Comparativa para ver el efecto de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica y del Wellness de las emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en ambas regiones .....	149
Figura 28 Gráfica Comparativa para ver el efecto de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica y añadiendo las del Wellness de las emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en Emilia Romagna .....	150
Figura 29 Gráfica Comparativa para ver el efecto de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica y añadiendo las del Wellness de las emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en Puerto Rico .....	151
Figura 30 Gráfica Comparativa para ver el efecto sobre la dinámica poblacional de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica y añadiendo las del Wellness de las emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en Emilia .....	152
Figura 31 Gráfica Comparativa para ver el efecto sobre la dinámica poblacional de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica y añadiendo las del Wellness de las emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en Puerto Rico .....	154
Figura 32 Comparación de emisiones anuales utilizando parámetros Wellness de Emilia Romagna en Puerto Rico .....	161
Figura 33 Simulaciones con rangos de variación de los indicadores de vida saludable .....	162
Figura 34 Simulación dinámica mejorando 1 punto la eficiencia en el sector de la energía.....	164
Figura 35 Simulación dinámica mejorando en 2 puntos la eficiencia en el sector del transporte .....	164
Figura 36 Simulación dinámica llevando a 2.1 el valor de la variación en el consumo de la alimentación .....	166

Figura 37 Simulación dinámica llevando a 1.6 el valor de la variación en el consumo del transporte .....	166
Figura 38 Porcentaje de personas con obesidad y sobrepeso en Puerto Rico .....	177
Figura 39 Mapa de Meddin actualizado a Diciembre 2022 donde aparece Puerto Rico.....	187
Figura 40 Mapa de la ciudad de San Juan de Puerto Rico de 1678.....	204
Figura 41 Mapa de la ciudad de Bolonia de 1663 .....	206

### Lista de anexos

Anexo A. Búsqueda Realizada en Google Académico con palabras clave "cambio climático" (Feb 2022).....	258
Anexo B. Pirámide de Abraham Maslow “A Theory of Human Motivation” .....	259
Anexo C. Pirámide del Wellness- The Pyramid of Wellness Lyfestyle- Wellness Foundation ..	260
Anexo D. La doble pirámide de la alimentación y ambiental .....	261
Anexo E. Consultas a Chat GPT durante el proceso de investigación .....	262
Anexo F .....	267
Anexo G. Mapa actual de la ciudad de Bolonia y Mapa actual de la ciudad de San Juan .....	268
Anexo H.....	270
Anexo I .....	271
Anexo J.....	272
Anexo K.....	273

## Capítulo 1

### Antecedentes e Introducción

#### Justificación de la investigación

#### Consenso científico

El cambio climático causado principalmente por las actividades de los seres humanos, conocido como “calentamiento global antropogénico”, es un tema de total actualidad. Diferentes artículos avalan que más del 95% de los científicos expertos en este campo considera que hay pruebas suficientes para sostener su existencia.

Desde su creación en el 1988 en el seno del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (conocido por sus siglas en inglés y en adelante IPCC), es el principal órgano internacional para la evaluación de este fenómeno y en sus estudios es palpable dicho consenso.

En su informe más reciente (a la fecha de la escritura de estas líneas), *IPCC Special Report on Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC)*, publicado en septiembre del 2019 , más de un centenar de científicos nos advierten sobre la necesidad inminente de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para limitar la magnitud de los cambios en océanos y mantos de hielo, que prevén un futuro de poblaciones de montaña sepultadas, islas y costas sumergidas y océanos inhabitables para gran número de especies.

Además de las afirmaciones que podemos encontrar en los reportes del IPCC, los más variados informes publicados en revistas científicas especializadas también cifran en

porcentajes próximos al 95% el consenso de los expertos sobre la existencia de un cambio climático debido a causas antropogénicas.

Podemos resaltar un exhaustivo estudio que analiza 11.944 artículos científicos redactados entre 1991 y 2011 , el cual indica que, entre los documentos que expresan una posición sobre el cambio climático debido a causas antropogénicas, un porcentaje abrumador (97.2% basado en autoevaluaciones, 97.1% basado en calificaciones abstractas) respalda el consenso científico (Cook et al., 2014). Desde entonces ese consenso no ha erosionado, al contrario, de nuevo en el 2021, varios expertos mostraron que existe un consenso en torno a este tema a partir del estudio de una muestra de 80.000 estudios sobre el clima. En análisis arrojó que hay un consenso superior al 99% sobre el cambio climático causado por el ser humano en la literatura científica revisada por pares (Lynas et al., 2021).

### **Salvar el planeta es una preocupación mundial**

El número de artículos publicados referentes al cambio climático se incrementa de año en año ya que el cambio climático es uno de los temas de mayor interés para la comunidad científica. Un simple ejercicio de búsqueda en un buscador web académico, limitando por año nos arroja una gráfica con tendencia exponencial.

Mediante la creación de un gráfico de elaboración propia (ver Anexo A) podemos observar que los primeros años existe un número de estudios concreto que crece de manera evidente desde el año 1987, año del informe Brundtland, donde se comienza a conversar seriamente sobre la sostenibilidad a nivel mundial. En los últimos años se observa que el número de artículos es muy aproximado y se intuye que la capacidad de generación de artículos sobre este tema está superando a la capacidad de análisis y clasificación de estos.



Este simple ejercicio tiene muchos matices, pero nos da una visión general que indica que el interés sobre el cambio climático es palpable.

De manera más objetiva y profesional desde el año 2017 en adelante se está documentando un período que incluye el reciente aumento del activismo y la desobediencia civil asociada con el cambio climático. Durante el año 2019 hemos llegado al punto más elevado hasta el momento, tras el " Informe especial sobre el calentamiento global de 1.5 °C " del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), donde se presentó el ambicioso objetivo de necesitar alcanzar cero emisiones netas para 2050 para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París (IPCC, 2018). Este informe llevó a algunos gobiernos y jurisdicciones a declarar una emergencia climática (Declaración de emergencia climática, 2019) y provocó el surgimiento de movimientos de activismo y desobediencia civil como la huelga escolar por el clima y la rebelión de la extinción. El alcance de estas acciones civiles se extiende más allá de aquellos directamente involucrados, lo que potencialmente aumenta la conciencia pública más amplia sobre el cambio climático (Thackeray et al., 2020).

En un estudio mucho más detallado se examinan las tendencias en los indicadores de esta mayor conciencia pública y compromiso y se comparan con los principales movimientos mundiales de desobediencia civil centrados en el clima, la publicación de informes climáticos sustantivos y reuniones gubernamentales mundiales sobre el cambio climático. Mostrando que estos movimientos globales pueden estar aumentando la conciencia pública y estimulando el compromiso público con los problemas del cambio climático.

Por otro lado, otro gran indicador de que el tema “está de moda” es que el sector empresarial se hace eco de todas estas tendencias y por ello podemos encontrar que una de las principales herramientas de mercadeo actual es orientar a las empresas a dar una imagen sostenible hacia el consumidor. Ofrecer soluciones a un consumidor preocupado por el medio ambiente empieza a ser algo común en las campañas de marketing y se ha creado una nueva tendencia en esta disciplina conocida como marketing ecológico o eco-marketing.

Empresas de ropa y calzados ven la moda sostenible como una nueva tendencia (Sánchez, 2019).

En las bases del modelo de negocio de la moda sostenible figuran como criterios fundamentales: la conservación de los recursos naturales, el bajo impacto ecológico de los materiales empleados - que deben ser susceptibles de unirse posteriormente a la cadena de reciclaje -, la reducción de la huella de carbono y el respeto por las condiciones económicas y laborales de los trabajadores que han participado desde la materia prima hasta el punto de venta. (Sostenibilidad para Todos, s.f., párr. 2)

Al igual que en el mundo de la moda muchos otros sectores siguen esta tendencia que al fin y al cabo busca satisfacer la demanda de un nuevo consumidor: aquel al que le preocupa el futuro del planeta.

### **Nuevas estrategias**

A medida que la humanidad va teniendo conciencia sobre el problema, va creciendo su interés por el tema y por lo tanto se vuelve cada vez más conocedora y analítica.

Al igual que existe un consenso sobre la posición científica que afirma que existe un cambio climático que obedece a causas antropogénicas, también existe consenso en el afirmar que existe un cambio climático inherente a los ciclos de la tierra. Ambos interactúan entre sí y dependen de variables que están fuera de nuestro control y conocimiento actual por lo que predecir con exactitud lo que sucederá en el futuro es prácticamente imposible.

Este problema nos afecta a nivel mundial y poner en acuerdo a todos los países para lograr un objetivo común es algo que no se ha podido lograr aun a pesar de los múltiples esfuerzos, iniciativas, cumbres e instituciones que trabajan para ello.

Ni tan siquiera el objetivo es claro. Por un lado, se habla de enfocar esfuerzos y recursos económicos en la “adaptación” al cambio climático (postura preferida por los negacionistas en proceso de convencimiento), y por otro lado se habla de “mitigación”, es decir, buscar las causas y erradicarlas o manejarlas en caso de no poder hacerlo.

En este eterno debate se quedan paralizadas muchísimas iniciativas.

Como ejemplo, los países ya industrializados apuestan por permitir solo que se produzca electricidad con fuentes renovables y eliminar las fuentes fósiles, pero países que aún están en desarrollo abogan por su derecho a desarrollo utilizando las mismas fuentes económicas que permitieron el desarrollo de los anteriores (McBain et al., 2017).

En el último encuentro global (a la fecha de la escritura del presente párrafo) acontecido en Madrid, en diciembre del 2019 durante la COP 25, las posiciones climáticas de los países siguen encontradas tanto por los aspectos relativos a los mercados de carbono, como por la fecha de comunicación e implantación de los compromisos nacionales de reducción, pero también por cuestiones como género, derechos entre otros. La cumbre se prolongó mucho más de lo esperado y aun así no se lograron firmar y aprobar todos los acuerdos que se esperaban.

Y esto solo representa a una parte de los países del mundo intentando ponerse de acuerdo, el problema será aún más complejo cuando este acuerdo deba alcanzarse también con el resto de los países con posturas aún negacionistas como las que se encuentran en una amplia población de Estados Unidos, Australia, Argentina, Brasil y muchos miembros del OPEP.

Encontrar una nueva estrategia que pueda aunar criterios y diferentes posturas podría dar a la humanidad una nueva vía para buscar el entendimiento. Algo que nos une por encima de las fronteras es nuestra condición de seres humanos y aunque matizado por nuestras múltiples y diferentes culturas, el bienestar individual está siendo nuestro primer objetivo, y nuestro ego suele poner este objetivo por encima del bienestar del planeta y el de las generaciones futuras.

Encontrar una correlación entre un modo de vida saludable y cómo éste modifica nuestra contribución antropogénica al cambio climático es interesante para la comunidad científica.

## La revolución del *Wellness*

En las últimas décadas, paralelamente a la “revolución verde”, hemos vivido la “revolución del *Wellness*”.

Para fines de la presente tesis, *Wellness* es vivir bien al combinar la salud mental y física: un estilo de vida equilibrado que tiene sus raíces en la cultura romana antigua.

Aunque el origen tiene raíces históricas y culturales que se remontan a diversas tradiciones y prácticas a lo largo del tiempo, el término "*Wellness*" se popularizó en la segunda mitad del siglo XX, propiciado por las transformaciones en las condiciones sociales que favorecieron la expansión de la filosofía del bienestar y de la salud integral.

*Wellness*, por su lado, es un concepto moderno con raíces antiguas. El uso de la palabra en el idioma inglés, entendida como «estado de bienestar y buena salud» o lo contrario de *illness* (enfermedad), data de la década de 1650, aunque como movimiento comenzó en la década de 1950 gracias al médico y bioestadístico estadounidense Halbert L. Dunn. (Ossorno, 2023, párr. 4)

Para Dunn, estar sano significaba mucho más que evitar la enfermedad. Para él, la salud era «una condición de cambio en la que el individuo avanza, ascendiendo hacia un potencial más alto de funcionamiento». Sus ideas, desarrolladas primero en una serie de 29 charlas ofrecidas a finales de los años 50, y posteriormente reunidas en el libro *High Level Wellness*, publicado en 1961, estaban alineadas con la definición que se adoptó durante el Preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1946, la cual afirma que salud es «un

estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades». (Ossorno, 2023, párr. 5)

Hoy en día, el *Wellness* abarca una amplia gama de prácticas y enfoques, desde el *fitness* y la nutrición hasta la meditación, el *mindfulness* y la gestión del estrés. Es un concepto que refleja la comprensión de que la salud no es simplemente la ausencia de enfermedad, sino un estado de bienestar integral.

Existen múltiples definiciones en la actualidad para definir un concepto que puede llegar a ser muy ambiguo como lo es definir un estado de bienestar integral. Es importante recordar que en el *wellness* no se centra solamente en el objetivo final de conseguir la salud física o la longevidad si no que estos son los efectos de ésta forma de entender la vida. También es recomendable que no se confunda como una forma más de consumo conspicuo -algo así como la adquisición de productos o servicios para lucir un estatus elevado-, ya que nos arriesgamos a los efectos contraproducentes ,como lo definió el economista Veblen (1899) en su libro *The Theory of the Leisure Class: An Economic Study of Institution*.

Otro punto es, que venimos de tiempos en los que no se ha priorizado el propio bienestar, no ha habido cabida para la dedicación personal y no se conocía la importancia de cuidar al cuidador. La cultura individualista reivindica esta necesidad de respeto personal, de tenernos en cuenta, de autoestima, del sentido positivo del placer. La responsabilidad de esta fiebre individualista podría residir en el famoso efecto péndulo que cualquier sociedad experimenta y acabar pasándonos de frenada creando efectos negativos (Forriol, 2023).

Para diferenciarnos de esas ideas, se comienza seleccionando la definición que mejor representa el concepto del *Wellness* como estilo de vida, y que se acepta como correcta en esta investigación.

El *Wellness* es un estilo de vida orientado al bienestar total del individuo. Los elementos básicos son el ejercicio físico regular, una dieta equilibrada y una perspectiva mental positiva, lo que nos permite vivir en armonía con nosotros mismos y con los demás (Alessandri, 2002).

Por lo tanto, significa actividad física, hábitos alimenticios saludables y positivas relaciones con los demás. La mejor forma de entender sus tres pilares o dimensiones es a través de la pirámide del *Wellness*.

Los antecedentes de una propuesta pirámide de *Wellness* se encuentran en otra muy famosa: la de Maslow. (ver Anexo B)

Maslow (2013) propuso en el año 1943 en su obra “A Theory of Human Motivation” una teoría en la que expresó una jerarquía de necesidades humanas que ilustró a través de su conocida “pirámide de necesidades”.

Entendiendo éstas necesidades vemos que aunque sólo el primer nivel es necesario para la supervivencia física, los demás son necesarios para el bienestar y el mantenimiento del bienestar emocional (Maslow, 2013).

El estilo de vida de bienestar se materializa en la sinergia entre tres elementos complementarios que determinan nuestro nivel de energía: el enfoque mental, en la base de la pirámide, la alimentación y el movimiento en los catetos. Cuidar las relaciones

socioafectivas, cultivar pasiones y pasatiempos constructivos, ser positivos y motivados al enfrentar los desafíos diarios es el requisito necesario para vivir de manera saludable.

Para mantener un metabolismo basal adecuado que garantice el recambio celular necesario para la salud del organismo, es necesario mantenerse bien hidratados, consumir al menos cuatro porciones de frutas y verduras todos los días, y contrarrestar el consumo de proteínas animales y vegetales con el de carbohidratos. Según nuestro nivel de actividad, también es necesario readaptar la ingesta calórica total, la cantidad y la calidad de los nutrientes ingeridos.

La inactividad física, que caracteriza a las personas sedentarias, es enemiga declarada de la salud. Es necesario moverse. Mantener actividad física moderada es un hábito saludable que se debe incluir en la agenda, para poder disfrutar sin remordimientos de los alimentos. Si se realiza un ejercicio estructurado, es decir, si se practica regularmente actividad física o algún deporte más exigente, como *cross-fit* o *combat*, es necesario complementar la dieta con la cantidad adecuada de proteínas animales y vegetales, incluidos los lácteos.

La pirámide del *wellness* (ver Anexo C) es un esquema simple y efectivo para repasar los principios básicos de una alimentación saludable, también en relación con la práctica deportiva, desde la actividad física ligera hasta el ejercicio estructurado. Para mantener el cuerpo en buen estado sin decaer el espíritu, es necesario encontrar el equilibrio adecuado entre la vida que llevamos y el combustible que consumimos (Alessandri, 2002).



## **Planteamiento del problema y preguntas de investigación**

Por primera vez en la historia de la humanidad, la mayoría de la población reconoce que el cambio climático debido a causas antropogénicas es real y aumenta la preocupación por sus consecuencias (Poushter y Huang, 2019). Así mismo las percepciones de riesgo de sufrimiento directo por los efectos comienzan a ser palpables y aquellas generaciones futuras de las que por primera vez se hablaba en el informe Brundtland comienzan a ser generaciones presentes. Los discursos emotivos de los activistas más jóvenes como Greta Thunberg, Vanessa Nakate, Dominika Lasota, and Mitzi Tan, nos hacen sentir que el miedo a las consecuencias empieza a existir.

La gravedad de la situación lleva al nuevo concepto generado por estos jóvenes activistas llamado “emergencia climática”. A esta emergencia llegamos debido a los datos arrojados en los últimos informes del IPCC. Dieciocho de los últimos diecinueve años han sido los más calientes registrados en todo el mundo. En los medios de comunicación encontramos cada vez con más frecuencia eventos climáticos extremos. Los huracanes, ciclones, tormentas, sequías, inundaciones, fuegos, tornados, son cada vez más frecuentes y de mayor intensidad.

En la actualidad existen innumerables instituciones, organizaciones no gubernamentales, y organizaciones civiles cuya misión es la lucha contra el cambio climático. Rara vez una causa ha encontrado tantos adeptos de diferentes orígenes a nivel global.

Queda claro que la era industrial ha afectado profundamente en el clima de nuestro planeta y también que el desarrollo económico actual está basado en el consumo de los

recursos. Uno de los principales impactos es el origen humano de los conocidos como gases de efecto invernadero proveniente de diferentes actividades: industria, tratamiento de residuos, producción de energía, ocupación de suelo, transporte y construcción (Janssens-Maenhout et al., 2017). El vínculo entre la energía y el cambio climático es muy fuerte. Es el altísimo consumo de energías fósiles lo que ha provocado el calentamiento del clima que ya sufrimos y que seguiremos experimentando en las próximas décadas.

Desde el inicio de la era industrial, el consumo de energía proveniente de los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural), ha ido en aumento. La sociedad, tal y como la conocemos hasta ahora, está basada en estas fuentes de energía y en ellas hemos basado nuestra economía. Pero la quema de los combustibles fósiles es la principal responsable de la producción de los gases de efecto invernadero, causantes del calentamiento global.

En esta era industrial se considera al *Homo Sapiens* como la cima de la evolución y que como especie competitiva tiende a procurarse el mayor beneficio. Esta visión utilitarista de los recursos del planeta son visiones antropocéntricas que ponen al ser humano en el centro de todo. Junto con esta visión dominante en los últimos 400 años donde el humano ve a la Tierra como algo material, exterior y a servicio de sus necesidades, existe otra visión ancestral y presente en las antiguas civilizaciones donde la Tierra es un ente vivo que produce todas las formas de vida, incluida la forma humana (Boff, 2009).

Desde los años 70, la demanda anual de la humanidad sobre el mundo natural ha superado lo que la Tierra puede renovar en un año. Esta “translimitación ecológica” ha seguido creciendo con los años, alcanzando un déficit del 50 por ciento en 2008. Esto

significa que la Tierra tarda 1,5 años en regenerar los recursos renovables que utiliza la gente y en absorber el CO<sub>2</sub> que producen ese mismo año (World Wildlife Fund, 2012).

Desde entonces los números de consumo de los recursos solo han ido en aumento haciendo que cada vez la Tierra como un todo sea menos sostenible. Consultando la misma fuente World Wildlife Fund (2022), en su último reporte indica que esa cifra ha empeorado. El valor de la huella ecológica en 2022 registra que la humanidad está sobreexplotando nuestro planeta al menos al 75 %, equivalente a vivir en 1,75 planetas Tierra.

A fecha actual según las Naciones Unidas existen más de 8.000 millones de habitantes consumiendo los recursos de casi dos planetas y las proyecciones para el año 2050 es que seremos 9.700 millones de habitantes (United Nations, 2023), y no tenemos más de un planeta.

La sostenibilidad del planeta está amenazada por la falta de estrategias a largo plazo, y generalmente las tendencias políticas actuales sólo adoptan soluciones que pueden medirse y probarse a corto plazo. Hoy en día, la mayoría de las acciones o políticas con el objetivo de revertir o adaptarse al cambio climático sólo se ejecutan si resuelven un asunto urgente que ya está afectando a la sociedad actual. No estamos planificando con suficiente anticipación y estamos realizando acciones correctivas en lugar de preventivas.

La mayoría de los esfuerzos para atender el problema de la sostenibilidad (políticas y desarrollos internacionales) se concentran en el desarrollo de nuevas tecnologías y en la sustitución de las fuentes de energía no renovable por fuentes de energía renovable. Pero el hecho es que el comportamiento de consumo tiene un impacto importante (Wells et al., 2010), y no se está teniendo en cuenta lo suficiente o dándole la prioridad necesaria.

El comportamiento humano juega un papel clave en la sostenibilidad ambiental, los patrones de consumo de cada individuo impactan directamente sobre las necesidades energéticas. Además, la población mundial en términos generales está aumentando a tasas exponenciales (McBain et al., 2017), y este comportamiento pronto se convertirá en un factor muy determinante en cuestiones relacionadas con la energía y en el cambio climático debido a causas antropogénicas si se mantiene la tendencia de crecimiento.

Este comportamiento también está cambiando a uno más independiente y egoísta, donde los derechos de las generaciones futuras no son importantes (Doolittle y Sapienza, 1980). La mayoría de sociedades actuales son sociedades de consumo, y en ellas los individuos necesitan una recompensa instantánea (Arteaga, 2019), en lugar de una promesa de sostenibilidad futura. La población mundial que reconoce el cambio climático, la que debido a su conocimiento podría reconocer y comprender el riesgo, es la misma que vive en los países desarrollados, principalmente en sociedades capitalistas que se están volviendo egoístas día tras día y que necesita recompensas instantáneas en todos los esfuerzos que realizan.

El IPCC estipula en su tercera evaluación que para combatir el cambio climático hacen falta dos tipos de medidas: de mitigación, para reducir las emisiones de efecto invernadero, y de adaptación, para preparar a los países en desarrollo para afrontar los impactos adversos provocados por el cambio climático (IPCC, 2001).

En los últimos reportes del IPCC del año 2022, dentro de la sexta evaluación se da cada vez más énfasis a la adaptación detallando también qué enfoques de adaptación climática son más efectivos y factibles, así como qué grupos de personas y ecosistemas son

los más vulnerables. En él , el Secretario General de la ONU, Antonio Guterres, calificó el informe como “un atlas del sufrimiento humano y una acusación al liderazgo climático fallido” (IPCC, 2022, p. 1).

Persiste una brecha entre los niveles de adaptación actuales y los necesarios, impulsada en gran parte por el apoyo financiero limitado. El IPCC estima que, para 2030 y 2050, las necesidades de adaptación alcanzarán entre 127 mil millones y 295 mil millones de dólares por año, respectivamente, sólo para los países en desarrollo. Por el momento, la adaptación representa sólo entre el 4% y el 8% del financiamiento climático rastreado, que totalizó 579 mil millones de dólares en 2017-2018.

En el informe del IPCC de 2022, se observa como enfoques sociales están apareciendo y cobrando más importancia y se abren nuevos caminos al analizar la viabilidad, la eficacia y el potencial de varias medidas de adaptación climática para generar beneficios colaterales, tales como mejores resultados de salud o reducción de la pobreza. En concreto se encuentran tres enfoques de adaptación al cambio climático evaluados incluyen:

- Programas sociales que mejoran la equidad y la justicia: la reconfiguración de los programas de protección social (como transferencias de efectivo, programas de obras públicas y redes de seguridad social) para incluir la adaptación puede reducir la vulnerabilidad de las comunidades urbanas y rurales a una amplia gama de riesgos climáticos.
- Adaptación basada en ecosistemas: este enfoque abarca una amplia gama de estrategias, desde la protección, restauración y gestión sostenible de los ecosistemas

hasta prácticas agrícolas más sostenibles, como la integración de árboles en las granjas, el aumento de la diversidad de cultivos y la plantación de árboles en los pastos.

- Nuevas tecnologías e infraestructura: la evidencia emergente sugiere que combinar soluciones basadas en la naturaleza con opciones de ingeniería, como canales de control de inundaciones, puede ayudar a reducir los riesgos costeros y relacionados con el agua, particularmente en las ciudades (Levin et al., 2022).

Podemos ver como los esfuerzos de mitigación y adaptación relacionados con el cambio climático están siendo más exitosos en el planteamiento que en su implementación y cómo las directrices del IPCC están empezando a evolucionar hacia la propuesta de soluciones que resuelvan de manera colateral otros problemas sociales.

Incluir el enfoque social al enfoque tecnológico es necesario para resolver la crisis energética y de salud y para motivar a los usuarios e incentivar una actitud responsable hacia el medio ambiente.

Entre las preguntas de investigación, no formulamos de nuevo saber si el cambio climático corresponde a causas antropogénicas, ya que ya existe muchísima documentación al respecto. Las preguntas de investigación están orientadas a conocer si un modo de vida saludable tiene algún impacto en el cambio climático antropogénico y si lo hace saber si es en mayor o menor medida que cualquier otro estilo de vida.

También se trata de cuantificar esta diferencia entre estilos de vida para saber si realmente podemos considerar que el impacto es positivo en cuanto a la reducción de nuestro aporte como humanidad al cambio climático.

Para responder a las preguntas, se utilizan métodos comparativos de dos regiones en el planeta con modos de vida claramente diferenciados. Se toma como ejemplo de región con modo de vida saludable, la región de Emilia Romagna en Italia y como ejemplo de modo de vida con tendencia al sedentarismo a la Isla de Puerto Rico.

### **Objetivo**

El objetivo de esta investigación es demostrar la relación entre la forma de vida de los humanos y el cambio climático, y analizar cómo los patrones de un estilo de vida saludable pueden ayudar a reducir estas causas y al mismo tiempo proporcionar impactos positivos para la salud de los seres humanos.

El conocimiento tecnológico del mundo actual está en un nivel de evolución mucho más alto que el conocimiento ético y sociológico. Ante los grandes avances logrados en los últimos siglos, el descomunal aumento del conocimiento científico y tecnológico y de su acervo bibliográfico, y la velocidad y alcance logrados en la difusión de tales avances, aquellos cambios en la relevancia de los aspectos éticos pasaron casi desapercibidos para muchos (Laufer, 2006). Esa es una de las razones (junto con muchos otros factores de intereses políticos y económicos) por las que la mayoría de los enfoques actuales para controlar y mitigar los efectos del cambio climático en el planeta tienen un enfoque tecnológico y en una minoría se incluye un enfoque social. También debe tenerse en cuenta que las sociedades actuales y las personas que las conforman necesitan recompensas tangibles e instantáneas en lugar de la promesa de lograr la sostenibilidad en las sociedades futuras. La implementación de una forma de vida saludable obtiene esa recompensa

instantánea (salud) en quienes la practican y, como efecto complementario, es interesante investigar si además contribuye a la sostenibilidad del planeta.

En otras palabras, el objetivo de la presente tesis es demostrar cómo un estilo de vida de bienestar puede contribuir a la lucha contra el cambio climático antropogénico y vincular los dos conceptos,” *WELLNESS*” y “cambio climático”, para iniciar una nueva línea de pensamiento e investigación que se pueda adoptar en futuras políticas públicas.

Para ello, se realizará una comparación entre dos regiones en nuestro planeta totalmente opuestas. Una de ellas es Puerto Rico, con una matriz energética totalmente dependiente de los recursos fósiles y donde el sedentarismo y el modo de vida está muy alejado de prácticas saludables y donde el cambio climático representa una fuerte amenaza (Jacobs et al., 2013), y por otro lado la región de Emilia Romagna en Italia, cuna del *Wellness* y pionera en implementación de políticas de salud y sostenibilidad (The Wellness Valley Foundation, 2019).

### **Aproximación al objeto de estudio mediante métodos comparativos con diferentes escalas y enfoques**

Para demostrar la idea de la tesis es necesario encontrar dos regiones en el planeta donde existan modos de vida muy diferenciados en lo referente al *Wellness* y sobre todo donde tenga acceso a conseguir todos los datos que después se compararán.

La primera área de estudio será Puerto Rico, isla del Caribe con una cultura y nivel de desarrollo único en su región. La vitalidad de Puerto Rico se deriva de más de 500 años de rica historia y la posterior combinación de diferentes culturas, una fusión que se extiende a casi todos los aspectos de la identidad de la isla. De la unión de las tradiciones taína,



africana y española surgió la puertorriqueña, una nueva identidad compuesta por rasgos de los tres grupos, pero influenciada por la cultura norte-americana en lo referente al consumo insostenible y a un desarrollo urbanístico desparramado, con una matriz energética totalmente dependiente de las fuentes fósiles (a la fecha del año 2022 , solamente cuenta con un 5% de energías renovables) (ICEX, 2022), y un modo de vida mayormente sedentario, donde la tasa de personas con sobrepeso y obesidad está en aumento y se sitúa en un alarmante 72.4% (National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 2021) .

Y la segunda será la región de Emilia Romagna, región conocida como el *Wellness Valley*. En esta región se crea en el año 2003 la “*Wellness Foundation*” por Nerio Alessandri, uno de los empresarios más importantes de Italia y del sector del *Wellness* a nivel mundial y desde entonces, la Romagna se ha convertido en el primer distrito internacional de conocimiento en Bienestar y calidad de vida. Anualmente la fundación emite un reporte sobre los datos que empezaron a medir en los últimos años y en su tercera edición del Informe *Wellness Valley* se confirma sin duda alguna que el bienestar es ahora una parte integral de la cultura de vida y economía de Romagna y todo su territorio se beneficia de ello, tanto a nivel individual como colectivo. Las personas que viven en Romagna son las más activas en Italia, el consumo de frutas y verduras de acuerdo con las pautas de la Organización Mundial de la Salud está más extendido que en cualquier otro territorio. También en esta región triunfa la dieta mediterránea (ver Anexo D), dieta que ha demostrado ser una de las más sostenibles (Serra-Majem y Ortiz-Andrellucchi, 2018).

La economía del bienestar tiene su laboratorio de éxito en Romagna: el número de personas empleadas en sectores relacionado con la calidad de vida ha aumentado (de 9,000 a más de 12,000 en tres años). La Universidad de Bolonia ha convertido Romagna en un campus múltiple para estudios e investigación especializado en estilo de vida a 360 grados. (The Wellness Valley Foundation, 2019).

Otra de las causas por las cuales se elige esta región es porque cuentan con “El Observatorio para el estudio y análisis de *Wellness Valley*”. Un organismo independiente con el propósito de medir y contar, a través de números, los efectos que genera el proyecto en Romagna. A través del trabajo del Observatorio se sistematizan y hacen explícitos los efectos tangibles para quienes viven en el territorio todos los días, en términos de mayores oportunidades para la salud y el desarrollo turístico y económico. El Observatorio se estableció el 14 de septiembre de 2018 por el Gobierno de la Región de Emilia-Romaña (Determinazione n. 14724) y se compone de profesionales con diferentes competencias que se complementan entre sí: economía de la salud, epidemiología, economía para el turismo y eventos, estadísticas, sociología, gestión deportiva y desarrollo tecnológico.

Desde su creación , este observatorio ha generado datos y relaciones científicas que la institución The Wellness Foundation ha utilizado para la elaboración de cuatro reportes, siendo el más reciente el de Enero del 2023 , donde se monitorean indicadores de vida saludable y demostrando que los datos de esta región Italiana son mejores que los datos de la media Italiana en lo que a bienestar se refiere (The Wellness Valley Foundation, 2023).

La región Italiana conocida como “*Wellness valley*” es el primer Distrito internacional de conocimiento en Bienestar y Calidad de Vida y el primer ejemplo de

Comunidad Bienestar en el mundo. El proyecto involucra a toda la región de Romagna y fue lanzado públicamente en 2002 por Nerio Alessandri, presidente y fundador de Technogym. *Wellness Valley* es un modelo de innovación social que se centra en las personas y su salud y promueve el bienestar para todos en todas las edades mediante la creación de un entorno que apoya y fomenta opciones de estilo de vida saludable.

El bienestar es una oportunidad social para todos: primero para las personas, para las empresas, para las instituciones, para el territorio, para toda la comunidad. El proyecto *Wellness Valley* aprovecha el capital humano, económico y social de Romagna y conecta las excelencias para producir proyectos e iniciativas innovadores que llevan el bienestar a la vida de miles de personas, con beneficios tanto a nivel individual como colectivo.

El *Wellness Valley* cubre toda el área de Romagna, incluidos 1,2 millones de habitantes y 75 municipios. Desde 2003 la fundación llamada “*Wellness Foundation*” lidera y coordina esta iniciativa en la que participan más de 250 agentes públicos y privados, entre instituciones, administraciones municipales, colegios, empresas, médicos, centros de investigación, autoridades sanitarias, universidad, asociaciones deportivas y culturales, gimnasios, balnearios y hoteles. A lo largo de los años se han desarrollado en el Valle del Bienestar más de 70 buenas prácticas que hacen de este territorio un verdadero laboratorio viviente y demuestran cómo es posible crear un “Ecosistema del Bienestar”: desde los programas educativos contra la obesidad infantil hasta la actividad física gratuita en la vía pública, parques para el envejecimiento activo, desde la prescripción de ejercicio físico para la prevención de enfermedades crónicas pasando por la promoción de eventos de estilo de vida hasta paquetes de vacaciones activas que combinan movimiento, eno-gastronomía,

naturaleza, arte y cultura. Hoy en día, el Valle del Bienestar se considera un referente internacional para la realización de sistemas de salud integrados eficaces, inclusivos y sostenibles. Un lugar donde se confronta la aspiración al bienestar con la capacidad real de ofrecer experiencias y oportunidades innovadoras para mejorar la calidad de vida y la sostenibilidad social, económica y ambiental, con efectos positivos en toda la comunidad.

El Informe publicado por el observatorio del *Wellness valley* evidencia los efectos que el proyecto está generando en Romagna en beneficio de toda la comunidad en términos de mayores oportunidades para la salud y el desarrollo sostenible y para la promoción del territorio.

La actividad científica del Observatorio consiste en seleccionar y actualizar periódicamente indicadores de bienestar, con el fin de tener una imagen sintética y exhaustiva del bienestar individual y colectivo en la región de Emilia-Romaña.

Parte de la actividad inicial del observatorio fue definir y medir el concepto del *Wellness*, seleccionar los indicadores y recopilación de datos y procesamiento de dichos indicadores.

a) El Bienestar como Salud, entendido en el sentido más clásico del término, representa el aspecto más intuitivo de medir y constituye la condición indispensable para el bienestar. Esta área incluye:

- Salud objetiva: las dimensiones personales del bienestar físico/psicológico, los aspectos fisiológicos de la salud de cada individuo y la presencia/ausencia de enfermedad,

- Salud subjetiva: la dimensión de la experiencia personal a través de la autoaceptación, las relaciones con los demás y el crecimiento personal, medida a través de escalas de satisfacción subjetiva.

b) Bienestar como Desarrollo toma en consideración dimensiones exógenas y ambientales, las cuales son heterogéneas, pero estrechamente interconectadas:

- La economía, el trabajo, el turismo, la educación, el medio ambiente.

Los indicadores seleccionados se analizaron con regresiones multivariadas, donde la disponibilidad de datos lo permitió, para comprender el papel de las características sociodemográficas (género, edad, educación) en el bienestar percibido.

Los indicadores iniciales recogidos en la relación científica son los siguientes:

**Tabla 1**

*Indicadores Relación Científica “Wellness Valley Observatory”*

	Indicador	Definición
<i>Wellness</i> objetivo	Esperanza de vida al nacer	Número promedio de años que un niño nacido en un año determinado puede esperar vivir
	Esperanza de vida sin restricciones a los 65 años - DALY	El número promedio de años que una persona de 65 años puede esperar vivir sin experimentar limitaciones en sus actividades debido a problemas de salud.
	Índice de estado físico	Resumen de las puntuaciones obtenidas por cada individuo de 14 años o más respondiendo a las 12 preguntas del cuestionario SF12 (Short Form Health Survey)
	Índice de estado psicológico	Resumen de las puntuaciones obtenidas por cada individuo de 14 años o más respondiendo a las 12 preguntas del cuestionario SF12 (Short Form Health Survey)
	Peso normal	Proporción, estandarizada en comparación con la población europea de 2013, de personas de 18 años o más que tienen un peso normal. El indicador se refiere a la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) del índice de masa corporal (relación entre el peso (kg) y la altura cuadrática (metros)). Peso normal si $18.5 < \text{IMC} < 25$
	Satisfacción por:	Índice

<i>Wellness</i> subjetivo	la propia vida	Porcentaje de personas de 14 años o más que expresaron una puntuación de satisfacción con la vida entre 8 y 10 (escala de 0 a 10)
	El propio tiempo libre	Porcentaje de personas de 14 años o más que dicen estar muy o bastante satisfechas con el ocio
	El propio trabajo	Satisfacción con los siguientes aspectos del trabajo realizado (escala de 0 a 10): ingresos, número de horas trabajadas, tipo de horas de trabajo, relaciones laborales, estabilidad laboral, distancia del hogar al trabajo, interés en el trabajo
	Las relaciones familiares	Porcentaje de personas de 14 años o más que están muy satisfechas con las relaciones familiares
	las amistades	Porcentaje de personas de 14 años o más que están muy satisfechas con las relaciones con amigos
	la salud ambiental	Porcentaje de personas de 14 años o más muy o bastante satisfechas con la situación ambiental (aire, agua, ruido) de la zona en la que viven
Dimensión	Nombre	Definición
Economía	Producción ecológica y de calidad	Número de explotaciones de la cadena de suministro ecológico
Economía	Innovación	Número de patentes relacionadas con el bienestar
Dimensión	Nombre	Definición
trabajo	Índice de bienestar corporativo	Número de contratos de segundo nivel en los que participan instituciones de bienestar del total de contratos
trabajo	Programas de promoción de la salud	¿Número de empresas que implementan al menos un programa de promoción de la salud?
Dimensión	Nombre	Definición
Turismo	Eventos deportivos y de bienestar	Número de eventos relacionados con el deporte/Número de participantes
Turismo	Servicios orientados al bienestar	Número de hoteles con servicios orientados al bienestar (spas y gimnasios)
Dimensión	Nombre	Definición
Educación	Cultura del bienestar	Número de cursos de grado / programas de bienestar
Educación	Número de estudiantes involucrados	Universidad de Bolonia
Dimensión	Nombre	Definición
Ambiente	Rutas de ciclismo/senderismo	Índice que mide km de senderos para ciclistas / senderistas por cada 100 habitantes (km/100 Hab)
Ambiente	Verde urbano utilizable	Extensión del verde per cápita utilizable en el área urbana (m <sup>2</sup> /habitante)

Para la comparación de ambos sujetos se valora el buscar aproximar lo máximo posible los datos demográficos y de territorio a los de Puerto Rico, mediante la acotación de provincias de Emilia Romagna ya que sus datos de población y superficie son mayores. Este procedimiento es descartado debido a que si realizamos esta acotación perderíamos la posibilidad de utilizar los datos de la mayoría de las instituciones que publican datos a nivel regional. Se decide que, a pesar de no ser regiones exactamente iguales en cuanto a datos geográficos, económicos y sociales, se aproximan lo suficiente como para poder realizar una comparación. A modo de resumen a continuación se indican los datos principales de cada territorio:

**Tabla 2**

*Datos básicos de los objetos de estudio*

	Emilia Romagna	Puerto Rico
<i>Datos de Territorio</i>		
<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>	22,501.41	8,876.42
<b>Capital</b>	Bologna	San Juan
<b>Provincias/Municipios</b>	9	78
<b>Densidad poblacional (Hab /km2)</b>	197.38	370.18
<i>Datos de Población año 2020</i>		
<b>Habitantes</b>	4,441,353	3,285,874
<b>Familias</b>	2,011,579	1,598,159
<i>Datos Económicos del 2020</i>		
<b>PIB per cápita (USD)</b>	36,601	31,430

Fuente datos población y territorio: <https://www.istat.it/en/population-and-households> <https://censo.estadisticas.pr/node/499>  
[https://cdn.who.int/media/docs/librariesprovider2/regions-for-health/2022-rhn-region-profiles-emilia-romagna.pdf?sfvrsn=5b1ae4f6\\_3&download=true](https://cdn.who.int/media/docs/librariesprovider2/regions-for-health/2022-rhn-region-profiles-emilia-romagna.pdf?sfvrsn=5b1ae4f6_3&download=true)

Fuente datos económicos : <https://www.indexmundi.com/es/datos/puerto-rico/pib-per-c%C3%A1pita>

Identificadas las dos regiones se realizarán procesos comparativos a diferentes escalas y con diferentes enfoques.

En el segundo capítulo se realiza una comparación a nivel de región de la Isla de Puerto Rico y el territorio de Emilia Romagna. En este caso, el enfoque y la metodología utilizada es la de la Dinámica de Sistemas. Se propone responder a la pregunta de investigación desde un punto de vista muy holístico y multidisciplinar donde se hace un esfuerzo en integrar el máximo número de factores posibles y se utilizan herramientas informáticas (software) para poder abarcar la complejidad de la comparación.

En el tercer capítulo se acota el territorio hasta una escala más humana y se busca responder a la pregunta de investigación a través de la comparación en un aspecto en concreto, el de la movilidad urbana sostenible a través del uso de la bicicleta, ya que es un elemento clave y entendible fácilmente, donde el *Wellness* y la lucha contra el cambio climático debido a razones antropogénicas confluyen.



## Capítulo 2

### Comparación entre Puerto Rico y la región italiana de Emilia Romagna

#### Introducción

El cuerpo de literatura científica sobre el cambio climático y la salud humana ha crecido exponencialmente en las últimas dos décadas, delineando una lista diversa de riesgos para la salud, poblaciones vulnerables, protocolos y marcos de políticas públicas. Sin embargo, no todos estos temas tuvieron la misma resonancia entre la comunidad de ciencias de la salud (Kolsky et al., 2023), pero la relación entre los conceptos de modo de vida saludable y cambio climático no han sido hasta la fecha relacionados de la misma manera que se propone en la presente investigación. En las diferentes bibliotecas investigadas no hemos encontrado referencias bibliográficas donde el principal objetivo del artículo sea demostrar que un modo de vida saludable puede ayudar a combatir el cambio climático. Existen ya múltiples estudios sobre la vinculación opuesta, es decir, como el cambio climático va a afectar a nuestro bienestar (Macpherson y Akpinar-Elci, 2015), pero la referencia contraria no ha sido hallada.

En la revisión de la literatura hasta no se han encontrado artículos que relacionen el *wellness* como agente influyente en el cambio climático. Si se han encontrado literatura en la manera inversa, es decir, como afecta el cambio climático a nuestra salud. Se realizaron búsquedas en la base de datos PubMed de todas las publicaciones que contenían el término "cambio climático" en el título, el resumen o las palabras clave, publicadas después del 1 de enero de 2009. La búsqueda arrojó 55.590 artículos. Las 200 publicaciones más citadas se analizaron manualmente y se clasificaron según tema y tipo de artículo. De

los 200 artículos más citados que contienen “Cambio climático” en el título, el resumen o las palabras clave, 40 artículos se relacionaron directamente con la salud humana o la seguridad alimentaria, recibiendo un total de 13,857 citas, con un rango de 233– 1865 citas (media = 407,5, mediana = 316). Sólo 11 de los 40 artículos fueron estudios originales. Las enfermedades infecciosas se abordaron en 24 de los 40 artículos; 23 abordan las enfermedades transmitidas por vectores. En comparación, solo 11 se refieren a temperaturas extremas, 10 discuten la inseguridad nutricional y solo 3 discuten la migración y los refugiados climáticos. El 50,9 % de todas las citas se publicaron en “Science” o “The Lancet” (Kolsky et al., 2023).

Donde es más claro que ambos conceptos están relacionados es en el entorno de la sostenibilidad de nuestro planeta. En el famoso informe Bruntland, se utilizó por primera vez el término desarrollo sostenible (o desarrollo sustentable), definido como *aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones*. Implica un cambio muy importante en cuanto a la idea de sustentabilidad, principalmente ecológica, y a un marco que da también énfasis al contexto económico y social del desarrollo.

Es conveniente notar que esta definición resalta el legado que deja una generación a la siguiente es en términos de bienestar y no exclusivamente un conjunto de recursos naturales, por ello esta definición es la más citada, ya que, el desarrollo sostenible se entiende como el constante mejoramiento del bienestar humano a través del tiempo.

La anterior definición sin embargo no es perfecta y plantea varios puntos que fueron resueltos, según el punto de vista de determinadas escuelas de pensamiento, o que

están por resolverse, y sobre los cuales hay hasta el momento amplia controversia. Por ejemplo, esta definición no aclara qué debe entenderse por necesidades, si estas necesidades están asociadas al bienestar desde el punto de vista de la utilidad o a visiones más comprensivas del bienestar humano. (Arias, 2006, p. 202)

### **Sobre cambio climático**

Los seres humanos están cambiando el metabolismo del planeta a un nivel del cual hasta ahora se desconocen sus implicaciones. Fundamentalmente estamos alterando los gases en la atmósfera, las extensiones de agua y la compleja red de especies que conforma la vida en la Tierra (Vogel, 2012).

El cambio climático es uno de los principales retos a los que nos enfrentamos como sociedad, constituye un fenómeno global, tanto por sus causas como por sus efectos y, en consecuencia, requiere de una respuesta multilateral basada en la colaboración de todos los países.

Para lograr tal fin la comunidad internacional ha establecido y continúa estableciendo alianzas y creando organismos que se ocupen de abordar este problema.

Desde principios del Siglo XIX, el efecto invernadero fue reconocido como un fenómeno natural, pero tuvieron que pasar muchos años hasta que se sospechara y finalmente se atribuyera a los seres humanos como contribuyentes de este fenómeno.

En ese mismo siglo se comenzaron a realizar medidas de la combustión industrial, sobre todo del carbón, y las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y por primera vez las compararon con la temperatura media global para establecer una relación entre ellas (Keeling, 1998).

Pasaron muchos años hasta que se celebrara la primera conferencia mundial sobre el clima en el año 1979 y donde se inició el programa de investigación climática global que condujo a la constitución del IPCC.

Tras este importante hito y a partir del primer informe elaborado por esta entidad en el año 1990 donde se confirma el impacto de las actividades humanas en el cambio climático, se intensifican notablemente los debates climáticos internacionales.

En el año 1995 en Berlín se da lugar la primera conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático conocida como COP1. Desde entonces hasta la última COP28 celebrada en el 2023 en los Emiratos Árabes Unidos , han tenido lugar anualmente las Conferencias de las Partes donde se hace balance y se continúan las negociaciones en temas relacionados al cambio climático, pero a medida que estas se van sucediendo siguen surgiendo desacuerdos entre los países industrializados , quienes habían alcanzado este grado de industrialización gracias a los combustibles fósiles y los países en vías de desarrollo , quienes aspiran a lograr esa industrialización y países emergentes que desean seguir creciendo haciendo uso de la tecnología más económica y disponible que en esos momentos resultaba ser la que se genera con fuentes no renovables.

El panorama se complica aún más cuando surge una brecha entre Estados Unidos y Europa llevándolos a posturas cada vez más extremas que han llegado a polarizar dos visiones existentes en el mundo, la visión negacionista en el primer caso y la apocalíptica en el segundo.

En la actualidad el sistema económico está en guerra con el planeta (Klein, 2015), y conciliar la lucha contra el cambio climático con los intereses privados es una misión

prácticamente imposible. Las economías de la mayoría de los países que mayor contribuyen al cambio climático son economías capitalistas y basadas en el consumo de los recursos (Boff, 2003).

A pesar de que mundialmente se trabaja para conseguir soluciones como las planteadas por el Banco Mundial donde se propone un plan de acción para garantizar un futuro sostenible adoptando medidas de transformación en el campo de la planificación, innovación, sistemas financieros, presupuestos públicos y financiación para el desarrollo de ciudades, al examinar todas estas medidas se observa que son de difícil éxito dentro del capitalismo. No es fácil reducir emisiones, por ejemplo, si la naturaleza de este tipo de acciones choca de frente con el capitalismo desregulado. Por ello las generaciones actuales mantienen que hablar de un “crecimiento verde” es antiético.

Los jóvenes de la generación Z (grupo de personas nacidas a finales de la década de 1990 e inicio de los 2000), son los que están transformando por completo la visión de lucha contra el cambio climático, ya que ellos se ven a sí mismos como la primera generación que va a sufrir directamente sus efectos y a la vez la última que tiene en su mano combatirlo.

### **Sobre modo de vida saludable**

La expresión en latín clásico ‘Mens sana in corpore sano’, cuya traducción es ‘Una mente sana en un cuerpo sano’ se encuentra en uno de los poemas satíricos escritos por el autor romano Décimo Junio Juvenal. Pertenece a la Sátira X (línea 356) en el que la frase entera dice:

*Orandum est ut sit mens sana in corpore sano*

*(Debemos orar por una mente sana en un cuerpo sano)*

Evidentemente, hay que encuadrar la frase dentro del contexto de la época, en la que las civilizaciones daban un estricto valor y gran importancia a la formación intelectual, atlética y espiritual del individuo (mente, cuerpo y alma).

Se calcula que fue hacia el último cuarto del siglo XIX cuando la expresión ‘mens sana in corpore sano’, tal y como nos ha llegado hasta nosotros, empezó a utilizarse con el fin de popularizar las técnicas de gimnasia moderna, por aquel entonces cada vez más de moda, y para ello se comenzó a pronunciar sin la vinculación religiosa, tal como hacía la frase en su origen (*Orandum est ut sit*).

En ese tiempo, el concepto que asociaba tener una mente sana con un cuerpo sano también se popularizó en gran medida gracias al entusiasmo de Pierre de Coubertin, quien luchó para difundir las ventajas del ejercicio físico y trabajó incansablemente por recuperar los Juegos Olímpicos. En esta frase nace el germen de lo que hoy conocemos como el concepto “*Wellness*”.

El *Wellness* es un estilo de vida que se enfoca en la promoción de la salud y el bienestar físico, mental y emocional. Esto incluye hábitos saludables como ejercitarse

regularmente, comer una dieta equilibrada, manejar el estrés de manera efectiva y dormir lo suficiente. El *Wellness* también puede incluir prácticas como meditación, yoga y terapias alternativas. El objetivo es lograr un equilibrio entre el cuerpo y la mente para lograr una vida plena y saludable.

El concepto de *Wellness* como un estilo de vida ha evolucionado a lo largo del tiempo y no tiene un inventor específico. Sin embargo, el término "*Wellness*" fue acuñado por Halbert L. Dunn en la década del año 1950 al año 1960. Dunn, quien era médico de salud pública, desarrolló un enfoque de la salud integral llamado "*High Level Wellness*". Este enfoque se enfocaba en la prevención de enfermedades y la promoción de la salud a través de un estilo de vida saludable y la toma de decisiones informadas. El término "*Wellness*" se popularizó más tarde en los años 70 y 80 a medida que la gente se volcaba hacia un enfoque más holístico de la salud y el bienestar. A principios de los 90 Nerio Alessandri a logro popularizar el concepto de "*Wellness*" como un estilo de vida basado en la actividad física regular, una dieta equilibrada y una perspectiva positiva.

El concepto de bienestar se basa en el antiguo máximo romano de *mens sana in corpore sano* y es una alternativa genuina al concepto estadounidense de aptitud física conocido como "*fitness*". *Fitness* se centra en un pequeño grupo de entusiastas del deporte, mientras que *Wellness* habla con una gama mucho más amplia de personas que desean mejorar su estilo de vida.

Hoy en día el concepto se ha ido ampliando para adaptarse a las diferentes culturas pero en síntesis se considera que el *Wellness* es el estilo de vida que pretende sacar lo mejor

de cada ser humano trabajando el área física, mental y espiritual (Hidalgo-Capitán y Cubillo-Guevara, 2014).

Partiendo de la definición de Salud de la OMS, «La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades». La cita procede del Preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud, que fue adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional, celebrada en Nueva York del 19 de junio al 22 de julio de 1946, firmada el 22 de julio de 1946 por los representantes de 61 Estados (Official Records of the World Health Organization, N° 2, p. 100), y entró en vigor el 7 de abril de 1948. La definición no ha sido modificada desde el año 1948.

Esta definición ayuda a comprender lo que se entiende con un modo de vida saludable, y en ella se basan los pilares del *Wellness*.

Para conseguir y disfrutar un estado de bienestar hay que adoptar un modo de vida correcto en todas las actividades diarias y en todos los aspectos de nuestras rutinas, desde los hogares, a las oficinas a los sitios de recreo o públicos. Vivir bien depende de mejorar nuestro comportamiento diario en cada uno de estos entornos (Boff, 2009).



## **Metodología**

El cambio climático es considerado un sistema complejo en la comunidad científica debido a su naturaleza interconectada e interdependiente. Los factores que contribuyen al cambio climático, como las emisiones de gases de efecto invernadero, el calentamiento global, el cambio en los patrones climáticos y el efecto en los ecosistemas, son interdependientes y a menudo tienen efectos no lineales. Además, el cambio climático tiene implicaciones globales y multifacéticas que afectan a múltiples aspectos de la sociedad y el medio ambiente.

Debido a la complejidad del asunto a tratar, fue elegido el método de la creación de un modelo de simulación utilizando la metodología de la Dinámica de Sistemas.

En la metodología de la Dinámica de Sistemas, un sistema complejo es un sistema que está compuesto por muchas partes interconectadas y cuya comprensión y comportamiento global no puede ser entendido simplemente a partir del conocimiento de las partes individuales. Es decir, su comportamiento no es lineal, y su funcionamiento no es fácilmente predecible a partir de su estructura.

Los sistemas complejos pueden ser naturales, como los ecosistemas, o artificiales, como las economías y las redes sociales. Estos sistemas a menudo tienen características como la autoorganización, la emergencia de patrones y la capacidad de adaptarse y evolucionar.

La metodología de la Dinámica de Sistemas puede proporcionar un marco para abordar el cambio climático, ya que se enfoca en el análisis de sistemas complejos y su evolución. Se pueden utilizar herramientas y métodos de la Dinámica de sistemas para

analizar y entender las interacciones y los efectos a nivel global, y para desarrollar estrategias para abordar el cambio climático.

Así, la comunidad científica y entidades como el IPCC, durante décadas han usado esta metodología para la creación de los llamados IAM (Integrated Assessment Models).

Un Integrated Assessment Model (IAM) es un tipo de modelo matemático que se utiliza para analizar y evaluar las implicaciones económicas, ambientales y sociales de diferentes escenarios de políticas y acciones relacionadas con el cambio climático. Los IAMs combinan modelos económicos, ambientales y de sistemas para simular cómo diferentes políticas y escenarios de emisiones afectarían el sistema climático y las economías nacionales y mundiales.

Los IAMs se utilizan comúnmente para evaluar las implicaciones económicas de diferentes escenarios de políticas climáticas, como los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y las estrategias de adaptación al cambio climático. También se utilizan para analizar el costo-beneficio de diferentes políticas y tecnologías de mitigación del cambio climático.

El IPCC utiliza varios modelos para analizar las implicaciones económicas, ambientales y sociales de diferentes escenarios de políticas y acciones relacionadas con el cambio climático. Algunos de los IAMs más utilizados por el IPCC son:

- DICE (Dynamic Integrated model of Climate and the Economy), desarrollado por William Nordhaus.
- RICE (Regional Integrated model of Climate and the Economy), también desarrollado por William Nordhaus.

- PAGE (Policy Analysis of the Greenhouse Effect), desarrollado por Chris Hope.
- MESSAGE (Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impact), desarrollado por el International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA).
- AIM (Asia-Pacific Integrated Model), desarrollado por el Asian Development Bank Institute (ADBI).
- WITCH (World Induced Technical Change Hybrid), desarrollado por el European Commission's Joint Research Centre (JRC).

Estos modelos son utilizados para simular el impacto de diferentes escenarios de emisiones en el sistema climático y las economías nacionales y mundiales.

Para el propósito de resolver la pregunta de tesis a través del uso de la metodología de la dinámica de sistemas se evalúa si podemos utilizar alguno de los modelos que existen hasta la fecha y o si se debe optar por realizar un modelo propio que cumpla con nuestros objetivos específicos. Para ello se plantean las siguientes acciones:

- i) Evaluar modelos de simulación existentes y reconocidos hasta la fecha que relacionen modo de vida saludable y cambio climático o desarrollar y verificar un modelo integral que incorpore los factores y procesos clave de un sistema socio ecológico real con elementos comunes para ambas regiones planteadas. En caso de que no exista o que no sea factible su uso, se propone elaborar un modelo propio que incluya los indicadores más relevantes y que sirva como herramienta para analizar los principales cambios y las interacciones entre estos factores e indicadores;

- ii) utilizar el modelo de simulación seleccionado para analizar la vulnerabilidad de cada región a cambios externos, como escenarios económicos o catástrofes y de cambio climático;
- iii) aplicar el modelo de simulación para evaluar cómo se comportan los indicadores más importantes respecto a sus umbrales de sostenibilidad bajo un conjunto de medidas de gestión.

### **Valoración sobre el uso de IAM's existentes o creación de un modelo propio**

El cambio climático es uno de los problemas ambientales mundiales más complicados. Por la naturaleza misma de este, la investigación debe ser interdisciplinaria. Desde su empleo en los debates sobre políticas de mitigación y en la investigación del cambio climático, los resultados de los IAM (modelos de evaluación integrada) han atraído considerable atención, debido a que estos incluyen una amplia gama de enfoques de investigación y disciplinas. De hecho, las conclusiones de los informes de evaluación del IPCC se extraen sustancialmente de numerosos IAM.

La evaluación integrada posee dos características principales:

- a) Pretende proporcionar información de uso importante en lugar de simplemente avanzar en la comprensión del tema.
- b) Reúne un conjunto más amplio de áreas, métodos, estilos de estudio o grados de certeza, que caracterizarían típicamente un estudio de la misma cuestión dentro de los límites de una sola disciplina de investigación.

La evaluación integrada cuando se aplica en concreto al cambio climático, en general se concentra en la integración de proyectos y modelos. Por ejemplo, existen varios

tipos de estudios de componentes que se integran como módulos en estudios de evaluación integrada. Entre ellos figuran los modelos económico-energéticos, algunos de los cuales se han aplicado recientemente al cambio climático para estudiar las consecuencias económicas de las medidas de limitación de emisiones; modelos de química atmosférica o ciclos biogeoquímicos; impuestos, objetivos de emisión u otras medidas para limitar las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Las contribuciones de cada disciplina en un IAM dependen de las representaciones matemáticas de ciertas relaciones que intervienen en el cambio climático; los componentes se vinculan a través de una plataforma de modelado unificada, es decir, los módulos funcionan de manera integrada en lugar de tomar entradas exógenas de otros modelos. En particular, los IAM de cambio climático suelen incluir componentes socioeconómicos, así como componentes de ciencias naturales (por ejemplo, el ciclo de carbono). Los vínculos clave en los IAM son las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) en los sistemas climáticos y los impactos del cambio climático en los sistemas socioeconómicos. Los resultados de los IAM son resultados de simulación numérica basados en suposiciones, datos históricos y diseños de escenarios.

Es necesario añadir que un IAM bien desarrollado por lo general ha sufrido revisiones, mejoras y recalibraciones con el tiempo. Estos deben estar sujetos a revisiones constantes y críticas por los expertos y modeladores de IAM.

Todos los IAM analizados entrañan una gran complejidad ya que están pensados de manera global y en ellos se analizan una cantidad de variables y conceptos. En los últimos años se están realizando más modelos regionales, pero en ninguno de los casos se

ha encontrado un modelo a pequeña escala que pueda ser óptimo para ser utilizado en la comparativa entre un país pequeño como Puerto Rico y una región como Emilia-Romagna.

Esta fase de la investigación lleva a la decisión de crear un modelo propio, que sea abarcable dentro de un proyecto de tesis doctoral, con el objetivo de crear una herramienta que pudiera ser utilizada posteriormente por futuras tesis y por tomadores de decisiones de políticas públicas.

El modelo creado es utilizado para realizar simulaciones en dos escenarios diferentes, que nos indicarán el impacto del *Wellness* en el cambio climático. Es decir, compararemos dos escenarios *Wellness* sí, *Wellness* actual, y de ahí sacaremos las conclusiones. Además, validaremos las conclusiones comparando los dos objetos de estudio, Puerto Rico y Emilia Romagna (P.R. y E.R.). Estos dos escenarios con datos de dos regiones diferentes nos darán al menos las siguientes simulaciones básicas.

1. Emilia Romagna sin *Wellness*
2. Emilia Romagna con *Wellness*
3. Puerto Rico sin *Wellness*
4. Puerto Rico con *Wellness*

## **Justificación del uso de la dinámica de sistemas**

La metodología de Dinámica de sistemas, desarrollada por Forrester en el año 1961, tiene un enorme potencial para su aplicación en la gestión sostenible de sistemas socio ecológicos y la toma de decisiones, dada su capacidad para la comprensión del comportamiento dinámico del sistema y para entender las interrelaciones entre los distintos procesos. La simulación en este tipo de modelos dinámicos se lleva a cabo mediante ecuaciones diferenciales, utilizando fases de tiempo discretas. Además, los modelos de simulación dinámica permiten la evaluación del sistema bajo distintos escenarios futuros y, por tanto, anticipar las consecuencias a medio y largo plazo de posibles medidas y estrategias de gestión (Kelly et al., 2013).

La creación de un modelo de Dinámica de sistemas puede ser un proceso complejo y requiere un enfoque metodológico. A continuación, se describen algunos pasos generales para crear un modelo de Dinámica de sistemas:

1. Definir e identificar el sistema a modelar, sus componentes y sus relaciones. Es importante tener una comprensión profunda del sistema antes de comenzar a modelarlo.
2. Seleccionar el enfoque metodológico decidiendo qué tipo de modelo de dinámica de sistemas se adapta mejor al sistema que deseo modelar. Los modelos más comunes son los modelos de dinámica de sistemas caóticos, los modelos de dinámica de sistemas deterministas y los modelos de dinámica de sistemas estocásticos.

3. Identificar las variables clave que influyen en el comportamiento del sistema y las relaciones entre ellas.
4. Desarrollar el modelo matemático utilizando las ecuaciones matemáticas y las relaciones identificadas en los pasos anteriores.
5. Verificar la precisión y validez del modelo utilizando datos históricos o experimentales.
6. Utilizar el modelo para simular diferentes escenarios y analizar el comportamiento del sistema en respuesta a cambios en las variables clave.
7. Interpretar los resultados y sacar conclusiones sobre el comportamiento del sistema y las implicaciones de los diferentes escenarios.

### **Programa de simulación Vensim**

El programa (software) empleado en la presente tesis doctoral es una herramienta gráfica de modelado que permite programar, simular, analizar y optimizar modelos de sistemas dinámicos. Las fórmulas que se introducen y las relaciones entre las variables representadas forman el modelo. Los datos de entrada son almacenados en fichero Excel externo.

Vensim posee tres configuraciones según las funcionalidades que se necesitan. En la presente investigación se usa la versión PLE plus que es la desarrollada para el sector académico. En concreto la versión utilizada ha sido VENSIM PLE + 10.0.0.



## **Modelo – PRER-SWAM**

Para poder referirnos al modelo, debemos darle un nombre. Lo llamaremos PRER-SWAM. Acrónimo de las siguientes siglas:

Puerto Rico = PR

Emilia Romagna= ER

Simple/Simplified = S

*Wellness* = W

Assessment/Apreciación = A

Model/Modelo = M

Siguiendo el orden planteado en el apartado anterior, iniciamos el proceso de la creación de nuestro modelo diseñando el sistema complejo. Para la creación del diseño seguiremos los mismos pasos que se siguen cuando se crean los IAMs.

Finalidad del modelo: El modelo debe responder a las preguntas de la presente tesis de investigación, orientadas a conocer si un modo de vida saludable aporta al cambio climático antropogénico y si lo hace, saber si es en mayor o menor medida que cualquier otro estilo de vida; pero además debe ser flexible, abstracto y adaptable, de manera que permita incorporar y actualizar la nueva información que estará disponible en el futuro para poder ser utilizado por una audiencia de profesionales y políticos de diferentes disciplinas pero implicados en tomas de decisiones relativas a política pública.

### **Componentes de la evaluación integrada de cambio climático.**

Según Ferreras et al. (2017) los componentes en la evaluación integrada relacionadas con el cambio climático son los siguientes:

**1. Rutas de Emisiones Futuras.** El futuro cambio climático depende de la trayectoria futura de las emisiones mundiales, las cuales son necesarias proyectar.

Los métodos utilizados para ello se dividen en tres categorías:

a. Especificación externa de los escenarios de emisiones. Pueden extraerse de otros estudios o de fuentes como el IPCC.

b. Representación detallada de las tecnologías. A menudo este enfoque del modelado es denominado “bottom-up”. Se especifica la situación actual y futura de la tecnología (incluido su coste, eficiencia y emisiones de GEI).

c. Modelización económica agregada. Modelado económico proyectando emisiones futuras como el resultado de relaciones de producción específicas, preferencias y crecimiento.

[...] También es posible mezclar estos tres enfoques. Por ejemplo, se pueden modelar las emisiones de CO<sub>2</sub>, y a la vez emplear escenarios para otros gases.

[...] **2. El cambio tecnológico.** Es un poderoso determinante de las rutas de emisiones a largo plazo. Contribuye a cambios fundamentales en la sociedad, pero su extensión y carácter son prácticamente imposibles de predecir.

Debido a que la evolución de la tecnología no está bien integrada en la teoría económica, los modelos existentes tratan la tecnología como una tendencia autónoma que influye en la eficiencia energética o los costes de producción,

eliminando así el bucle de retroalimentación positiva que proviene de la evolución de la tecnología a partir de la investigación y el desarrollo y la acumulación de la experiencia. Para compensar esta omisión, los modeladores realizan simulaciones de sensibilidad a través de un rango de escenarios.

**3. Crecimiento de la población.** Es otra variable que influye mucho en las proyecciones de emisiones junto con el cambio tecnológico. Esto se debe porque a largo plazo el crecimiento demográfico impulsa las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Sin embargo, hay poco conocimiento sobre cómo será su evolución futura, por ello, normalmente se emplean escenarios externos de tasas de crecimiento de la población.

**4. Uso de la tierra.** Es importante por dos razones: los cambios antropogénicos en el uso de la tierra (como la deforestación y la agricultura), y, por otro lado, el cambio en la idoneidad de las tierras para usos particulares con los efectos que influyen en el bienestar humano y en cambios en los patrones de uso, son fuerzas motrices importantes en el cambio ambiental.

**5. Atmósfera y Océanos.** Se trata de representaciones de forma simplificada del sistema atmósfera-océano. Cualquier intento de una representación detallada de este sistema en un proyecto de IAM hace que este componente sea, con mucho, la pieza más exigente desde el punto de vista computacional.

Se suele enfocar a partir de la vida atmosférica de los gases y su contribución a los cambios en el forzamiento radiactivo, el balance energético global y el retraso que precede el cambio de temperatura (ya en estado de equilibrio). De esta forma, el

cambio en el forzamiento radiactivo o el cambio en la temperatura global promedio se utiliza para dirigir una función de daño o impacto.

**6. Impactos Ecológicos.** Incluye los cambios en la localización y las propiedades de los ecosistemas. Las respuestas de los ecosistemas al cambio climático y los cambios en las concentraciones de GEI pueden ser de dos tipos: las plantas existentes pueden cambiar su funcionamiento (productividad y ciclo de nutrientes), y, por otro lado, también se puede modificar la distribución espacial de las especies. Actualmente esta cuestión se encuentra en una etapa temprana de investigación.

**7. Impactos Socioeconómicos.** Se trata de encontrar estimaciones del valor de los cambios inducidos por el clima en las personas, centrándose en los impactos que son más fáciles de determinar. Se suelen dividir estos impactos en impactos de mercado (economía) y de no mercado, siendo estos últimos más difíciles de proyectar (por ejemplo, cambios en la salud y el bienestar).

**8. Tratamiento de la Incertidumbre.** Incluye el conocimiento, incertidumbre y la comunicación de la información. Es básico reconocer el estado actual del conocimiento que pueda ser relevante para cuestiones políticas.

Especificar un conjunto de escenarios futuros es una manera simple de presentar la incertidumbre (abarcando un rango de posibles “futuros”). Por otro lado, un método más sistemático sería el análisis de sensibilidad. Sin embargo, el enfoque más completo involucra la especificación de distribuciones de probabilidad.

**9. Tasa de descuento.** Constituye una evaluación de los cambios futuros relativos a los actuales. Esta compensación se formula normalmente como una tasa de

descuento: una tasa constante por año en la que las personas reducen las ganancias o pérdidas futuras en relación con las ganancias o pérdidas actuales. La elección de una tasa de descuento afecta de manera decisiva las decisiones óptimas. Los resultados básicos son los siguientes:

a. Los resultados más allá del año 2100 son completamente intrascendentes para la toma de decisiones en el período presente, a menos que se utilicen tasas de descuento muy bajas.

b. La plena importancia de la preocupación por el futuro sólo puede reflejarse en modelos que se optimizan dinámicamente a través del tiempo, en los que una mayor preocupación por el futuro podría conducir a cambios sustanciales en el comportamiento hoy en día equivalentes a aumentos repentinos de la tasa de ahorro.

**10. Resolución.** Se trata del desafío de combinar, reconciliar y divulgar la información disponible en diversas escalas espaciales y temporales. El problema ocurre al integrar la información entre disciplinas. Por ello, es necesario adaptar y ajustar las escalas, implicando a veces importantes dificultades técnicas. Por ejemplo, los modelos de energía pueden ser proyectados en un intervalo de tiempo de varios años, mientras que la química atmosférica tiene lugar rápidamente a pequeña escala.

**11. Representación de políticas.** Es necesario evaluar las posibles opciones de respuesta. Las clases de respuestas políticas potenciales para el cambio climático son:

a. Mitigación. Medidas de reducción de las emisiones contribuyentes.

b. Adaptación. Medidas para reducir las pérdidas asociadas a un cambio climático

c. Geoingeniería. Alteración del sistema climático para compensar los cambios causados por el aumento de las emisiones.

La mayor parte de la atención se ha dedicado hasta ahora a la mitigación, menos a la adaptación, y menos aún a la geoingeniería. Los IAM pueden optar por representar cualquiera o todos ellos.

**12. Incorporación de los procesos políticos y la negociación.** Un IAM está generalmente dirigido a una audiencia que es la responsable de tomar decisiones sobre la gestión del riesgo del cambio climático. Pero un solo gobierno no es capaz de manejar este asunto. Por ello, las decisiones y comportamientos de otros (distintos de aquellos a los que se dirige el estudio) afectan el cambio climático. (pp. 20-22)

Tomaremos como base estos componentes para el diseño de nuestro modelo, tratando de incluir los máximos posibles teniendo en cuenta que deben ser un proyecto abarcable dentro de una tesis doctoral.

**Tabla 3***Componentes Integrados en el Modelo*

<b>Componentes integrados en el modelo</b>	
1. Rutas de emisiones futuras	Sí
2. El cambio tecnológico	Sí
3. Crecimiento de la población	Sí
4. Uso de la tierra	Sí
5. Atmósfera y océanos	No
6. Impactos ecológicos	Sí
7. Impactos socioeconómicos	Sí
8. Tratamiento de la incertidumbre	Sí
9. Tasa de descuento	Sí
10. Resolución	Sí
11. Representación de políticas	Sí
12. Incorporación de los procesos políticos y la negociación	No

Para las variables utilizaremos como guía uno de los protocolos más conocidos "*Greenhouse Gas Protocol*". El GHG Protocol es una iniciativa desarrollada por el *World Resources Institute (WRI)* y el *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)* con el objetivo de establecer estándares y directrices para la contabilidad y gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este protocolo proporciona un marco estandarizado para que empresas, gobiernos y otras organizaciones midan, cuantifiquen y gestionen sus emisiones de gases de efecto invernadero. Se ha convertido en una herramienta globalmente reconocida y utilizada para ayudar a las organizaciones a comprender y reducir su huella de carbono. El GHG Protocol se ha desarrollado para ser adaptable a diferentes escalas, desde empresas individuales hasta países enteros y esta idea de flexibilidad es interesante ya que la utilizaremos para comparar una región (Emilia Romagna) y un país. (Puerto Rico). El *GHG Protocol* identifica y clasifica las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en distintos sectores económicos. Estos

sectores representan áreas clave de actividad donde las organizaciones generan emisiones directas e indirectas. A continuación, se describen algunos de los sectores típicos que se identifican como fuentes de emisión en el *GHG Protocol*: Energía, industria, transporte, agricultura, residuos, uso del suelo, edificaciones y consumo de productos (WRI & WBCSD, 2019)

De nuevo incluimos el máximo de variables disponibles según el acceso a datos en cada región y son tomadas en cuenta tanto para el apartado de indicadores de modo de vida como para el de eficiencia energética y tecnológica.

#### **Tabla 4**

##### *Variables Clave del Modelo PRER-SWAM*

<b>Sectores emisores de GEI según el GHG Protocol</b>	<b>Indicadores de vida saludable</b>	<b>Eficiencia energética y tecnológica</b>
1. Energía	Sí	Sí
2. Industria	Sí	Sí
3. Transporte	Sí	Sí
4. Agricultura	Sí	Sí
5. Residuos	No	Sí
6. Uso del suelo	Sí	No
7. Edificaciones	Sí	No
8. Consumo de productos	Sí	No

Como tercer paso en el diseño de nuestro modelo de simulación veremos el enfoque metodológico.



## **Metodología de los modelos de simulación basados en Dinámica de Sistemas**

Existen diversos autores que marcan los pasos a seguir para crear un modelo basado en Dinámica de Sistemas que indican que pasos a partir de un diagrama causal que incorpore los elementos que vamos a considerar (García, 2004).

La creación del diagrama de flujos se hace directamente sobre la pantalla del software de simulación que utilizemos, y no reviste especial dificultad si ya disponemos del diagrama causal. En general está formado por los mismos elementos, aunque suele ser necesario añadir algunos elementos auxiliares.

### 1.- Caracterizar los elementos

Recordando brevemente las indicaciones que se daban en el capítulo de “Creación de un modelo” podemos decir que es necesario en primer lugar identificar los Niveles del sistema y para ello podemos hacer una foto mental del sistema y aquellos elementos que aparecen en ella son los Niveles. Las variaciones de estos elementos son los Flujos. Han de tener las mismas unidades más una componente temporal. El resto de elementos son Variables auxiliares.

Los Flujos no suelen aparecer en el diagrama causal de una forma explícita y deben de ser añadidos en la creación del diagrama de flujos.

### 2.- Escribir las ecuaciones

En ésta etapa hemos de concretar las relaciones que existen entre los elementos. Para ello podemos utilizar sencillas fórmulas aritméticas, hacer uso de las funciones que el software nos facilita, o bien utilizar las tablas cuando sea difícil establecer una ecuación.

- 3.- Asignar valores a los parámetros: algunos elementos del modelo son constantes en el horizonte de simulación definido y deberemos de asignarles un valor. En ocasiones disponemos de esta información y en otras deberemos de asignarles un valor razonable. La precisión no suele aportar en este tipo de modelos grandes ventajas, ya que aunque conozcamos con precisión el valor que ha tenido una constante en el pasado sin duda será de más utilidad conocer si este valor se va a mantener en el futuro o no. Podemos conocer con toda precisión la esperanza de vida pasada, pero sin duda será de mayor utilidad saber la tendencia o las modificaciones que posiblemente va a sufrir tras modificar la estructura del modelo. De igual forma las ecuaciones suelen incorporar parámetros a los que debemos de asignar un valor. Es importante vigilar que sea lo más explícito y bien documentado posible ya que a diferencia de las constantes que son muy visibles los parámetros colocados en una ecuación no se pueden percibir por el lector o usuario final, y pueden influir decisivamente en el comportamiento del modelo.
- 4.- Crear una primera versión del modelo: es imposible crear un modelo completo al primer intento, pero es muy útil disponer siempre de un modelo que funcione por simple que sea, es decir, que se pueda ejecutar. Se trata pues de ir haciendo versiones que incorporen mejoras.
- 5.- Estabilizar el modelo: las primeras versiones del modelo suelen ser inestables debido a que no hemos sabido asignar valores correctos a algunas variables. Es muy útil disponer de un modelo que funcione con todas sus variables estables.

6.- Identificar los elementos clave: en esta etapa hemos de localizar los elementos que son clave en el comportamiento del sistema. Estos serán los elementos sobre los que se habrán de centrar las propuestas para mejorar el estado del sistema y así solucionar el problema.

7.- Simular :la generación de propuestas se ha de basar en introducir modificaciones en el modelo que después puedan llevarse a la práctica, para así poder seleccionar la que ofrezca mejores resultados. (García, 2004, p. 196)

### **Limitaciones de la metodología**

Esta metodología tiene cada vez más adeptos ya que uno de los las principales desventajas ha sido vencida gracias a los grandes avances en informática y en procesamiento de datos y el uso de software libre de coste.

Entre las limitaciones que se le dieron en un origen a esta metodología estaban: la complejidad, el elevado coste y la inversión en tiempo que puede acarrear la elaboración de un modelo de simulación que recoja adecuadamente el comportamiento de un sistema dinámico, el riesgo de no incluir en el modelo algún elemento o variable aparentemente innecesaria y que, por su importancia, conduzca a que los resultados obtenidos con el modelo sean falsos y la dificultad o incluso imposibilidad de conocer el nivel de imprecisión de los resultados obtenidos de la simulación. (González, 1998, p. 5)

Cualquier metodología tiene sus ventajas e inconvenientes. En esta tesis se han tenido presentes en todo momento las limitaciones de los modelos de simulación basados en Dinámica de Sistemas.

## Proceso de Modelización

### Diagrama Causal

Se parte de un diagrama causal que recoge los elementos y las relaciones básicas que permitirán calcular las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> en base a cambios en los hábitos de vida. Este diagrama es además la estructura básica de lo que después será el modelo de simulación.

### Figura 1

*Estructura básica del modelo de simulación PRER-SWAM*



El objetivo de este esquema es ver cómo podemos calcular las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> de una población determinada (Puerto Rico y Emilia Romagna) usando los mismos criterios que permitan hacer un análisis comparativo del impacto de políticas concernientes a la promoción de modos de vida saludable (*Wellness*).

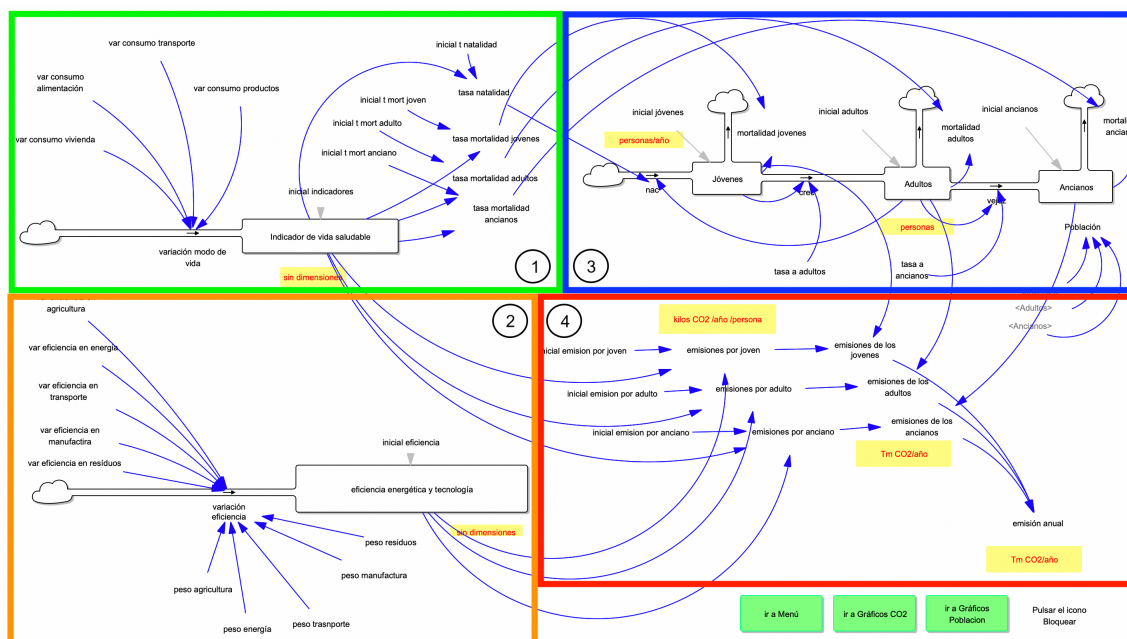
Para llegar al cálculo de ese valor se toma en cuenta la población actual, y las emisiones actuales de CO<sub>2</sub> por persona. Estas emisiones, partiendo del valor actual, van a

depender en el futuro de dos grandes factores: de cómo evolucionen los hábitos de vida saludable y también de la evolución energética y tecnológica futura. Los hábitos de vida saludable se pueden medir en base a indicadores, y éstos van a influir en la dinámica futura de la población.

### **Modelo de simulación**

El modelo de simulación integra los conceptos del diagrama causal, en un formato mucho más detallado, por ejemplo, la población está segmentada por grupos de edad, el indicador de vida saludable por los principales factores, y la eficiencia tecnológica y energética por sus principales componentes. (Ver Anexo F para mayor definición de la imagen). Para las proyecciones, el horizonte de tiempo seleccionado fue 30 años en intervalos de tiempo anuales llevándonos al año 2053. Se ha seleccionado este horizonte temporal ya que la mayoría de las instituciones en temas relacionados con el cambio climático proyectan datos hasta el año 2050.



**Figura 3***Estructura Modelo PRER-SWAM***Bloque 1 - Indicadores de vida saludable**

Así, la zona de indicadores de vida saludable permite incluir de forma agregada las variables relativas a Puerto Rico y Emilia Romagna que recogen el comportamiento habitual en la actualidad, y más adelante van a permitir simular el impacto de cambios en este comportamiento.

Para la selección de variables

Teniendo como respaldo las investigaciones que se han realizado en la región vamos a definir y valorar para los diferentes escenarios las variables que utilizamos como indicadores de vida saludable.

- 1- Consumo de alimentación.
- 2- Consumo de transporte.
- 3- Consumo de productos.
- 4- Consumo de vivienda.

#### Consumo de alimentación:

Aquello que comemos tiene un impacto directo con nuestro bienestar pero también con las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a dichos alimentos.

El consumo de carne es uno de los mayores contribuyentes a las emisiones de gases de efecto invernadero y a la vez la Organización Mundial de la Salud recomienda limitar su ingesta por cuestiones de salud, y recomienda consumir como máximo 500g semanales de carne roja y no comer carne procesada, ya que aumenta los riesgos de padecer cáncer, por lo tanto cuidando nuestra dieta también estamos cuidando a nuestro planeta. Para obtener una proteína de carne de vaca se necesita mucha más tierra, más agua y emitir más contaminantes a atmósfera, suelos y aguas que para lograr una proteína de origen vegetal.

En los últimos 50 años se ha duplicado el número de personas en el planeta y la situación se agrava porque la cantidad de carne que comemos de media por persona se ha triplicado (Ritchie et al., 2023).

Según las poblaciones se enriquecen tienden a consumir más calorías y en particular comienzan a consumir más carne y lácteos al día. La mayor parte de esta creciente demanda proviene de países de ingresos medios, y en particular de China, que se convirtió en el mayor consumidor de carne del mundo a medida que su economía florecía.



Sin embargo el consumo de la carne en Europa y América del Norte se ha estabilizado e incluso ha disminuido en los últimos años atendiendo a las recomendaciones saludables y también por la introducción de otras alternativas en las dietas.

Introduciendo el consumo de frutas y verduras en nuestra dieta , según la dieta mediterránea , impactamos directamente a nuestra salud y al medio ambiente.

Desde el año 2016 , un famoso estudio de la Oxford Martin School ha sido utilizado para la difusión en los medios de esta idea y desde entonces se encuentra mucha información científica acerca del impacto que tienen diferentes alimentos en la producción de CO<sub>2</sub>, o CO<sub>2</sub> equivalente.

En el siguiente grafico vemos que los principales contribuyentes son las carnes y los lácteos.

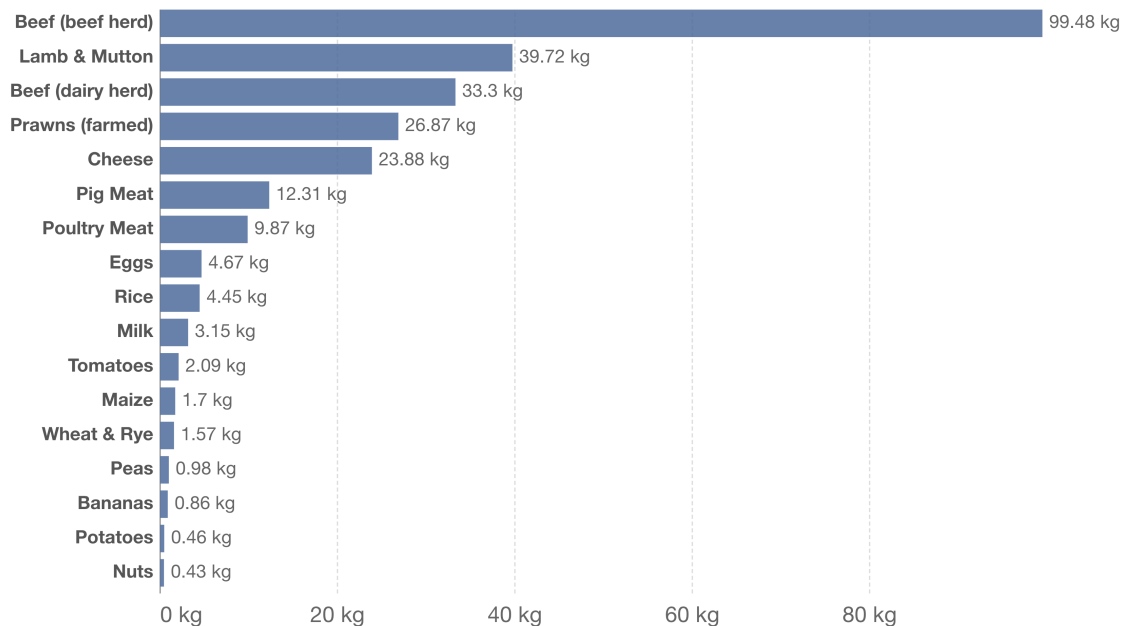
## Figura 4

### *Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por cada Kilogrammo de producto alimentario*

#### Greenhouse gas emissions per kilogram of food product

Our World  
in Data

Emissions are measured in carbon dioxide-equivalents<sup>1</sup>. This means non-CO<sub>2</sub> gases are weighted by the amount of warming they cause over a 100-year timescale.



Source: Joseph Poore and Thomas Nemecek (2018).

OurWorldInData.org/environmental-impacts-of-food • CC BY

**1. Carbon dioxide-equivalents (CO<sub>2</sub>eq):** Carbon dioxide is the most important greenhouse gas, but not the only one. To capture all greenhouse gas emissions, researchers express them in 'carbon dioxide-equivalents' (CO<sub>2</sub>eq). This takes all greenhouse gases into account, not just CO<sub>2</sub>. To express all greenhouse gases in carbon dioxide-equivalents (CO<sub>2</sub>eq), each one is weighted by its global warming potential (GWP) value. GWP measures the amount of warming a gas creates compared to CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub> is given a GWP value of one. If a gas had a GWP of 10 then one kilogram of that gas would generate ten times the warming effect as one kilogram of CO<sub>2</sub>. Carbon dioxide-equivalents are calculated for each gas by multiplying the mass of emissions of a specific greenhouse gas by its GWP factor. This warming can be stated over different timescales. To calculate CO<sub>2</sub>eq over 100 years, we'd multiply each gas by its GWP over a 100-year timescale (GWP100). Total greenhouse gas emissions – measured in CO<sub>2</sub>eq – are then calculated by summing each gas' CO<sub>2</sub>eq value.

Nota. Tomado de *Impactos ambientales de la producción de alimentos*, por Ritchie et al., s.f., <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>

Volviendo a nuestras áreas de estudio, en la Región Italiana de Emilia Romagna se consume más frutas y verduras que en el resto del país.

El consumo diario de frutas y verduras se mide por el número de raciones de frutas y/o verduras que una persona afirma consumir habitualmente consumir por día.

Una ración de fruta o verdura se define como unos 80 gramos. Para una correcta nutrición la OMS recomienda una ingesta diaria de 400 gramos de frutas o verduras, equivalente a cinco raciones de 80 gramos (cinco al día).

Los datos del último reporte del *Wellness Valley* indican el porcentaje de adultos (de 18 a 69 años) que reclamar un consumo diario habitual de al menos cinco raciones de frutas y/o verduras. En el *Wellness Valley* se consume un 22.6% más fruta y verdura que en Italia (Italia 8.4% ,*Wellness Valley* 10.3%).

Mientras tanto en Puerto Rico , no hay estudios equivalentes que nos digan qué porcentaje de población consume cinco piezas diarias de frutas y verduras pero disponemos de un estudio donde se analiza una muestra poblacional y un 9% de la ingesta diaria fueron frutas y verduras (Mattei et al., 2019).

Sobre el consumo de carne en la isla de Puerto Rico un reporte del DACO (2021) indica que en la actualidad se consumen 40.53 libras (18.35 kg) de carne de res por persona y año en Puerto Rico. A nivel estatal se consume en promedio anual unas 159.5 millones de libras, y de esa cantidad apenas 14.9 millones de libras son producidas localmente. A nivel agrícola, la producción de carne roja ocupa una tercera posición, con un ingreso bruto de \$31.5 millones al año.

Sobre el consumo de carne en Emilia Romagna no se encuentra el dato en el mismo formato. Según el Instituto de Estadísticas, 56 de cada 100 personas en Emilia Romagna consumen al menos 1 vez por semana carne de res (*“carni bovine almeno qualche volta alla settimana”*). Si estimamos 150 gr por cada ración según recomienda la OMS , esto situaría el consumo en Emilia Romagna de carne de res en 7.8 Kg por persona.

Cabe señalar que estos datos contrastan con la observación personal y sorprende que tanto para una región como para otra los datos estén por debajo de la media de consumo de carne de vacuno en la unión europea situada en 19,5 kg/cápita y muy por debajo de la media para Italia situada en 24,8 kg/cápita (España, 2009).

Para la definición de los indicadores en nuestro modelo, y dado que no encontramos datos exactos para las dos regiones en cuanto al consumo de carne que nos den total fiabilidad, consideraremos que cuanta más fruta y verdura se consume , menor será el porcentaje de consumo de carne. Tomaremos la cifra que encontramos de 9% de consumo de frutas y verduras en San Juan extrapolándolo a Puerto Rico y usaremos el dato de 10.3% del que si disponemos con certeza para Emilia Romagna y daremos valores asumiendo que en un modo de vida saludable el consumo de frutas y verduras será mayor que en el otro escenario.

A continuación se muestran los datos seleccionados para nuestra tabla de variables:

	ER	PR	Italia
Ecuacion/ Relación	<i>Wellness</i> actual	<i>Wellness</i> actual	<i>Wellness</i> actual
Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras.	10.3	9.0	8.4

#### Consumo de transporte:

Cómo nos movemos tiene un impacto directo con nuestro bienestar pero también con las emisiones de CO2 asociadas a los transportes que utilizamos para nuestros desplazamientos.

Realizar una movilidad activa (caminar y/o andar en bicicleta) para los desplazamientos regulares no solo es respetuoso con el medio ambiente, sino que esta forma de moverse también es una forma óptima de alcanzar los niveles recomendados de la actividad física y así mejorar la salud. La movilidad activa se define como usar una bicicleta o elegir caminar al trabajo o a la escuela o para el viaje diario al trabajo.

De nuevo el reporte del *Wellness Valley* nos ayuda a cuantificar que porcentaje de población utiliza métodos de transporte llamados de movilidad activa : como la bicicleta o caminar.

Relativo al uso de la bicicleta: nos da un porcentaje de adultos del 22.5% (de 18 a 69 años) que afirman que ha usado una bicicleta en los últimos 30 días para ir al trabajo o a la escuela o para el transporte habitual, excluida la actividad deportivo-recreativa. Y relativo a la actividad peatonal: nos da un porcentaje de 10% de adultos (de 18 a 69 años) que afirmar haber viajado a pie en los últimos 30 días al trabajo o a la escuela o para el

transporte habitual, excluida la actividad deportivo-recreativa. Por lo tanto, usaremos un valor del 32.5% para Emilia Romagna.

Mientras tanto en Puerto Rico la movilidad activa no es muy posible para los ciudadanos que viven en los principales núcleos urbanos. En la presentación de un estudio del 2016 llamado *La geografía de la desigualdad y el transporte colectivo en Puerto Rico* encontramos datos que no han variado mucho en casi una década. En este estudio del estado del transporte colectivo en la isla desde la perspectiva de la movilización y la equidad, además de trazar una geografía por la desigualdad, se exploraron los factores que han llevado al problema actual, pero específicamente el impacto de la política pública federal. En aquel entonces y aun hoy Puerto Rico exhibía altos grados de desigualdad en el acceso a diversidad de servicios y oportunidades a las cuales todo ciudadano podría poder alcanzar ya sea como necesidad y/o derecho.

“Bajo esta luz la disponibilidad de un sistema de transportación adecuado cobra pertinencia, un sistema que debe ser planificado con objetivos, no solo de eficiencia, pero también de catapultar el desarrollo social y económico de la isla” (Díaz, s.f., párr. 1). Los datos presentados por la planificadora destacaban que en Puerto Rico las personas tardan unos 30 minutos en promedio para llegar al trabajo. No obstante, existen diferencias a través de toda la isla ya que el municipio donde en promedio las personas se tardan más en llegar al trabajo es Toa Alta con un poco más de 40 minutos, seguido por Río Grande con 38 minutos y Loíza con 39. Los pueblos donde las personas se tardan menos en llegar a sus empleos son Vieques y Culebra con un tiempo estimado de 15 minutos. Mientras que Jayuya, Hormigueros, Guánica y Aguadilla están cerca de los 20 minutos.

Por otra parte, hay diferencias también por modos de transporte. Las personas que utilizan el transporte colectivo para llegar al trabajo se tardan 66 por ciento más tiempo en llegar, este resultado puede llegar a una hora de trayecto. Sólo 2.7 por ciento utiliza el transporte colectivo, 3.5 por ciento camina y menos de 1 por ciento utiliza bicicleta, (dándonos un dato conjunto de 4.5%). Los municipios en los que más se utiliza el transporte colectivo son San Juan y Cataño donde un 9.1 por ciento de la población de 16 años o más, que trabaja, recurren a este servicio. El pueblo en que más se camina al trabajo es Culebra con un 24 por ciento y Maricao con 16.9 por ciento. Sin embargo, donde más se hace uso de la bicicleta es en Culebra con un 8.6 por ciento y en pueblos como Salinas, Guánica y Santa Isabel que exceden el 1 por ciento. (Díaz, s.f., párr. 1)

A continuación se muestran los datos seleccionados para nuestra tabla de variables:

	ER	PR	Italia
Ecuación/ Relación	<i>Wellness</i> actual	<i>Wellness</i> actual	<i>Wellness</i> actual
Porcentaje de personas transportándose en bici o andando.	32.5	4.5	25.4

#### Consumo de productos:

Las economías de la región italiana de Emilia Romagna y de Puerto Rico son bastante similares si como variable comparativa utilizamos índices tradicionales como puede ser el PIB per cápita. Dentro de los países caribeños Puerto Rico destaca en sus niveles de consumo, debido en parte a la cultura del crédito heredada de Estados Unidos y encontramos índices económicos alejados de las islas circundantes y de la región caribeña

y similares a los italianos. El PIB per cápita en Puerto Rico es de 32.640,71 USD (2021) y en la región italiana un poco superior situado en torno a 36,000 USD (2019).

La tasa de ahorro de las familias puertorriqueñas regresó a terreno negativo en el año fiscal 2022, tras dos años con el nivel de ahorro más alto en la historia. La tasa cayó a -0.7% en el año fiscal 2022, según los datos revisados del Apéndice Estadístico del Informe Económico al Gobernador (Junta de Planificación, 2022). Una tasa de ahorro negativa significa que las familias consumen por encima de sus ingresos.

Para la región Italiana de Emilia-Romagna , podemos estimar datos medios de la unión europea que indica que la tasa de ahorro de los hogares se ha mantenido bastante estable desde principios del milenio, fluctuando entre el 10% y el 13%.

Según los datos a los que se tiene acceso y profundizando en ellos , entiendo que no son representativos de la percepción que se tiene en cuanto al consumismo en cada uno de los territorios por lo que para valorar este punto utilizaremos una valoración subjetiva realizando una crítica a las sociedades de consumo. En una crítica de Lara y Colín (2007):

Encontramos una definición del consumismo, como un atributo de la sociedad conformada por individuos cuya capacidad de querer, desear o anhelar ha sido separada o “alienada” de ellos mismos. A su vez, esa capacidad se convierte en la principal fuerza que pone en movimiento a toda la sociedad de consumidores. En el consumismo, el consumo ha desplazado al trabajo como principal actividad generadora de la sociedad. La felicidad no está determinada por la gratificación de los deseos ni por la apropiación y el control que aseguren confort, sino más bien por un aumento permanente en el volumen y la intensidad de los deseos, lo que a



su vez produce una fila cada vez más interminable de productos creados para el desecho y la sustitución. (p. 212)

Es aquí donde encontramos un impacto de los indicadores del *Wellness* subjetivo, donde se encuentra el bienestar en valores sociales más allá de los bienes de consumo.

En la región italiana de Emilia Romagna la valoración subjetiva del bienestar se realiza teniendo en cuenta la satisfacción por la propia vida, el tiempo libre, el propio trabajo, las relaciones familiares, las amistades y la salud ambiental. En los últimos reportes del *Wellness valley* no se encuentran datos o alguna instrumentación metodológica que nos ayude a cuantificar esta variable, por lo tanto, utilizaré la observación y mi propia experiencia vital en ambas regiones. La región italiana aún conserva una cultura donde se encuentra bienestar en cosas no materiales, y por lo tanto he valorado un nivel de consumismo de 60 sobre 100. Para Puerto Rico, el escenario sin *Wellness* sería 100 sobre 100 ya que existe una cultura de vivir del crédito por encima de las posibilidades y capacidades de ahorro.

A continuación se muestran los datos seleccionados para nuestra tabla de variables:

	ER	PR	Italia
Ecuación/ Relación	<i>Wellness</i> actual	<i>Wellness</i> actual	<i>Wellness</i> actual
Consumismo "variable subjetiva".	60.0	100.0	90.0

### Consumo de vivienda:

Cómo vivimos tiene un impacto directo con respecto a nuestras emisiones de CO<sub>2</sub>. Más de la mitad de la población mundial vive en ciudades y probablemente esta cifra aumente a más de dos terceras partes para 2030. Las ciudades consumen una gran parte del suministro energético mundial y son responsables de aproximadamente el 70% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero derivadas de la energía, que absorben el calor y provocan el calentamiento de la Tierra, según Naciones Unidas. (Naciones Unidas, 2019, párr. 5)

La enorme huella de carbono creada por nuestras ciudades es el resultado de una mala planificación y diseño (Climate Policy Initiative, 2021).

La dispersión a los suburbios con pocos medios de transporte público y hogares alejados del trabajo y de los comercios produce un aumento de coches en las carreteras emitiendo dióxido de carbono. Además, la mayoría de los edificios siguen utilizando combustibles fósiles para cubrir sus necesidades energéticas. (Naciones Unidas, 2019, párr. 7)

Aquí vemos una diferencia cuantificable en el modelo de vivienda de Puerto Rico, siguiendo un urbanismo en dispersión (ciudades expansivas) y el modelo de Emilia Romagna con centros de ciudades identificados y planificación urbanística que sigue los lineamientos de *Smart Cities*.

La comparación entre estas dos formas de desarrollo urbano es compleja y dependerá de múltiples factores como la densidad poblacional, la eficiencia energética de los edificios, el transporte público, el uso de energías renovables, entre otros.

Sin embargo ya existen estudios que pueden ayudar a cuantificar y entender la diferencia en emisiones entre una ciudad expansiva y una *Smart City*.

Un estudio realizado por la Universidad Politécnica de Madrid encontró que la tasa de emisiones de CO<sub>2</sub> por persona en ciudades expansivas era un 60% mayor que en ciudades compactas. Otra investigación realizada por el Centro de Investigación en Energía y Medio Ambiente de la Universidad de California en Berkeley encontró que las emisiones de CO<sub>2</sub> en una ciudad compacta con un transporte público eficiente, edificios de alta eficiencia energética y un alto porcentaje de energía renovable, pueden ser un 70% más bajas que las emisiones en una ciudad expansiva (Haley et al., 2015).

En base a estos estudios tomaremos una aproximación del 30% de diferencia entre ambas ciudades, teniendo en cuenta que ni Puerto Rico representa un urbanismo totalmente en desparrame ni todas las ciudades en la Región de Emilia Romagna son compactas.

A continuación se muestran los datos seleccionados para nuestra tabla de variables:

	ER	PR	Italia
Ecuación/ Relación	<i>Wellness</i> actual	<i>Wellness</i> actual	<i>Wellness</i> actual
Aportación de emisiones de Co <sub>2</sub> según tipo de urbanismo.	30.0	60.0	30.0

Definición de un escenario ideal a través de Indicadores de vida saludable:

Escenario *WELLNESS SI*:

Los valores anteriormente analizados representan el valor actual y a esto lo consideraremos el escenario de “*Wellness actual*”.

Todas las variables anteriores interactúan entre sí y nos indican si el modo de vida de la población es saludable o no. Podemos Observar que en los cuatro campos estudiados los valores de Emilia Romagna son mucho mejores que los de Italia en general (lo que refuerza la idea de que esta región sea tomada como referencia). Al comparar esos valores con los actuales de Puerto Rico, vemos que la diferencia es aún mayor ya que en 3 de los 4 valores , los datos son peores que los de Italia.

**Tabla 5**

*Indicadores de vida saludable del modelo PRER-SWAM*

			ER	PR	Italia
			<i>Wellness</i> actual	<i>Wellness</i> actual	<i>Wellness</i> actual
Ecuación/ Relación					
Indicadores de vida saludable	variable consumo de alimentación	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras.	10.3	9.0	8.4
	variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportándose en bici o andando.	32.5	4.5	25.4
	variable consumo de productos	Consumismo "variable subjetiva".	60.0	100.0	90.0
	variable consumo de vivienda	Aportación de emisiones de Co2 según tipo de urbanismo.	30.0	60.0	30.0

Para nuestro modelo, definiremos también un escenario futuro hacia donde nos dirigimos en un horizonte de 30 años para cada una de las regiones.

Este escenario de bienestar futuro lo vamos a denominar “*Wellness sí*” .

Este escenario corresponde con valores que tendremos como objetivo conseguir en cada uno de los territorios si se continúan implementando políticas de desarrollo de bienestar.

Para esta proyección futura , utilizaremos dos supuestos.

- **El interés de la humanidad será seguir mejorando su bienestar.**
- **No existe posibilidad de bienestar para los humanos si no podemos mantener las condiciones climáticas del holoceno.**

Con esas dos premisas, pero intentando mantenernos dentro de unos valores alcanzables, definiremos los valores que alcanzaremos en el año 2052 si se continúan implementando políticas de *Wellness* como las que han demostrado su efectividad hasta el momento en el *Wellness* valley de Emilia Romagna.

#### Consumo de alimentación en el escenario *Wellness* Sí.

Como comentábamos anteriormente en la definición de esta variable, según las pautas dietéticas recomendadas por la OMS, se sugiere que aproximadamente la mitad del plato en cada comida consista en frutas y verduras. Sin embargo, no se establece un porcentaje exacto de la ingesta diaria total. Las recomendaciones dietéticas varían según la edad, el sexo, el nivel de actividad y otros factores individuales.

En general, se recomienda consumir al menos cinco porciones de frutas y verduras al día. Esto puede variar dependiendo del país o las organizaciones de salud que emitan las recomendaciones. Algunas fuentes sugieren que se consuman de 400 a 800 gramos de frutas y verduras al día. El valor actual de personas consumiendo frutas y verduras es muy

bajo y en este indicador podemos pensar que mejorarlo es una de las tareas más sencillas si lo comparamos con los otros tres.

Lo ideal sería llegar al total de la población cumpliendo con estas pautas, pero podemos estimar el 50% como valor fácilmente alcanzable tanto para Emilia Romagna como para Puerto Rico.

#### Consumo de transporte en el escenario *Wellness Sí*.

El ser humano está diseñado para caminar y recorrer grandes distancias a pie. Necesitamos personas físicamente activas, no solo por evitar en la medida de lo posible emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con el transporte sino también por luchar contra el sedentarismo y mantener nuestra salud física. Según la OMS, se define como personas “físicamente activas” las que participan en al menos 150 minutos de actividad física moderada o 75 minutos de actividad vigorosa o alguna combinación equivalente de las dos modalidades semanalmente (asumiendo que los minutos de actividad vigorosa valen el doble que los minutos de actividad moderada). Aquellos que realizan un trabajo regular (es decir, continuo en el tiempo) que requiere esfuerzo físico significativo (como obrero, albañil, agricultor) son también se considera físicamente activo, independientemente de la cantidad de actividad física realizada durante el tiempo libre. Personas “parcialmente activas” son las que realizan alguna actividad física moderada o intensa. actividad en su tiempo libre, pero sin alcanzar los niveles semanales recomendado por la OMS, o no hacen ninguna actividad física en su libre tiempo, pero realiza un trabajo regular (continuo) que requiere un esfuerzo físico moderado esfuerzo (como trabajador de fábrica, mesero, limpiador). Las personas "sedentarias" son aquellas que no realizan actividad física en su

tiempo libre y no trabajan, o tienen un trabajo sedentario o un trabajo que, aunque requiere esfuerzo físico (moderado o pesado), no es regular y continuo en el tiempo.

Caminar o llegar al trabajo en bicicleta, aporta gran parte a llegar a esos 150 minutos de actividad física moderada, por lo que fomentar este medio de transporte debe estar en todas las políticas públicas que promueven el bienestar.

En Emilia Romagna aproximadamente un 70% de personas viven en áreas urbanas y el valor actual de personas que van a trabajar caminando o en bicicleta es de 32.5% , por lo que podríamos tomar un valor de 50% como objetivo a 30 años.

En Puerto Rico y debido a diferentes retos y condicionantes que no se presentan en la región Italiana, no tomaremos un valor tan alto y fijaremos 20% como objetivo.

#### Consumo de productos en el escenario *Wellness Sí*.

Para lograr una sociedad sostenible, es necesario reducir significativamente nuestro nivel de consumo de productos, especialmente aquellos que tienen un impacto ambiental considerable. La cantidad exacta de reducción requerida puede variar según múltiples factores, incluyendo la región, el nivel de desarrollo económico y los patrones de consumo actuales. Sin embargo, se pueden considerar algunas medidas generales:

1. Consumo responsable: Adoptar un enfoque de consumo responsable implica comprar solo lo que realmente necesitamos, evitar el consumo impulsivo y priorizar productos duraderos y de alta calidad. Esto reducirá la demanda de productos y disminuirá el desperdicio.
2. Economía circular: Promover la transición hacia una economía circular es esencial para reducir el consumo excesivo. Esto implica reutilizar, reparar y reciclar

- productos en lugar de desecharlos después de un solo uso. Al prolongar la vida útil de los productos, se reduce la necesidad de producción y extracción de recursos.
3. Compartir e intercambiar: Fomentar la cultura del intercambio y el préstamo de productos puede reducir aún más la necesidad de comprar nuevos. Compartir herramientas, equipos deportivos, libros y otros objetos puede ayudar a maximizar su uso y minimizar la demanda de nuevos productos.
  4. Transición hacia productos más sostenibles: Priorizar productos fabricados de manera sostenible, que utilizan materiales reciclados o renovables y que minimizan el uso de recursos naturales, es crucial. Al elegir opciones más ecológicas, se fomenta el desarrollo de productos y sistemas de producción más sostenibles en el mercado.

De las 4 variables estudiadas, ésta es la más subjetiva y difícil de argumentar, pero la diferencia entre los patrones consumistas de sociedades como la de Estados Unidos (patrón de Puerto Rico) y de Europa (patrón de Emilia Romagna) son claros.

En Europa muchas de las políticas incluyen las medidas generales anteriormente señaladas y el nivel de compromiso social en acciones como el reciclaje o la reutilización de productos lo demuestran.

De nuevo, en el horizonte a 30 años podemos fijar como objetivo de reducción de consumo para la región de Emilia Romagna a un valor situado en 40 sobre 100.

Para Puerto Rico, seremos más conservadores ya que este cambio implica cambiar los modelos económicos actuales, y planteamos un escenario de bienestar valorado en 60 sobre 100, donde se recuperan valores culturales puertorriqueños como la apreciación del



bienestar subjetivo basados en cosas no materiales como el valor de la familia, el cuidado del prójimo, la resiliencia y la solidaridad.

Consumo de vivienda en el escenario *Wellness Sí*.

De los 4 indicadores sin duda este es uno de los más difíciles de modificar en un horizonte a 30 años.

El tiempo requerido para cambiar el urbanismo de una ciudad varía significativamente según varios factores, como el tamaño de la ciudad, la escala de los cambios propuestos, la disponibilidad de recursos y la voluntad política. No hay un marco temporal específico que se aplique universalmente, ya que cada ciudad tiene sus propias circunstancias y desafíos , pero en general sabemos que un cambio urbanístico complejo puede llevar décadas (30 años en promedio). Los procesos de planificación urbana suelen implicar la elaboración de planes maestros, evaluaciones de impacto ambiental, consultas públicas, coordinación entre múltiples partes interesadas y la implementación gradual de proyectos, por lo que los valores que tomaremos para ambas regiones serán muy conservadores . Estimaremos que solo mejoraremos en 5 puntos este valor , por lo tanto para Emilia Romagna ,teniendo como punto de partida el valor 30 evolucionara hasta 25 y en Puerto Rico pasara de 60 a 55.

En resumen, los valores de un escenario “*Wellness Sí*”, es decir con implementación de políticas de bienestar para Emilia Romagna se expresan en la tabla a continuación:

**Tabla 6**

*Indicadores de vida saludable en el Modelo PRER-SWAM para escenarios Wellness*

*Actual y Wellness SI en Emilia Romagna*

		ER		
		Ecuación/ Relación	<i>Wellness Si</i>	<i>Wellness actual</i>
Indicadores de vida saludable	variable consumo de alimentación	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras.	50.0	10.6
	variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportándose en bici o andando.	50.0	32.5
	variable consumo de productos	Consumismo "variable subjetiva".	40.0	60.0
	variable consumo de vivienda	Aportación de emisiones de Co2 según tipo de urbanismo.	25.0	30.0

En resumen, los valores de un escenario “*Wellness Sí*”, es decir con implementación de políticas de bienestar para Puerto Rico se expresan en la tabla a continuación:

**Tabla 7**

*Indicadores de vida saludable en el Modelo PRER-SWAM para escenarios Wellness*

*Actual y Wellness SI en Puerto Rico*

			PR	
			<i>Wellness</i> sí	<i>Wellness</i> actual
Ecuación/ Relación				
Indicadores de vida saludable	variable consumo de alimentación	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras.	50.0	9.0
	variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportándose en bici o andando.	20.0	4.5
	variable consumo de productos	Consumismo "variable subjetiva".	60.0	100.0
	variable consumo de vivienda	Aportación de emisiones de Co2 según tipo de urbanismo.	55.0	60.0

## **Bloque 2 - Eficiencia Energética y Tecnológica**

La zona de eficiencia energética y tecnológica, permite calcular las emisiones de CO2 por persona teniendo en cuenta el comportamiento más o menos saludable calculado en la zona anterior.

En este cuadro del modelo tenemos en cuenta factores que repercuten en la producción de CO2. Cómo nos movemos, cómo producimos energía, cómo crecemos alimentos, cómo producimos productos, cómo nos calentamos y enfriamos y cómo gestionamos los residuos de toda la actividad humana determinan las variables que se recogen en este cuadro.

AGRICULTURA – cómo crecemos alimentos – qué recursos del planeta utilizamos para generar alimentos y que tipo de alimentos consumimos.

ENERGÍA – cómo generamos energía – qué porcentaje de energías son renovables.

TRANSPORTE – cómo nos movemos – qué porcentaje de transporte es sostenible.

INDUSTRIA – cómo producimos bienes de consumo y que recursos del planeta utilizamos para producirlos.

GESTIÓN DE RESIDUOS – cuántos residuos generamos y qué hacemos con los ellos (reducir, reusar y reciclar).

Para este bloque, vamos a considerar que los desarrollos en eficiencia estarán disponibles por igual para todas las regiones del planeta, sin embargo introducimos un nuevo coeficiente llamado “Peso” para ponderar cada valor en ambas regiones.

A través de ese coeficiente ponderativo pretendemos atender la diversidad que existe en ambas regiones, particularmente en términos económicos y sociales que influyen en el comportamiento de cada individuo.

#### Variación eficiencia en la agricultura:

El crecimiento de la población y la limitación de terrenos disponibles para agricultura lleva asociada la pregunta de cómo vamos a alimentarnos en el futuro. En la actualidad los científicos trabajan para lograr mejorar la eficiencia en la agricultura, siendo uno de los objetivos del desarrollo sostenible.

La agricultura sostenible es un enfoque agrícola que busca producir alimentos y materias primas de manera eficiente y rentable, al mismo tiempo que se minimiza el impacto ambiental negativo y se promueve el bienestar social y económico de las comunidades rurales.

En otras palabras, la agricultura sostenible tiene como objetivo mantener y mejorar la salud del suelo, la calidad del agua y la biodiversidad, mientras se promueve la

producción agrícola. Esto se logra mediante el uso de prácticas agrícolas que reducen al mínimo la contaminación y el desperdicio, conservan los recursos naturales y fomentan la diversidad biológica.

Algunas prácticas agrícolas sostenibles incluyen el uso de técnicas de cultivo que reducen la erosión del suelo y el uso de fertilizantes y pesticidas naturales y orgánicos. Además, la agricultura sostenible fomenta la rotación de cultivos, la utilización de cultivos de cobertura y el mantenimiento de sistemas agroforestales.

La eficiencia en agricultura puede variar significativamente de año en año debido a factores como el clima, las condiciones del suelo, las prácticas agrícolas utilizadas, la disponibilidad de recursos y la tecnología utilizada.

Por ejemplo, un año con una temporada de crecimiento favorable, con abundante lluvia y temperaturas adecuadas, puede conducir a una mayor eficiencia en la producción de cultivos en comparación con un año con condiciones adversas como sequía, heladas o inundaciones. Además, los avances tecnológicos en la agricultura, como el uso de maquinaria más eficiente y la aplicación de técnicas de cultivo más precisas, también pueden contribuir a mejoras en la eficiencia.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2017), los persistentes y elevados niveles de hambre y malnutrición - 793 millones de personas en el mundo sufrieron hambre crónica entre los años 2014 y 2016 y la carga insostenible y creciente de las actividades humanas sobre la capacidad de la Tierra representan un enorme desafío para la agricultura, agravado aún más por el crecimiento continuo de la población mundial. Para satisfacer la creciente demanda de

alimentos de los más de 9 000 millones de personas que poblarán el planeta en 2050, teniendo también en cuenta sus probables cambios dietéticos, será necesario aumentar la producción de alimentos a escala mundial en 70 por ciento en el mismo período. Al mismo tiempo, alrededor de un tercio de los alimentos producidos -1,300 millones de toneladas al año- se pierden o desperdician en todo el mundo a lo largo de la cadena de suministro, con enormes costes económicos y medioambientales.

No obstante, que exista mejora en la eficiencia de nuestros cultivos, no significa necesariamente que sea de manera sostenible.

La productividad agrícola en los Estados Unidos se ha incrementado significativamente en las últimas décadas debido a la aplicación de tecnologías avanzadas en la agricultura, así como a la implementación de prácticas agrícolas más eficientes y solo algunas de ellas sostenibles.

Si tomamos como ejemplo la agricultura industrializada conocida hasta la fecha , y utilizamos datos de Estados Unidos vemos un gran incremento en la productividad agrícola. Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), la productividad agrícola en los Estados Unidos se ha incrementado en un 170 por ciento desde el año 1948 hasta el año 2018.

Utilizando esos números podemos estimar que la productividad agrícola ha aumentado un 2.4 por ciento anual de media en los últimos 70 años.

Para nuestro modelo utilizaremos el dato del crecimiento necesario de las naciones unidas de 2.3 por ciento anual de media (70 por ciento en 30 años), asumiendo que éste crecimiento si es única y exclusivamente mediante técnicas de agricultura sostenible.

### Variación eficiencia en la energía:

La producción de energía es esencial para satisfacer las necesidades energéticas de la sociedad moderna. También es uno de los principales causantes de las emisiones de CO<sub>2</sub> cuando ésta se consigue a través de la quema de combustibles fósiles.

Cuando hablamos de producción de energía todas las miradas se enfocan a promover el uso de energías renovables , pero de igual manera es necesario que focalicemos esfuerzos en la mejora de la eficiencia o dicho de otro modo, la reducción de la energía perdida.

La energía perdida se refiere a la energía que se disipa o se pierde en forma de calor, sonido, vibración, fricción o cualquier otro tipo de energía no deseada, durante la conversión, transmisión o uso de la energía. Esta energía no se utiliza para realizar el trabajo previsto o para producir una salida útil, lo que resulta en una pérdida de eficiencia.

Por ejemplo, cuando se quema combustible en un motor de combustión interna, parte de la energía se convierte en energía mecánica para impulsar el vehículo, pero también se pierde en forma de calor y sonido, lo que reduce la eficiencia del motor. De manera similar, en una central eléctrica, parte de la energía se pierde durante la transmisión y distribución de la energía eléctrica a través de líneas de transmisión, transformadores y otros equipos.

Según un informe de la Agencia Internacional de Energía (AIE) publicado en 2020, se estima que el 6 por ciento de la electricidad generada en todo el mundo se pierde durante la transmisión y distribución de energía.

Además, hay pérdidas significativas de energía en otros sectores, como el transporte, la industria y los edificios, que utilizan energía en formas diversas y a menudo menos eficientes. En general, se estima que el mundo pierde una cantidad significativa de energía debido a la ineficiencia en el uso y la conversión de la energía.

Por otro lado, la eficiencia energética se ha mejorado significativamente en los últimos años gracias a una combinación de avances tecnológicos, políticas públicas y cambios de comportamiento.

Aquí hay algunas formas en las que se ha mejorado la eficiencia energética:

1. Tecnología de iluminación: La introducción de tecnologías de iluminación más eficientes, como las bombillas LED, ha reducido significativamente el consumo de energía en iluminación.
2. Electrodomésticos y equipos más eficientes: Los electrodomésticos y equipos más modernos, como los refrigeradores, lavadoras, aires acondicionados, entre otros, son cada vez más eficientes energéticamente y tienen etiquetas de eficiencia energética que ayudan a los consumidores a elegir productos más eficientes.
3. Edificios eficientes: Los edificios nuevos están siendo diseñados con tecnologías que maximizan la eficiencia energética, como la ventilación natural, el uso de materiales aislantes y sistemas de iluminación y calefacción eficientes.
4. Energías renovables: El aumento en la generación de energía renovable, como la energía solar y eólica, ha reducido la dependencia de combustibles fósiles y ha permitido una producción más limpia de energía.



5. Políticas públicas: Las políticas públicas como la regulación de la eficiencia energética de los productos y los incentivos fiscales para la adopción de tecnologías más eficientes han promovido la adopción de tecnologías más eficientes energéticamente.
6. Cambios de comportamiento: Los consumidores están adoptando prácticas más eficientes energéticamente, como apagar los electrodomésticos cuando no están en uso, utilizar la iluminación natural en lugar de electricidad durante el día y reducir el uso del automóvil en favor del transporte público o la bicicleta.

Sin embargo, esta mejora no es suficiente.

Según el reporte de la Agencia Internacional de la energía, la media anual de mejora de eficiencia está por debajo de lo necesario dentro del escenario de desarrollo sostenible. Desde el año 2015, las mejoras globales en la eficiencia energética, medidas por intensidad energética, han ido disminuyendo, salvo un repunte en los años 2021 y 2022.

La intensidad energética se utiliza a menudo como un indicador de la eficiencia energética, principalmente porque, a nivel agregado, es una medida indirecta de la energía necesaria para satisfacer la demanda de servicios. Además, es un indicador relativamente fácil de calcular y comparar entre países. Sin embargo, la correlación entre la intensidad energética y la eficiencia energética no siempre es perfecta. Por ejemplo, una pequeña economía basada en los servicios en un clima templado tendría una intensidad menor que una gran economía basada en la industria en un clima frío, incluso si esta última usa la energía de manera más eficiente. Del mismo modo, las tendencias hacia una menor intensidad no están necesariamente impulsadas por mejoras en la eficiencia, por ejemplo

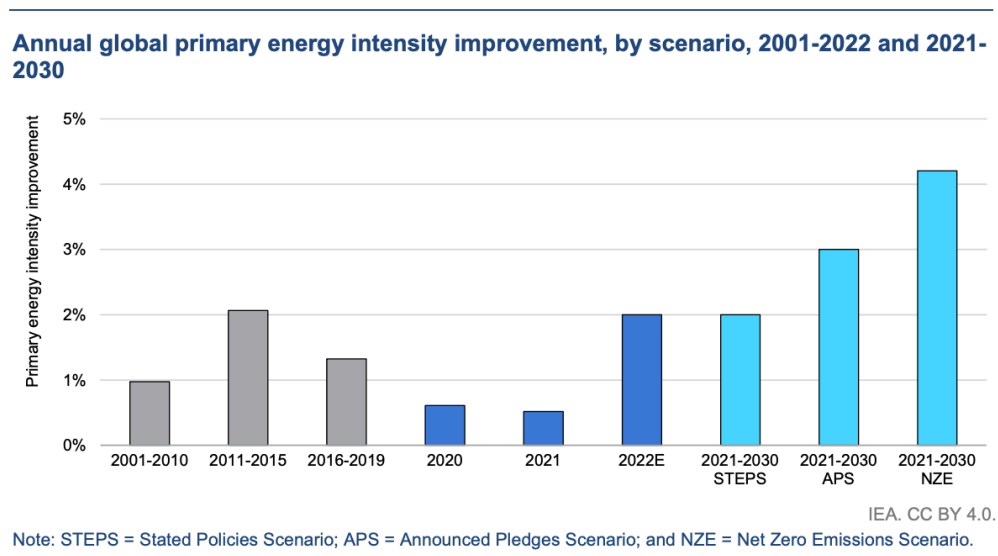
las últimas crisis del COVID 19 y la guerra de Ucrania han reducido la intensidad energética y esto no refleja necesariamente que la eficiencia ha mejorado.

Otros elementos también desempeñan un papel en la definición de los niveles de intensidad y las tendencias, incluida la estructura económica (porcentaje de grandes industrias que consumen energía), las características geográficas (p. ej., distancias más largas que conducen a una mayor demanda de transporte), el clima y las condiciones meteorológicas (cambios en la demanda de calefacción o refrigeración), y el tipo de cambio.

La crisis del Covid-19 añade un nivel extra de estrés. Como resultado de la crisis y de los bajos precios de la energía, la intensidad energética se espera que mejore solo un 0,8% en el año 2020, aproximadamente la mitad de las tasas, corregidas por clima, para 2019 (1,6%) y 2018 (1,5%). Esto está muy por debajo del nivel necesario para alcanzar los objetivos climáticos y de sostenibilidad globales. Es especialmente preocupante porque la eficiencia energética proporciona más del 40 % de la reducción de los gastos relacionados con la energía emisiones de gases de efecto invernadero.

## Figura 5

*Mejora necesaria anual de intensidad energética según diferentes escenarios*



Duplicar la tasa de mejora de la intensidad energética global del 2% anual logrado de 2010 a 2020 a poco más del 4% de 2020-30 es necesario poner el mundo en un camino consistente con el Escenario Neto Cero (International Energy Agency, 2023).

En resumen el valor que tomaremos como objetivo de lo que tenemos que mejorar anualmente en nuestro modelo será 4%.

### Variación eficiencia en el transporte:

La eficiencia en el transporte se refiere a la capacidad de mover personas o bienes de manera efectiva, rápida, segura y al menor costo posible. En términos simples, la eficiencia del transporte se relaciona con la capacidad del sistema de transporte para satisfacer las necesidades de movilidad de una sociedad con los recursos disponibles.

La eficiencia del transporte se mide en función de diversos factores, como la velocidad de desplazamiento, la capacidad de transporte, la puntualidad, la seguridad, el costo y el impacto ambiental.

En los últimos años, se han implementado varias tecnologías y estrategias que han mejorado la eficiencia del transporte. Algunas de estas mejoras incluyen:

1. Tecnología de vehículos más eficientes: Los vehículos modernos son cada vez más eficientes en términos de consumo de combustible y emisiones de gases de efecto invernadero. La tecnología híbrida, eléctrica y de hidrógeno está ganando terreno en el mercado de vehículos, y se espera que se sigan desarrollando alternativas aún más eficientes.
2. Sistemas de transporte inteligente: La tecnología de los sistemas de transporte inteligente, como la navegación GPS, la gestión del tráfico y la información en tiempo real, pueden ayudar a reducir la congestión y mejorar la eficiencia del transporte.
3. Infraestructura de transporte mejorada: Los gobiernos están invirtiendo en infraestructura de transporte mejorada, como carreteras, puentes y ferrocarriles más modernos, para mejorar la eficiencia del transporte.
4. Compartición de viajes: Los servicios de compartición de viajes, como Uber y Lyft, pueden reducir la cantidad de vehículos en las carreteras y mejorar la eficiencia del transporte al permitir que varias personas compartan un viaje.

5. Transporte público mejorado: Los sistemas de transporte público mejorados, como los trenes de alta velocidad y los autobuses eléctricos, pueden mejorar la eficiencia del transporte al mover grandes cantidades de personas a altas velocidades.

Para nuestro modelo podemos estimar la variación necesaria para cumplir la meta de cero emisiones en el 2050 , según datos de la agencia internacional de la energía.

Las emisiones del transporte crecieron a una tasa promedio anual de casi el 1.7 % entre 1990 y 2021, más rápido que cualquier otro sector de uso final. En el año 2021, las emisiones globales de CO<sub>2</sub> del sector del transporte se recuperaron, creciendo un 8 % hasta casi 7.7 Gt de CO<sub>2</sub> , frente a las 7.1 Gt de CO<sub>2</sub> de 2020, a medida que se levantaron las restricciones pandémicas y los movimientos de pasajeros y mercancías comenzaron a recuperarse tras su descenso sin precedentes en el año 2020.

Para ponerse en marcha con el Escenario de Emisiones Netas Cero para 2050, las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector deben caer alrededor de un 3 % por año hasta 2050. Lograr esta caída dependería de la rápida electrificación de los vehículos de carretera y de medidas de eficiencia energética operativas y técnicas, de la comercialización y ampliación de combustibles bajos en carbono , especialmente en los subsectores marítimo y de aviación, y políticas para alentar el cambio modal a opciones de viaje con menor intensidad de carbono .

Serán necesarias regulaciones estrictas e incentivos fiscales, así como una inversión considerable en infraestructura que permita cero emisiones y bajo consumo de energía (Haley et al., 2015).

En resumen para nuestro modelo tomaremos una reducción necesaria del 3% anual en emisiones de gases de efecto invernadero debidas al transporte.

#### Variación de eficiencia en la industria:

La actividad industrial ha crecido a un ritmo asombroso en las últimas dos décadas, impulsada por aumentos en la demanda de bienes industriales por parte de una población y economía global más grande. Históricamente, esta tendencia ha sido común pero no uniforme, lo que sugiere que el crecimiento y la producción industrial no están inevitablemente vinculados, particularmente cuando las economías alcanzan la madurez económica.

Con eficiencia en la industria nos referimos a la capacidad de producir bienes o servicios de alta calidad en la menor cantidad de tiempo y con el menor costo posible. La eficiencia en la industria se puede lograr a través de la implementación de tecnologías avanzadas, la optimización de procesos y la gestión efectiva de recursos humanos y financieros. Además, también puede ser influenciada por factores externos como el entorno económico y político, las regulaciones gubernamentales y las tendencias del mercado.

Se puede decir que en las últimas décadas, la eficiencia en la industria ha mejorado significativamente en muchas partes del mundo debido al avance de la tecnología, la automatización de procesos, la optimización de la cadena de suministro y la mejora de la gestión empresarial.

Por ejemplo, según un informe de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), la eficiencia energética en la industria ha mejorado en un promedio del 1,2% por año en todo el mundo en las últimas décadas. Además, la adopción

de tecnologías como la inteligencia artificial, la robótica y la Internet de las cosas (IoT) también ha mejorado significativamente la eficiencia en algunas industrias específicas, como la automotriz, la aeroespacial y la manufacturera en general.

Para nuestro modelo podemos cuantificar la variación de la productividad de la energía industrial (valor industrial agregado por unidad de entrada de energía).

Este valor ha aumentado en la mayoría de las regiones desde el año 2000, principalmente debido al despliegue de tecnologías de punta, el uso de equipos más eficientes y un cambio estructural hacia una mayor participación en el valor agregado de la industria ligera de alto valor agregado (por ejemplo, electrónica).

Para alcanzar los hitos del Escenario Cero Neto, el crecimiento en el uso total de energía del sector debe limitarse a menos del 0,5 % anual hasta 2050, mientras que la productividad energética industrial debe aumentar en aproximadamente un 3 % anual hasta 2050. IEA (2022), Industria.

En resumen para nuestro modelo tomaremos una mejora necesaria del 3% anual en mejora de la productividad energética.

#### Variación de eficiencia en la gestión de residuos:

La eficiencia en la gestión de residuos se refiere a la capacidad de gestionar de manera efectiva y sostenible los residuos generados por una sociedad, empresa u organización. Una gestión eficiente de residuos implica la implementación de prácticas que permitan reducir la cantidad de residuos generados, fomentar su reutilización y reciclaje, y asegurar una disposición final adecuada y segura de aquellos residuos que no puedan ser recuperados.

Algunas prácticas que pueden mejorar la eficiencia en la gestión de residuos incluyen:

1. Reducción en la fuente: Promover la reducción en la fuente de los residuos generados, por ejemplo, a través de campañas de concientización y educación para minimizar el uso de materiales de un solo uso y fomentar el uso de productos duraderos.
2. Reciclaje y reutilización: Fomentar la separación de residuos en origen y la implementación de programas de reciclaje y reutilización para minimizar la cantidad de residuos que requieren disposición final.
3. Tratamiento y disposición final: Implementar tecnologías adecuadas para el tratamiento y la disposición final de los residuos que no pueden ser reciclados o reutilizados, de manera segura y ambientalmente responsable.
4. Gestión integral de residuos: Promover una gestión integral de residuos que involucre a todos los actores involucrados, desde los generadores de residuos hasta los gestores y autoridades responsables de su gestión.
5. Innovación: Fomentar la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia en la gestión de residuos y promover una economía circular en la que los residuos sean considerados como recursos.

La eficiencia en la gestión de residuos ha mejorado significativamente en las últimas décadas debido a una mayor conciencia ambiental y a la implementación de políticas y programas para la gestión adecuada de los residuos.



En muchos países, se han establecido leyes y regulaciones para regular la gestión de residuos y garantizar una disposición final adecuada. Además, se han implementado programas de educación y concientización para promover la reducción en la fuente, el reciclaje y la reutilización de los residuos.

Como resultado de estas medidas, muchos países han logrado reducir la cantidad de residuos enviados a vertederos y aumentar la tasa de reciclaje y reutilización de materiales. Por ejemplo, en la Unión Europea, la tasa de reciclaje de residuos municipales aumentó del 17% en 1995 al 47% en 2018.

Además, se han desarrollado tecnologías innovadoras para el tratamiento y la disposición final de residuos, como la incineración con recuperación de energía y la digestión anaerobia, que permiten la recuperación de energía y materiales a partir de los residuos.

En el caso de la gestión de los residuos, es interesante utilizar para nuestro modelo la variación de porcentaje de residuos reciclados.

El incremento anual necesario en la tasa de reciclaje puede variar dependiendo del país y de los objetivos específicos establecidos por las políticas públicas y los planes de gestión de residuos. Sin embargo, algunos expertos en el tema recomiendan que para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con la gestión de residuos, la tasa de reciclaje debe aumentar en un promedio anual de al menos el 5% para la mayoría de los países.

El 5% de incremento anual en la tasa de reciclaje es una recomendación de varios expertos y organizaciones en el campo de la gestión de residuos y la sostenibilidad. Por

ejemplo, la Comisión Europea estableció como objetivo en su Estrategia de Plásticos de 2018 que para el año 2030 todos los envases de plástico en la UE sean reciclables, y que la tasa de reciclaje de los envases de plástico aumente al menos al 55% para el año 2030 y al 65% para el año 2035. Esto implica un aumento anual de la tasa de reciclaje del 5,5% durante el período 2020-2030. En el caso de Estados Unidos La Estrategia Nacional de Reciclaje publicada en el 2020 está alineada con la implementación de la meta nacional de reciclaje de aumentar la tasa de reciclaje al 50 por ciento para el año 2030. Lo que equivale a un 5% anual (Environmental Protection Agency, 2021). Dato consistente con todas las publicaciones consultadas.

Además, la organización Ellen MacArthur Foundation, que promueve la economía circular, establece que un incremento del 5% anual en la tasa de reciclaje a nivel global permitiría reducir la cantidad de residuos en un 50% para el año 2050 ( Kaza et al., 2018).

Este incremento anual en la tasa de reciclaje es necesario para lograr los objetivos globales de reducir la cantidad de residuos que se envían a vertederos y aumentar la cantidad de residuos que se reciclan o se reutilizan. Al aumentar la tasa de reciclaje, se pueden ahorrar recursos naturales, reducir la contaminación y disminuir la cantidad de residuos que terminan en los océanos y otros ecosistemas.

En resumen para nuestro modelo tomaremos un aumento del 5% anual en la tasa de reciclaje.

Reuniendo los datos de los 5 apartados anteriores tenemos los valores que utilizaremos en nuestro modelo serán:

**Tabla 8**

*Variaciones anuales tomadas en Eficiencia Energética y Tecnológica para el modelo PRER-SWAM*

	Ecuacion/ Relacion	Variaciones anuales hasta 2052
Indicadores de Eficiencia Tecnologica	variaciones de eficiencia en agricultura=	2.40
	variaciones de eficiencia en energía=	4.00
	variaciones de eficiencia en transporte=	3.00
	variaciones de eficiencia en manufactura=	3.00
	variaciones de eficiencia en gestion de residuos=	5.00

#### Peso de los diferentes sectores en cada Región.

En el caso de las variaciones tecnológicas supondremos que gracias a la globalización cada avance en eficiencia tecnológica estará disponible para ser implementadas en ambas regiones, pero utilizaremos un valor llamado “Peso” para asignar la importancia de cada sector dentro de cada región.

El Producto Interior Bruto (PIB) es una medida ampliamente utilizada para evaluar la actividad económica y el tamaño de una economía. Y en nuestro caso lo utilizaremos para analizar la importancia relativa de los diferentes sectores económicos de cada una de las regiones.

Los sectores económicos clave que se tienen en cuenta al calcular el PIB son:

1. Sector primario: Incluye actividades relacionadas con la extracción y producción de recursos naturales, como agricultura, pesca, minería y explotación forestal. El PIB en el sector primario refleja la importancia de la producción y la exportación de productos básicos.

2. Sector secundario: Comprende la industria manufacturera y la construcción. El PIB en este sector muestra la contribución de la fabricación y la construcción a la economía, incluyendo la producción de bienes duraderos y no duraderos.
3. Sector terciario: Este sector abarca los servicios, como el comercio minorista y mayorista, la hostelería, los servicios financieros, la educación, la salud, el turismo y muchos otros. El PIB del sector terciario es un indicador clave del crecimiento económico y la actividad empresarial en una economía moderna.

Para nuestro análisis no compararemos estos tres sectores , sino que buscaremos dentro de cada sector el área correspondiente a las consideradas en los avances tecnológicos planteados en el modelo.

Así, utilizaremos los datos relativos a Agricultura, Industria , Transporte , Energía y Gestión de Residuos.

Para Puerto Rico utilizaremos como referencia el año 2021 y los datos económicos publicados por la Junta de Planificación (2021). En este reporte actualizado y publicado recientemente, encontramos todos los subsectores de interés, salvo el de gestión de residuos. Podremos suponer un valor insignificante (cero) dentro de la economía del país. El valor total del PIB para el año 2021 en millones de dólares ha sido de 104,630 . De ellos la Agricultura ha supuesto 651 millones (0.62% del total), la energía (utilidades) han supuesto 1,965 millones ( 1.88% del total). El transporte y almacenamiento han sido 1,298 millones (1.24% del total) y el monto más representativo lo encontramos en la manufactura con 51,268 millones, (49.00% casi la mitad del PIB).

Para la región de Emilia Romagna, utilizaremos los datos publicados en el Instituto italiano de Estadísticas, en este caso utilizaremos los más recientes , relativos al 2022.

El valor total del PIB para el año 2022 en millones de dólares ha sido de 146,385.7. De ellos la Agricultura ha supuesto 3,394.4 millones (2.32% del total), la energía (utilidades) han supuesto 1,625.6 millones ( 1.11% del total) , El transporte y almacenamiento han sido 6,708.1 millones (4.58% del total), de nuevo el monto más representativo lo encontramos en la manufactura con 38,371.6 millones, (26.21% ) y en este caso si encontramos datos de la gestión de residuos siendo 1,682.2 millones (1.15%)

Al analizar el PIB por sectores, se puede evaluar la importancia relativa de cada uno en la economía de un país. En el caso de Puerto Rico vemos un alto porcentaje del PIB en el sector secundario puede sugiriendo una economía industrializada.

En el caso de la región de Emilia Romagna, vemos que el balance entre los tres sectores es mejor, siendo predominante el de sector servicios que queda fuera del alcance de los sectores analizados en nuestro modelo.

**Tabla 9**

*Porcentaje del PIB por Sectores implicados en el modelo PRER-SWAM para cada región*

Emilia Romagna	Puerto Rico
<b>Valor de la Agricultura en el PIB</b>	
2.32%	0.62%
<b>Valor del sector de la Energía en el PIB</b>	
1.11%	1.88%
<b>Valor del sector transporte en el PIB</b>	
4.58%	1.24%
<b>Valor de la industria en el PIB</b>	
26.21%	49.00%
<b>Valor del sector de Gestión de residuos en el PIB</b>	
1.15%	0
<b>TOTAL ER</b>	<b>TOTAL PR</b>
35.374%	52.741%

### **Bloque 3 - Dinámica Poblacional**

La zona “Dinámica poblacional” contiene las variables que aportan información sobre la cantidad de personas segmentadas por edad y su evolución futura.

La zona de dinámica población recoge los datos poblaciones de la actualidad, y su futura evolución en base a los hábitos de vida más o menos saludable, y otros factores como los avances médicos y las estimaciones futuras entorno a la esperanza de vida y la evolución de la población en el mundo.

El estudio de las poblaciones es importante en la ecología y en la biología de la conservación, ya que permite comprender cómo las poblaciones responden a los cambios ambientales y cómo se pueden manejar las poblaciones para prevenir su declive o extinción. En el presente estudio se toman datos básicos de población, pero sería muy interesante en el futuro incluir análisis de dinámicas poblacionales complejos para ver

como el modelo se comportaría ante un gran cambio poblacional derivado de catástrofes naturales causadas por el propio cambio climático como pueden ser pandemias o huracanes.

Para los datos de Puerto Rico utilizamos como fuente de datos el último reporte del Censo de Estados Unidos del 2020. El United States Census Bureau es la agencia gubernamental de los Estados Unidos responsable de llevar a cabo el Censo de Población y Vivienda, que se realiza cada 10 años para contar a todas las personas que viven en el país y recopilar información sobre ellas.

Además, el Census Bureau también recopila y publica datos económicos y demográficos sobre la población de los Estados Unidos, como la tasa de desempleo, el ingreso familiar, la educación y otros indicadores socioeconómicos.

La mayoría de los datos utilizados para el modelo se encuentran accesibles en el perfil de país Puerto Rico.

Estos datos han sido: Población joven (menores de 18 años), Población adulta (entre 19 y 65 años) y población anciana (mayores de 65).

En los últimos datos publicados se dan los porcentajes de estas 3 franjas y con ello y la población total se han calculado los individuos jóvenes, adultos y ancianos.

En el perfil de país del censo encontramos que el 22.7% es una población mayor de 65 años, que el 60% son adultos y el 17.3% restante son jóvenes.

En cuanto a las tasas de natalidad y mortalidad tanto de adulto como de joven, utilizamos como fuente de datos el Banco Mundial. The World Bank Data es una plataforma en línea que proporciona acceso gratuito a datos estadísticos sobre el desarrollo

económico y social de los países de todo el mundo. Es una iniciativa del Banco Mundial, una institución financiera internacional que brinda apoyo a los países en desarrollo para reducir la pobreza y fomentar el crecimiento económico sostenible.

En su portal encontramos publicados los datos de tasa de natalidad para Puerto Rico situada en 0.06 (por 100) , y la mortalidad adulta situada en 0.177 (por 100).

La tasa de mortalidad joven ha sido calculada tomando los datos encontramos en el Informe Anual de Estadísticas Vitales Defunciones años 2017 al 2020. Se han tomado los datos de las edades comprendidas entre 0 y 20 años para los 4 años y se ha realizado un promedio, siendo el valor calculado de 0.049 (por 100) (Departamento de Salud de Puerto Rico, 2022).

Para la mortalidad anciana se ha utilizado un cálculo propio a partir de los datos del reporte Perfil Demográfico de las Personas de Edad Avanzada tanto a nivel mundial como de Puerto Rico elaborado por el Departamento de Salud del gobierno de Puerto Rico. Se ha calculado la tasa de mortalidad utilizando la tabla Principales Cinco Causas de Muerte por Grupos de Edad de la Población de 60 Años y más . Eliminando primero las muertes entre 60 y 65 años se calcula después una tasa de 0.019 (por 100).

Para el caso de la región Italiana utilizamos el Instituto de Estadísticas Italiano Istat. El Instituto Nacional de Estadísticas Italiano (Istituto Nazionale di Statistica o ISTAT) es una agencia gubernamental de Italia responsable de la producción y difusión de estadísticas oficiales sobre la población, la economía y la sociedad italiana.

Fundado en 1926, ISTAT es una institución independiente que tiene como objetivo proporcionar datos precisos y confiables sobre el país para apoyar la planificación y la toma



de decisiones en diferentes ámbitos, como la política económica, la investigación social y el desarrollo sostenible. ISTAT lleva a cabo encuestas, censos y otros estudios para recopilar y analizar información sobre temas como la población, la migración, el mercado laboral, el sector empresarial, el medio ambiente, la educación, la cultura y otros aspectos de la sociedad italiana.

En este caso , encontramos disponibles todos los datos necesarios en el propio portal limitados para la Región objeto de estudio y en formato de porcentaje.

En este caso encontramos que el 23.80% es una población mayor de 65 años, que el 63.50% son adultos y el 12.70% restante son jóvenes.

Cabe destacar que se debe realizar un ajuste debido a que la población de menores entre 14 y 18 años , en Italia se consideran como adultos, por lo que hemos tenido que cuantificar ese rango de 14 a 18 y sumárselo a la población joven.

La tasa de natalidad está situada para la región en 0.067 y las tasas de mortalidad por franja de edad son calculadas con los datos brutos de mortalidad por cada edad haciendo agrupaciones y promedios. Así calculamos que la mortalidad de menores de 18 es de 0.022 , de ancianos 30.628 y de adultos 0.162. (valores por 100)

#### **Bloque 4 - Emisiones de CO<sub>2</sub>**

La zona de CO<sub>2</sub> en la atmósfera toma a este parámetro como indicador del cambio climático, aunque de hecho es una variable intermedia, se considera científicamente demostrada la relación directa y proporcional entre el CO<sub>2</sub> en la atmósfera y los efectos del cambio climático.

Diferentes gases de efecto invernadero tienen diferentes potenciales de calentamiento global (PCG), que mide la capacidad de un gas para retener el calor en la atmósfera en relación al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Por ejemplo, el metano tiene un PCG 28 veces mayor que el CO<sub>2</sub> en un horizonte temporal de 100 años. Entonces, en el método utilizado en la actualidad para calcular las toneladas equivalentes de dióxido de carbono, se multiplican las emisiones de cada gas de efecto invernadero por su PCG correspondiente y se suman los resultados para obtener una medida de la cantidad total de emisiones en términos de CO<sub>2</sub>.

Las unidades que utilizaremos para nuestro modelo son las toneladas equivalentes de dióxido de carbono. Las toneladas equivalentes de dióxido de carbono (tCO<sub>2</sub>e) son una medida común utilizada para comparar diferentes gases de efecto invernadero (GEI) y expresar la cantidad total de emisiones de GEI en una sola unidad de medida.

La utilización de tCO<sub>2</sub>e nos permite comparar las emisiones de diferentes gases de efecto invernadero y expresarlas en una sola unidad de medida. Esta medida es ampliamente utilizada en informes de emisiones de GEI, regulaciones y acuerdos internacionales para evaluar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Para nuestro modelo valoraremos las emisiones tCO<sub>2</sub>e per cápita y las relacionaremos a las diferentes franjas poblacionales , jóvenes , adultos y ancianos.

Las emisiones de tCO<sub>2</sub>e de cada país se miden y se informan a través de varios organismos y acuerdos internacionales. Uno de los principales acuerdos internacionales es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que establece una serie de compromisos y requisitos para los países para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Para medir las emisiones de tCO<sub>2</sub>e, los países suelen recopilar datos sobre su producción de energía, transporte, industria y otros sectores, y los informan a través de informes nacionales que se presentan periódicamente a la CMNUCC. La Agencia Internacional de Energía (AIE) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) también recopilan y publican datos sobre las emisiones de tCO<sub>2</sub>e de los países miembros.

Es importante tener en cuenta que la medición y el informe de las emisiones de pueden variar según la metodología utilizada y otros factores, lo que puede llevar a diferencias en las estimaciones de las emisiones entre los diferentes informes y organismos. También cabe resaltar que no hay una fuente de datos común para los territorios objetos de estudio en nuestro modelo , y actualizar el modelo con los datos que sean disponibles en un futuro es recomendable.

Para Italia, dado que están disponibles los datos para la región, utilizaremos la publicación de las emisiones del año 2020 publicadas por el ARPAE.

La agencia regional para la prevención, el medio ambiente y la energía de Emilia-Romaña (Arpae) , está operativa desde el 1 de enero de 2016 . Arpae realiza actividades de autorización, concesión, seguimiento del estado ambiental, supervisión y control y análisis analítico y añade, a las actividades de protección ambiental, las dirigidas al ámbito energético. También desarrolla sistemas y modelos de previsión para mejorar el seguimiento y conocimiento de los sistemas ambientales y de los factores tanto antrópicos como naturales que los afectan, monitorizando nuevas formas de contaminación y degradación de los ecosistemas.

El inventario de emisiones de gases de efecto invernadero o gases alteradores del clima (Green House Gases - GHG), estima el aporte de emisiones de fuentes antrópicas y la capacidad del territorio regional para remover gases alteradores del clima. Las emisiones estimadas están relacionadas con el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y el metano (CH<sub>4</sub>) y se refieren al año 2020.

En el reporte encontramos emisiones por tipo de industria , y se inventariaron para el 2020 un total para toda la región de Emilia Romagna de 37.344 ktCO<sub>2</sub>e (ARPAE, 2020).

Este dato se ha utilizado para calcular el valor per cápita utilizando la población a fecha del 2020. Posteriormente se ha realizado un cálculo proporcional para ser dividido entre cada franja poblacional.

Para Puerto Rico, la información sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> se puede encontrar en el informe "Emissions of Greenhouse Gases in the United States", publicado anualmente por la Agencia de Información de Energía de los Estados Unidos (EIA). En la sección de

datos del informe, se puede encontrar información detallada sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> de Puerto Rico por sector y por fuente (U.S. Environmental Protection Agency, 2023).

Además para el presente estudio hemos utilizado el informe realizado para Puerto Rico , disponible en el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. Donde se realiza un inventario exhaustivo de las emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero. Utilizaremos los datos de este estudio ya que es el más completo disponible acotado al territorio de Puerto Rico y también porque, aunque fue elaborado en el 2014, nos ofrece un “*forecast*” de cuáles serían las emisiones estimadas en la época actual siguiendo un escenario de Business As Usual. Podemos considerar como valido ese dato ya que lamentablemente en casi diez años , no se han realizado grandes avances en los principales campos emisores de gases de efecto invernadero. Por lo tanto estimamos que las emisiones anuales de la isla en millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente son 42 (Center for Climate Strategies Inc., 2014).

Este dato se ha utilizado para calcular el valor per cápita utilizando la población a fecha del 2020. Posteriormente se ha realizado un cálculo proporcional para ser dividido entre cada franja poblacional.

### Datos de entrada y resultados del escenario de control

Una vez se ha construido el diagrama, se definen las ecuaciones, y se cuantifican de forma provisional los parámetros del modelo para ver si los resultados son coherentes. Los parámetros se colocan en un Excel auxiliar al modelo. Como hipótesis de partida se toman valores razonables, ya que el único propósito es obtener un escenario base con un resultado constante de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub>. Los datos tomados para este objetivo, correspondientes al periodo inicial de la simulación han sido los siguientes.

**Tabla 10**

*Valores Escenario Base Parámetros Eficiencia Tecnología y Wellness*

variaciones	
var consumo alimentación=	0
var consumo productos=	0
var consumo transporte=	0
var consumo vivienda=	0
var eficiencia en agricultura=	0
var eficiencia en energía=	0
var eficiencia en transporte=	0
var eficiencia en manufactura=	0
var eficiencia en gestion de residuos=	0
Peso de la agricultura s/Total	0.2
Peso de la energía s/Total	0.2
Peso del transporte s/Total	0.2
Peso de la manufactura s/Total	0.2
Peso de la gestion de residuos s/Total	0.2

**Tabla 11**

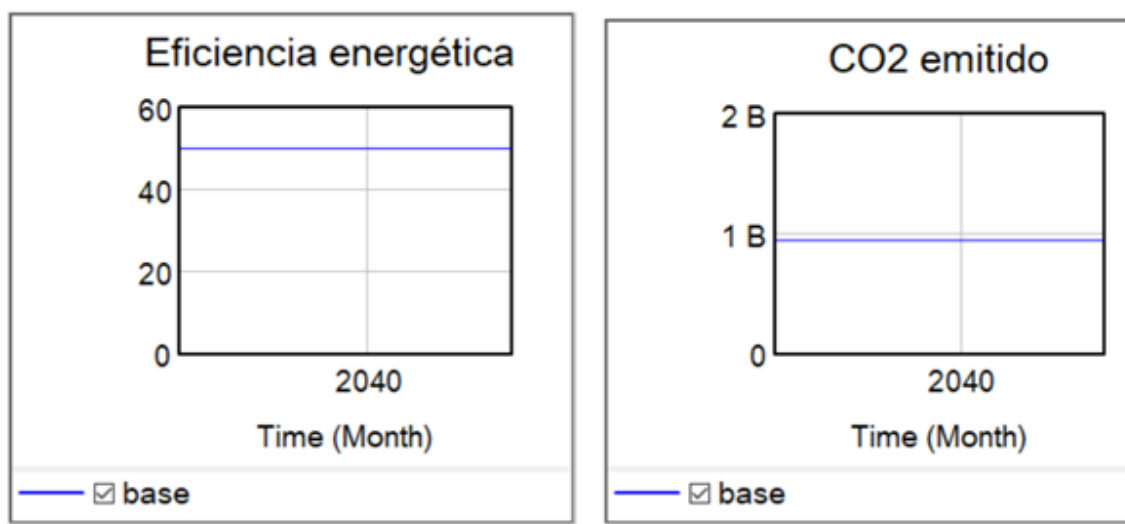
*Valores escenario Base Parámetros Población y Emisiones*

valores iniciales	
inicial jóvenes=	800.000
inicial adultos=	1.000.000
inicial ancianos=	200.000
inicial t natalidad=	0,060
inicial t mort adulto=	0,020
inicial t mort anciano=	0,100
inicial t mort joven=	0,025
inicial eficiencia=	50
inicial indicadores=	50
inicial emision por anciano=	300
inicial emision por adulto=	800
inicial emision por joven=	500
tasas	
tasa a adultos=	0,0500
tasa a ancianos=	0,0200

Los resultados muestran una evolución plana de las variables del modelo.

**Figura 6**

*Comprobación Escenario Base*



## **Simulaciones**

Una vez validado el modelo y obtenidos los datos para las diferentes regiones pasamos a la fase de simulación. El modelo creado nos permite realizar simulaciones de diferentes escenarios.

Para dar respuesta a la pregunta de tesis plantearemos las siguientes simulaciones:

1. Simulación de comportamiento de dinámica poblacional.
2. Simulación de las Emisiones de CO<sub>2</sub> por persona.
3. Simulación del impacto poblacional más emisiones per cápita.
4. Simulación del impacto de la tecnología.
5. Simulación de políticas *Wellness*.

## **Resultados de simulaciones**

- 1- Simulación del comportamiento de la dinámica poblacional.

### **Población Puerto Rico**

Se toman los siguientes datos actuales, en base a la información disponible. Se considera que la evolución futura (mejorando o empeorando las tasas de natalidad y mortalidad) dependerá de los cambios en el estilo de vida más o menos saludable. Al tratar de hacer un análisis comparativo, es posible asumir que el impacto de otros factores (económicos, tecnológicos, ambientales, etc.) será el mismo en ambos escenarios y por lo tanto no afectará significativamente a las conclusiones.



**Tabla 12**

*Valores de cada parámetro poblacional para Puerto Rico*

valores iniciales		
inicial jóvenes=	568.456	<a href="https://data.census.gov/profile?g=040XX00US72">https://data.census.gov/profile?g=040XX00US72</a>
inicial adultos=	1.971.525	<a href="https://data.census.gov/profile?g=040XX00US72">https://data.census.gov/profile?g=040XX00US72</a>
inicial ancianos=	745.893	<a href="https://data.census.gov/profile?g=040XX00US72">https://data.census.gov/profile?g=040XX00US72</a>
inicial t natalidad=	0,600	<a href="https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.CBRT.IN?locations=PR">https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.CBRT.IN?locations=PR</a>
inicial t mort adulto=	0,177	<a href="https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.AMRT.MA?locations=PR">https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.AMRT.MA?locations=PR</a>
inicial t mort anciano=	0,100	<a href="https://www.salud.gov.pr/CMS/DOWNLOAD/7323">https://www.salud.gov.pr/CMS/DOWNLOAD/7323</a>
inicial t mort joven=	0,049	<a href="https://www.cia.gov/the-world-factbook/field/infant-mortality-rate">https://www.cia.gov/the-world-factbook/field/infant-mortality-rate</a>

Por favor ,ver el Bloque 3 – Dinámica Poblacional para ver las fuentes y explicación de los cálculos para obtener los datos que aparecen en la anterior figura.

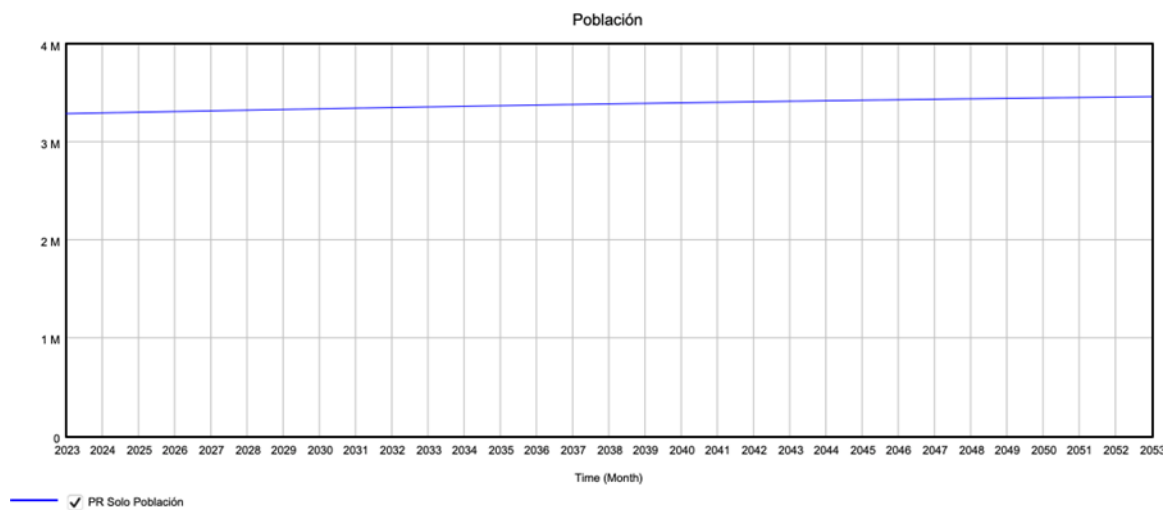
Una vez simulado el modelo con éstos datos, se observa que si bien la población total de Puerto Rico se mantiene a medio plazo, tiene importantes cambios en su estructura, aumentando la proporción de ancianos, y disminuyendo los jóvenes y adultos. Esta dinámica poblacional no es sorprendente, pero es la base para posteriores análisis.

Para efectos del presente estudio no se contemplaran fenómenos migratorios como los acontecidos entre Puerto Rico y Estados Unidos en las últimas décadas debidos a crisis económicas o desastres naturales.

Simulación de dinámica poblacional en Puerto Rico

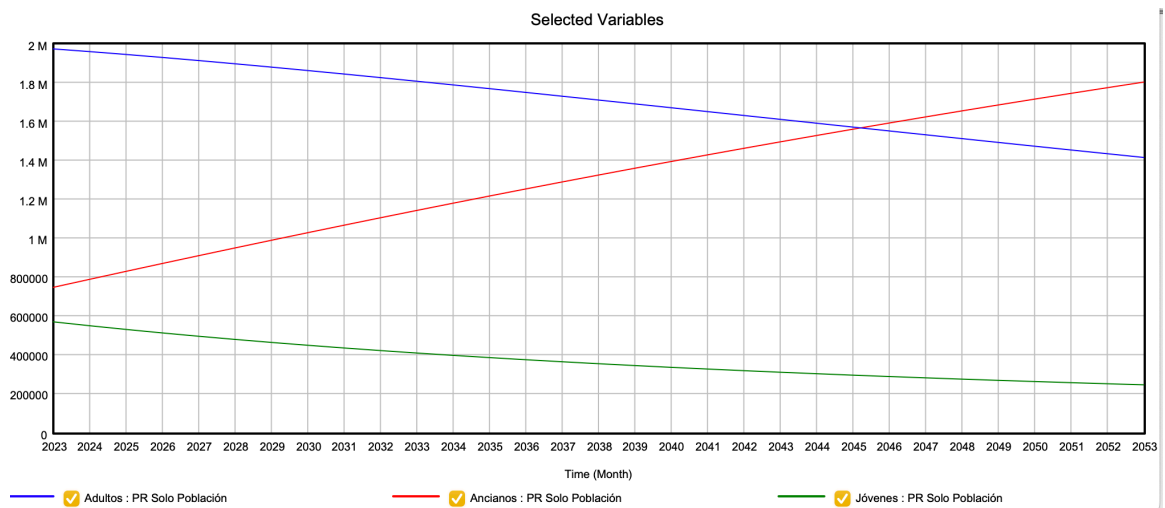
**Figura 7**

*Evolución de la Población de Puerto Rico en 30 años*



**Figura 8**

*Evolución de la Población de Puerto Rico dividida por franjas poblacionales*



Añadimos la Población de Emilia Romagna. En este caso los datos son:

**Tabla 13**

*Valores de cada parámetro poblacional para Emilia Romagna*

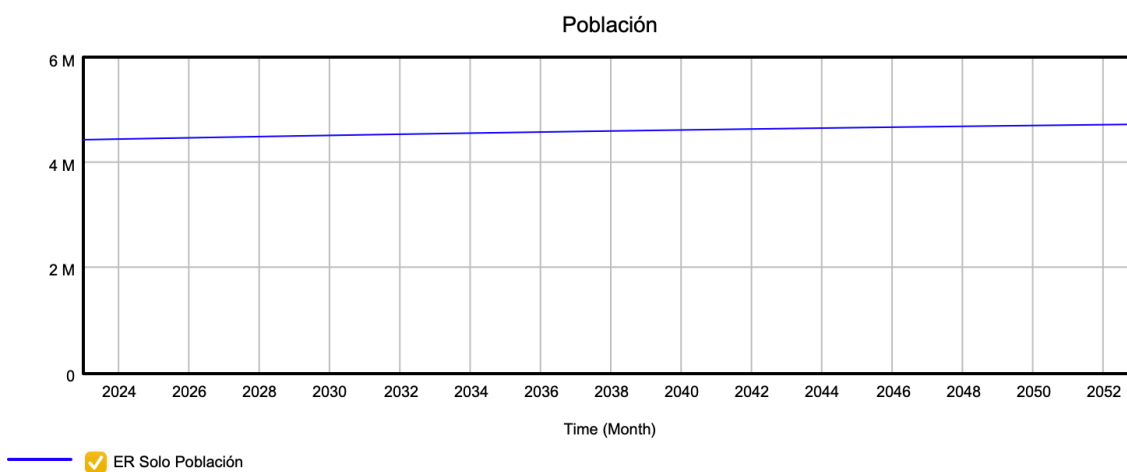
valores iniciales		
inicial jóvenes=	730.712	<a href="http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#">http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#</a>
inicial adultos=	2.642.608	<a href="http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#">http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#</a>
inicial ancianos=	1.053.609	<a href="http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#">http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#</a>
inicial t natalidad=	0,670	<a href="http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#">http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#</a>
inicial t mort adulto=	0,162	<a href="http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#">http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#</a>
inicial t mort anciano=	0,100	<a href="http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#">http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#</a>
inicial t mort joven=	0,022	<a href="http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#">http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18462#</a>

Por favor, ver el Bloque 3 – Dinámica Poblacional para ver las fuentes y explicación de los cálculos para obtener los datos que aparecen en la anterior figura.

Simulación de dinámica poblacional en Emilia Romagna

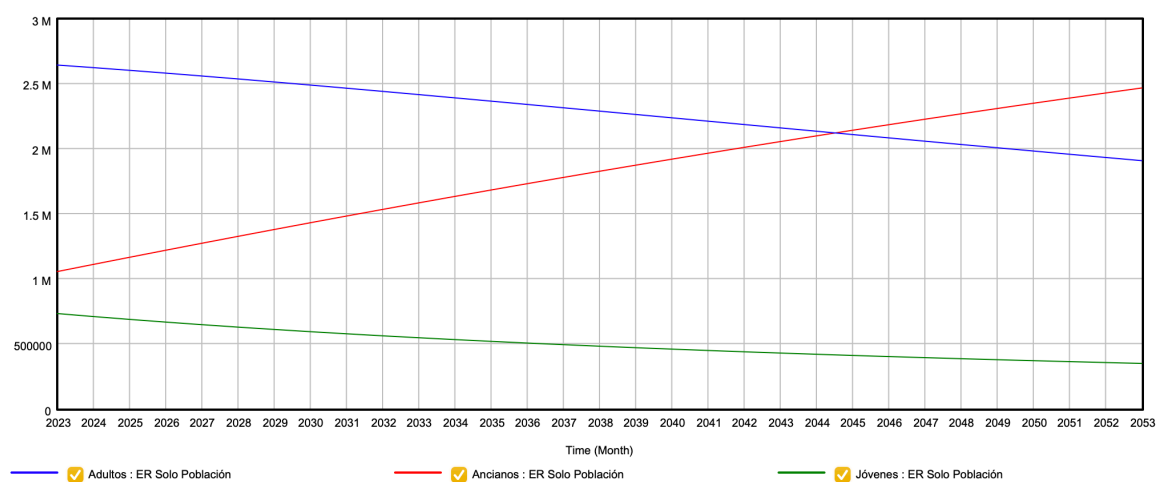
**Figura 9**

*Evolución de la Población de Emilia Romagna en 30 años*



### Figura 10

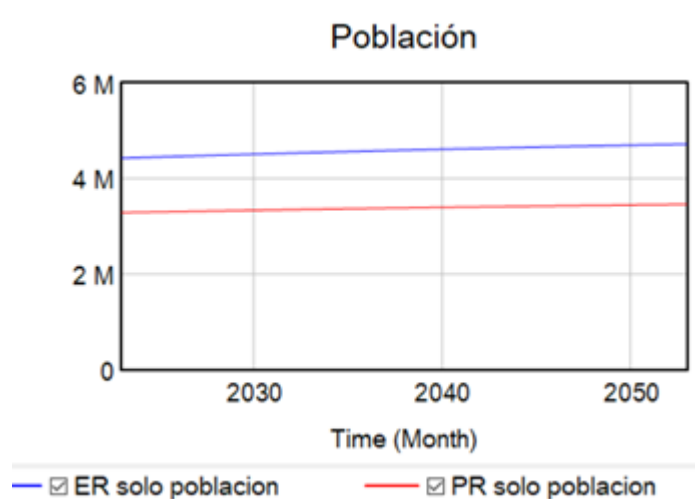
*Evolución de la Población de Emilia Romagna en 30 años dividido por franjas poblacionales*



La gráfica para ambas poblaciones muestra un comportamiento similar, el total se mantiene pero la estructura se modifica en un horizonte a 30 años.

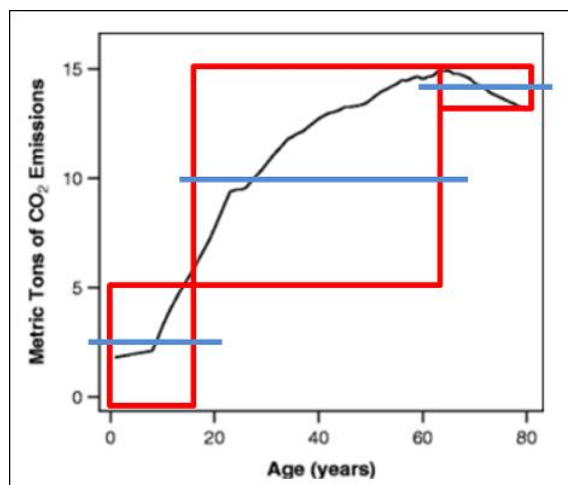
### Figura 11

*Evolución de la población en 30 años en ambas regiones*



## 2- Simulación de las Emisiones de CO<sub>2</sub> por persona.

El siguiente paso es añadir el impacto de las emisiones por persona. Se dispone de información relativa a USA, que son 2,5 tCO<sub>2</sub>/año de los jóvenes, 10 de los adultos y 14 de los ancianos. Teniendo en cuenta que el consumo de energía está muy relacionado con el PIB se hace una primera aproximación teniendo en cuenta este parámetro, lo que conduce a que como el PIB de Puerto Rico y Emilia Romagna es la mitad que el de USA sus emisiones también deben ser la mitad. No obstante como se dispone del total de personas y de emisiones de Puerto Rico y Emilia Romagna se puede hacer un ajuste más fino, que cuadre el total de emisiones, y son los valores que se usan en el modelo de simulación.



Según este comportamiento las emisiones de CO<sub>2</sub> varían según la edad.(Zagheni, 2011)

Así, se parte de los valores para USA (2.5, 10 y 14 tCO<sub>2</sub>/año), se calcula la media simple asumiendo la distribución a partes iguales entre los tres grupos de población, y a continuación se calculan los valores de Emilia Romagna y Puerto Rico en función del PIB.

Colocando los valores de la población de Emilia Romagna y Puerto Rico distribuida por edades, las emisiones totales, multiplicando para cada grupo sus emisiones por su población, y luego sumando los resultados parciales se obtiene un total de emisiones así calculado.

Por otra parte se dispone del dato oficial de emisiones, de Emilia Romagna y Puerto Rico, lo que es útil para ajustar el cálculo realizado con los datos oficiales.

Con este ajuste a los datos oficiales se calculan los datos de emisiones para cada grupo, situadas en la parte derecha de la tabla, señalados en amarillo, que son los que se incorporan al modelo.

La nueva simulación del modelo incorpora los parámetros de emisiones por persona a los anteriores de dinámica poblacional.

### 3- Simulación del impacto poblacional más emisiones per cápita.

En este caso repetiremos las dos simulaciones pero añadiendo los datos de las filas 14, 15 y 16 que son las emisiones por tipo de persona , cambiando el nombre de las simulaciones a *PR Población + emisiones pc* (per cápita) y *ER Población + emisiones pc* (per cápita).

**Tabla 14**

*Valores de parámetros poblacionales y de emisiones usados para Puerto Rico*

Variable	escenario Puerto Rico
<b>valores iniciales</b>	
inicial jóvenes=	568,456
inicial adultos=	1,971,525
inicial ancianos=	745,893
inicial t natalidad=	0.600
inicial t mort adulto=	0.177
inicial t mort anciano=	0.100
inicial t mort joven=	0.049
inicial eficiencia=	50
inicial indicadores=	50
inicial emision por anciano=	17.947
inicial emision por adulto=	13.590
inicial emision por joven=	3.205
<b>tasas</b>	
tasa a adultos=	0.0556
tasa a ancianos=	0.0213

**Tabla 15**

*Valores de parámetros poblacionales y de emisiones usados para Emilia Romagna*

Variable	escenario Emilia Romagna
<b>valores iniciales</b>	
inicial jóvenes=	730,712
inicial adultos=	2,642,608
inicial ancianos=	1,053,609
inicial t natalidad=	0.670
inicial t mort adulto=	0.162
inicial t mort anciano=	0.100
inicial t mort joven=	0.022
inicial eficiencia=	50
inicial indicadores=	50
inicial emision por anciano=	12.158
inicial emision por adulto=	8.684
inicial emision por joven=	2.171
<b>tasas</b>	
tasa a adultos=	0.0556
tasa a ancianos=	0.0213

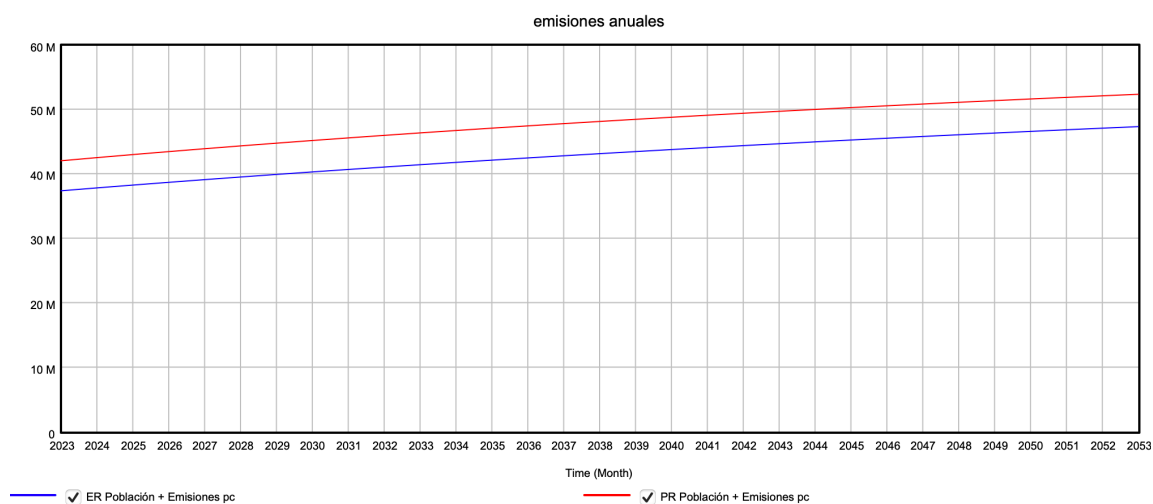
Por favor ,ver el Bloque 3 – Dinámica Poblacional y el Bloque 4 -Emisiones de CO<sub>2</sub> para ver las fuentes y explicación de los cálculos para obtener los datos que aparecen en las anteriores figuras.

En el Panel de Control dejamos solo activas estas dos últimas simulaciones.

Podemos observar cómo a pesar de que la población de PR es menor que la de ER las emisiones de CO<sub>2</sub> de PR son mayores.

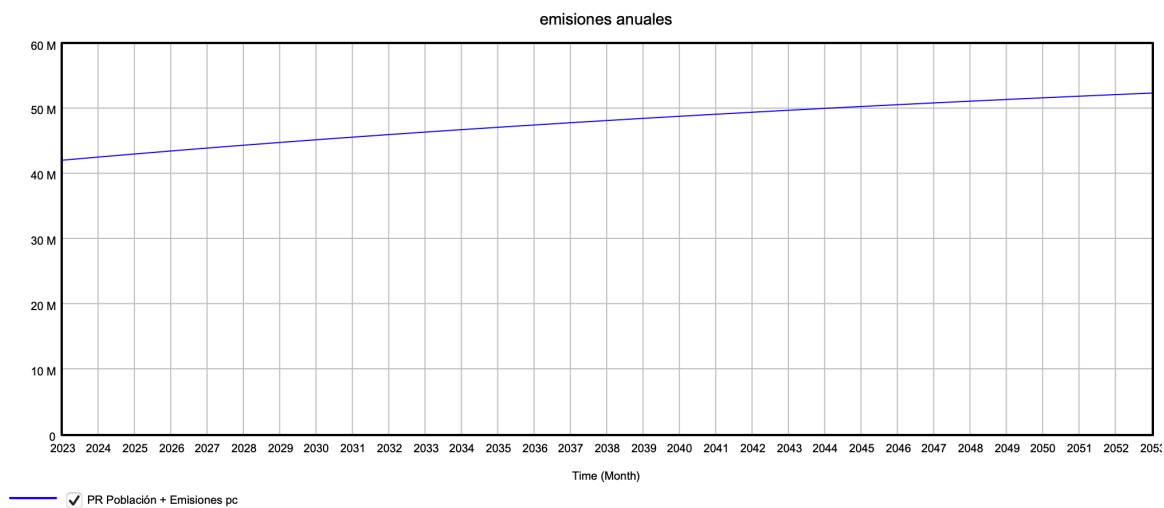
### Figura 12

*Emisiones anuales de CO<sub>2</sub> en Millones de Toneladas en 30 años en cada región*



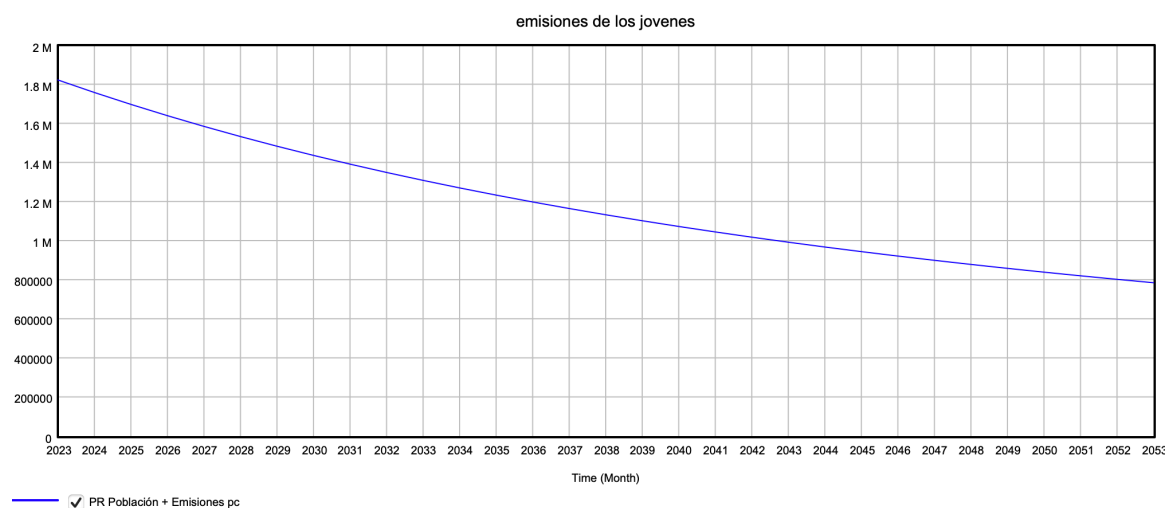


## Gráficas de la simulación para Puerto Rico

**Figura 13***Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas en 30 años en Puerto Rico*

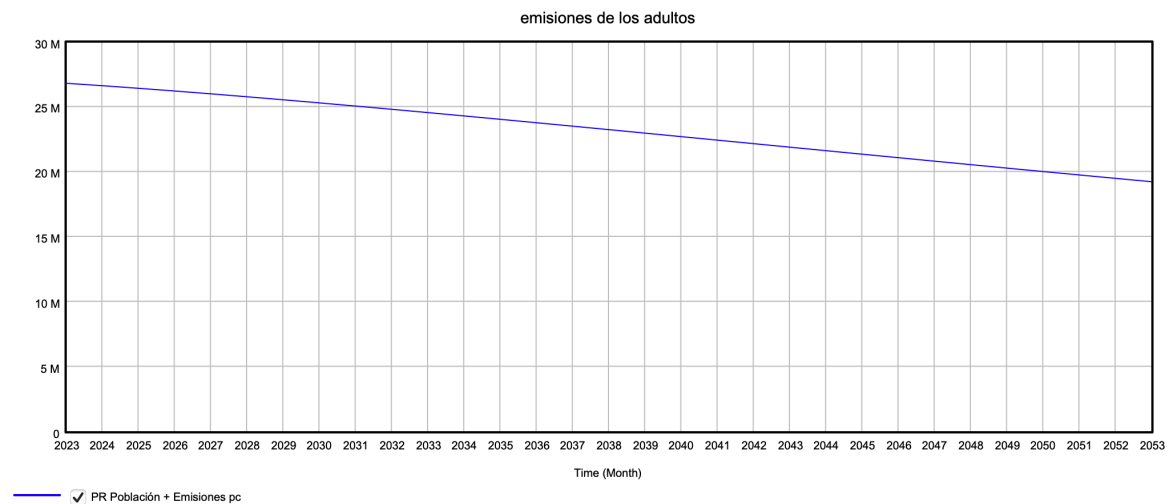
### Figura 14

*Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los Jóvenes en 30 años en Puerto Rico*



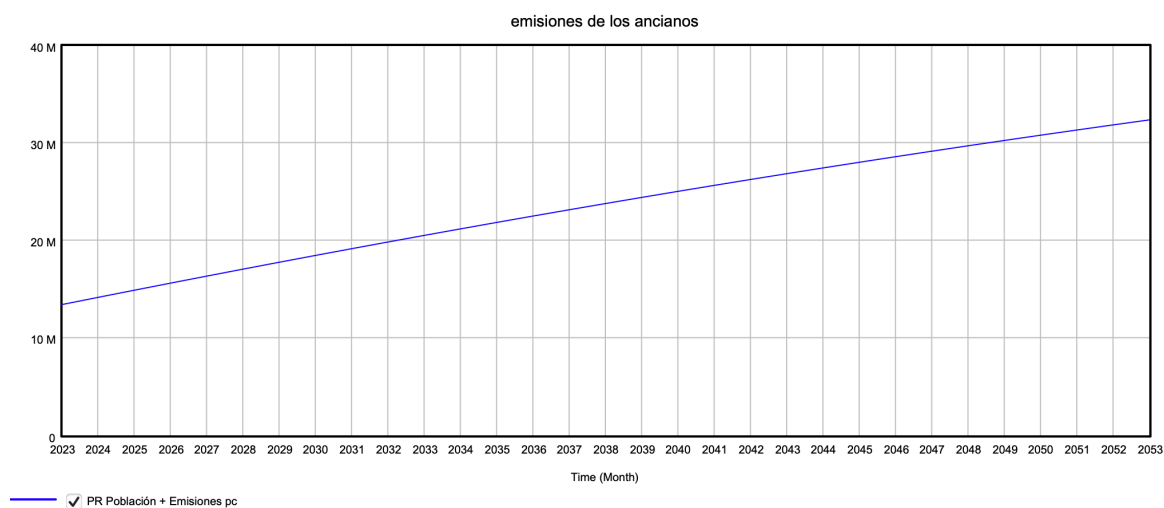
### Figura 15

*Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los Adultos en 30 años en Puerto Rico*



## Figura 16

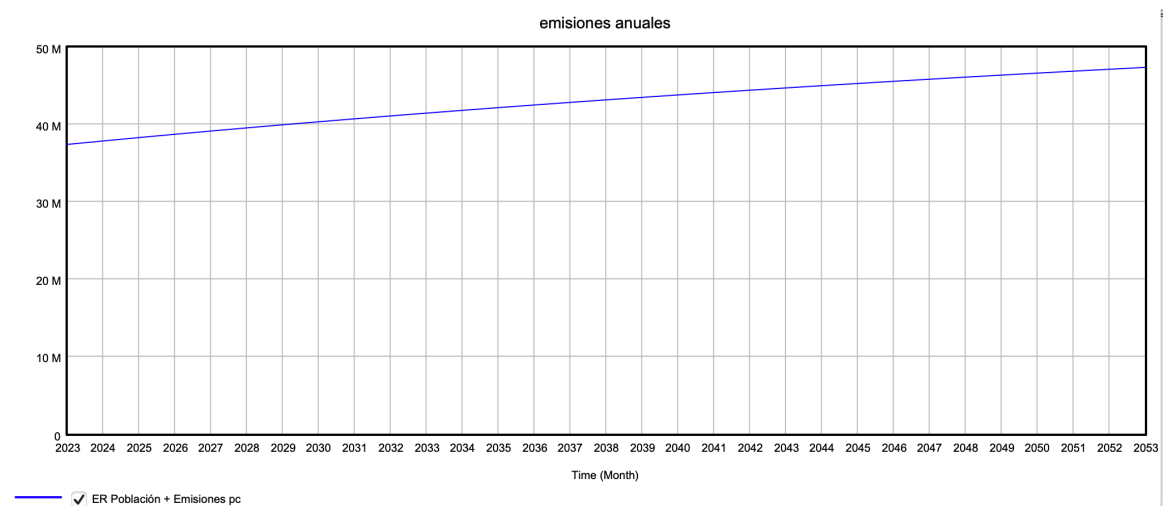
*Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los Ancianos en 30 años en Puerto Rico*



Gráficas de simulación para Emilia Romagna

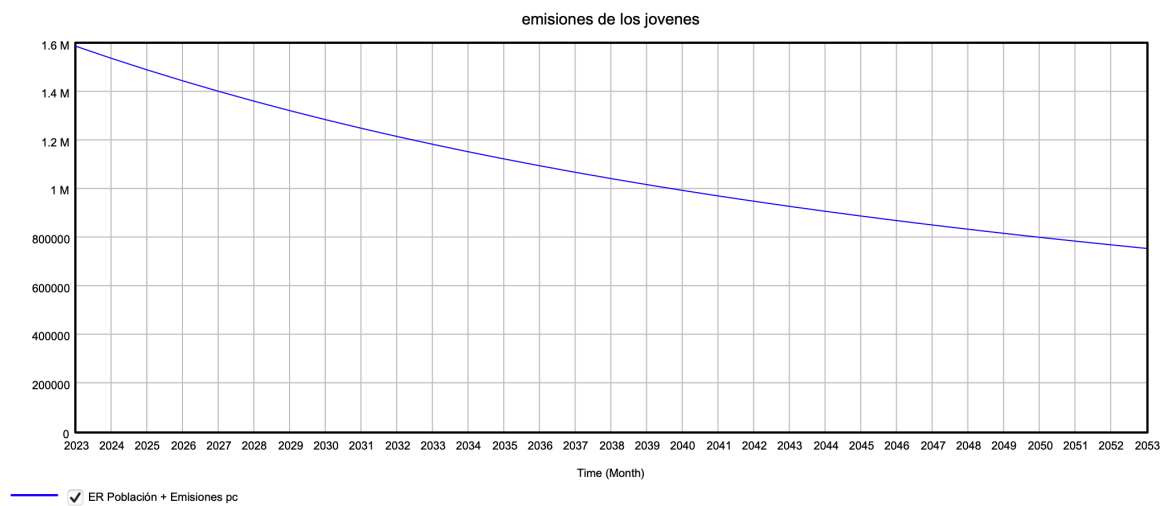
## Figura 17

*Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas en 30 años en Emilia Romagna*



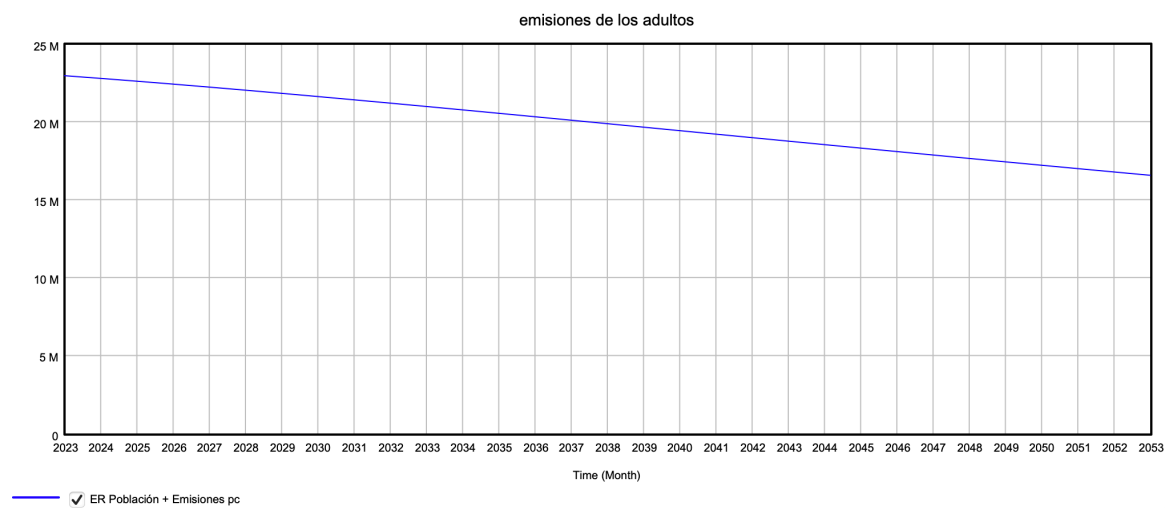
**Figura 18**

*Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los jóvenes en 30 años en Emilia Romagna*



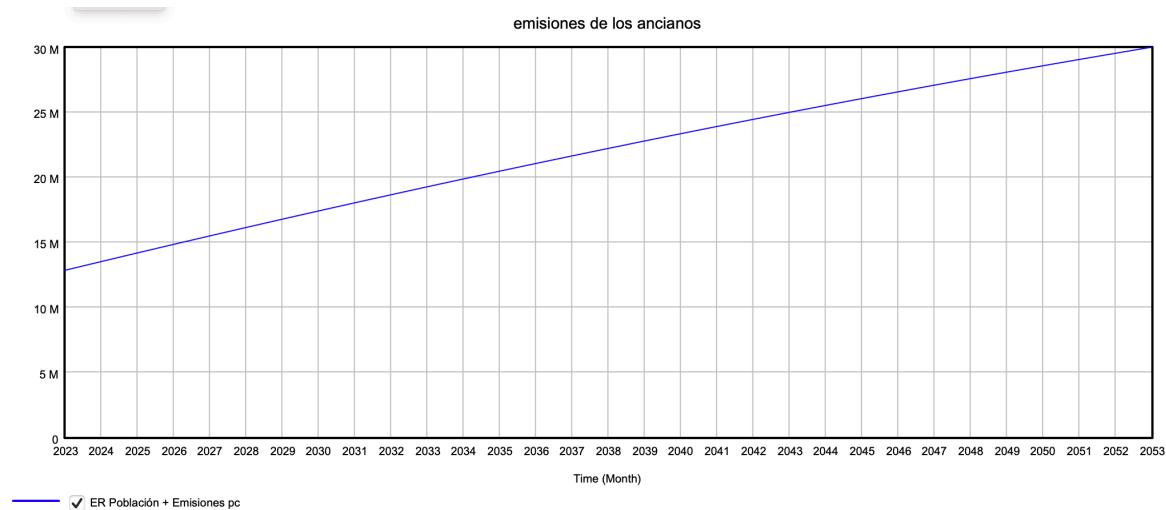
### Figura 19

*Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los adultos en 30 años en Emilia Romagna*



### Figura 20

*Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los ancianos en 30 años en Emilia Romagna*



#### 4- Simulación del impacto de la tecnología.

Para hacer un análisis del cambio climático, basado en las emisiones de CO<sub>2</sub>, es necesario incluir de alguna forma los impactos de la previsible evolución de la tecnología en los diferentes sectores productivos, ya que estos históricamente han tenido cambios que han permitido aumentar el nivel de vida de la población basado en una mayor eficiencia en la producción de bienes.

La siguiente tabla resume los valores empleados para incorporar al modelo el impacto de cada sector productivo, al que se añade el componente de su peso relativo en el PIB.

**Tabla 16**

*Cálculo del Peso de cada sector referido al total del PIB de cada región*

	Emilia Romagna	Puerto Rico
Peso de agricultura s/Total	2.3%	0.6%
Peso de energía s/Total	1.1%	1.9%
Peso de transporte s/Total	4.6%	1.2%
Peso de manufactura s/Total	26.2%	49.0%
Peso de residuos s/Total	1.15%	0.00%
<b>Total PIB considerado</b>	<b>35.4%</b>	<b>52.7%</b>

Por favor ,ver el Bloque 2 – Eficiencia Energética y Tecnológica, para ver las fuentes y explicación de los cálculos para obtener los datos que aparecen en las anteriores figuras.

Se considera por una parte la situación actual (*Wellness* actual) en Emilia Romagna y Puerto Rico, y también cómo pueden evolucionar los indicadores de eficiencia tecnológica con unas prácticas de producción más amigables con el medio ambiente, según los informes de objetivos a largo plazo disponibles en diversos informes de organismos internacionales.

Aunque es posible hacerlo, no se incorporan al modelo los posibles cambios en la estructura del PIB a largo plazo, para limitar el número de escenarios finales. En este aspecto el modelo se usa *ceteris paribus* en relación a cambios en la estructura productiva de Emilia Romagna y Puerto Rico. También cabe señalar que, en el cálculo de la variación de la eficiencia, se asume que el resto de PIB no varía su eficiencia de emisión de CO<sub>2</sub>.

Para estas simulaciones vamos a utilizar los valores relativos a las variaciones de la eficiencia Energética y la Tecnología y vamos a dejar en valor nulo las variaciones relativas al modo de vida.

A continuación, se muestran los valores utilizados para las simulaciones de cada una de las regiones.

A éstas simulaciones las llamaremos :

*ER Población + emisiones pc + Eficiencia E y T*

*PR Población + emisiones pc + Eficiencia E y T*

**Tabla 17**

*Valores de parámetros poblacionales, de emisiones e indicadores de Eficiencia energética y tecnológica usados para Emilia Romagna*

Variable	escenario Emilia Romagna
<b>valores iniciales</b>	
inicial jóvenes=	730,712
inicial adultos=	2,642,608
inicial ancianos=	1,053,609
inicial t natalidad=	0.670
inicial t mort adulto=	0.162
inicial t mort anciano=	0.100
inicial t mort joven=	0.022
inicial eficiencia=	50
inicial indicadores=	50
inicial emision por anciano=	12.158
inicial emision por adulto=	8.684
inicial emision por joven=	2.171
<b>tasas</b>	
tasa a adultos=	0.0556
tasa a ancianos=	0.0213
<b>variaciones</b>	
var consumo alimentación=	0.00
var consumo transporte=	0.00
var consumo productos=	0.00
var consumo vivienda=	0.00
var eficiencia en agricultura	0.5
var eficiencia en energía	4.0
var eficiencia en transporte	3.0
var eficiencia en manufactura	3.0
var eficiencia en gestion de residuos	5.0
Peso de agricultura s/Total	2.32%
Peso de energía s/Total	1.11%
Peso de transporte s/Total	4.58%
Peso de manufactra s/Total	26.21%
Peso de residuos s/Total	1.15%



**Tabla 18**

*Valores de parámetros poblacionales, de emisiones e indicadores de Eficiencia energética y tecnológica usados para Puerto Rico*

Variable	escenario Puerto Rico
<b>valores iniciales</b>	
inicial jóvenes=	568,456
inicial adultos=	1,971,525
inicial ancianos=	745,893
inicial t natalidad=	0.600
inicial t mort adulto=	0.177
inicial t mort anciano=	0.100
inicial t mort joven=	0.049
inicial eficiencia=	50
inicial indicadores=	50
inicial emision por anciano=	17.947
inicial emision por adulto=	13.590
inicial emision por joven=	3.205
<b>tasas</b>	
tasa a adultos=	0.0556
tasa a ancianos=	0.0213
<b>variaciones</b>	
var consumo alimentación=	0.00
var consumo transporte=	0.00
var consumo productos=	0.00
var consumo vivienda=	0.00
var eficiencia en agricultura	0.5
var eficiencia en energía	4.0
var eficiencia en transporte	3.0
var eficiencia en manufactura	3.0
var eficiencia en gestion de residuos	5.0
Peso de agricultura s/Total	0.62%
Peso de energía s/Total	1.88%
Peso de transporte s/Total	1.24%
Peso de manufactra s/Total	49.00%
Peso de residuos s/Total	0.00%

Por favor ,ver el Bloque 1 – Indicadores de vida saludable, para ver las fuentes y explicación de los cálculos para obtener los datos que aparecen en las anteriores figuras.

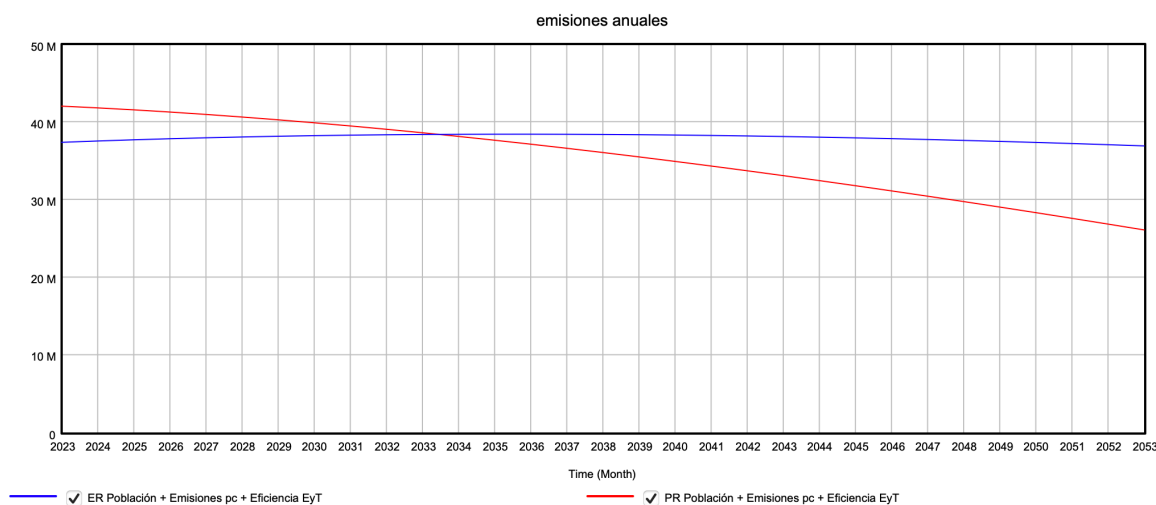
Completamos los datos de las filas 28 a 38 en PR y ER, que indican la evolución de la tecnología y el peso del PIB de cada tipo de tecnología.

Modificamos los nombres de las simulaciones, simulamos, y en el Panel de Control dejamos activas solo las últimas simulaciones.

Por efecto de la mayor eficiencia tecnológica se reducen las emisiones, ésta reducción es más acusada en PR porque el peso de las manufacturas sobre el PIB es mayor.

### Figura 21

*Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en ambas regiones suponiendo avances en Eficiencia Energética y Tecnológica*



Al añadir las emisiones per cápita por segmentos de edad es posible observar la dinámica de cada colectivo y del total de Puerto Rico con Emilia Romagna. Si bien la cantidad de población es mayor en Emilia Romagna que en Puerto Rico, las emisiones de éste son mayores que las de Emilia Romagna. Este punto de partida se observa en las

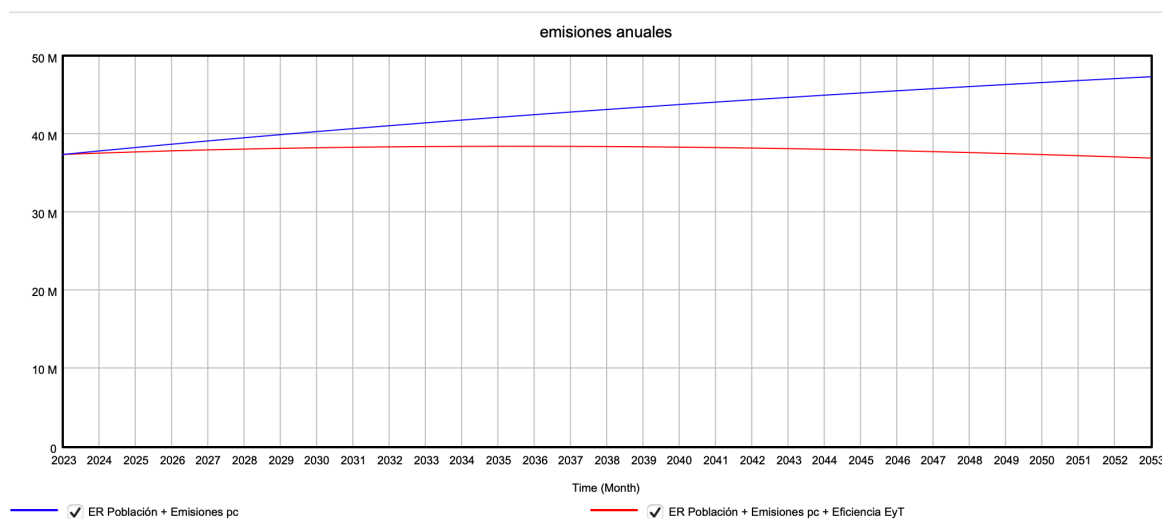
gráficas que se obtienen de la simulación, y si no hay cambios en los patrones de comportamiento se van a mantener en el futuro. Como era de esperar una mayor eficiencia energética y tecnológica, basada sólo en las tendencias actuales (*Wellness actual*), no en nuevas políticas de mejora de procesos (*Wellness si*), ya ofrece tanto en Emilia Romagna como Puerto Rico, un apreciable descenso en las emisiones de CO<sub>2</sub> a largo plazo.

Los resultados del modelo muestran un punto de partida de las emisiones anuales que coincide con los datos oficiales, lo que valida que no existen errores en las ecuaciones.

A continuación se muestra un escenario donde las emisiones totales (42 y 37 MtCO<sub>2</sub>) disminuyen en el horizonte del año 2053. Así, la emisiones anuales totales de Puerto Rico muestran una gran disminución, mientras que las de Emilia Romagna se mantienen en el horizonte.

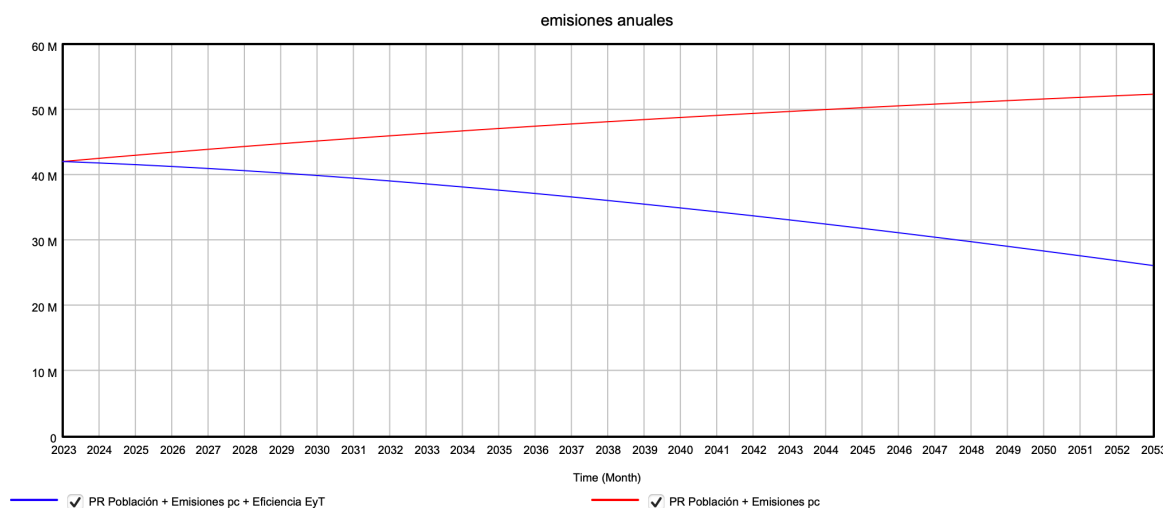
## Figura 22

*Gráfica Comparativa para ver el efecto de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en Emilia Romagna*



### Figura 23

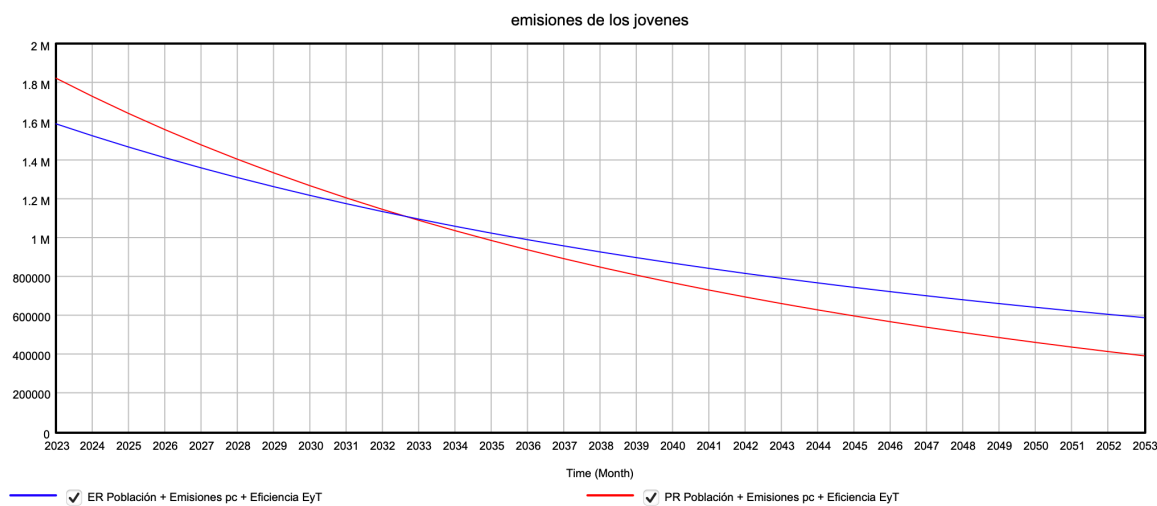
*Gráfica Comparativa para ver el efecto de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica de las emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en Puerto Rico*



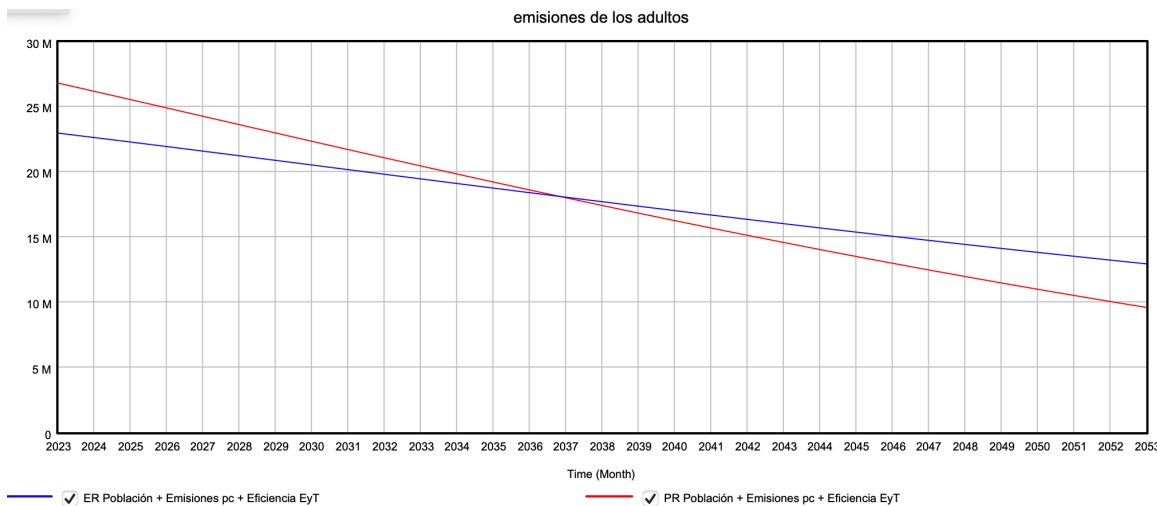
Un análisis más detallado permite observar que ese equilibrio se debe a componentes con una dinámica muy diferente, ya que mientras los jóvenes y adultos las disminuyen, los ancianos las aumentan, lo que no es debido a que aumenten sus emisiones por persona (ya que disminuyen) sino a que aumenta la cantidad de personas en ese grupo.

**Figura 24**

*Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los jóvenes en 30 años en ambas regiones con mejoras en Eficiencia Energética y Tecnología*

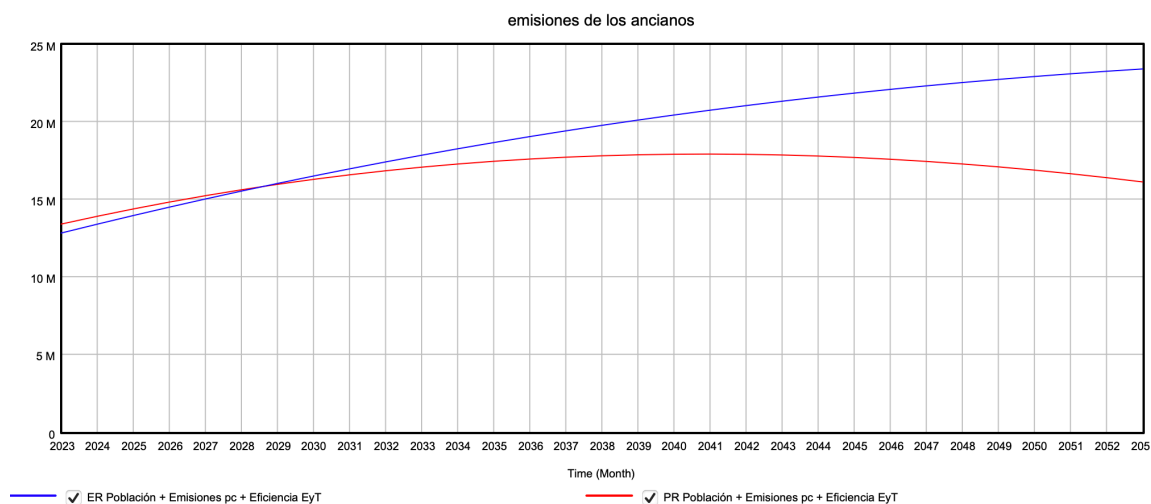
**Figura 25**

*Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los adultos en 30 años en ambas regiones con mejoras en Eficiencia Energética y Tecnología*



## Figura 26

*Emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas por los ancianos en 30 años en ambas regiones con mejoras en Eficiencia Energética y Tecnología*



Este puede ser ya un punto de partida justificado, claro y razonable, para un análisis de las políticas de *Wellness* que permita valorar el impacto de acciones en los hábitos saludables de las personas.

### 1. Simulación de políticas *Wellness*.

Para las siguientes simulaciones procedemos a completar los datos de las filas 23 a 26, que hacen referencia. De nuevo ,cambiamos el nombre de las simulaciones, simulamos y en el panel de control seleccionamos las simulaciones que deseamos dejar activas para obtener graficas comparativas.

A continuación, se muestran los valores utilizados para las simulaciones de cada una de las regiones.

A éstas simulaciones las llamaremos :

*ER Población + emisiones pc + Eficiencia E y T + Wellness*

*PR Población + emisiones pc + Eficiencia E y T + Wellness*

**Tabla 19**

*Valores de parámetros poblacionales, de emisiones e indicadores de Eficiencia energética y tecnológica y Wellness usados para Emilia Romagna*

Variable	escenario Emilia Romagna
<b>valores iniciales</b>	
inicial jóvenes=	730,712
inicial adultos=	2,642,608
inicial ancianos=	1,053,609
inicial t natalidad=	0.670
inicial t mort adulto=	0.162
inicial t mort anciano=	0.100
inicial t mort joven=	0.022
inicial eficiencia=	50
inicial indicadores=	50
inicial emision por anciano=	12.16
inicial emision por adulto=	8.68
inicial emision por joven=	2.17
<b>tasas</b>	
tasa a adultos=	0.0556
tasa a ancianos=	0.0213
<b>variaciones</b>	
var consumo alimentación=	0.93
var consumo transporte=	0.64
var consumo productos=	0.42
var consumo vivienda=	0.13
var eficiencia en agricultura	0.50
var eficiencia en energía	4.00
var eficiencia en transporte	3.00
var eficiencia en manufactura	3.00
var eficiencia en gestion de residuos	5.00
Peso de agricultura s/Total	0.02
Peso de energía s/Total	0.01
Peso de transporte s/Total	0.05
Peso de manufactra s/Total	0.26
Peso de residuos s/Total	0.01

**Tabla 20**

*Valores de parámetros poblacionales, de emisiones e indicadores de Eficiencia energética y tecnológica y Wellness usados para Puerto Rico*

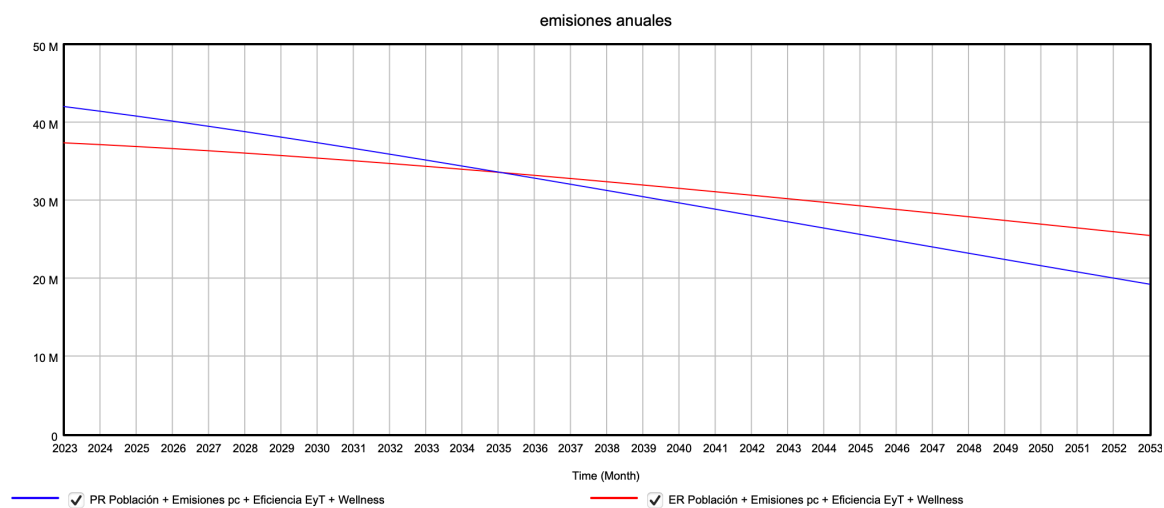
Variable	escenario Puerto Rico
<b>valores iniciales</b>	
inicial jóvenes=	568,456
inicial adultos=	1,971,525
inicial ancianos=	745,893
inicial t natalidad=	0.600
inicial t mort adulto=	0.177
inicial t mort anciano=	0.100
inicial t mort joven=	0.049
inicial eficiencia=	50
inicial indicadores=	50
inicial emision por anciano=	17.947
inicial emision por adulto=	13.590
inicial emision por joven=	3.205
<b>tasas</b>	
tasa a adultos=	0.0556
tasa a ancianos=	0.0213
<b>variaciones</b>	
var consumo alimentación=	0.93
var consumo transporte=	0.48
var consumo productos=	0.37
var consumo vivienda=	0.03
var eficiencia en agricultura	0.5
var eficiencia en energía	4.0
var eficiencia en transporte	3.0
var eficiencia en manufactura	3.0
var eficiencia en gestion de residuos	5.0
Peso de agricultura s/Total	0.62%
Peso de energía s/Total	1.88%
Peso de transporte s/Total	1.24%
Peso de manufactra s/Total	49.00%
Peso de residuos s/Total	0.00%



Como resultado tenemos las siguientes simulaciones:

### Figura 27

*Gráfica Comparativa para ver el efecto de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica y del Wellness de las emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en ambas regiones*

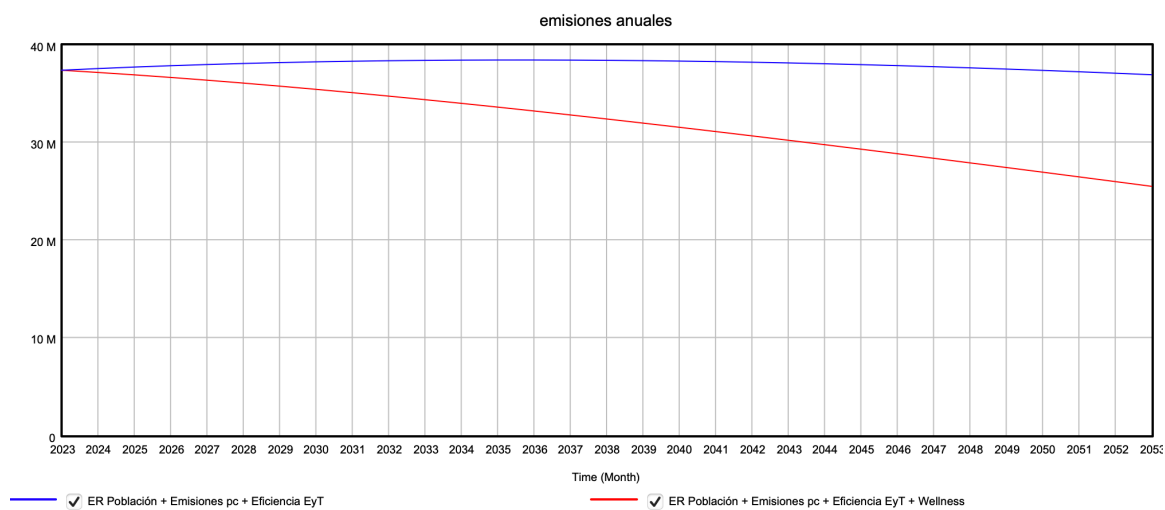


Los resultados de estas nuevas simulaciones son similares a los anteriores, para ver mejor el impacto del *Wellness* es mejor crear una gráfica que compare PR en la simulación anterior (sin *Wellness*) con la nueva, par cada región por separado.

Veamos primero la de Emilia Romagna:

### Figura 28

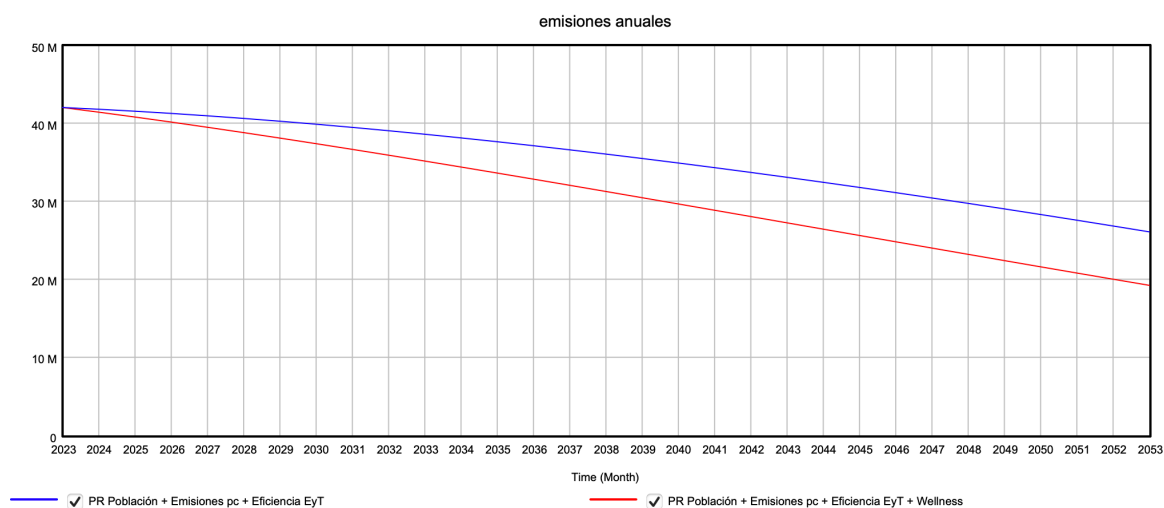
*Gráfica Comparativa para ver el efecto de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica y añadiendo las del Wellness de las emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en Emilia Romagna*



Y su equivalente para Puerto Rico:

### Figura 29

*Gráfica Comparativa para ver el efecto de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica y añadiendo las del Wellness de las emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en Puerto Rico*

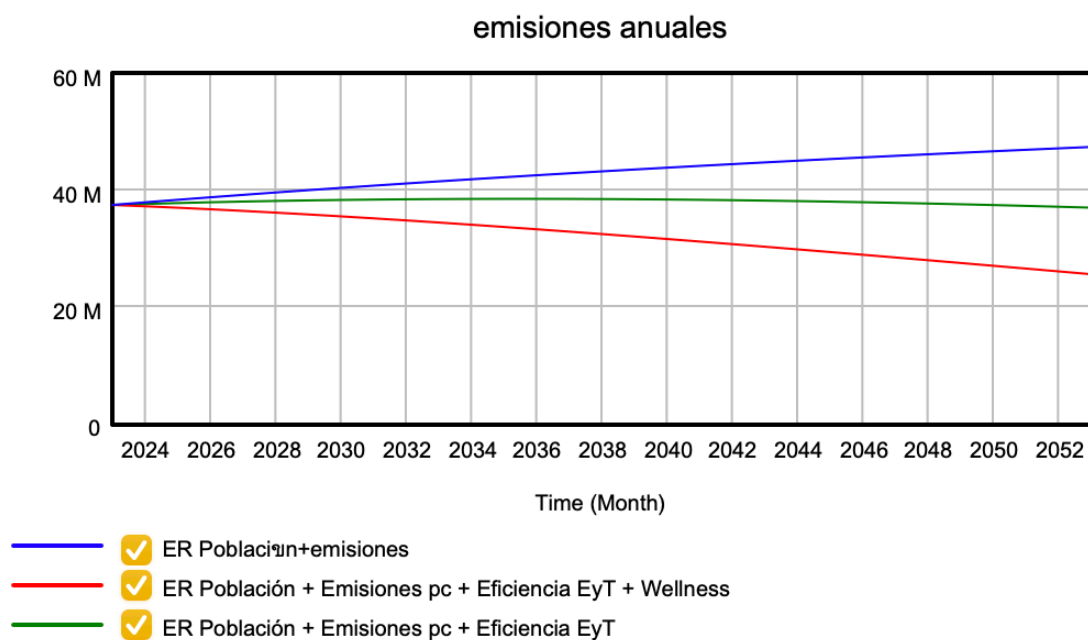


En esta nueva gráfica, se percibe mejor que el impacto del *Wellness* en las emisiones es relevante, ya que baja de los 20 MTmCO<sub>2</sub> anuales.

Como resultado de simular el modelo con estos nuevos factores se observa que las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> disminuyen, y son menores que los resultados obtenidos en la simulación que incluye los cambios debidos a población, emisiones per cápita, indicadores de *Wellness* y eficiencia energética. Lo que muestra que unos hábitos de vida más saludables tienden a reducir el impacto antropogénico en el cambio climático.

### Figura 30

*Gráfica Comparativa para ver el efecto sobre la dinámica poblacional de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica y añadiendo las del Wellness de las emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en Emilia*



**Tabla 21**

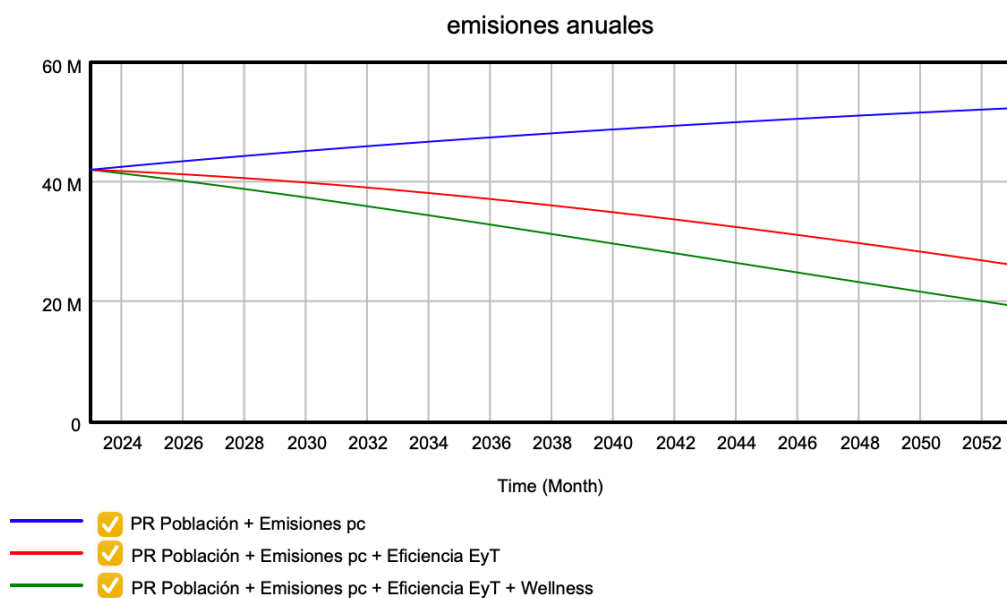
*Valores finales de las simulaciones para la región de Emilia Romagna*

	Simulación	Emisiones en Millones de Toneladas de CO2 eq. en 2052
ER	Solo Población	47.24
	Población + mejoras en Eficiencia Energética y Tecnología	36.88
	Población + mejoras en Eficiencia Energética y Tecnología + <i>Wellness</i>	25.52

También podemos observar que el impacto es mucho mayor en Puerto Rico y que hay una gran oportunidad en reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Figura 31**

*Gráfica Comparativa para ver el efecto sobre la dinámica poblacional de las variaciones en Eficiencia Energética y Tecnológica y añadiendo las del Wellness de las emisiones anuales de CO2 en Millones de Toneladas emitidas en 30 años en Puerto Rico*

**Tabla 22**

*Valores finales de las simulaciones para Puerto Rico*

	Simulación	Emisiones en Millones de Toneladas de CO2 eq. en 2052
PR	Solo Población	52.34
	Población + mejoras en Eficiencia Energética y Tecnología	26.07
	Población + mejoras en Eficiencia Energética y Tecnología + <i>Wellness</i>	19.51

## Cálculos

El cálculo de las tasas de variación anual parten del comportamiento actual de la población (escenario *Wellness* actual) y de esas mismas tasas en un escenario con mayor preocupación por el *Wellness* (escenario *Wellness* si), tanto en Puerto Rico como en Emilia Romagna. Los datos están en la siguiente Tabla:

**Tabla 23**

*Indicadores de Wellness en porcentaje para ambas regiones e Italia*

			Emilia Romagna		Puerto Rico		Italia
			<i>Wellness</i> si	<i>Wellness</i> actual	<i>Wellness</i> si	<i>Wellness</i> actual	WA
Indicadores de vida saludable	variable consumo de alimentación	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras	50.0	10.6	50.0	9.0	8.1
	variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportándose en bici o andando	50.0	32.5	20.0	4.5	25.4
	variable consumo de productos	Consumismo (variable subjetiva)	40.0	60.0	60.0	100.0	90
	variable consumo de vivienda	Aportación de emisiones de Co2 según tipo de urbanismo.	25.0	30.0	55.0	60.0	30

Para traducir estos valores a tasas de variación anual, el primer paso es asignar el valor 50 a cada uno de los valores actuales (*Wellness* actual), que es su valor inicial en el modelo. A partir de este valor se calcula proporcionalmente el valor de los indicadores en el escenario *Wellness* si, en una escala de 0 a 100. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

**Tabla 24**

*Indicadores de Wellness en valor absoluto con base 50*

			Emilia Romagna		Puerto Rico	
Wellness SI con base 50 la situación actual			en base 50	actual	en base 50	actual
Indicadores de vida saludable	variable consumo de alimentación	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras	100.0	50.0	100.0	50.0
	variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportandose en bici o andando	76.9	50.0	100.0	50.0
	variable consumo de productos	Consumismo (variable subjetiva)	75.0	50.0	83.3	50.0
	variable consumo de vivienda	Aportacion de emisiones de Co2 segun tipo de urbanismo	60.0	50.0	54.5	50.0

Los datos de la tabla en porcentaje no indican si estamos cerca o lejos del valor límite u óptimo. Por ello se crea la siguiente tabla que pondera los valores del escenario *Wellness* sí con los valores óptimos de cada indicador. Así por ejemplo la variable consumo de alimentación en ambos entornos (porcentaje diario de consumo de frutas y verduras) es el 50%, pero ese porcentaje sólo es el 56% del valor óptimo.

**Tabla 25**

*Indicadores de Wellness en relación con el valor óptimo*

Wellness SI en relación al valor óptimo			Emilia Romagna		Puerto Rico		w.optimo
			s/mejor	actual	s/mejor	actual	
Indicadores de vida saludable	variable consumo de alimentación	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras	0.6	50.0	0.6	50.0	90.0
	variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportándose en bici o andando	0.7	50.0	0.3	50.0	70.0
	variable consumo de productos	Consumismo (variable subjetiva)	0.5	50.0	0.3	50.0	20.0
	variable consumo de vivienda	Aportación de emisiones de Co2 según tipo de urbanismo	0.4	50.0	0.2	50.0	10.0

En la siguiente tabla se ajustan los valores de la tabla anterior con los valores de la Tabla en base 50, de forma que una situación en apariencia óptima, como es el valor 100, pasa a ser 77,8, al incluir el hecho de que ese 100 no representa un comportamiento óptimo.

**Tabla 26**

*Indicadores de Wellness en base 50 ajustados al valor óptimo*

Wellness SI base 50 ajustada al valor óptimo			Emilia Romagna		Puerto Rico	
			en base 50	actual	en base 50	actual
Indicadores de vida saludable	variable consumo de alimentación	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras	77.8	50.0	77.8	50.0
	variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportándose en bici o andando	69.2	50.0	64.3	50.0
	variable consumo de productos	Consumismo (variable subjetiva)	62.5	50.0	61.1	50.0
	variable consumo de vivienda	Aportación de emisiones de Co2 según tipo de urbanismo	54.0	50.0	50.8	50.0

Ya que el escenario *Wellness* sí indica la situación en 2052, dentro de 30 años, se dividen los valores de la Tabla 4 por 30 para obtener las tasas de variación anual de cada uno de los indicadores.



**Tabla 27**

*Variaciones anuales en 30 años de los Indicadores de Wellness para Emilia Romagna*

Variación anual en 30 años			ER
			variación anual
<b>Indicadores de vida saludable</b>	variable consumo de alimentación	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras	0.93
	variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportándose en bici o andando	0.64
	variable consumo de productos	Consumismo (variable subjetiva)	0.42
	variable consumo de vivienda	Aportación de emisiones de Co2 según tipo de urbanismo	0.13

**Tabla 28**

*Variaciones anuales en 30 años de los Indicadores de Wellness para Puerto Rico*

Variación anual en 30 años			PR
			variación anual
<b>Indicadores de vida saludable</b>	variable consumo de alimentación	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras	0.93
	variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportándose en bici o andando	0.48
	variable consumo de productos	Consumismo (variable subjetiva)	0.37
	variable consumo de vivienda	Aportación de emisiones de Co2 según tipo de urbanismo	0.03

Tabla 29

*Hoja completa de Cálculos para obtener los valores finales usados en el modelo PRER-SWAM*

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Emilia Romagna		Puerto Rico		Italia
2			<b>Ecuacion/ Relacion</b>	wellness si	wellness actual	wellness si	wellness actual	
3		variable consumo de alimentacion	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras	50.0	10.6	50.0	9.0	8.1
4		variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportandose en bici o andando	50.0	32.5	20.0	4.5	25.4
5	<b>Indicadores de vida saludable</b>	variable consumo de productos	Consumismo (variable subjetiva)	40.0	60.0	60.0	100.0	90
6		variable consumo de vivienda	Aportacion de emisiones de Co2 segun tipo de urbanismo	25.0	30.0	55.0	60.0	30
7				Emilia Romagna		Puerto Rico		
8		Wellness SI con base 50 la situación actual		en base 50	actual	en base 50	actual	
9		variable consumo de alimentacion	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras	100.0	50.0	100.0	50.0	
10		variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportandose en bici o andando	76.9	50.0	100.0	50.0	
11	<b>Indicadores de vida saludable</b>	variable consumo de productos	Consumismo (variable subjetiva)	75.0	50.0	83.3	50.0	
12		variable consumo de vivienda	Aportacion de emisiones de Co2 segun tipo de urbanismo	60.0	50.0	54.5	50.0	
13				Emilia Romagna		Puerto Rico		
14		Wellness SI en relación al valor optimo		s/mejor		s/mejor	actual	w.optimo
15		variable consumo de alimentacion	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras	0.6	50.0	0.6	50.0	90.0
16		variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportandose en bici o andando	0.7	50.0	0.3	50.0	70.0
17	<b>Indicadores de vida saludable</b>	variable consumo de productos	Consumismo (variable subjetiva)	0.5	50.0	0.3	50.0	20.0
18		variable consumo de vivienda	Aportacion de emisiones de Co2 segun tipo de urbanismo	0.4	50.0	0.2	50.0	10.0
19				Emilia Romagna		Puerto Rico		
20		Wellness SI base 50 ajustada al valor optimo		en base 50	actual	en base 50	actual	
21		variable consumo de alimentacion	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras	77.8	50.0	77.8	50.0	
22		variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportandose en bici o andando	69.2	50.0	64.3	50.0	
23	<b>Indicadores de vida saludable</b>	variable consumo de productos	Consumismo (variable subjetiva)	62.5	50.0	61.1	50.0	
24		variable consumo de vivienda	Aportacion de emisiones de Co2 segun tipo de urbanismo	54.0	50.0	50.8	50.0	
25								
26				ER		PR		
27		Variación anual en 30 años		variación anual		variación anual		
28		variable consumo de alimentacion	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras	0.93		0.93		
29		variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportandose en bici o andando	0.64		0.48		
30	<b>Indicadores de vida saludable</b>	variable consumo de productos	Consumismo (variable subjetiva)	0.42		0.37		
31		variable consumo de vivienda	Aportacion de emisiones de Co2 segun tipo de urbanismo	0.13		0.03		
32								
33				PR				
34		Variación anual en 30 años		variación anual				
35		variable consumo de alimentacion	Porcentaje diario de consumo de frutas y verduras	0.93				
36		variable consumo de transporte	Porcentaje de personas transportandose en bici o andando	0.48				
37	<b>Indicadores de vida saludable</b>	variable consumo de productos	Consumismo (variable subjetiva)	0.37				
38		variable consumo de vivienda	Aportacion de emisiones de Co2 segun tipo de urbanismo	0.03				

Vamos a ver los cálculos de la tabla con un ejemplo.

Tomamos que el valor inicial del Indicador de vida saludable en el modelo es 50 en una escala de 0 a 100, para ver qué grado de impacto tienen acciones que mejoren ese indicador (como por ejemplo un mayor consumo de frutas y verduras).

El porcentaje diario de consumo de frutas y verduras en Puerto Rico, en el escenario "Wellness actual" es 9 (casilla G3), según algunas fuentes. Consideramos para el escenario

"*Wellness sí*" que dentro de 30 años el valor es 50 (Casilla F3). Este escenario "*Wellness sí*" es un objetivo, basado en una elaboración propia.

En una escala de 0 a 100 asignamos el 9 (casilla G3) al valor 50 de la escala, para que en la simulación el indicador parta del punto intermedio 50 de la escala 0-100. Por lo tanto en el escenario "*Wellness sí*" el 50 (Casilla G9). se transforma en 100 (Casilla F9) en una escala de 0 a 100, que es el máximo posible.

Las hipótesis tomadas hacen que el valor actual del indicador, que es 9 (casilla G3) se transforme en 50 (casilla F3). Esto indica que el escenario "*Wellness sí*", no representa el óptimo que son 90 (Casilla H15).

Es decir, si se cumple este objetivo (50) las emisiones de CO<sub>2</sub> van a disminuir en relación a la situación actual, pero eso no quiere decir que sea el valor óptimo que llevaría a unas emisiones 0 de CO<sub>2</sub> dentro de 30 años. Definimos que el valor óptimo en este ejemplo en vez de 50 sería 90 (porcentaje diario de consumo de frutas y verduras).

A continuación calculamos el porcentaje que el valor de "*Wellness sí*" representa sobre el objetivo, en este caso  $15/25$  es un 60%. Es decir, aunque se logre el escenario "*Wellness sí*" sólo se ha logrado el 60% del objetivo.

Por último, para calcular qué valor debe tener el indicador (que parte de 50) al paso de 30 años, para lograr las emisiones 0, tomamos la diferencia (100-50 de las casillas F9 y G9) calculada previamente y le aplicamos la tasa que representa el "*Wellness sí*" sobre el "wellnes objetivo" (56% de la casilla F15) para calcular el incremento deseado en la escala (0-100), ya que lograr el "*Wellness sí*" no garantiza las 0 emisiones, y le sumamos el valor central de la escala (50), obteniendo el valor 77.8.

Dividimos el 77.8 entre 30 años de horizonte, y obtenemos 0.93 (casilla F27) que es el incremento anual de la variable de variación de consumo en alimentación (casilla B3) que se toma en el modelo.

### **Impacto en las emisiones de CO<sub>2</sub> de Políticas *Wellness***

A partir del modelo inicial se pueden crear diferentes escenarios hipotéticos con el fin de observar diferentes resultados en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Es posible modificar los datos en la hoja de excel, y crear un nuevo escenario. Por ejemplo, en el caso de Puerto Rico se parte de estas variaciones anuales en los parámetros de consumo.

#### **Tabla 30**

*Variaciones anuales utilizadas en el modelo PRER-SWAM para Puerto Rico*

variación consumo alimentación=	0.93
variación consumo transporte=	0.48
variación consumo productos=	0.37
variación consumo vivienda=	0.03

Podríamos realizar diferentes simulaciones en función de diferentes fuentes de datos y observar el comportamiento. Como ejercicio , creo que sería interesante ver que sucede en Puerto Rico si utilizamos los datos de variacion de Emilia Romagna.

En este caso mantendremos todos los valores de Puerto Rico y solo alteraremos estos cuatro:

**Tabla 31**

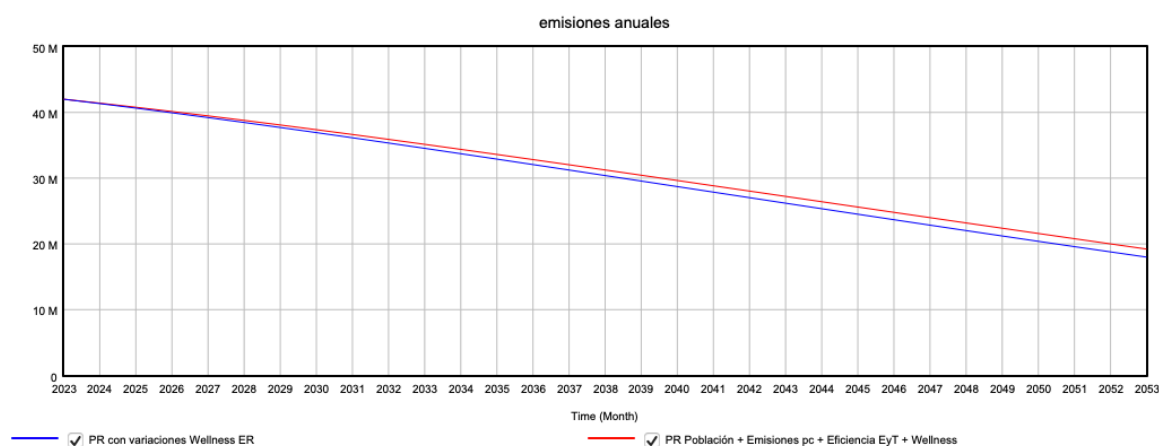
*Variaciones anuales utilizadas en el modelo PRER-SWAM para Emilia Romagna*

variación consumo alimentación=	0.93
variación consumo transporte=	0.64
variación consumo productos=	0.42
variación consumo vivienda=	0.13

De éste modo obtenemos el siguiente resultado:

**Figura 32**

*Comparación de emisiones anuales utilizando parámetros Wellness de Emilia Romagna en Puerto Rico*



En lugar de alternar esos parámetros y observar cómo afectan a las emisiones de CO<sub>2</sub> de manera manual, también podemos utilizar el programa Vensim para crear gráficas dinámicas y poder observar estos resultados en tiempo real.

El programa Vensim también nos permite hacer simulaciones en tiempo real por lo que también es posible usar el modelo para simular políticas de cambios en los hábitos de consumo y ver su impacto en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Para ello se dispone de una pantalla

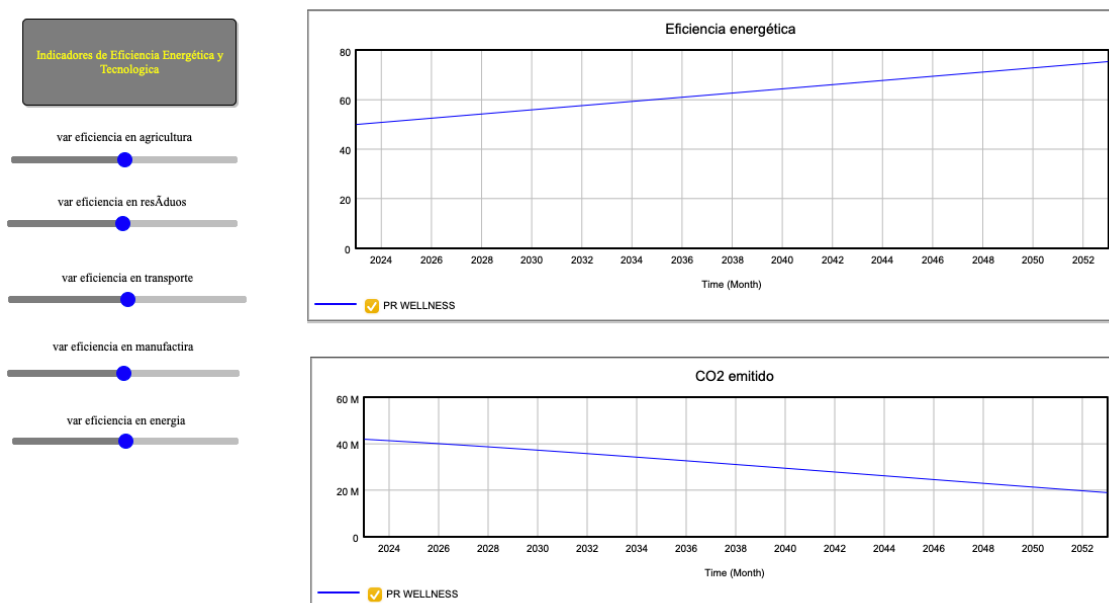
que contiene cursores para simular los cambios, y a su lado gráficas para ver su impacto en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Más allá de las simulaciones del modelo para hacer supuestos de diferentes escenarios y ver cómo afectan los diferentes parámetros a las emisiones de CO<sub>2</sub>, es muy interesante la posibilidad de realizar un diagrama dinámico que se puede utilizar como herramienta de ayuda en la toma de decisiones.

En nuestro caso , y centrándonos en los cinco indicadores que hemos valorado en el bloque de Eficiencia Energética y Tecnología , creamos la herramienta siguiente:

### Figura 33

*Simulaciones con rangos de variación de los indicadores de vida saludable*



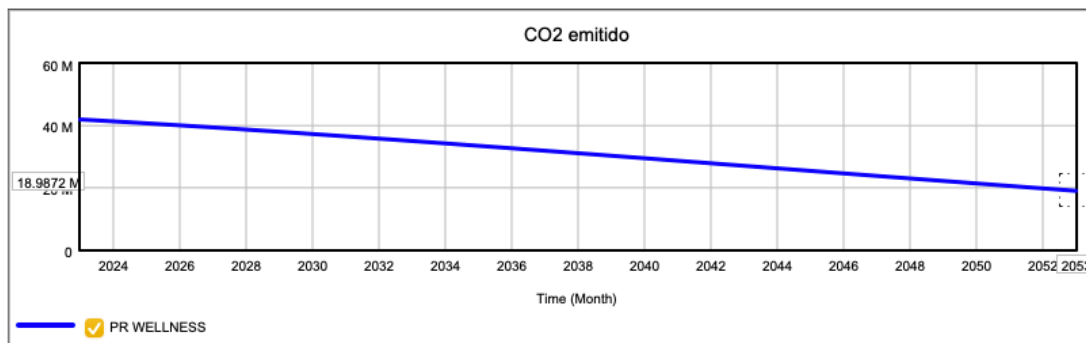
A partir de la simulación con los datos para Puerto Rico , este panel de control nos permite variar en tiempo real cada uno de ellos para ver cómo afecta en las emisiones. De

este modo tenemos una herramienta valiosa que nos puede ayudar en la toma de decisiones de implementación de diferentes políticas públicas enfocadas a combatir el cambio climático. Recordemos que en las variaciones que usamos para las simulaciones, hemos supuesto que se pueden implementar en Puerto Rico las mejores y más eficientes tecnologías. Esa suposición implica que obviemos las restricciones que encontramos en el mundo real. Mediante esta herramienta, se puede profundizar en análisis más detallados y asesorados por expertos en cada una de las materias. Las variaciones que se podrían plantear están fuera del alcance de la presente tesis, pero a modo de ejemplo y para explicar el uso de esta herramienta recrearemos un caso en el que nos reunimos con un experto en energías renovables y nos indican el presupuesto que sería necesario para mejorar en 1 punto la variación de la eficiencia en la energía. Con ese mismo presupuesto, un experto en gestión de transporte nos indica que podría mejorar 2 puntos su variación. Moviéndolos cursores podremos ver en el gráfico en el momento el resultado, obteniendo los siguientes valores para el 2052.

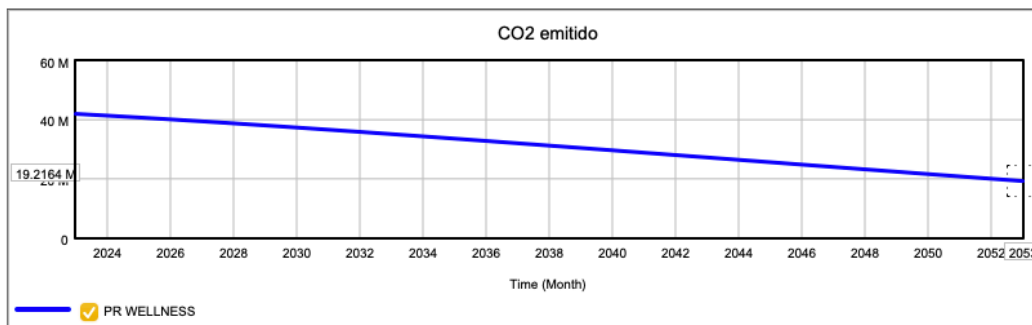
- Valor de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> en el año 2052 si dedicamos ese presupuesto a eficiencia energética = 18.9872 Millones de Toneladas.
- Valor de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> en el año 2052 si dedicamos ese presupuesto al transporte = 19.2164 Millones de Toneladas.

**Figura 34**

*Simulación dinámica mejorando 1 punto la eficiencia en el sector de la energía*

**Figura 35**

*Simulación dinámica mejorando en 2 puntos la eficiencia en el sector del transporte*



Más interesante y relacionado con el tema de la presente tesis es el uso de la misma herramienta, ésta vez utilizando las cuatro variables relacionadas con los indicadores de vida saludable.

Haciendo un ejercicio diferente podemos observar hasta que valor habría que llevar el valor de la variación en la alimentación (es decir, más gente comiendo verduras y frutas y por ende menos carne) para llegar a estar por debajo de los 20 Millones de toneladas y



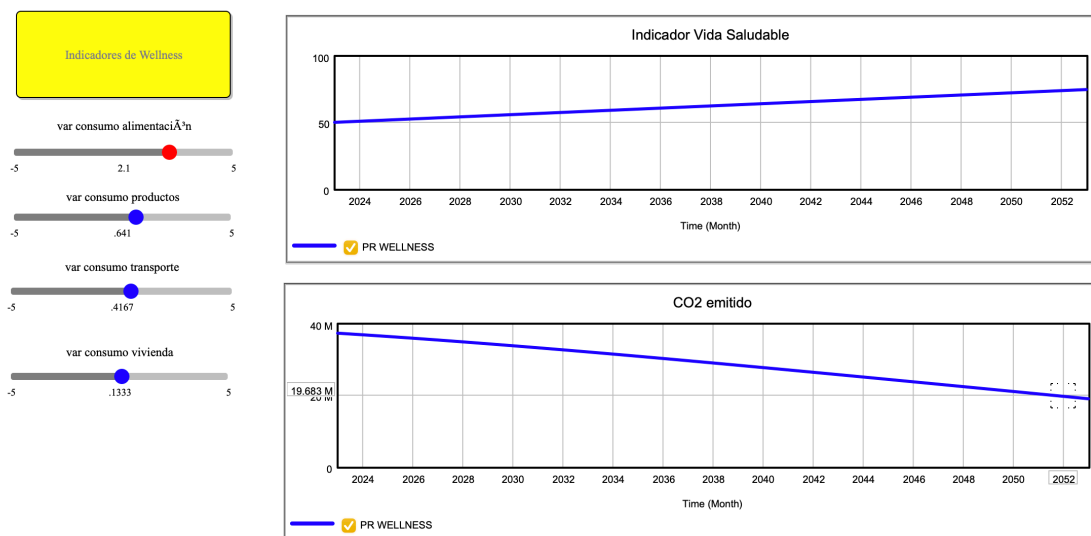
después eso mismo con el valor de la variación en el transporte (es decir, más gente utilizando la bicicleta o andando para transportarse al trabajo).

Moviendo los cursores podremos ver en el gráfico en el momento el resultado, obteniendo los siguientes valores para el 2052.

- Valor de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> en el año 2052 si llevamos a 2.1 el valor de la variación en la alimentación= 19.683 Millones de Toneladas.
- Valor de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> en el año 2052 si llevamos a 1.6 el valor del transporte = 19.6333 Millones de Toneladas.

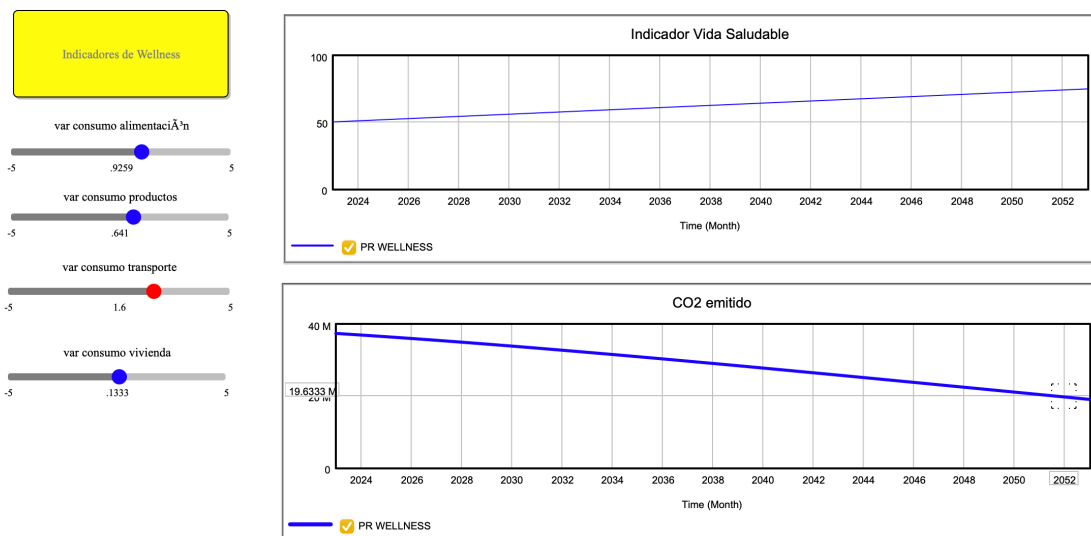
**Figura 36**

*Simulación dinámica llevando a 2.1 el valor de la variación en el consumo de la alimentación*



**Figura 37**

*Simulación dinámica llevando a 1.6 el valor de la variación en el consumo del transporte*



### **Análisis de sensibilidad**

Una vez que tenemos un modelo de simulación construido, probado e incluso calibrado, queremos saber cómo responde ante cambios en los parámetros utilizados. Este análisis posterior a la construcción y ajuste del modelo se conoce como Análisis de Sensibilidad. El programa utilizado en la presente tesis llamado Vensim en su versión 10.0 nos permite hacer un análisis de sensibilidad del modelo en el que se obtiene qué factores influyen en mayor medida en las emisiones anuales de CO<sub>2</sub>, ya que el propósito de cualquier estudio es identificar qué acciones son más efectivas para solucionar un problema. Realizaremos este análisis para cada una de las regiones y nos ayudará a identificar cuáles de las variables son más relevantes. También podremos ver si dentro de ellas las variables relativas al modo de vida saludable (*Wellness*) tienen importancia y poder cuantificarla.

Realizaremos análisis de sensibilidad de las dos simulaciones completas de cada región para ver qué parámetros son los que más influyen. Cabe señalar que este análisis es “ciego” y que no hace diferencias entre variables, por lo que los resultados se deben saber interpretar adecuadamente.

Los resultados para ER se muestran en la gráfica siguiente.

Vemos que para Emilia Romagna, las variables más importantes son las relativas al reciclaje. En segundo lugar manufactura y alimentación.

**Tabla 32***Análisis de sensibilidad en la simulación ER Wellness*

Parameter : emisiones anuales  
 Display : Mean absolute deviation between base run and +/-10% runs  
 Runname : ER WELLNESS.vdfx

peso residuos = 0	-(-0.1)	4.5296e+06
	+(0.1)	5.74642e+06
peso manufactura = 0.49	-(-0.441)	1.80105e+06
	+(0.538999)	1.97635e+06
var eficiencia en manufactura = 3	-(-2.7)	943388
	+(3.3)	943388
var consumo alimentación = 0.925926	-(-0.833333)	222388
	+(1.01852)	222509
var consumo transporte = 0.37037	-(-0.333333)	88989.8
	+(0.407407)	88989.1
peso energía = 0.0187804	-(-0.0169024)	84269.9
	+(0.0206585)	84613.3
var eficiencia en energía = 4	-(-3.6)	48210.2
	+(4.4)	48210.2
peso transporte = 0.0124056	-(-0.011165)	47761.1
	+(0.0136462)	47873.5
var eficiencia en transporte = 3	-(-2.7)	23884.3
	+(3.3)	23884.3
peso agricultura = 0.00622192	-(-0.00559973)	13997.5
	+(0.00684411)	14002.2
var consumo vivienda = 0.0275482	-(-0.0247934)	6618.25
	+(0.030303)	6618.36
var eficiencia en agricultura = 0.5	-(-0.45)	1996.49
	+(0.55)	1996.49

Creamos la simulación 'PR Wellness' y dejamos activa solo esta simulación. Seleccionamos la variable 'emisiones anuales'. Pulsamos el icono de análisis de sensibilidad de todas las variables.

**Tabla 33***Análisis de sensibilidad en la simulación PR Wellness*

Parameter : emisiones anuales

Display : Mean absolute deviation between base run and +/-10% runs

Runname : PR WELLNESS.vdfx

peso manufactura = 0.262127	-(0.235914)	556284
	+(0.288339)	599598
var eficiencia en manufactura = 3	-(2.7)	292259
	+(3.3)	292259
var consumo alimentación = 0.925926	-(0.833333)	259483
	+(1.01852)	259630
var consumo productos = 0.641026	-(0.576923)	179658
	+(0.705128)	179729
var consumo transporte = 0.416667	-(0.375)	116786
	+(0.458333)	116816
peso transporte = 0.0458248	-(0.0412423)	100373
	+(0.0504073)	101697
var eficiencia en transporte = 3	-(2.7)	51092.6
	+(3.3)	51092.6
var consumo vivienda = 0.133333	-(0.12)	37374.7
	+(0.146667)	37377.7
peso residuos = 0.0114916	-(0.0103424)	33809.1
	+(0.0126407)	33947.9
peso agricultura = 0.0231881	-(0.0208693)	29552.5
	+(0.0255069)	29609
peso energía = 0.0111049	-(0.00999442)	28559.6
	+(0.0122154)	28663.3
var eficiencia en residuos = 5	-(4.5)	21354.3
	+(5.5)	21354.3
var eficiencia en energía = 4	-(3.6)	16508.6
	+(4.4)	16508.6
var eficiencia en agricultura = 0.5	-(0.45)	4308.94
	+(0.55)	4308.94

Podemos observar que en el caso de Puerto Rico la variable que más importa es la manufactura, y esto es debido a que representa un gran porcentaje dentro del PIB del país.

Es curioso observar como la variable de la alimentación es la primera dentro de las que indican el modo de vida.

En base a este análisis se podría concluir que en Puerto Rico sería interesante implementar medidas de mejora en eficiencia energética y tecnológica en el sector de la manufactura y también realizar labores de concientización para mejora de alimentación en consumo de frutas y verduras con el objetivo de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y así combatir la crisis de el cambio climático.

## **Conclusiones**

El objetivo de esta investigación es demostrar la relación entre la forma de vida de los humanos y el cambio climático debido a causas antropogénicas y analizar cómo los patrones de vida saludable (*Wellness*) pueden ayudar a reducir estas causas y al mismo tiempo proporcionar impactos positivos para la salud de los seres humanos.

Para ello, se realiza una comparación entre dos regiones en nuestro planeta opuestas. Una de ellas es Puerto Rico, con una matriz energética dependiente de los recursos fósiles con índices de sobrepeso y obesidad mayores al 70% y donde el modo de vida se aleja de prácticas saludables y por el otro lado la región de Emilia Romagna en Italia, cuna del *Wellness* y pionera en implementación de políticas de salud y sostenibilidad. La aportación del capítulo dos a los objetivos de la presente investigación se da a través de los resultados de las simulaciones realizadas.

Como fruto de las simulaciones ejecutadas podemos enumerar los siguientes resultados:

- 1- Las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> equivalente en millones de toneladas emitidas en ambas regiones suponiendo avances en Eficiencia Energética y Tecnológica e implementando políticas de *Wellness* en el caso de ambas regiones se reducen considerablemente. Un 46% en el caso de Emilia Romagna y un 63% en el caso de Puerto Rico.
- 2- Puerto Rico tiene una gran oportunidad para reducir sus emisiones si implementan medidas de eficiencia energética y tecnológica debido al importante peso del sector industrial y el amplio margen de mejora en referencia con la situación actual.
- 3- Puerto Rico podría reducir entre 6 y 7 millones de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> invirtiendo en mejorar los indicadores de bienestar, es decir, implementando políticas *Wellness*.
- 4- Se observa que el modelo de simulación creado es un herramienta útil para integrar en un mismo esquema los múltiples conceptos que intervienen en las emisiones de CO<sub>2</sub> que contribuyen al cambio climático, y cómo influyen los hábitos de vida saludables (*Wellness*).
- 5- La comparación de Puerto Rico con Emilia Romagna aporta un punto de referencia interesante para mostrar como los hábitos de vida saludable (*Wellness*) influyen en las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- 6- El análisis de sensibilidad muestra que los hábitos de *Wellness* tienen un impacto relevante en las emisiones de CO<sub>2</sub>, y aunque no sean los de mayor impacto (descontados los valores iniciales) tienen un impacto que pueden

justificar acciones públicas y privadas para mejorar los hábitos actuales hacia un mayor *Wellness*.

Sin lugar a duda, las observaciones fruto de las simulaciones anteriormente explicadas demuestran que un modo de vida saludable nos ayuda a mitigar el cambio climático.



## Capítulo 3

### La bicicleta como ejemplo de movilidad sostenible y saludable

#### Introducción

Uno de los mejores conceptos que podemos usar para relacionar el *Wellness* y el Cambio Climático es el uso de la bicicleta. Dentro de un modo de vida saludable la movilidad activa es una de las formas más sencillas de alcanzar los necesarios niveles diarios de actividad física. Por otro lado, el modo en el que nos transportamos en nuestros desplazamientos diarios es, en la actualidad, uno de los principales causantes del cambio climático.

Desde el punto de vista de su papel dentro del *Wellness* podemos destacar los siguientes beneficios en la salud: modera la presión arterial, eleva el buen colesterol -el que limpia la grasa de las arterias- y también reduce el malo. Además, ayuda a quemar calorías y previene el desarrollo de diabetes. El ciclismo benefició a adultos y niños en una relación dosis-respuesta. Mejoró la aptitud cardiorrespiratoria (evidencia sólida), mostró beneficios en los factores de riesgo cardiovascular (evidencia moderada) y puede haber reducido la mortalidad por todas las causas, cardiovascular y por cáncer, y haber contribuido a la pérdida de peso (evidencia no concluyente) (Maitland, 2012).

Es importante destacar que refiriéndonos al campo de la salud mental que ayuda a reducir el estrés gracias a que esta actividad estimula la producción de endorfinas, las hormonas que reducen el dolor y combaten la depresión.

Al mismo tiempo, promueve un estado de mindfulness que lleva a estar más enfocados en el presente y no tanto en las preocupaciones diarias, lo que ayuda a reducir la ansiedad (Deslandes et al., 2009).

Refiriéndonos a su impacto en el cambio climático, de nuevo utilizamos como variable intermedia a las emisiones de CO<sub>2</sub>. En el 2021, las emisiones debidas al transporte representaron un 23% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía. De esa cantidad el 70% es debida a los vehículos de carretera (IPCC, 2023).

El sector del transporte es responsable de aproximadamente una cuarta parte de Emisiones de gases de efecto invernadero, ya que el 95 por ciento de la energía de transporte del mundo todavía proviene de combustibles fósiles (United Nations, 2021).

En el escenario central de estos patrones de movilidad insostenibles se encuentra el automóvil privado. El uso del automóvil ha llegado a definir las prácticas de movilidad en todo el mundo. Cambiar estas prácticas es un desafío central para el desarrollo sostenible y para hacer las ciudades más verdes y habitables. Dentro de las ciudades en particular, pensar en las bicicletas como sistema de movilidad para reemplazar los automóviles es un objetivo de sostenibilidad obvio. Sin embargo, pocas ciudades han logrado desafiar sustancialmente el dominio del automóvil privado una vez establecido.

Debido a que diferentes prácticas de movilidad comparten infraestructura, se influyen y se condicionan entre sí. Las prácticas de movilidad a menudo se basan en una amplia gama de objetos materiales e infraestructura, además de significados socioculturales, competencias incorporadas y elementos contextuales como geografía, topografía, clima y tiempo. Las prácticas de movilidad están entrelazadas con muchas otras

prácticas, como el trabajo, las obligaciones familiares, gestiones, actividades de ocio, el ejercicio y las compras.

La promoción de los viajes activos debería ser una piedra angular de las estrategias para alcanzar los objetivos de emisiones netas de carbono cero, especialmente en las zonas urbanas, y al mismo tiempo mejorar la salud pública y la calidad de la vida urbana (Brand et al., 2021).

### **El cuerpo humano necesita moverse**

Una de las características principales del Homo Sapiens es el bipedismo. Gracias a esta característica del ser humano, se incrementa la eficiencia del desplazamiento y esto es un factor importante en el origen de la locomoción bípeda.

Los seres humanos no estamos diseñados para permanecer sentados, nuestro cuerpo necesita moverse. Durante miles de años dependía de su capacidad de movimiento para sobrevivir. Eran necesarios grandes desplazamientos para poder alimentarse y evitar ser comido. Durante la evolución los nuevos modos de lograr alimentarnos , como la caza, y la pesca, y sobre todo la agricultura y la ganadería, hicieron que empezaran a disminuir las necesidades de recorrer grandes distancias. Aun así los humanos seguimos dependiendo durante miles de años de nuestra capacidad de movimiento para poder realizar esas nuevas labores y también para defenderse de otros animales y congéneres.

En Las primeras ciudades ,antes de los automóviles y las bicicletas, caminar era la principal forma de viajar y fue la única forma de llegar de un lugar a otro por gran parte de la historia humana. Las calles de la ciudad preindustrial eran por necesidad caminables ya que todo el mundo dependía del fácil acceso a pie para llegar al trabajo y/o al mercado.

Las ciudades tenían una alta densidad de viviendas y todo tenía que estar conectado por una red de senderos peatonales. Tras la aparición de los vehículos de motor y la industrialización, los criterios que se han tenido en cuenta en el desarrollo urbano no incluían aspectos subjetivos como la felicidad o el bienestar de los habitantes de dichas urbes y embelesados por la rapidez, y por la capacidad de recorrer distancias nunca posibles, basamos los desarrollos en los usos de los vehículos de motor, en detrimento de los desarrollos caminables y a escala humana.

Las sensaciones y las experiencias de los ciudadanos se sacrificaban ya que simplemente no se tenían en cuenta. El vehículo de motor ,se convirtió en un símbolo de estatus social y sólo los pobres andaban a pie o como mucho en bicicleta.

Así , estigmatizamos estos modos de transporte y dejamos de tenerlos en cuenta como una manera más de desplazamiento. Tras la estigmatización llega la inviabilidad, ya que como no se tuvieron en cuenta en los desarrollos de las ciudades, intentar caminar o transitar en bicicleta resultan tareas peligrosas , imposibles y muy poco agradables.

Y mientras tanto el sedentarismo se instaura en nuestras sociedades siendo el causante principal de varios de nuestros mayores enemigos ,entre ellos el sobrepeso y la obesidad.

Volviendo a nuestros territorios encontramos datos preocupantes en esta materia , situando a Puerto Rico en 36% de obesos y otro 36% de personas con sobrepeso entre los adultos mayores de 18 años.

## Figura 38

### Porcentaje de personas con obesidad y sobrepeso en Puerto Rico



Los datos para la región Italiana son menores (12% de Obesos y 32% en sobrepeso según los datos del Istat en el 2021) pero también evidencian las consecuencias del sedentarismo instaurado a nivel global.

### El diseño del espacio público

El diseño de los espacios públicos afecta de manera directa a la movilidad activa.

Una morfología urbana dispersa que ignora el espacio público como elemento urbanístico tiene consecuencias adversas tanto para la ecología como para los servicios urbanos. Una estructura urbana compacta en la cual el espacio público peatonal se convierte en la esencia de la vida urbana y el centro de la política pública tiene muchos menos impactos ambientales y a la vez provee una mejor calidad de vida urbana. De esta

manera, el espacio público se propone como un elemento central del pensamiento y la política ambiental contemporáneos (Moreno, 2009).

Ante la creciente preocupación por la contaminación en las ciudades y la búsqueda de soluciones de movilidad son múltiples los estudios donde se evalúan las correlaciones existentes entre morfología urbana y la actividad física ligada a los desplazamientos (caminar y bicicleta). Los resultados ponen de manifiesto como las áreas urbanas de baja densidad y no construidas a una escala humana ; con usos de suelo segregados, escasez de servicios en proximidad, falta de transporte público y espacios públicos de baja calidad reducen las probabilidades de desplazamientos relacionados con la actividad física (caminar y bicicleta) y aumentan la dependencia del vehículo privado.

La estructura de las ciudades es un factor que influye directamente la demanda de movilidad y condiciona las respuestas individuales y colectivas a ella, es decir, el modo de transporte elegido, la frecuencia de desplazamientos, su longitud, etc. Históricamente, las ciudades formaban un conjunto compacto de edificaciones, en el que los servicios eran atendidos dentro de las áreas urbanas principales, y el acceso al trabajo, bienes y servicios estaba asegurado en un entorno cercano, fácilmente asequible a pie o en transporte público. En las últimas décadas, los cambios experimentados en el estilo de vida y las pautas de consumo (precio del suelo, calidad de vida, prestigio social, preferencias individuales, etc.), junto con las políticas urbanísticas desarrolladas y la construcción de una amplia red de viales que conectan la periferia con el centro de las ciudades, han provocado el paso de las “ciudades compactas” a las “ciudades difusas o extensas”.

## **Uso actual de la bicicleta como medio de transporte en las principales ciudades del mundo**

La bicicleta, por sus especiales características de autonomía, sencillez y eficiencia energética, es una pieza clave de cualquier modelo de movilidad urbana sostenible. La bicicleta no solo devuelve la escala humana a la ciudad, sino que resulta imprescindible para el diseño eficaz de un sistema intermodal de transporte metropolitano sostenible en todas sus etapas.

Merece la pena profundizar en el concepto de movilidad urbana antes de seguir con el papel que juega la bicicleta dentro de ella. Movilidad es la capacidad de moverse o de recibir movimiento. Siguiendo esta definición, la movilidad urbana se identificaría con la capacidad y/o posibilidad de moverse en la ciudad.

La movilidad urbana es una necesidad básica de las personas que debe ser satisfecha, y serlo de manera que el esfuerzo que requieran los desplazamientos necesarios para acceder a bienes y servicios no repercuta negativamente en la calidad de vida ni en las posibilidades de desarrollo económico, cultural, educativo, etc. de los ciudadanos. Por otro lado, en cuanto a necesidad básica, la movilidad urbana es también un derecho fundamental que debe estar garantizado, en igualdad de condiciones, a toda la población, sin diferencias derivadas del poder adquisitivo, condición física o psíquica, género, edad o cualquier otra causa.

Otras definiciones más recientes han sido elaboradas desde la perspectiva de la sostenibilidad y tienen como eje central a los ciudadanos y sus necesidades de

desplazamiento, aunque se da al concepto diferentes matices ya que se incorpora a la definición la sostenibilidad y la defensa del medio ambiente.

Aplicando estos conceptos y objetivos al ámbito de la movilidad, un modelo sostenible de movilidad urbana tiene que asegurar la protección del medio ambiente, mantener la cohesión social y la calidad de vida de los ciudadanos y favorecer el desarrollo económico.

En general, los modelos actuales de movilidad urbana no cumplen estas condiciones, al contrario: provoca una serie de efectos (ruido, contaminación, accidentes, etc.) que influyen negativamente en la calidad de vida de los ciudadanos, el medio ambiente y el desarrollo económico, que hacen inviable -insostenible- esta forma de movilidad, no solo para las generaciones futuras sino, a medio plazo, también para las actuales.

El concepto de movilidad urbana sostenible está siendo acogido en la mayoría de las ciudades y en ellos se retoma el uso de la bicicleta como una de las soluciones más factibles.

La bicicleta formó parte de la movilidad urbana de las principales ciudades del mundo, hasta que esta fue desplazada a causa de un modelo dominante de movilidad urbana, basado en el abuso del automóvil privado, con sus conocidas secuelas de congestión, contaminación, degradación del espacio urbano, de la salud pública y de la calidad de vida.

En la actualidad está volviendo a las ciudades de todo el mundo como un elemento imprescindible en cualquier plan de movilidad sostenible.



Los planes de movilidad sostenible se están implementando en la mayoría de las ciudades como respuesta a los problemas causados por los sistemas de movilidad actuales. En las sociedades modernas resulta imprescindible un sistema de transporte adecuado que posibilite la movilidad urbana y la accesibilidad poblacional a los servicios, su configuración actual está provocando graves externalidades negativas y gran parte de los problemas de sostenibilidad ambiental, social y energética.

A escala global, se sufre contaminación atmosférica y calentamiento del planeta por las emisiones de los vehículos, y destrucción de zonas naturales por la continua expansión de las vías de circulación. A escala local, la configuración de las áreas metropolitanas está conformando un modelo intensivo en el uso del vehículo privado subutilizado. Aunque los accidentes viales son, con mucho, la externalidad más trágica del transporte, no son menos importantes la contaminación atmosférica, la contaminación acústica y la congestión urbana.

El tratamiento del problema ambiental requiere soluciones políticas globales para atenuar los efectos negativos de un modelo de crecimiento claramente insostenible y reproductor de desigualdades socioeconómicas. Además, el modelo de movilidad urbana ha tenido consecuencias negativas en la vida social, porque se margina a los colectivos más desfavorecidos y a las áreas periféricas, genera un aumento de los costes públicos y privados, reduce la capacidad fiscal del centro tradicional y deviene en problemas de infraestructura y deterioro de sus servicios. Para los colectivos más pobres y marginados representa una nueva fuente de desigualdad en el acceso a bienes y servicios de primera necesidad, y una barrera, en muchos casos, insuperable y fortalecedora de la existencia de

guetos urbanos. En América Latina, el problema se agudiza en algunas grandes ciudades con grave deterioro de las condiciones laborales y de la seguridad vial y personal.

Una estrategia general de movilidad urbana sostenible debe garantizar la equidad inter e intra-generacional, ser asequible, operar de manera eficiente y ofrecer diferentes modos de transporte para lograr una intermodalidad sin interrupciones. Asimismo, debería minimizar el consumo de recursos no renovables, reutilizar y reciclar sus componentes, y limitar las emisiones de ruido y de gases de efecto invernadero a la capacidad del planeta para absorberlos (Lizárraga, 2006)

Para que un plan de movilidad sea sostenible debe tener como eje dar respuesta a la pregunta de cuanta emisión de gases de efecto invernadero produce. De los modos de transporte utilizados en las ciudades los que indudablemente aportan menos a la emisión de gases de efecto invernadero son caminar, y pedalear.

Los viajes activos (caminar o andar en bicicleta como medio de transporte) se consideran la forma más sostenible de transporte personal. No obstante, sus efectos netos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la movilidad son complejos y hasta ahora han sido poco investigados (Brand et al., 2021).

Un reciente estudio, recopila datos de actividad de viajes en siete ciudades europeas. Este estudio concluye que las emisiones diarias de CO<sub>2</sub> del ciclo de vida relacionadas con la movilidad fueron de 3.2 kgCO<sub>2</sub> por persona. Los viajes en automóvil contribuyen con el 70 % y la bicicleta tan solo con el 1 %. Los ciclistas tenían un 84 % menos de emisiones de CO<sub>2</sub> durante el ciclo de vida que los no ciclistas. Las emisiones de CO<sub>2</sub> del ciclo de vida disminuyeron un -14 % por cada viaje adicional en bicicleta y un

–62 % por cada viaje evitado en automóvil. Una persona promedio que "cambió de modo de viaje" de automóvil a bicicleta redujo las emisiones de CO<sub>2</sub> del ciclo de vida en 3,2 kgCO<sub>2</sub>/día. La promoción de viajes activos puede ser la piedra angular de las estrategias para cumplir con los objetivos de emisión neta cero de carbono, particularmente en áreas urbanas, al mismo tiempo que se mejora la salud pública y la calidad de vida urbana (Brand et al., 2021).

Además de destacar por ser un método de transporte no contaminante, el uso de la bicicleta tiene múltiples efectos positivos para nuestra salud física y mental.

Ya hemos destacado las virtudes de este medio de transporte en cuanto a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y también en cuanto a los beneficios para nuestra salud, pero lo que hace principalmente que la bicicleta este regresando a los entornos urbanos aptos es principalmente que los usuarios prefieren este método de transporte ante otros medios de movilidad, ya sean colectivos o privados.

Un último factor que los usuarios tienen en cuenta para dicha preferencia es la economía. Economía desde el punto de vista del ahorro, ya que el uso de la bicicleta representa un ahorro importante frente a los medios de transporte públicos o al uso del automóvil y también economía desde el punto de vista de generación de ingresos ya que durante los últimos años hemos visto como ha nacido un nuevo modelo económico basado en el reparto de mercancías en bicicleta.

Esta revolución de los repartos en bicicleta en la ciudad ha sido posible porque económicamente es rentable. Ningún otro medio de transporte hasta la fecha puede brindar las condiciones idóneas de accesibilidad y velocidad en centros urbanos.

Las bicicletas, sobre todo las eléctricas, son un vehículo cómodo para circular por la ciudad y transportar objetos de mayor tamaño, ya que circulan por el carril bici, alcanzan una velocidad de aproximadamente 25km/h y son más estables que los patinetes. Existe una infinidad de modelos distintos de bicicletas que están pensadas para cumplir con alguna función específica. Entre ellas, las bicicletas que están más enfocadas para el transporte de elementos de gran tamaño son las *Cargo Bikes*. También es nuevo en nuestro vocabulario el uso de la palabra “*riders*”, para referirnos a personas que realizan entregas de todo tipo en la ciudad. Un claro ejemplo de esta revolución es la proliferación de empresas como la *start-up* española Glovo, que ya no únicamente se dedica al reparto de comida, sino que se dedica a desplazar cualquier cosa que el cliente desee a su domicilio. Es habitual andar por la calle en las principales ciudades españolas y encontrar a varios repartidores, los famosos *riders*, con la mochila a cuestas.

Esta revolución ha sido también posible debido a la digitalización de estos modelos de negocio y su crecimiento ha sido tan exponencial que no ha dado tiempo a prever y/o evitar los problemas asociados a estos modelos de negocio. No entraremos en este apartado a analizar este fenómeno, pero si quisiera resaltar al menos que una vez más podríamos caer en el error de promover estos modelos de negocio como “sustentables” solamente porque utilizan un método de reparto de movilidad sostenible. Si no se regulan estas actividades se corre el riesgo de incurrir en explotación laboral y saturación de los planes de movilidad de las ciudades.

Las crisis, como la pandemia recientemente sufrida, crean grandes cambios de comportamiento, y un aspecto positivo puede ser que el uso de la bicicleta en las ciudades

se ha incrementado y se espera que ese incremento sea permanente y siga la tendencia positiva. El año de la pandemia supuso un parón para muchos sectores afectados por las restricciones, pero la bicicleta vivió una verdadera explosión.

Por ejemplo en España la venta de bicicletas creció un 24% en 2020 hasta los 1,5 millones de unidades, una cifra récord impulsada por los cambios en movilidad en las ciudades, que han perjudicado al transporte público y beneficiado a la bici y al caminar, y por un resurgir del ocio sobre las dos ruedas. El año pasado se vendieron casi el doble de bicicletas que de coches (851.211) en España.

En resumen, en una pandemia las prioridades cambian, lo más importante pasa a ser estar seguro, tener salud, no contagiarse, y resulta que la bicicleta subió de categoría en la jerarquía de opciones de movilidad porque ayuda a cumplir todas esas características.

España no fue un caso especial. Este fenómeno se repitió en la mayoría de las ciudades que ya contaban con la bicicleta dentro de sus planes de movilidad. El ciclismo aumentó considerablemente de 2019 a 2020 en la mayoría de las ciudades de Europa, América del Norte y Australia. El aumento porcentual es aún mayor cuando los períodos de bloqueo total y confinamiento durante la pandemia de COVID 19 son excluidos. Además, la proporción de viajes en bicicleta ha aumentado en prácticamente todas las ciudades porque el total los viajes (todos los modos) cayeron drásticamente durante la pandemia de COVID-19 (Buehler y Pucher, 2021).

Además del incremento mundial de venta de bicicletas, podemos también observar un gran incremento de modelos de negocio de movilidad compartida también en bicicletas (*bike share*).

La revolución tecnológica ha permitido también la proliferación de este modelo de negocio clasificado dentro de la denominada *economía colaborativa*.

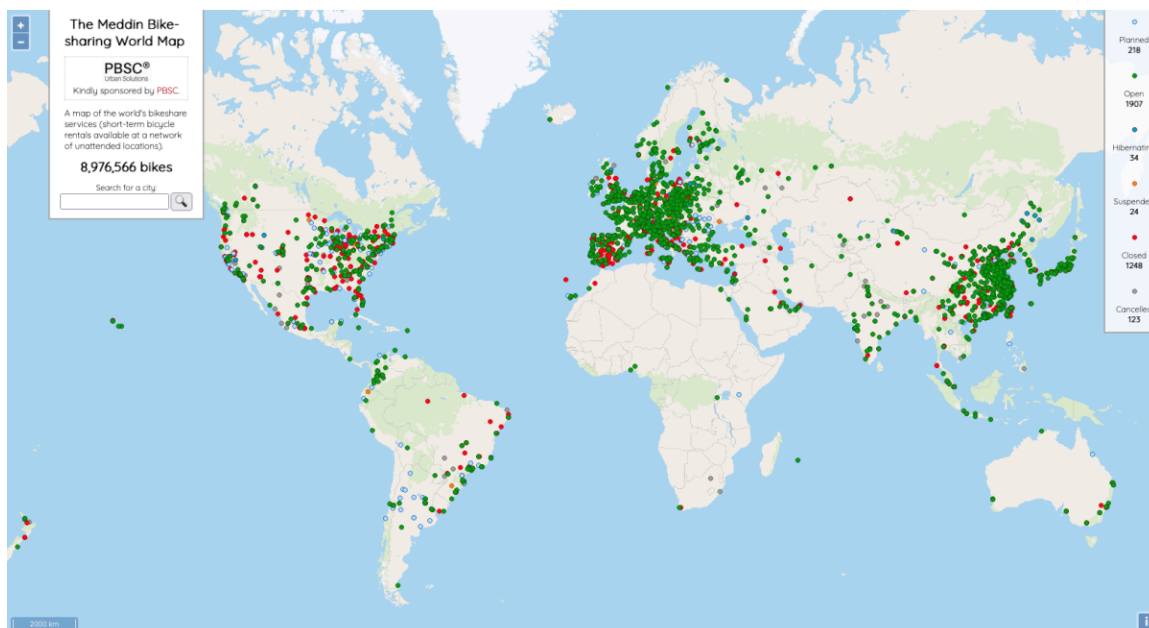
La economía o consumo colaborativos es un modelo económico en el que, fundamentalmente, los usuarios se aprovechan de las nuevas tecnologías para prestar, comprar, vender, compartir o alquilar bienes y servicios.

Los sistemas de bicicletas compartidas funcionan proporcionando a los usuarios una forma de viajar que no implica pasos adicionales ni interacciones humanas. Las estaciones de bicicletas automatizadas se instalan en un lugar accesible, donde el cliente puede encontrar una bicicleta y alquilarla mediante un método de pago digital, generalmente dentro de la aplicación de la empresa de bicicletas compartidas.

Para utilizar un servicio de bicicletas compartidas, los usuarios pueden elegir comprar una suscripción y simplemente tomar una bicicleta cuando la necesiten o pueden elegir pagar en cada viaje. Aunque los esquemas de bicicletas urbanas tienen un costo, siguen siendo una solución muy asequible en comparación con otros medios de transporte urbano. Desde la invención de este sistema, son muchas las ciudades que han optado por implementarlo. Existe una página web que monitorea los sistemas de *bike sharing* a nivel mundial iniciada en el 2007 por Paul DeMaio llamada "*The Bike-sharing World Map*". Fue concebido para ser la fuente de información de referencia sobre el crecimiento global de los servicios de bicicletas compartidas. El nuevo mapa, lanzado en julio de 2020, pasó a llamarse Mapa mundial de bicicletas compartidas de Meddin para honrar la contribución del Sr. Russell Meddin a la industria de mapas y bicicletas compartidas y en él se pueden obtener los datos de más de 3000 sistemas y casi 9 millones de bicicletas inventariadas.

## Figura 39

*Mapa de Meddin actualizado a Diciembre 2022 donde aparece Puerto Rico*



## Metodología

Realizar la comparación entre ambas ciudades implica un enfoque centrado en la comprensión profunda de los aspectos cualitativos y subjetivos de la vida urbana, por ello para este capítulo la metodología utilizada es multidisciplinar, una solución híbrida entre la integración de metodología cualitativa (antropológica; mediante la observación participante) y cuantitativa (mediante la elaboración de tabla comparativa con datos de ambas ciudades).

En primer lugar se define el propósito estableciendo claramente cuál es la finalidad de la comparación entre ambas ciudades e identificando qué aspectos específicos se contrastan.

En segundo lugar se realiza la selección de ciudades dentro de cada región. Siendo consideradas las ciudades que sean más representativas de cada región y donde se tiene acceso a realizar la parte de la metodología antropológica.

Una vez seleccionadas las ciudades se realiza la revisión de la literatura investigando estudios previos para comprender la historia, la evolución y los factores que han influido en cada ciudad.

Para el diseño de la investigación se desestimaron las entrevistas personales en las regiones debido a las dificultades encontradas durante el periodo de la pandemia del COVID 19 y también por la barrera del idioma. Por ello se decide utilizar como método cualitativo la elaboración de una tabla comparativa de las dos ciudades y como método antropológico vivir en ambas ciudades para llevar a cabo observaciones in situ para capturar aspectos no verbales y el ambiente urbano. Como resultado de la recopilación de datos y las vivencias en ambas ciudades (para el caso de Italia se propone realizar dos visitas de 30 días cada una en diferentes épocas del año), se elabora una tabla comparativa que representa valores de indicadores relativos para ambas ciudades. Una vez elaborada la tabla comparativa se discuten dichos valores. A pesar de que esos valores son cuantitativos, la metodología que se usará para el presente capítulo es mayormente cualitativa ya que tanto las interpretaciones que se dan de esos valores, como la misma selección de dichos valores son fruto de la observación y experiencias propias vividas en ambas ciudades.

Para la recopilación de datos se consultaran fuentes digitales y se han realizarán visitas a entidades privadas y gubernamentales en cada ciudad.



Siguiendo con la metodología se codificarán y categorizarán los datos cualitativos obtenidos para poder identificar patrones, temas emergentes y diferencias significativas entre las ciudades.

Atendiendo a la diversidad que existe en ambas regiones (Puerto Rico y Emilia Romagna) debemos realizar una contextualización; particularmente en términos económicos y sociales que influyen sobre el comportamiento de cada individuo. Se debe tener en cuenta el contexto cultural, histórico y socioeconómico de cada ciudad y considerar las perspectivas de diferentes grupos sociales y comunidades antes de sacar conclusiones de los resultados.

Al final del capítulo se presentarán los resultados que incluyan datos cualitativos, citas relevantes y hallazgos significativos.

Y por último en las conclusiones trataremos de destacar las similitudes y diferencias clave entre las ciudades y si fuera posible se formularán recomendaciones para mejorar la planificación urbana en áreas específicas en cada ciudad.

## **Propósito**

Hay ciudades en el mundo que son ejemplo de movilidad sostenible, una de ellas es la ciudad de Bolonia en Italia. Y hay ciudades que han sucumbido al uso del automóvil como la ciudad de San Juan de Puerto Rico.

En este capítulo se analiza primero la morfología urbana de ambas regiones, posteriormente se analiza la de las ciudades principales de cada región (Bolonia y San Juan de Puerto Rico). Se trata de entender cómo afecta esta morfología al diseño del espacio público y al desarrollo de la movilidad sostenible en cada una de las ciudades.

Se elabora una tabla comparativa recogiendo datos que influyen en la movilidad y por último interpretan los resultados para comprender las claves que permiten el uso de la bicicleta como una opción relevante dentro del transporte urbano y se analiza si esas claves se pueden extrapolar e implementar entre regiones y cómo afectaría al cambio climático.

### **Morfología Urbana de Puerto Rico**

Para entender la morfología urbana de Puerto Rico, hay que entender el contexto en el cual sus ciudades fueron desarrolladas. Encontramos las raíces en la historia colonial de la isla.

En 1521, se funda la ciudad que hoy es conocida como El Viejo San Juan. Es el primer asentamiento formal de los colonizadores españoles. En sus inicios, el Viejo San Juan se estableció solo como una manera para mantener presencia en la región y generar ganancias para sus colonizadores. Por lo tanto, dependía económicamente de su función como puerto estratégico entre América del Norte, América del Sur y Europa y vio muy poco desarrollo y en sus áreas urbanas periféricas.

Las primeras ciudades en el caribe fundadas por el imperio colonial español usualmente tomaban la forma de fortificaciones y se expandieron a medida que las poblaciones crecieron. Después de sufrir asedios de parte de los ingleses, franceses y holandeses, se fundaron las murallas y el Castillo San Felipe del Morro que definieron los límites de este asentamiento antiguo. Además, marcaron divisiones importantes de entre el casco antiguo y los barrios adyacentes que continuaban creciendo. Adicionalmente, la Ley de Indias dictó la forma urbana temprana de San Juan, con calles que salían en forma de cuadrícula desde una plaza central como edificios cívicos, religiosos y gubernamentales,

rodearon la plaza. Otras ciudades importantes como Mayagüez se formalizaron de esta manera y en este tiempo.

Esta planificación colonial tenía en cuenta las tensiones raciales y de clases generadas por la jerarquía socioeconómica y, por lo tanto, se encargaron de crear separación espacial desde la plaza central hacia la periferia. Si bien las ubicaciones urbanas se seleccionaron para protegerse contra los ataques desde el exterior, la estructura interna de las ciudades se basó en estrategias de defensa interna. En las afueras de la capital se encontraban los hogares de los artesanos y obreros, los precursores del proletariado urbano moderno. La raza y la clase, por lo tanto, se incrustaron en el discurso espacial y la realidad de la ciudad colonial caribeña (Moreno, 2013).

En contraste con el crecimiento formal y calculado de San Juan, estas secciones de la ciudad estaban fuera del dominio de los planificadores urbanos oficiales y ocasionalmente ni siquiera aparecen representadas en mapas oficiales de la época.

En el año 1898, ocurre la transición de poder entre España y Estados Unidos de América. Después de derrotar lo último del imperio colonial español en las Américas, se le cedió a EE.UU. las Filipinas y Puerto Rico. Cuba declaró su independencia antes de poder ser traspasado al gobierno estadounidense, mientras que Puerto Rico, que se encontraba en movimiento de independencia paralelo, no lo logró. De esta manera, la soberanía y la trayectoria de la planificación puertorriqueña fue trasladada a manos de autoridades estadounidenses.

El fin de la Segunda Guerra Mundial, fue un punto de inflexión sin precedentes en la historia de la humanidad. Y para Puerto Rico supuso el comienzo de la construcción

masificada siguiendo los patrones de urbanismo de Estados Unidos. Este patrón de construcción es conocido como Desparramamiento Urbano, en inglés “*Sprawl*”. El Desparramamiento urbano se define como desarrollo de baja densidad, que se sitúa de manera excéntrica a los núcleos de las ciudades (Burchell et al., 1998).

Este tipo de desarrollo es acogido gracias a causas socioeconómicas. En el caso de Estados Unidos, se comercializa el concepto del “Sueño Americano”, siendo este definido como una casa de tamaño grande, situada en un Suburbio, con jardín, habitada por una familia formada por un padre, una madre y varios hijos. El elemento clave que se incorpora a esta imagen idílica de familia feliz es el vehículo.

No es coincidencia que este tipo de desarrollo suceda a la vez que la revolución del automóvil en Estados Unidos. Desde el lanzamiento al mercado del modelo T de Henry Ford, los vehículos se hacen accesibles a la mayoría de la población, las distancias se acortan y cambia el modo de vida.

La economía de Estados Unidos se enfoca en aprovechar todos los avances tecnológicos desarrollados durante la guerra para incorporarlos a las industrias. Se apuesta por el automóvil como eje del capitalismo y para ello se construyen kilómetros y kilómetros de carreteras que atraviesan y conectan todas las ciudades en detrimento del sistema ferroviario que es destruido.

Por aquel entonces, las ciudades no eran lugares agradables para vivir y el modernismo urbanístico empeora esta situación ya que se diseña a una escala no humana. Ciudades como Brasilia son ejemplos de desarrollos urbanísticos que desde un plano o desde el aire se ven perfectos, pero desde la escala humana son difíciles de habitar. Tal

como nos dice Jan Gehl, estas ciudades fueron diseñadas por planificadores y urbanistas que adoptaron al modernismo y sus principios sin incorporar al ser humano en ellos. También la población estaba en aumento y las ciudades crecían de manera desordenada y sin planificación. Los ecologistas de esa época tildan a la ciudad de ser lugares nefastos para el ser humano y para el medio ambiente y defienden que se urbanice lejos de ellas y rodeados de zonas verdes. En este escenario no es de extrañar que la propuesta de vivir en un suburbio sea una buena opción y fuera entendida como una manera de reconectar con la naturaleza.

Los suburbios, son fáciles de construir y de esta manera era posible alojar rápidamente al incremento poblacional y a la vez alimentar la industria del automóvil. El desparramamiento se hace totalmente dependiente del vehículo (Bendfield et al., 1999), haciendo que sea indispensable el uso del coche en las actividades diarias, como la compra del pan. Este modo de vida capitalista, también promueve el individualismo y la privacidad y mediante el diseño de calles en curva, conseguían dar a los habitantes la intimidad que demandaban (Galster et al, 2001). De este modo, entre las causas principales del desarrollo exponencial del desparramamiento urbano encontramos las siguientes: preferencia del consumidor, nuevas y mejores infraestructuras que en las ciudades, mayor espacio, acceso a jardín, menores impuestos, y sobre todo el precio más barato de la tierra, siendo esta última causa el principal catalizador (Pendall,1999).

Referente al territorio de Puerto Rico, para fines de planificación del terreno, las entidades gubernamentales dividen la isla en siete regiones, según definidas por la Organización Metropolitana de Planificación (MPO, siglas en inglés): San Juan TMA (por

sus siglas en inglés que significan Transportation Management Areas), Aguadilla TMA, Región Norte, Región Nordeste, Región Sureste, Región Sur y Región Suroeste.

En el primer Plan Comprensivo Ciclista y Peatonal para Puerto Rico, realizado por El Departamento de Transportación y Obras Públicas de Puerto Rico (DTOP) y la Autoridad de Carreteras y Transportación (ACT) se analiza el estado de situación y sus resultados revelan que las aceras suelen estar disponibles a lo largo de las principales carreteras urbanas. Sin embargo, hay varios problemas que afectan la accesibilidad de las aceras, incluyendo el estacionamiento ilegal, la falta de continuidad de las aceras en las carreteras y muchos obstáculos en las aceras (árboles, letreros, postes de iluminación, etc.). Los problemas más identificados en las regiones de San Juan (TMA), Aguadilla (TMA) y en las regiones suroeste y sur son que no hay rampas para sillas de ruedas o coches de bebe, y que las aceras están obstruidas por obstáculos (postes, letreros, zafacones, etc.). Sobre los cruces peatonales, los problemas más identificados fueron, que no se proveen ni señales ni dispositivos de sonido. En términos de comodidad y apariencia, los principales problemas identificados fueron, que había basura en el camino, seguido por la falta de vegetación, flores y un diseño paisajista (Highway and Transportation Authority, 2018).

### **Morfología Urbana de Emilia-Romagna**

En Italia, las provincias con mayor cultura ciclista son las de Emilia Romagna y en parte su causa podría ser la morfología urbana de sus ciudades principales.

La región de Emilia-Romaña está formada por nueve provincias y se extiende por una superficie de 22,124 km<sup>2</sup>. Casi la mitad de la región (50 %) son llanuras, mientras que

el 25 % es terreno de colinas y un 25 % montañoso. La región tiene, aproximadamente, forma de triángulo: el lado sur lo constituyen los Apeninos, el lado norte el río Po, y la ribera adriática el lado oriental. También el valle de Trebbia es un límite natural de Emilia-Romagna.

Emilia-Romagna tiene una población de 4,426,929 habitantes (2022), con una densidad de 200 hab./km<sup>2</sup>, está justo por encima de la media nacional. La población en esta región ha estado tradicionalmente bien distribuida, de manera que no hay una metrópolis dominante sino un eje de ciudades de tamaño mediano a lo largo de la vía Emilia, donde se concentra la producción de la mayoría de la producción industrial regional. También la costa de Romagna está densamente poblada gracias al enorme boom del turismo de costa en las últimas décadas. En las zonas periféricas de los montes Apeninos y las llanuras agrícolas alrededor de Ferrara y Plasencia la población es menos densa. (Naturalista, s.f., párr. 1)

En cada una de las ciudades capitales de cada provincia, la morfología urbana propicia el uso de la bicicleta como medio de transporte.

El desarrollo de la red regional de movilidad ciclista y peatonal, junto con la promoción de la cultura ciclista, son elementos clave en las políticas de movilidad sostenible de la Región de Emilia-Romagna, ya que el uso de la bicicleta representa un tipo de movimiento directamente relacionado con la reducción de la contaminación ambiental, la seguridad en el transporte, la mejora de la calidad de vida y la percepción del paisaje y el territorio.

Para incrementar la movilidad ciclista y peatonal es fundamental crear un sistema de accesibilidad e itinerarios que vayan más allá de la única "vía", y que tenga características de calidad, reconocibilidad y seguridad.

La región, además de financiar infraestructuras ciclistas y peatonales, también promueve y cofinancia iniciativas y actividades que fomentan la "cultura ciclista", con el fin de orientar cada vez más a los ciudadanos hacia el uso de la bicicleta para desplazamientos individuales o en grupo y garantizar así uso efectivo de la red regional.

Como ejemplo el programa *Bella Mossa*, que recompensaba a los usuarios de bicicleta y de transporte público mediante un sistema de premios como helados y entradas para el cine.

Dentro de la región destaca entre otras la provincia de Ferrara. Situada en la llanura Emiliana, la ciudad se eleva a pocos kilómetros al sur del río Po, a unos 50 km del mar, y cuenta con más de 150 km de carriles bici: esto convierte a Ferrara en la ciudad más ciclista de Italia. No es casualidad, de hecho, que en todos los accesos de las murallas se coloque un cartel con las palabras «Ferrara ciudad de las bicicletas»: su centro histórico está considerado como una unidad urbana que favorece la integración del componente ciclista. Ferrara consiguió extender la zona de tránsito libre a todo el centro histórico y, ya en el año 2018, los ciclistas representaban el 89,5% de los 135.000 habitantes. Además, la proporción de viajes urbanos en bicicleta fue del 20% y, al combinar el ciclismo y la caminata, el 30%. (Espino, 2021, párr. 2)



## **Morfologías urbanas de las ciudades más grandes de cada Región: San Juan de Puerto Rico y Bolonia**

En los apartados anteriores hemos mencionado la diferencia entre las ciudades compactas y difusas. Aquí tenemos dos ejemplos que pueden ser encasillados en parte dentro de esas definiciones. Digo en parte ya que también en ambas áreas metropolitanas podemos encontrar pequeños núcleos que desafían a la clasificación. En el área metropolitana de San Juan de Puerto Rico, podemos encontrar barrios que podrían obedecer a una estructura más compacta como podrían ser El Viejo San Juan o Rio Piedras por citar algunos y en el área metropolitana de la ciudad de Bolonia podemos encontrar ejemplos de ciudad difusa a áreas desarrolladas y construidas en la periferia.

Pero en términos generales podríamos clasificar a la ciudad de San Juan como ciudad “difusa”, mientras que Bolonia sería una ciudad “compacta”.

En la ciudad de San Juan, hay huella de todas las diferentes fases de desarrollo de morfología urbana comentadas anteriormente. Hoy se podría describir a San Juan como la suma territorial, casi obligada, de sus comunidades fracturadas y divididas por las grandes extensiones de autopistas dedicadas a la adoración del culto del automóvil. Caminar por la ciudad efectivamente es casi imposible por la ausencia de aceras adecuadas, las calles carecen de vida alguna por la gran división de usos y los ciudadanos diariamente toman su carro privado para viajes de hasta menos de medio kilómetro. Y mientras todo esto ocurre y se extiende, una parte importante de la población sigue moviéndose voluntariamente hacia las áreas periféricas cerca de la cordillera central, como Cupey y Caimito, en busca de distancia de una ciudad repleta de crimen, hogares individuales con patio propio y

marquesinas, mejores valores de suelo y, en algunos casos, una mayor cercanía a la naturaleza (López, 2019).

Mientras tanto, Bolonia ha crecido con planes de estructuración urbana donde se limitaba la expansión de la ciudad, la densidad poblacional ha ido creciendo mientras los espacios se han ido adaptando y reestructurando dentro de los límites establecidos. Históricamente esos límites primero se establecieron con las murallas que circundaban la ciudad. La finalidad de las murallas era la de proveer seguridad, aunque otro de los beneficios colaterales han sido concentrar la ciudad dentro de esta área protegida. La mayoría de las ciudades en Europa, en Italia y en concreto las ciudades principales de esta provincia se caracterizan por tener un “centro”. En el caso de Bolonia este centro se llama “*cuadrilátero*” y es una zona muy central entre vía Rizzoli-via dell'Archiginnasio-via Farini-via Castiglione que forma, de hecho, una figura geométrica de cuatro lados. En esa zona nacieron las principales actividades económicas (incluidos los bancos), la universidad, los hospitales, los museos, los teatros, las torres, las tabernas, etc. Todavía hoy, toda la zona es un verdadero polo de atracción para los que viven en la ciudad, pero también y sobre todo para los que la visitan desde fuera.

A pesar de que en Bolonia también se han cometido errores como la desaparición de muchas calles del centro desaparecidas desde principios del siglo XX debido a las demoliciones por la implementación del Plan General de Urbanismo de 1889 (por ejemplo: Via Cimarie, Via Pelliccerie, Via Spaderie, Via Zibonerie, etc.), han sido capaces de proteger y conservar su centro. Esta base de crecimiento controlado y planeación urbanística ha resultado en lo que es Bolonia hoy, ciudad que durante los últimos años

lidera clasificación de las ciudades inteligentes italianas. Bolonia es una ciudad que proporciona a sus habitantes toda una gama de servicios relacionados con la movilidad a la vez que pretende ser inclusiva, segura, atenta a la salud y al medio ambiente. La ciudad sostenible -o inteligente- debe prever, por tanto, toda una serie de sistemas de movilidad compartida, a disposición de los ciudadanos, que pueden ayudar a reducir los niveles de CO<sub>2</sub>, pero también los de partículas y otras sustancias peligrosas. Bolonia es una ciudad histórica pero moderna. Su prestigiosa universidad, la más antigua de Europa, la llena de estudiantes y de juventud. El desarrollo tecnológico convive con el respeto a las tradiciones (en la “Biblioteca comunale dell’archiginnasio” abierta para estudiantes, puedes ver en sus paredes frescos del año 1800 mientras disfrutas de una red wi-fi de alta velocidad).

La educación de los ciudadanos de Bolonia hace posible una ciudad sostenible. Son comprometidos con el medio ambiente y el reciclaje.

Bolonia ha acelerado su revolución hacia la movilidad sostenible adoptando en el 2018 “El plan urbanístico de movilidad sostenible” el cual está cambiando la movilidad no solo en la capital, sino en toda el área metropolitana. Este plan comprende la implantación de servicio público como autobuses y tranvías, aumento de ciclovías, lanzamiento de nuevos servicios compartidos, la compra e instalación de nuevas líneas suburbanas cubiertas por autobuses eléctricos. Como mejor practica se destaca “La Bicipolitana”, la primera red ciclista metropolitana que, partiendo de Bolonia, conecta todos los principales centros habitados, polos productivos y funcionales del área metropolitana.

En la actualidad la ciudad de Bolonia es una ciudad compleja, sometida a continuos cambios. Para conocer mejor la ciudad actual de Bolonia la analizaremos según las perspectivas expuestas en una reciente muestra explicativa de la ciudad.

*La ciudad de la memoria histórica:* Empezando desde las fronteras de la ciudad en el 1800(los muros de la ciudad), se puede observar el crecimiento de Bolonia hasta la fecha, destacando la enorme cantidad de edificios históricos de gran interés arquitectónico y la cantidad de pórticos que los conectan. Los pórticos son un elemento distintivo de Bolonia en todo el mundo. Continuamos con la expansión agrícola y comercial con desarrollo fuera de las murallas entre los años 1800 y 1950.

Entre los años 1950 y 1970 se desarrolla el área metropolitana durante el gran Boom económico. Desde el 1980 al 2000 se identifica a la ciudad como la ciudad del post-fordismo y desde el 2000 hasta la actualidad hablamos de la ciudad contemporánea.

Algunos datos que demuestran la importancia del patrimonio histórico en la ciudad: cerca del 18% de los edificios presentes en el territorio municipal son de interés histórico-arquitectónico y hay 62 km de pórticos construidos ,12 de ellos figuran en la lista de patrimonio mundial de la UNESCO.

*La ciudad verde:* Las colinas, llanuras agrícolas, y riveras de los ríos Reno y Savena denotan las fronteras naturales en las cuales Bolonia fue desarrollada. Parques, jardines, bosques, jardines y huertos urbanos y un gran sistema de árboles rodean la infraestructura de la ciudad. El 26% de la superficie del término municipal son tierras rurales y colinas. El 51% del territorio metropolitano es usada para agricultura y otro 26% es de uso agrícola. Existen más de 21 huertos urbanos, compartidos por más de 3000 personas con una

totalidad de 182,769 metros cuadrados. Hay 591 parques y jardines y 7 millones de metros cuadrados de espacio verde en el área municipal.

La ciudad mantiene 83,677 árboles, de 175 especies diversas, siendo 37 de estas especies de alta eficiencia medioambiental.

*La ciudad del agua:* Los ríos Reno y Savena son los mayores cuerpos de agua limitando la ciudad al este y al oeste. Hay un sistema complejo de canales artificiales (muchos de ellos subterráneos), que atraviesan la ciudad junto con cientos de kilómetros de redes acuáticas, canales y termas. Hay más de 80 km de canales cubiertos y abiertos en el término municipal. Mas de 170 fuentes decoran la ciudad e hidratan a sus ciudadanos, siendo la fontana de Neptuno la más emblemática. En tuberías soterradas se cuentan más de 823 km.

*La ciudad en movimiento:* Bolonia está cubierta por una red enorme de transporte público y cuenta con la red de ciclovías más grande de Italia. Es un nodo estratégico de intercambio nacional e internacional y se sitúa en el centro de las principales vías de tránsito del país, trenes y automóviles.

En Bolonia un tercio de los viajes en la zona metropolitana se realizan utilizando medios de transportes sostenibles y existen más de 200km de vías para bicicletas. Mensualmente una media de 3.6 millones de pasajeros usaron el transporte público en 2019. (antes de la pandemia) y se espera que esa cifra se supere en el 2022. Hay más de 1270 paradas de autobuses en área municipal. De media en el 2019, 783 mil pasajeros salieron del aeropuerto de Bolonia, mientras que 4.3 millones salieron de la estación central

de trenes y 360 mil de la estación de autobuses. De media se ejecutaron más de 700mil viajes diarios en el área municipal en el año 2018.

*La ciudad de la proximidad:* Bolonia es una ciudad multicéntrica caracterizada por un sistema de servicios que se esparcen por toda el área metropolitana. Una red compuesta de centros de cuidado de la salud, educación, relaciones y pequeños negocios que definen la proximidad de la ciudad. Existen 5 hospitales principales y muchas policlínicas y farmacias con servicios básicos de salud. Existen más de 200 estructuras municipales dedicadas al deporte.

En el terreno de la educación existen 141 escuelas infantiles y 88 guarderías, 72 escuelas primarias y 34 escuelas secundarias de primer grado y 30 escuelas secundarias de segundo grado además de otras 60 diversas instituciones educativas.

El 11 % de la superficie municipal está dedicada a espacio público. Hay 32 centros comunales, 11 Bibliotecas públicas y multitud de cines y teatros.

Hay más de 6000 pequeños negocios y 11 mercados regionales.

*La ciudad metropolitana:* Bolonia es una metrópolis con más de un millón de residentes. Además de ser reconocida por su excelencia en el cuidado de la salud, y por importantes empresas internacionales, Bolonia es reconocida sobre todo por tener la universidad más antigua del mundo y ser una de las ciudades más visitadas en Italia.

Destaca en los tres ejes de Salud, Deporte y Cultura. En el campo de la salud tiene hospitales de excelencia, y grandes instalaciones deportivas con espacio para más de 57,000 personas, y en el 2021 se realizaron más de 380 eventos culturales.

La universidad de Bolonia, conocida como “unibo”, Alma Mater Studiorum tiene más de 85000 estudiantes activos, más de 2,900 dentro del programa ERASMUS, 18,000 se gradúan cada año, existen 232 cursos de estudios diferentes, 48 doctorados, 12 programas de Master 1 escuela superior y 59 escuelas de especialización.

Para albergar a los visitantes hay más de 3000 alojamientos y visitan alrededor 1.5 millones de turistas.

También la economía se mueve gracias a grandes centros de producción y comercio. Hay más de 140.000 compañías registradas donde trabajan más de 160,000 personas

## La movilidad en el Criollo *Sprawl* de la ciudad de San Juan Vs en la *Smart City*

### Bolonia

Hubo una época donde San Juan y Bolonia compartían ser ciudades rodeadas de murallas.

### Figura 40

*Mapa de la ciudad de San Juan de Puerto Rico de 1678*



Mapa:

Puerto Rico, puesto en planta don Luis Venegas Ossorio, theniente del castillo de la ciudad de Badajos, yngeniero maior de la frontera de Estremadura y sarjento general de batalla por Su Magestad, bisitador general de las fortificaciones de Tierra



Firme y costas del mar del Sur, el año del señor de 1678 años. (PARES, s.f., párr. 1)

En el caso de la ciudad caribeña en el siglo XVI se comenzó la construcción de un sistema masivo de murallas alrededor de la ciudad de San Juan. El lado sur de la ciudad fue el primero en amurallarse. La construcción de las murallas se extendió hasta mediados del siglo XVIII cuando se completó el lado norte de la ciudad.

Mientras tanto Bolonia ya era una de las mayores ciudades de Europa y dentro de sus murallas se desarrollaba una gran actividad comercial, artística y cultural.

En esta famosa ilustración de la misma época ,1663. *Bononia docet mater studiorum*, *Joan Blaeu*. Podemos apreciar con detalle la contención de la ciudad dentro de sus murallas.

## Figura 41

### Mapa de la ciudad de Bolonia de 1663



Esta ilustración es una representación a vista de pájaro o en perspectiva desde el noreste del plano de la ciudad de Bolonia realizada por Johannes Blaeu (1596-1673) en 1663, quien llegaría a ser cartógrafo oficial de la Compañía Holandesa de las Indias Orientales. Esta obra de título “*Bononia Docet Mater Studiorum Illustrissimo Senatui Bononiensi*” está dedicada por el autor a *Beatissimi Patris Alexandri Septimi, Pontificis Maximi* y queda recogida dentro de la obra “*Theatrum Civitatum et Admirandorum Italiae, Ad aevi veteris & praesentis temporis faciem expressum*” que se encuentra en la Biblioteca

Nacional de España y que se puede consultar a través de la web de la Biblioteca Digital Hispánica.

A partir de ahí, la evolución de ambas ciudades ha seguido caminos muy diversos y hoy, salvo los restos de dichas murallas y puertas en ambas ciudades es difícil encontrar similitudes.

En este contexto cabe resaltar que se debe considerar la diversidad geográfica, cultural, económica y social que existen en cada una de las regiones.

A pesar de que se han tomado regiones con suficientes similitudes como para poder realizar una comparación, debemos mantener en consideración las anteriores diferencias, sobre todo en los sectores económico y social.

Entrando en el complejo tema que nos ocupa, la movilidad en las ciudades depende de múltiples factores y conocerlos todos a la perfección y definirlos se convierte en un trabajo imposible ya que evoluciona y cambia constantemente, quizás más rápido que nuestra propia capacidad de análisis actual.

Para elaborar nuestra tabla comparativa hemos seleccionado “factores que influyen en la demanda de transporte” (Ruiz y Arroyo, 2019, p.) y dentro de cada factor documenté datos de los que tuve disponibilidad en ambas ciudades.

Esta serie de factores que condicionan el número de coches que transitan por una calle determinada, el número de peatones, de bicicletas y de patinetes eléctricos, que pueden resumirse en:

1. Demográficos y territoriales
2. Socioeconómicos

3. Costes
4. Modos de transporte
5. Calidad del servicio
6. Usos del suelo

De los factores demográficos en un territorio, influirá el número de personas, el nivel de ingresos, la edad, el género, la actividad personal, la estructura familiar, el estilo de vida, y los valores, actitudes y preferencias de cada individuo. A priori, el nivel de ingresos de una persona limitará el modo de transporte a utilizar: quizá lo más cómodo sea desplazarse en taxi para todos los movimientos de más de 2,5 km, sin embargo, el elevado coste del servicio hará que un notable volumen de población adquiera y utilice cotidianamente un coche, y el coste de la compra y mantenimiento de este hará que otro grupo de población se desplace en otros medios más económicos como el autobús, la bicicleta o el patinete eléctrico. En una ciudad también podremos encontrar, a priori, diferencias o patrones de movilidad según la edad, dado que en el sistema social en que vivimos, la vida se encuentra marcada por un “itinerario” a seguir que podría llamarse “itinerario vital” común para casi el total de la población que obliga a los menores de 16 años a acudir diariamente a un centro educativo a una hora prácticamente común en todo el país. Más adelante los horarios de estudios superiores, y horarios laborales serán similares, creando “picos” de movilidad a lo largo del día que se conocen como “horas punta”, y momentos de mayor calma en las ciudades que se conocen como “horas valle”. La cantidad de desplazamientos que se producen a lo largo de un día en una ciudad hace que sea necesaria una gestión de esta para que estos se produzcan sin altercados y

optimizando el uso de los recursos, buscando la eficiencia y sostenibilidad en el tiempo. Para ello será necesario conocer en un territorio concreto cómo se comportan los factores que intervienen en la movilidad, y tratar de acercarnos a saber de dónde vienen las personas, a dónde van, por qué y para qué (Pérez, 2022).

Tras conocer los factores que determinan la movilidad en general, podemos adentrarnos en los que determinan el uso de la bicicleta como método de movilidad.

Desde finales de los años ochenta, los ejemplos seguidos en las principales ciudades del mundo mostraban claramente que las diferentes opciones tomadas por las personas para desplazarse en la ciudad no dependían de los niveles de ingresos, ni del nivel de desarrollo tecnológico, ni del nivel de urbanización. La única diferencia era la visión de futuro de las políticas municipales. El uso de la bicicleta como medio de transporte dependía directamente de las facilidades para su uso en el entorno urbano y de la puesta en escena de los medios necesarios para que ello sea posible (Puig, 1999).

En la comparativa entre San Juan y Bolonia vemos esta afirmación ejemplificada, donde la casi inexistencia de infraestructuras en el caso de la primera hace que usar la bicicleta como modo de transporte diario no sea una opción viable para los habitantes en Puerto Rico.

En la siguiente tabla de elaboración propia podemos cuantificar los factores que pueden influir en la movilidad de cada una de las ciudades.

**Tabla comparativa**

**Tabla 34**

*Tabla comparativa de las principales ciudades de Cada Región*

	Ciudad San Juan de Puerto Rico	Ciudad Bolonia
<i>Demográficos.</i>		
Número de Habitantes	337,300 <a href="https://censo.estadisticas.pr/EstimadosPoblacionales">https://censo.estadisticas.pr/EstimadosPoblacionales</a>	392,303 <a href="https://public.tableau.com/app/profile/ufficio.statistica.citt.m.etropolitana.di.bologna/viz/shared/ZH44BF6F7">https://public.tableau.com/app/profile/ufficio.statistica.citt.m.etropolitana.di.bologna/viz/shared/ZH44BF6F7</a>
Área	123.5 km <sup>2</sup> / 47.5 millas <sup>2</sup>	140.9 km <sup>2</sup> / 54.83 millas <sup>2</sup>
Densidad poblacional	2,731.18 hab/km <sup>2</sup>	2,784.27 hab/km <sup>2</sup>
Topografía	La topografía en un radio de 3 kilómetros de San Juan contiene solamente variaciones modestas de altitud,	La topografía en un radio de 3 kilómetros de Bolonia tiene variaciones muy grandes de altitud, con un

	<p>con un cambio máximo de altitud de 59 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 2 metros.</p> <p>El área en un radio de 3 kilómetros de San Juan está cubierta de agua (78 %) y superficies artificiales (19 %), en un radio de 16 kilómetros de agua (58 %) y pradera (16 %) y en un radio de 80 kilómetros de agua (75 %) y árboles (14 %).</p> <p>Su superficie es casi totalmente llana. Se ubica en la región de la llanura costera del Norte y en la zona cársica. Las tierras más elevadas están al Sur, principalmente en los barrios Caimito y Cupey.</p>	<p>cambio máximo de altitud de 252 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 82 metros.</p> <p>El área en un radio de 3 kilómetros de Bolonia está cubierta de superficies artificiales (77 %) y tierra de cultivo (13 %), en un radio de 16 kilómetros de tierra de cultivo (66 %) y árboles (16 %) y en un radio de 80 kilómetros de tierra de cultivo (64 %) y árboles (26 %).</p>
Temperatura media	<p>En San Juan, los veranos son largos, cálidos, mojados y mayormente nublados; los inviernos son calurosos, ventosos y mayormente despejados y está opresivo durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 22 °C a 31 °C y rara vez baja a menos de 20 °C o sube a más de 33 °C.</p> <p>La temporada calurosa dura 4,9 meses, del 26 de mayo al 23 de octubre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 31 °C. El mes más cálido del año en San Juan es agosto, con una temperatura máxima promedio de 31 °C y mínima de 25 °C.</p> <p>La temporada fresca dura 3,1 meses, del 6 de diciembre al 9 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 29 °C. El mes más frío del año en San Juan es enero, con una temperatura mínima promedio de 22 °C y máxima de 28 °C.</p>	<p>En Bolonia, los veranos son calurosos y mayormente despejados y los inviernos son muy fríos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -0 °C a 31 °C y rara vez baja a menos de -4 °C o sube a más de 35 °C. La temporada calurosa dura 3,2 meses, del 6 de junio al 12 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 26 °C. El mes más cálido del año en Bolonia es julio, con una temperatura máxima promedio de 30 °C y mínima de 19 °C.</p> <p>La temporada fría dura 3,3 meses, del 19 de noviembre al 28 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 11 °C. El mes más frío del año en Bolonia es enero, con una temperatura mínima promedio de -0 °C y máxima de 6 °C.</p>
Días de lluvia	<p>Llueve durante el año en San Juan. El mes con más lluvia en San Juan es septiembre, con un promedio de 120 milímetros de lluvia.</p> <p>El mes con menos lluvia en San Juan es enero, con un promedio de 33 milímetros de lluvia.</p>	<p>Llueve durante el año en Bolonia. El mes con más lluvia en Bolonia es octubre, con un promedio de 72 milímetros de lluvia. El mes con menos lluvia en Bolonia es enero, con un promedio de 29 milímetros de lluvia.</p>

Humedad	<p>En San Juan la humedad percibida varía levemente. El período más húmedo del año dura 10 meses, del 26 de marzo al 28 de enero, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 86 % del tiempo.</p> <p>El mes con menos días bochornosos en San Juan es febrero, con 23,5 días bochornosos o peor.</p>	<p>En Bolonia la humedad percibida varía considerablemente.</p> <p>El período más húmedo del año dura 3,2 meses, del 11 de junio al 18 de septiembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 9 % del tiempo. El mes con más días bochornosos en Bolonia es agosto, con 9,1 días bochornosos o peor.</p> <p>El día menos húmedo del año es el 23 de febrero cuando básicamente no hay condiciones húmedas.</p>
Contaminación del aire	<p>El nivel medio del 2021 de contaminación del aire está dentro de los límites establecidos por la OMS como saludables.</p> <p>El índice de calidad del aire medio para el 2021 :4.8 ICA El contaminante principal: PM2.5</p> <p><a href="https://www.iqair.com/es/world-most-polluted-cities?continent=&amp;country=&amp;state=&amp;sort=-rank&amp;page=1&amp;perPage=50&amp;cities=5bac8aaf24b967f0b530825c">https://www.iqair.com/es/world-most-polluted-cities?continent=&amp;country=&amp;state=&amp;sort=-rank&amp;page=1&amp;perPage=50&amp;cities=5bac8aaf24b967f0b530825c,</a></p>	<p>El nivel medio del 2021 de contaminación del aire es perjudicial para grupos sensibles.</p> <p>El índice de calidad del aire medio para el 2021: 141 ICA El contaminante principal: PM2.5</p>
<i>Socioeconómicos</i>		
Ingreso Per Cápita	<p>\$ 19,361 según censo 2019</p> <p><a href="https://www.ocpr.gov.pr/map/Municipios/SanJuan.pdf">https://www.ocpr.gov.pr/map/Municipios/SanJuan.pdf</a></p>	<p>Euros 42,312.82 dato del 2019 = \$ 48,077.23</p> <p><a href="https://ec.europa.eu/eurostat/web/rural-development/data">https://ec.europa.eu/eurostat/web/rural-development/data</a></p>
Sueldo mínimo	<p>El salario mínimo actual es de \$8.50 por hora, El salario mínimo está programado para aumentar a \$9.50 por hora el 1 de julio de 2023, y a \$ 10.50 por hora el 1 de julio de 2024.</p> <p><a href="https://aldia.microjuris.com/wp-content/uploads/2021/05/OE-2021-035.pdf">https://aldia.microjuris.com/wp-content/uploads/2021/05/OE-2021-035.pdf</a></p>	<p>No existe</p>
Sueldo medio	<p>El salario medio en San Juan en 2021 ha sido de 17.86\$/hora.</p>	<p>El salario medio en Italia en 2021 ha sido de 32.058 € al año, es decir 18.22 \$/hora</p>



	<a href="https://estadisticas.pr/files/Inventario/publicaciones/DTRH_Empleo_y_Salarios_Cubiertos_2021.pdf">https://estadisticas.pr/files/Inventario/publicaciones/DTRH_Empleo_y_Salarios_Cubiertos_2021.pdf</a>	Teniendo en cuenta la tasa de cambio calculado por el Banco Central Europeo para ese año (1 euro = 1,1827 dólares) y 40 horas semanales laborales. <a href="https://datosmacro.expansion.com/mercado-laboral/salario-medio/italia">https://datosmacro.expansion.com/mercado-laboral/salario-medio/italia</a>
Importaciones de Bicicletas / número de bicicletas importadas en 2021	14 millones de dólares importados en 2021 y una media anual de 7 millones para todo Puerto Rico. No existe un mercado de exportación de bicicletas relevante. (6,000 USD en 2021). Numero de bicicletas disponibles para mercado interno en Puerto Rico en 2021 = 97.446 unidades <a href="http://www.estadisticas.gobierno.pr/iepr/Publicaciones/Proyectosespeciales/ComercioExterno/Detalle.aspx">http://www.estadisticas.gobierno.pr/iepr/Publicaciones/Proyectosespeciales/ComercioExterno/Detalle.aspx</a>	294 millones de euros (346.92 millones de dólares) de bicicletas exportadas y 154 millones de euros (181.72 millones de dólares) importados en 2021. Numero de bicicletas disponibles para mercado interno en Italia en 2021= 1.680.000 unidades <a href="http://www.ancma.it/wp-content/uploads/2021/11/andamento-1.pdf">http://www.ancma.it/wp-content/uploads/2021/11/andamento-1.pdf</a>
Personas que usan la bicicleta como medio de transporte	411 personas usan la bicicleta como método de transporte al trabajo en San Juan de un total de 2300 en toda la isla. <a href="https://act.dtop.pr.gov/Bike-and-Ped-OCT262018-Final.pdf">https://act.dtop.pr.gov/Bike-and-Ped-OCT262018-Final.pdf</a>	Se contabiliza en 6,179 el total de flujos horarios promedio entre semana, registrados en los intervalos 8:00-10:00 y 16:30-18:30 en 22 medidores de flujo de bicicletas colocados en el área metropolitana de la ciudad de Bolonia. <a href="https://www.comune.bologna.it/myportal/C_A944/api/content/download?id=63888adf8972690097e87036">https://www.comune.bologna.it/myportal/C_A944/api/content/download?id=63888adf8972690097e87036</a>
<i>Costes</i>		
Coste abono mensual transporte publico	Alternativa de Transporte Integrado (ATI) Tren Urbano (TU). 50 \$ mensuales, Tarifa Regular y viajes ilimitados Pases de Uso Ilimitado aplican a Tren Urbano, AMA y Metrobús 1 y 2. <a href="https://311prkb.respondcrm.com/respondweb/Tarifas%20y%20Tipos%20de%20Tarjetas%20para%20el%20Tren%20Urbano/ATI-005-Tarifas%20y%20tipo%20de%20tarjetas%20para%20Tren%20Urbano.pdf">https://311prkb.respondcrm.com/respondweb/Tarifas%20y%20Tipos%20de%20Tarjetas%20para%20el%20Tren%20Urbano/ATI-005-Tarifas%20y%20tipo%20de%20tarjetas%20para%20Tren%20Urbano.pdf</a>	El sistema de transporte público de Bolonia se llama TPER (Trasporto Passeggeri Emilia Romagna) 36 euros mensuales, Tarifa Regular y viajes ilimitados Servicios de autobús en área urbana  <a href="https://www.tper.it/tariffe">https://www.tper.it/tariffe</a>

Precios combustibles principales para automoción	Precio medio para el consumidor del 2021 (dólares por galón) Gasolina y Diesel: 2.9863 \$ por galón = \$ 0.7889 /litro <a href="https://www.daco.pr.gov/recursos/estudios-economicos/datos-de-combustible/">https://www.daco.pr.gov/recursos/estudios-economicos/datos-de-combustible/</a>	Precio medio para el consumidor del 2021 (dólares por litro) Gasolina y Diesel: 6.9468 \$ por galón = \$ 1.835 /litro <a href="https://datosmacro.expansion.com/energia/precios-gasolina-diesel-calefaccion/italia?anio=2021">https://datosmacro.expansion.com/energia/precios-gasolina-diesel-calefaccion/italia?anio=2021</a>
<i>Calidad del servicio</i>		
Accidentes en Bicicleta registrados en el 2021	12 muertes de ciclistas por accidente de tráfico en toda la isla de Puerto Rico. <a href="https://www.estadisticas.pr/en/inventario-de-estadisticas/accidentes_fatales">https://www.estadisticas.pr/en/inventario-de-estadisticas/accidentes_fatales</a>	319 accidentes de bicicleta con 1 muerto y 40 heridos y 27 accidentes de bicicleta eléctrica con 24 heridos <a href="https://bologna.aci.it/Dati-ACI-ISTAT-incidenti-stradali-2021-A-BOLOGNA-E-PROVINCIA#:~:text=In%20provincia%20di%20Bologna%20nel,che%20hanno%20causato%2024%20feriti.">https://bologna.aci.it/Dati-ACI-ISTAT-incidenti-stradali-2021-A-BOLOGNA-E-PROVINCIA#:~:text=In%20provincia%20di%20Bologna%20nel,che%20hanno%20causato%2024%20feriti.</a>
<i>Modos de transporte</i>		
Tasas de motorización de automóviles y motocicletas	252 Año 2019 (vehículos circulando por cada 1.000 habitantes) 0.75 por cada habitante.	146 Año 2019 (vehículos circulando por cada 1.000 habitantes) 0.37 por habitante.
Densidad vehicular	2,048 2019 (vehículos circulando por km2)	1,030 2019 (vehículos circulando por km2)
Número de licencias de taxis	Negociado de Transporte y otros Servicios Públicos (NTSP), tiene registrados cerca de 1,300 pero operan por turno por ejemplo unos 50 taxis en el aeropuerto LMM.	722 <a href="https://www.comune.bologna.it/servizi-informazioni/attivita-taxi-noleggio-conducente">https://www.comune.bologna.it/servizi-informazioni/attivita-taxi-noleggio-conducente</a>
Números de conductores de Red de transporte (uber o similar)	Se estiman que en Puerto Rico hay 175,000 usuarios de la plataforma Uber y 4,000 socios conductores registrados, en activo unos 600 en el área metropolitana. <a href="https://www.elvocero.com/economia/uber-celebra-cuatro-os-en-puerto-rico/article_827af7c0-d100-11ea-bd43-1bb37dfeeb66.html">https://www.elvocero.com/economia/uber-celebra-cuatro-os-en-puerto-rico/article_827af7c0-d100-11ea-bd43-1bb37dfeeb66.html</a>	245 <a href="https://www.comune.bologna.it/servizi-informazioni/attivita-taxi-noleggio-conducente">https://www.comune.bologna.it/servizi-informazioni/attivita-taxi-noleggio-conducente</a>
Estaciones de Autobuses	ATI tiene 31 rutas de Autobús en San Juan con 1197 paradas de Autobús. <a href="https://www.dtop.pr.gov/ama">https://www.dtop.pr.gov/ama</a>	TPER tiene 73 rutas en Bolonia urbana con 4164 paradas de autobús. <a href="https://opendata.comune.bologna.it/explore/dataset/tper-fermate-autobus/table/?disjunctive.codice&amp;disjunctive.codice_linea">https://opendata.comune.bologna.it/explore/dataset/tper-fermate-autobus/table/?disjunctive.codice&amp;disjunctive.codice_linea</a>

		&disjunctive.quartiere&refine.comune=BOLOGNA&location=15,44.49718,11.34077&basemap=jawg.streets
Estaciones de Trenes	0 estaciones de tren 16 – solo tren urbano (metro) <a href="https://tutrenpr.com/stations.php">https://tutrenpr.com/stations.php</a>	1 estación de tren principal 0 estaciones de metro o tren urbano
Empresas de <i>Bike Share</i>	Banco Popular BiciPOP 120 unidades – 200 docks en colaboración con la empresa de patinetes <i>Skootel</i> .	Bologna, Italy - Movi by Mobike Flota privada de 2300 bicicletas libres Operador: Idri Bk . Marca de bicicletas Mobike Según mapa de Meddin: <a href="https://bikesharingworldmap.com/#/all/2.7/-1.57/33.92/">https://bikesharingworldmap.com/#/all/2.7/-1.57/33.92/</a>

<i>Usos de suelo</i>		
Km de carril Bici	Año 2021: 20 Km	<p>Año 2021 : 212.6 Km: Longitud de las vías ciclistas existentes en el término municipal de Bolonia</p> <p>La red ciclista urbana conecta Bolonia con el área metropolitana a través de las diez principales vías radiales y en los últimos cinco años ha pasado de una extensión de unos 170 km a los más de 200 km que componen la red actual, que se estructura de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unos 120 km de ciclovías en "área protegida" (ciclovías en zona exclusiva o contiguas a vías peatonales, mixtas peatonales y ciclovías);</li> <li>• unos 50 km de vías ciclistas en la calzada (vías y carriles bici en la calzada, carriles para ciclovías de doble sentido y vías mixtas para vehículos y bicicletas dentro de las zonas 30);</li> <li>• unos 30 km de "vías verdes" (itinerarios mayoritariamente en zonas verdes o fluviales, con firme asfaltado o de tierra, que no tienen las características y señalización de ciclovía exigidas por el Código de Circulación).</li> </ul> <p><a href="https://www.bicipolitanabolognese.it/">https://www.bicipolitanabolognese.it/</a></p>

Km de carreteras	Año 2021 32,136.1 km carreteras asfaltadas	Año 2020 832.5 Km de carreteras asfaltadas <a href="http://inumeridibolognametropolitana.it/dati-statistici/rete-stradale-serie-storica">http://inumeridibolognametropolitana.it/dati-statistici/rete-stradale-serie-storica</a>
Áreas verdes	En el 2002, las áreas verdes del término municipal de San Juan cubren 5,305 ha = 53 millones de metros cuadrados. Casi un 42% de la municipalidad.	Hay 591 parques y jardines y 7 millones de metros cuadrados de espacio verde en el área municipal. 18% de verde urbano <a href="http://habitat.aq.upm.es/eacc/abolonia.html#6">http://habitat.aq.upm.es/eacc/abolonia.html#6</a>
Árboles en área metropolitana	Numero de árboles desconocido. Número de especies 547.	La ciudad mantiene 83,677 árboles, de 175 especies diversas, siendo 37 de estas especies de alta eficiencia medioambiental.
Ciclovías de uso exclusivo para bicicletas y que interconecten uno o varios núcleos urbanos	9 ciclovías en el área metropolitana no interconectadas y para uso recreacional. Aproximadamente 20 km  0 ciclovías de uso exclusivo interurbanas.	21 ciclovías que llegan a Bolonia– <b>Bicipolitana de Bolonia</b> primera red ciclista metropolitana de Italia, con más de 1.000 km de recorridos y dos redes principales: una para los desplazamientos cotidianos y otra para el ocio. <a href="https://www.bicipolitanabolognese.it/Home_Page/linee_per_tutti_i_giorni">https://www.bicipolitanabolognese.it/Home_Page/linee_per_tutti_i_giorni</a>  Ejemplo la línea número 2 = 50 Km ciclovía del sole Vía exclusiva para bicicletas que conecta ciudades principales en Emilia Romagna. <a href="https://cicloviadelsole.it/en/home-2/">https://cicloviadelsole.it/en/home-2/</a>

## **Resultados**

De la observación de los datos de tabla podemos valorar para cada tema en que ciudad los factores son más favorables para el uso de la bicicleta como movilidad activa.

### **1. Factores Demográficos y Territoriales:**

Como fruto de la comparación de los datos analizados, se podría decir que Puerto Rico tiene más número de factores favorables. Cuatro de seis. (Ver tabla con comentarios en Anexo H).

En cuanto a demografía los datos son a priori bastante similares , pero se aprecia diferencia en la distribución de la densidad poblacional. En San Juan es bastante homogénea mientras que en Bolonia la mayor densidad se encuentra en los barrios céntricos. La densidad favorece a Bolonia para el uso de la bicicleta.

Comparando las características urbanas de la ciudad de San Juan con Bolonia encontramos entre las similitudes que ambas ciudades tienen una topografía plana. Este tipo de topografía es un gran incentivo para usar la bicicleta.

La comodidad se ve altamente afectada en el caso de las bicicletas por el clima. La cantidad de días de lluvia y la temperatura favorecen a Puerto Rico, pero la humedad relativa puede ser un gran enemigo ya que hace que la sudoración de las personas sea mayor, imposibilitando la actividad con las tareas cotidianas.

Entre ambas ciudades la humedad relativa es un factor claramente diferenciador. En el caso de Puerto Rico al llegar al destino puede llegar a ser necesario ducharse, lo que llevará tiempo de preparación en origen y tiempo en destino (para ducharse y asearse). El

hecho de tener o no un lugar donde asearse en destino es una variable determinante a la hora de elegir el modo de transporte.

El sudor no es más que una defensa de nuestro cuerpo: al notar el sobrecalentamiento este empieza a sudar para enfriarse. Se trata de nuestro «climatizador» natural, el agua recorre nuestro cuerpo y luego se evapora. La humedad en el ambiente altera este comportamiento del cuerpo, por ello cuando la zona es muy húmeda sufriremos más los efectos de las altas temperaturas. (Hidrosecó, 2021, párr. 2)

Si existe mucha humedad en el ambiente el proceso de evaporación del sudor en nuestra piel se resiente, en concreto se ralentiza, lo que provoca que el cuerpo no se refrigere naturalmente de forma correcta y tendemos a empapar mucho más la ropa. El sudor se acumula en nuestra piel, en nuestra ropa, y finalmente termina por desaparecer el efecto de frescor que debería generarle al cuerpo, generándose incomodidad. (Hidrosecó, 2021, párr. 3)

## **2. Socioeconómicos:**

Como fruto de la comparación de los datos analizados, se podría decir que en Bolonia los datos son más favorables. Dos de tres. (Ver tabla con comentarios en Anexo I).

Los datos socioeconómicos son los más difíciles de interpretar y por ello he dejado dos factores como inconclusos ya que por un lado podemos pensar que tener ingresos más bajos favorece el uso de la bicicleta, pero he observado que las personas con mayor poder

adquisitivo en Bolonia a menudo se desplazan en bicicleta ya que pueden permitirse vivir en el centro.

Si nos fijamos en la industria de la bicicleta la diferencia es abismal y si comparamos los datos de personas que usan bicicleta para transportarse al trabajo queda claro que Bolonia gana. La media de flujo por hora de los medidores instalados en el área metropolitana de Bolonia nos da un número mayor que el número contabilizado de personas que usan la bicicleta en toda la Isla de Puerto Rico. Es evidente que en la ciudad italiana el uso de la bicicleta como método de transporte es una realidad.

### **3. Costes:**

Como fruto de la comparación de los datos analizados, se podría decir que en Bolonia todos los datos son favorables. Dos sobre dos (Ver tabla con comentarios en Anexo J).

La movilidad también conlleva en la mayoría de los casos un coste económico que cada usuario deberá pagar. Cada modo de transporte requiere en este aspecto de unos gastos que pueden ser directos o indirectos. El coste de la gasolina es un gran incentivo en el caso de Bolonia para buscar alternativas al vehículo de combustión.

En cuanto al transporte urbano, además de ser más económico, cabe resaltar que tiene integrado el uso de la bicicleta, por ejemplo, las paradas se interconectan con tramos de carriles bici.

Aunque no se documenta en la tabla la disponibilidad y precio de las bicicletas es otro factor importante a destacar. Mientras que en Bolonia se pueden encontrar bicicletas por menos de cincuenta dólares, en Puerto Rico los precios son mucho más elevados. Según

dueños de tiendas de bicicletas , los clientes buscan bicicletas profesionales con funcionalidades pensadas para el rendimiento deportivo o como símbolo de estatus , no como simple herramienta de desplazamiento.

#### **4. Modos de transporte:**

Como fruto de la comparación de los datos analizados, se podría decir que en Bolonia casi todos los datos son favorables. Seis de siete (Ver tabla con comentarios en Anexo K).

Se debe tener en cuenta la convivencia entre bicicletas y coches: la historia de los carriles bici y su razón de ser, junto con las diferentes concepciones de la seguridad en bicicleta, tienen su base en la forzosa confluencia de bicicletas y coches en la ciudad. Los coches presentan sus propios problemas de seguridad independientes de la bicicleta; sin embargo, la bicicleta encuentra sus principales problemas de seguridad por la presencia del coche. Se destaca la gran diferencia de densidad vehicular siendo el doble en San Juan.

Los accidentes de Bicicleta pueden representar un problema que debe ser evitado y minimizado de antemano, y la densidad vehicular es el peor enemigo para el fomento de su uso.

#### **5. Calidad del servicio:**

Como fruto de la comparación de los datos analizados, se podría decir que en Bolonia todos los datos son favorables. Uno de uno (Ver tabla con comentarios en Anexo J).

En Bolonia los datos de acceso a urgencias, reelaborados por el observatorio de seguridad vial, confirman que van en aumento. La convivencia segura en la vía depende del comportamiento de cada usuario y es necesario que a medida que se implementan



nuevos métodos de movilidad sostenible se implementen también programas de educación vial .En la ciudad de Bolonia en el 2021 se registraron muchos más accidentes (319).

A medida que el número que las modalidades de desplazamiento sostenible aumentan los accidentes que involucran a otros usuarios débiles de la carretera, como ciclistas y conductores de patinetas, también van en aumento. Al interpretar estos datos aunque en Puerto Rico el número es mucho menor , nos damos cuenta de que en este caso son accidentes mortales en toda la isla (no se pudo documentar el número de accidentes en el término municipal) y se entiende que el problema de seguridad es por lo tanto mayor.

## **6. Usos del suelo**

Como fruto de la comparación de los datos analizados, se podría decir que en Bolonia hay más datos favorables. Tres de cinco (Ver tabla con comentarios en Anexo K).

Es evidente que en Bolonia existe ya una gran infraestructura y muchos programas de movilidad que tienen a la bicicleta como eje central.

Se debe destacar la ventaja positiva de la ciudad de San Juan en cuanto al volumen de áreas verdes y la facilidad de crecimiento y proliferación de estas, en comparación con otros lugares del planeta. Lamentablemente estas áreas verdes no están bien conectadas entre sí y no ofrecen continuidad. También se ha observado una pérdida de la masa verde en urbanizaciones centrales del área metropolitana de San Juan. Como solución a este problema se propone el diseño ecológico urbano, el cual se prevé como instrumental en este proceso de adaptación, en la que arquitectos, diseñadores urbanos, planificadores y los científicos trabajan desde un marco transdisciplinario común (Ramos-Santiago et al., 2014).

La infraestructura es clave para que un usuario se decida por usar la bicicleta como opción de movilidad activa. Una correcta infraestructura hace que el tiempo hasta los destinos sea aceptable. La velocidad es un factor influyente y varía según el tipo de viaje. Para las personas que habitan o se desplacen a las afueras, el dejar de desplazarse en coche para hacerlo en bicicleta supondrá que estos tengan que reconfigurar su desplazamiento, dado que las distancias mayores a 5 km hará que tarden más tiempo que el coche en llegar a su destino, incluso si dichos desplazamientos se realizan en horas punta (exceptuando situaciones excepcionales como un atasco por accidente o por otro tipo de situaciones imprevistas que requieran un retraso importante para el viaje del conductor de un coche). Por lo tanto, es necesario que los planes de movilidad tengan esto en cuenta y provean soluciones donde se pueda combinar el uso de diferentes transportes para que la movilidad activa sea una solución para todos los ciudadanos independientemente si viven en un radio de su trabajo o escuela.

En resumen: De los 26 datos comparados entre Bolonia y San Juan, las condiciones son más favorables para el uso de la bicicleta en 16 de ellos.

## **Conclusiones**

Como resultado de la tabla comparativa podemos afirmar que Bolonia reúne muchos más factores que hacen que el uso de la bicicleta, pero antes de comparar el éxito o el fracaso en conseguir que la bicicleta sea considerada un importante modo de transporte en una ciudad, es importante reconocer que al analizar ejemplos de las principales ciudades de Europa en las que ha sido posible es porque ya existía previamente un sistema, y una cultura donde en algún momento el uso de la bicicleta como transporte ya fue importante.

Además de los resultados favorables para Bolonia vistos en la tabla comparativa se han apreciado otras características que han favorecido el uso de la bicicleta. A modo de resumen se enumeran cinco principales: Bolonia tiene una gran universidad, topografía plana en la mayor parte de la ciudad, clima lo suficientemente bueno para andar en bicicleta durante la mayor parte del año (9 meses aproximadamente), su tamaño es adecuado para que casi todo esté a unos pocos kilómetros, económicamente es conveniente ya que tiene el precio medio de aparcamiento más alto de toda Italia y una tradición de política progresista, también sus famosos soportales evitan el problema de la lluvia.

En Puerto Rico, existen muchas entidades e interés ciudadano en fomentar el uso de la bicicleta. Son múltiples los planes y estudios que se han dedicado para tal fin destacándose el municipio de San Juan. También existen leyes como la ley 201 de Calles Completas y fondos para transformar las calles, pero las entidades como la Autoridad de carreteras, quienes son responsables de la ejecución se encuentra en una situación de deuda y precariedad que hace que implementar los planes y ejecutar proyectos de infraestructura sea una labor complicada. Como ejemplo podemos resaltar que de los 48 municipios que sometieron proyectos para recibir fondos, solo 2 de ellos Mayagüez y Rincón fueron aprobados.

Para que el ciclismo como modo de transporte atraiga a los ciudadanos, se debe considerar rápido, seguro, conveniente y cómodo. En Bolonia, podemos decir que, sí se cumplen esas características, pero hoy, en San Juan de Puerto Rico no.

Que no haya usuarios afecta a que no exista interés en la implementación del uso de la bicicleta dentro de los planes de movilidad y que no exista infraestructura hace que

no haya usuarios, ambos factores dependen uno de otro y la decisión de los ciudadanos puede hacer que la espiral sea positiva o negativa.

De la comparativa de ambas ciudades, hay extrapolaciones muy positivas que indican que sería factible integrar la bicicleta en los planes de movilidad, al menos en los núcleos principales de la ciudad de San Juan (Condado, Río Piedras, Viejo San Juan), siendo necesario crear infraestructuras adecuadas en estos lugares. También las hay negativas, evidenciando retos que en la ciudad europea no han tenido que superar como son la conexión de estos núcleos entre sí hasta poder crear una masa crítica de usuarios y también el reto de la humedad relativa que obligaría a un cambio cultural y a que se deban de crear infraestructuras no solo de parking sino también de aseo para los ciclistas.

En Puerto Rico existen multitud de planificadores que defienden el uso de la bicicleta y hay estudios que recomiendan a Puerto Rico a cambiar el uso exclusivo de las carreteras por los vehículos privados a uno compartido con carriles de bicicletas y autobuses, de carriles lentos y aceras anchas para el bienestar común (Peña, 2018).

En ambas ciudades existen sobre papel políticas para el uso de la bicicleta, planes de movilidad y financiamiento disponible para el desarrollo de infraestructura ciclista sin embargo, en el caso de la ciudad caribeña los planes no se han visto ejecutados.

Ante esta situación se plantea la pregunta de si es posible que en Puerto Rico se fomente el uso de la bicicleta a través del uso de fondos públicos en un contexto en el que todos los sectores demandan los insuficientes fondos disponibles para atender todas las necesidades básicas y urgentes.

En este contexto la realización de acciones de urbanismo táctico y la búsqueda de alianzas publico privadas podrían ser una solución.

Tanto la inversión pública como la privada son importantes para desarrollar un sector, ya que ambas pueden contribuir de diferentes maneras al crecimiento económico y al progreso de una sociedad.

La inversión pública es crucial para financiar infraestructuras básicas como carreteras completas , ciclovías , aparcamientos para bicicletas y centros de aseo y almacenaje , puntos de recarga de baterías, etc.... que son necesarias para el desarrollo del sector. Además, puede ayudar a crear un entorno empresarial favorable, mediante la creación de políticas que fomenten la inversión privada y la innovación.

Por otro lado, las empresas privadas pueden invertir en ideas , tecnologías y procesos, que pueden crear empleos y que contribuyan al desarrollo de una economía. ya que el éxito de las empresas privadas puede aumentar los ingresos fiscales del gobierno y generar más recursos para mantener infraestructuras existentes ,financiar nuevas infraestructuras y servicios públicos.

En conclusión, tanto la inversión pública como la privada son importantes para fomentar el uso de la bicicleta , y una combinación equilibrada de ambas puede ser la clave para un crecimiento económico sostenible y duradero.

Podríamos poner como ejemplo de esta idea la inversión realizada por el gobierno de Puerto Rico en la ciclovía de puerta de tierra y como la implementación de esta infraestructura ha permitido que florezcan negocios privados de alquiler de bicicletas y monopatines eléctricos en esas áreas donde hay infraestructura pública.

Bolonia a través de su movilidad activa es capaz de eliminar la emisión toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera mitigando así el cambio climático. Merece la pena que la ciudad de San Juan explore la ejecución de éstas prácticas de movilidad activa ya que de éste modo tiene la posibilidad de atender de manera combinada la crisis de salud a la vez que reduce su aportación al cambio climático.

## **Capítulo 4**

### **Resultados y discusión**

En este último capítulo de la presente tesis se pretende poder resaltar diferentes conceptos analizados y descubiertos durante el proceso de investigación.

A continuación, trataremos por separado los resultados de ambos capítulos, para posteriormente aunar los conceptos comunes a ambos en el apartado de Discusión.

### **Resultados Capítulo 2**

Antes de llegar a definir la metodología final utilizada he de decir que en el camino encontré gran cantidad de obstáculos y de dificultades debido a la falta de datos en el caso de Puerto Rico. Pongo como ejemplo a los indicadores de los objetivos del desarrollo sostenible que tuvieron que ser descartados como metodología comparativa entre regiones puesto que la fuente de datos que se planteaba utilizar dejó de estar disponible para Puerto Rico. La falta de fondos y de interés en el monitoreo de los indicadores del desarrollo sostenible causó que eliminaran el proyecto.

Otra característica que puede afectar mucho a las labores de investigación es el hecho de ser un territorio no incorporado de los Estados Unidos; Puerto Rico es un Estado Libre Asociado con estatus de autogobierno y en muchas de las fuentes de datos a nivel mundial, los datos disponibles para Puerto Rico son medias de todos los estados de los Estados Unidos. Esta fue la causa principal por la que no pude utilizar el índice de sostenibilidad de Yale para comparar las dos regiones objeto de estudio en mi tesis.

La disponibilidad de fuentes fiables de datos es indispensable para poder realizar estudios de calidad. Puerto Rico necesita crear mecanismos que puedan brindar datos como

país (o como región o estado , eliminando connotaciones políticas), fuera de las métricas de Estados Unidos ya que en materia ambiental esas medias no son representativas de un país caribeño.

En el caso de Italia , hay gran disponibilidad de datos macroeconómicos y también en materia medioambiental , accesibles de manera gratuita y muy bien organizados.

Debo resaltar que disfruté mucho de la parte final donde se realizan las simulaciones y se analizan los resultados, y creo que en el futuro este tipo de análisis y de herramientas que permiten un enfoque muy multidisciplinar pueden ayudar mucho en la toma de decisiones relacionadas con problemas tan complejos como el cambio climático. La posibilidad que ofrece el programa Vensim para poder realizar variaciones de las simulaciones en tiempo real cambiando los valores abre una interesante posibilidad de colaboración con diferentes expertos en el tema y se puede usar como herramienta de análisis común.

Mediante las simulaciones de los diferentes escenarios, el modelo muestra que un modo de vida saludable puede ser un gran aliado para la lucha contra el cambio climático debido a causas antropogénicas. El resultado de las simulaciones nos produce gráficas de proyecciones futuras que nos ayudan a comprender que el impacto del *Wellness* es relevante, llegando a percibir que las emisiones pueden reducirse a la mitad.

El modelo nos ayuda a demostrar que unos hábitos de vida más saludables tienden a reducir el impacto antropogénico en el cambio climático pero más allá de poder dar respuesta a la pregunta de tesis, creo que el gran descubrimiento es el necesario enfoque multidisciplinar para el planteamiento del problema y la importancia de la creación del



modelo que puede usarse como herramienta para comparar regiones , y sobre todo para analizar el impacto en emisiones de CO2 de políticas públicas relacionadas con los otros 3 bloques que componen el modelo: Indicadores de vida saludable, Eficiencia Energética y Tecnológica y Dinámica Poblacional .

A medida que exista disponibilidad de datos o actualización de los datos usados, el modelo se puede usar como herramienta y rehacer las simulaciones.

### **Futuros estudios o líneas de investigación sobre el Capítulo 2**

A partir de los ejercicios realizados, se suscitan muchas ideas de nuevas simulaciones que serían muy interesantes para poder llegar a mayores observaciones y conclusiones.

Por ejemplo, aunque no aporta mucho la observación de que con las tasas actuales de mejora en cuanto a eficiencia energética y tecnología no seríamos capaces de reducir lo suficiente las emisiones de CO2 (porque ya es de sobra conocido este dato por la comunidad científica) es interesante plantear qué pasaría si mejoramos lo suficiente en el campo de la tecnología y no lo hiciéramos en el del modo de vida.

Otro aspecto que sería muy interesante para incorporar al modelo son cambios en las dinámicas poblacionales y qué pasaría si las poblaciones se ven mermadas notablemente como fruto de desastres naturales causados por el propio cambio climático. (como por ejemplo desastres naturales y pandemias).

Nuestro modelo tiene limitaciones en cuanto a que, ni en el mejor escenario de mejoras ni de políticas *Wellness* ni de mejoras de eficiencia energética y tecnológica, seríamos capaces de llegar a la reducción total de emisiones de gases de efecto

invernadero en los años establecidos como máximos para que la temperatura llegue a punto de no retorno de cambio climático. Sería interesante elaborar un modelo más complejo o utilizar modelos existentes para hacer este ejercicio y ver cuanto deben mejorar los indicadores en cada punto para ser capaces de llegar al objetivo que nos marca el IPCC.

Recordemos que las emisiones de carbono acumuladas hasta el momento de alcanzar las emisiones netas de CO<sub>2</sub> cero y el nivel de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en esta década determinan en gran medida si el calentamiento puede limitarse a 1.5 °C o 2 °C. Las emisiones de CO<sub>2</sub> proyectadas de la infraestructura de combustibles fósiles existente sin una reducción adicional superarían el presupuesto de carbono restante en 1.5 °C (50 %).

Si queremos seguir las vías de mitigación del IPCC. Todas las trayectorias modeladas globales que limitan el calentamiento a 1.5 °C (>50 %) sin sobrepaso o con un rebasamiento limitado, y aquellas que limitan el calentamiento a 2 °C (>67 %), involucran la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero rápidos y profundos y, en la mayoría de los casos, inmediatos. Necesitamos reducciones de emisiones en todos los sectores en esta década. Las emisiones globales netas de CO<sub>2</sub> cero se alcanzan para estas categorías de vías, a principios de la década de 2050 y alrededor de principios de la década de 2070, respectivamente.

Si se pudieran cuantificar cuanto deben mejorar los indicadores para estos umbrales podríamos tener objetivos para implementar en políticas públicas regionales asociadas al *Wellness*.

Otra línea de investigación que se podría seguir es utilizar el modelo para comparar con otras regiones del mundo conocidas por tener modos de vida saludable.

En los últimos años estas zonas del planeta están acaparando mucha atención desde la publicación de las conocidas zonas azules. (*Blue Zones*). El concepto de zonas azules surgió del trabajo demográfico que Gianni Pes y Michel Poulain describieron en el *Journal of Experimental Gerontology*, identificando a Cerdeña, Italia, como la región con la mayor concentración de seres humanos centenarios.

Pes y Poulain dibujaron círculos azules concéntricos en el mapa destacando estos pueblos de extrema longevidad y comenzaron a referirse a esta área dentro del círculo como la zona azul. Sobre la base de ese trabajo demográfico identificaron otros puntos críticos de longevidad en todo el mundo y los denominaron zonas azules. Sería interesante analizar zonas azules como Okinawa en Japón o Cerdeña en Italia ya que son islas al igual que Puerto Rico.

Llegar a perfeccionar el modelo para contestar a estas preguntas es una tarea que se escapa del alcance del programa de trabajo de la presente tesis doctoral.

Durante el último año de escritura se ha popularizado la inteligencia artificial y se han creado herramientas disponibles para el público general. Creo que sería muy interesante utilizar la inteligencia artificial para que constantemente busque los datos de las variables que se manejan en el modelo, que las actualice y ordene simulaciones automáticas, o que incluso avise de resultados importantes o descubrimientos.

### **Resultados Capítulo 3**

Para la escritura del capítulo tercero de nuevo debo resaltar la dificultad en la obtención de datos para el territorio en Puerto Rico. Los datos de la ciudad de San Juan fueron más complicados de conseguir que los de la ciudad de Bolonia. Para el caso de la ciudad Italiana , realicé dos viajes de un mes cada uno en primavera y otoño del año 2022 y fueron suficientes para recopilar todos los datos utilizados. También existe gran disponibilidad de datos online en la página del ayuntamiento y disponen de un departamento dedicado a ayudar y orientar a cualquier ciudadano o estudiante interesado en investigación.

En el proceso de investigación de este capítulo cabe resaltar que se refuerza la respuesta a la pregunta de tesis ya que el uso de la bicicleta como modo de transporte es un ejemplo indiscutible que forma parte de un modo de vida saludable y que es buena para el medio ambiente ya que se reducen notablemente las emisiones de CO2 debidas al transporte.

La elaboración de la tabla comparativa nos permite organizar los conceptos y poder observar con mayor profundidad las causas por las que en uno de los objetos de estudio (Ciudad de Bolonia) la bicicleta se puede considerar como un método de transporte popular y en el otro no (Cuidad de San Juan de Puerto Rico). Esta tabla también nos permite observar posibilidades de incorporar casos de éxito de un territorio en el otro.

### **Futuros estudios o líneas de investigación sobre el Capítulo 3**

A medida que el acceso a los datos en Puerto Rico sea posible, sería interesante ampliar los datos recogidos en la tabla para poder ampliar el número de datos comparados, aprovechando la multitud de datos disponibles y de fácil acceso en Bolonia.

También creo que sería muy interesante buscar el aporte de profesionales de planificación para que estudien los extensos planes de movilidad activa existentes en Bolonia y analice la posibilidad de adaptar en San Juan algunas medidas que ayuden a fomentar la movilidad activa.

Una de las ideas de la investigación era cuantificar las toneladas de CO<sub>2</sub> que se dejan de emitir a la atmósfera si se implementan planes de movilidad en San Juan, pero este proyecto fue inabarcable dentro de la presente tesis aunque podría ser interesante para el futuro.

## Referencias

- Alessandri, N. (2002). *Wellness: Choose to Live Well!* Mondadori.
- Arias, F. (2006). Desarrollo Sostenible y sus Indicadores. *Revista Sociedad y Economía*, 11, 200–229. <https://www.redalyc.org/pdf/996/99616177008.pdf>
- ARPAE. (2020). *Inventario delle emissioni ghg 2020*. 1–19.
- Arteaga, C. M. G. G. R. (2019). La construcción del éthos sostenible. Una mirada desde la formación de las valoraciones socioculturales. *Contribuciones desde Coatepec*, 0(0), 67-85. <https://www.redalyc.org/journal/281/28161825005/html/>
- Benfield, F. K., Raimi, M. D., & Chen, D. D. T. (1999). *Once There Were Greenfields: How Urban Sprawl is Undermining America's Environment, Economy and Social Fabric*. Natural Resources Defense Council.
- Boff, L. (2003). ¿Cuál globalización? *Polis. Revista Latinoamericana*, 4. <http://journals.openedition.org/polis/7047>
- Boff, L. (2009). ¿Vivir mejor o «el buen vivir»? *América Latina En Movimiento*, 1–2. <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=83624>
- Brand, C., Dons, E., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., Clark, A., de Nazelle, A., Gascon, M., Gaupp-Berghausen, M., Gerike, R., Götschi, T., Iacorossi, F., Kahlmeier, S., Laeremans, M., Nieuwenhuijsen, M. J., Pablo Orjuela, J., Racioppi, F., Raser, E., Rojas-Rueda, D., Standaert, A., ... Int Panis, L. (2021). The climate change mitigation effects of daily active travel in cities. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93(February). <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102764>

- Buehler, R., & Pucher, J. (2021). COVID-19 Impacts on Cycling, 2019–2020. *Transport Reviews*, 41(4), 393–400. <https://doi.org/10.1080/01441647.2021.1914900>
- Buettner, D. (2015). *The Blue Zones Solution: Eating and Living Like the World's Healthiest People*. National Geographic Books.
- Center for Climate Strategies Inc. (2014). *Puerto Rico Greenhouse Gases Baseline Report*. <https://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2017/05/Puerto-Rico-GHG-2014.pdf>  
<http://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2017/05/Puerto-Rico-GHG-2014.pdf>
- Climate Policy Initiative. (2021). *The State of Cities Climate Finance*.  
<https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2021/06/2021-State-of-Cities-Finance-Executive-Summary.pdf>
- Cook, J., Nuccitelli, D., Skuce, A., Jacobs, P., Painting, R., Honeycutt, R., Green, S. A., Lewandowsky, S., Richardson, M., & Way, R. G. (2014). Reply to “Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature: A re-analysis”. *Energy Policy*, 73, 706–708. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.06.002>
- DACO. (2021). *Informe de hallazgos sobre la industria cárnica*.  
<https://www.daco.pr.gov/2021/06/informe-de-hallazgo-sobre-la-industria-carnica/>
- Departamento de Salud de Puerto Rico. (2022). *Informe Anual de Estadísticas Vitales Defunciones años 2017 al 2020*. <https://estadisticas.pr/en/inventario-de-estadisticas/informe-anual-estadisticas-vitales>
- Deslandes, A., Moraes, H., Ferreira, C., Veiga, H., Silveira, H., Mouta, R., Pompeu, F. A. M. S., Coutinho, E. S. F., & Laks, J. (2009). Exercise and mental health: Many reasons to move. *Neuropsychobiology*, 59(4), 191–198.

<https://doi.org/10.1159/000223730>

Díaz, C. N. (s.f.). *La geografía de la desigualdad y el transporte colectivo en Puerto*

*Rico*. <https://www.uprrp.edu/2016/11/expertos-analizan-el-transporte-publico-y-colectivo-en-puerto-rico/>

Doolittle, W. F., & Sapienza, C. (1980). Selfish genes, the phenotype paradigm and genome evolution. *Nature*, 284, 601. <http://dx.doi.org/10.1038/284601a0>

Environmental Protection Agency. (2021). *Estrategia Nacional de Reciclaje*.

[https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-01/spanish-version\\_final-national-recycling-strategy-es.pdf](https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-01/spanish-version_final-national-recycling-strategy-es.pdf)

Espino, B. (2021). *Ferrara la città più ciclabile d'Italia*.

<https://www.thegreensideofpink.com/lifestyle/2021/ferrara-la-ciudad-mas-ciclista-de-italia/?lang=es>

Ferreras, D. N., Tutor, A., Luis, : D, & González, J. M. (2017). *Análisis comparativo de modelos de cambio climático desarrollados en Dinámica de Sistemas* [Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/27603/TFM-I-780.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Forriol, L. P. (2023). Contra los peligros de la cultura individualista. *Revista Cultural y de Cuestiones Actuales*, 717.

Friedman, T. (2019). *Gracias por llegar Tarde*. Planeta Audible.

Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., & Freihage, J. (2001). Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and Measuring an Elusive Concept. *Housing Policy Debate*, 12(4), 681–716.



<https://doi.org/10.1080/10511482.2001.9521426>

García, J. (2004). *Ciencias de la complejidad: Teoría General de Sistemas, Pensamiento Sistémico y sus aplicaciones prácticas en procesos de emergencia en las ciencias económicas, ambientales y sociales*. Juan Martín García.

Gates, B. (2022). *How to avoid a climate disaster, the solutions we have and the breakthroughs we need*. Random House Large Print.

González, B. G.-B. (1998). *La Dinámica de Sistemas Como Metodología Para La Elaboración de Modelos de Simulación* [Universidad de Oviedo].

[https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/45726/d168\\_99.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/45726/d168_99.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Haley, B., Kahrl, F., Moore, J., Jones, A. D., Torn, M. S., & Mcjeon, H. (2015). *US Deep Decarbonization Technical Report*. Institute for Sustainable Development and International Relations.

Hidalgo-Capitán, A. L., & Cubillo-Guevara, A. P. (2014). Seis debates abiertos sobre el *sumak kawsay*. *Íconos - Revista de Ciencias Sociales*, 0(48), 25.

<https://doi.org/10.17141/iconos.48.2014.1204>

Highway and Transportation Authority. (2018). *Comprehensive Bicycle and Pedestrian Plan for Puerto Rico by Steer Davies Gleave*. September. [https://act.dtop.pr.gov/wp-content/uploads/2022/06/Other-Urbanized-Areas\\_FINAL.pdf](https://act.dtop.pr.gov/wp-content/uploads/2022/06/Other-Urbanized-Areas_FINAL.pdf)

Hidroseco. (2021). *¿Por qué con la humedad aumenta la sensación de calor?*

<https://www.hidroseco.com/2021/01/27/por-qu%C3%A9-con-la-humedad-aumenta-la-sensaci%C3%B3n-de-calor/>

ICEX. (2022). *El mercadode la energíarenovableen Puerto Rico*.

<http://puertorico.oficinascomerciales.es>

Institute, G. W. (2019). *Global Wellness Economy Monitor - October 2018*.

International Energy Agency. (2023). *Energy Efficiency*.

<https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2023>

IPCC. (2001). Climate Change: Impacts, Adaptation & Vulnerability. *Ippc Working Group*, 10032. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/index.htm>

IPCC. (2022). Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Pötner, H. In *O., Roberts, DC, Tignor, M., Poloczanska, ES, Mintenbeck, K., Ale, A., Eds.* <https://doi.org/10.1017/9781009325844.Front>

IPCC. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *The Intergovernmental Panel on Climate Change*, 218(2), 259–264.

Jacobs, E., Terando, A., Diaz, E., Carrubba, L., & Diaz Puerto, E. (2013). *Puerto Rico's State of the Climate 2010-2013 Assessing Puerto Rico's Social-Ecological Vulnerabilities in a Changing Climate*. [http://pr-ccc.org/download/PR State of the Climate-FINAL\\_ENE2015.pdf](http://pr-ccc.org/download/PR State of the Climate-FINAL_ENE2015.pdf)

Janssens-Maenhout, G., Crippa, M., Guizzardi, D., Muntean, M., Schaaf, E., Dentener, F., Bergamaschi, P., Pagliari, V., Olivier, J. G. J., Peters, J. A. H. W., van Aardenne, J. A., Monni, S., Doering, U., & Petrescu, A. M. R. (2017). Fossil CO<sub>2</sub> & GHG

emissions of all world countries. *Earth System Science Data Discussions*.

<https://doi.org/10.2760/709792>

Junta de Planificacion. (2022). *Informe Economico al Gobernador - Apéndice Estadístico 2022*. <https://jp.pr.gov/apendice-estadistico-del-informe-economico-a-la-gobernador/>

Kaza, S., Yao, L.C., Bhada-Tata, P., Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0*.

International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.

Keeling, C. D. (1998). Rewards and penalties of monitoring the earth. *Annual Review of Energy and the Environment*, 23, 25-82.

<https://doi.org/10.1146/annurev.energy.23.1.25>

Kelly, R. A., Jakeman, A. J., Barreteau, O., Borsuk, M. E., ElSawah, S., Hamilton, S. H., Henriksen, H. J., Kuikka, S., Maier, H. R., Rizzoli, A. E., van Delden, H., & Voinov, A. A. (2013). Selecting among five common modelling approaches for integrated environmental assessment and management. *Environmental Modelling and Software*, 47, 159–181. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.05.005>

Klein, N. (2015). *Esto Lo Cambia Todo*.

[http://geopolitica.iiec.unam.mx/sites/default/files/2017-03/Esto lo cambia todo - Naomi Klein.pdf](http://geopolitica.iiec.unam.mx/sites/default/files/2017-03/Esto%20lo%20cambia%20todo%20-%20Naomi%20Klein.pdf)

Kolsky, M. R., Grossman, E., Levy, Y., & Klang, E. (2023). Human health and climate change – an evolving discourse: A bibliometric citation analysis of top-cited articles within health sciences databases. *Journal of Climate Change and Health*, 14, 100272. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2023.100272>

- Lara, G. M., & Colín, G. (2007). Sociedad de consumo y cultura consumista. En Zygmunt Bauman. *Argumentos*, 55, 211–216.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57952007000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57952007000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Laufer, M. (2006). La dimensión ética en la ciencia y la tecnología. *Interciencia*, 31(7), 30–31. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006000700001](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000700001)
- Levin, K., Boehm, S., & Carter, R. (2022). *6 grandes hallazgos del informe del IPCC de 2022 sobre impactos climáticos, adaptación y vulnerabilidad | WRI Mexico*.  
<https://wrimexico.org/bloga/6-grandes-hallazgos-del-informe-del-ipcc-de-2022-sobre-impactos-climáticos-adaptación-y>
- Lizárraga, C. (2006). Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XXI. *Economía Sociedad y Territorio*, VI(0), 283–321.  
<https://est.cmq.edu.mx/index.php/est/article/view/260/265>
- López, J. P. (2019). *San Juan , Puerto Rico : Desde el desparrame urbano hacia la ciudad compacta* [Universidad de Barcelona].  
<https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/148061/1/TFM%20Final%20Jonuel%20P%C3%A9rez%20%28Revisado%29.pdf>
- Louime, C., Fortune, J., & Gervais, G. (2017). *Sargassum* Invasion of Coastal Environments: A Growing Concern. *American Journal of Environmental Sciences*, 13(1), 58–64. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2017.58.64>
- Lynas, M., Houlton, B. Z., & Perry, S. (2021). Greater than 99% consensus on human

- caused climate change in the peer-reviewed scientific literature. *Environmental Research Letters*, 16(11). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac2966>
- Macpherson, C. C., & Akpınar-Elci, M. (2015). Caribbean heat threatens health, well-being and the future of humanity. *Public Health Ethics*, 8(2), 196–208. <https://doi.org/10.1093/phe/phv008>
- Maitland, M. (2012). Purposeful Exercise, Including Bicycle Transportation, Improves Health. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 22(3), 2. [10.1097/JSM.0b013e318256e797](https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e318256e797)
- Maslow, A. H. (2013). *Toward a psychology of being*. Simon and Schuster.
- Mattei, J., Tamez, M., Bigornia, S. J., Noel, S. E., Xiao, R. S., Ríos-Bedoya, C. F., Rodríguez-Orengo, J. F., & Tucker, K. L. (2019). Dietary intake and its determinants among adults living in the metropolitan area of Puerto Rico. *Nutrients*, 11(7), 1–14. <https://doi.org/10.3390/nu11071598>
- McBain, B., Lenzen, M., Wackernagel, M., & Albrecht, G. (2017). How long can global ecological overshoot last? *Global and Planetary Change*, 155(June 2016), 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.06.002>
- Moreno, G. (2009). La integración eco-urbana y el espacio público como asunto ambiental. *Revista de Ciencias Sociales*, 20(0), 78–103. <https://revistas.upr.edu/index.php/racs/article/view/5719>
- Naciones Unidas. (2019). *Las ciudades, “causa y solución” del cambio climático*. <https://news.un.org/es/story/2019/09/1462322>
- National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. (2021).

*Behavioral Risk Factor Surveillance System (BRFSS) Puerto Rico Category : Obesity and Overweight.* <https://www.cdc.gov/nccdphp/dnpao/data-trends-maps/index.html>.

Naturalista. (s.f.). *Emilia-Romaña.*

<https://www.naturalista.mx/places/wikipedia/Emilia%20Romagna>

Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). El futuro de las alimentación y la agricultura . Tendencias y desafíos. *El futuro de la Agricultura y la Alimentación, 1(1)*. <http://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>

Ossorno, M. (2023). *Breve historia del «wellness»: salud más allá de tendencias.*

<https://vein.es/breve-historia-del-wellness-salud-mas-alla-de-tendencias/>

PARES. (s.f.). *Archivo General de Indias.*

<https://pares.mcu.es/ParesBusquedas20/catalogo/description/23064/imprimir>

Pendall, R. (1999). Do land-use controls cause sprawl? *Environment and Planning B: Planning and Design, 26(4)*, 555-571. <https://doi.org/10.1068/b260555>

<https://doi.org/10.1068/b260555>

Peña, N. (2018). Huracán María: Nueva oportunidad para promover en común una mejor movilidad en Puerto Rico. *Revista de Administracion Publica, 49*, 147–156.

Pérez Jiménez, E. (2022). *Estudio de la movilidad en el área metropolitana de Murcia.*

*Diagnóstico de la situación actual y propuestas para fomentar el uso de la bicicleta.*

Poushter, J., & Huang, C. (2019). *Climate Change Still Seen as Top Global Threat, but Cyberattacks Rising Concern.*

<https://www.pewresearch.org/global/2019/02/10/climate-change-still-seen-as-the-top-global-threat-but-cyberattacks-a-rising-concern/>

- Puig, J. (1999). La bicicleta: un vehículo para cambiar nuestras ciudades. *Ecología Política*, 17, 37–43. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=153383>
- Ramos-Santiago, L. E., Villanueva-Cubero, L., Santiago-Acevedo, L. E., & Rodríguez-Melendez, Y. N. (2014). Green area loss in San Juan's inner-ring suburban neighborhoods: A multidisciplinary approach to analyzing green/gray area dynamics. *Ecology and Society*, 19(2). <https://doi.org/10.5751/ES-06219-190204>
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., ... Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, 9(37), eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2023). *Producción de carne y lácteos*. <https://ourworldindata.org/meat-production#livestock-counts>
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (s.f.). *Impactos ambientales de la producción de alimentos*. <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>
- Ruiz, T., & Arroyo, M. R. (2019). *Modelización del Transporte*. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/114796/Tesis\\_Rosa\\_Arroyo\\_v3.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/114796/Tesis_Rosa_Arroyo_v3.pdf)
- Sánchez, M. E. (2019). *La gestión de la moda sostenible como estrategia empresarial* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30195?mode=full>
- Serra-Majem, L., & Ortiz-Andrellucchi, A. (2018). La dieta mediterránea como ejemplo de una alimentación y nutrición sostenibles: enfoque multidisciplinar. *Nutrición*

*Hospitalaria*, 35(4), 96–101. <https://doi.org/10.20960/nh.2133>

Sostenibilidad para Todos. (s.f.). *¿Qué es la moda sostenible?*

[https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-es-la-moda-sostenible/?\\_adin=02021864894](https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-es-la-moda-sostenible/?_adin=02021864894)

Thackeray, S. J., Robinson, S. A., Smith, P., Bruno, R., Kirschbaum, M. U. F., Bernacchi, C., ... Long, S. (2020). (2020). Civil disobedience movements such as School Strike for the Climate are raising public awareness of the climate change emergency.

*Global Change Biology*, 26(3), 1–3. <https://doi.org/10.1111/gcb.14978>

The Wellness Valley Foundation. (2023). *Wellness Valley Report 04*.

<http://www.wellnessvalley.it/>

The Wellness Valley Foundation. (2019). *Wellness Valley Report*.

<http://www.wellnessvalley.it/>

United Nations. (2021). Fact sheet climate change. *Sustainable Transport Conference*, 561(3), S2–S3.

United Nations . (2023). *Global Issues - Population*. <https://www.un.org/es/global-issues/population>

U.S. Environmental Protection Agency. (2023). *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2021*. <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>

Veblen, T. (1899). *The Theory of the Leisure Class: An Economic Study of Institutions*.

B. W. Huebsch.

Vogel, J. H. (2012). *La Economía de la Iniciativa Yasuní -ITT. Cambio Climático como*



*si importara la termodinamica*. Anthem Press.

World Wildlife Fund. (2012). *Planeta Vivo Informe 2012*.

<http://www.ibcperu.org/doc/isis/13057.pdf>

WRI & WBCSD. (2019). Protocolo de Gases Efecto Invernadero. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 138.

Zagheni, E. (2011). The leverage of demographic dynamics on carbon dioxide emissions: Does age structure matter? *Demography*, 48(1), 371–399.

<https://doi.org/10.1007/s13524-010-0004-1>

## Discusión

El capítulo primero introduce el complejo tema del cambio climático. Referente a él quisiera resaltar la importancia de que a pesar de que existe un casi pleno consenso científico, aún hoy existe mucho desconocimiento y hay una gran confusión entre el cambio climático natural y el causado por causas antropogénicas. Durante los siete años de investigación y escritura he podido constatar como los artículos científicos y sobre todo en los medios de comunicación han añadido esas dos importantísimas palabras “causas antropogénicas”. Eliminar esa confusión es clave para entender la magnitud del problema y también para que podamos comprender que al igual que somos causa, tenemos en nuestra mano ser la solución. Realizar la presente investigación en tantos años también me ha permitido observar cómo la preocupación ha ido creciendo a lo largo del tiempo. Opino que se ha realizado un buen trabajo en conciencia social, sobre todo en los países más desarrollados. Aun así, siento que estamos muy lejos de lo necesario para realizar un verdadero cambio de comportamiento a nivel global.

Durante los años de investigación mi percepción del problema de cambio climático ha ido cambiando y esto ha influido mucho en mi modo de enfoque en las soluciones posibles.

Como ingeniero experto en energías renovables, antes de comenzar el doctorado mi enfoque era totalmente tecnológico. Pensaba que el ser humano sería capaz de desarrollar tecnologías renovables capaces de satisfacer las necesidades del presente sin poner en riesgo las necesidades de las generaciones venideras.

También mi enfoque era muy individual, pensaba que como individuos tenemos el total control de nuestras decisiones para acabar con el problema del cambio climático.

Tras los años de estudio, mis opiniones han evolucionado y a pesar de que creo que esos dos enfoques y/o afirmaciones siguen siendo correctos, también creo que tienen muchos matices y que por sí solas no se sostienen como principales soluciones para resolver el problema del cambio climático debido a razones antropogénicas.

Gracias al profundo estudio para identificar las variables clave del modelo para la simulación del sistema complejo para el capítulo dos “Comparación entre Puerto Rico y la Región Italiana de Emilia Romagna”, la importancia que yo otorgaba a la parte tecnológica como solución al cambio climático disminuyó considerablemente, cobrando protagonismo otros actores como lo son el modo de vida y la dinámica poblacional.

Por otro lado, a menudo se nos transfiere el cuidado del medio ambiente como una responsabilidad individual y gracias al estudio y las experiencias vividas para la elaboración del capítulo tres “La bicicleta como ejemplo de movilidad sostenible y saludable”, he podido constatar la importancia del entorno y la limitación que tenemos dentro de las elecciones posibles.

Formar parte del experimento habiendo habitado en ambos lugares también ha impactado enormemente en la evolución de mis ideas y posturas frente al cambio climático. Gracias a este capítulo mi visión se vuelve mucho más comedida en cuanto a la relevancia de las elecciones individuales. Es claro que individualmente jugamos un papel importantísimo en cuanto a nuestras elecciones pero igualmente es importante el poder

tener esas elecciones las cuales se han convertido en un privilegio para algunas sociedades y que no están al alcance de todos.

Para ser más clara en este punto, observando mi propia manera de vivir en ambas ciudades descubrí que la mayoría de decisiones relativas al modo de vida te las ofrece el entorno. En Bolonia pude reciclar en detalle ya que disponía de contenedores de todo tipo accesibles a menos de un minuto, podía comprar en un mercado local , directamente de los agricultores alimentos frescos y solo la cantidad que necesitaba, tenía acceso a gran variedad de vegetales y siempre encontraba opciones vegetarianas sin ninguna dificultad, caminaba diariamente a todos los lugares en amplias aceras ,seguras y llenas de vida, tenía acceso a parques y espacios naturales donde hacer ejercicio , espacios culturales gratuitos y una increíble variedad de museos, y actividades relacionadas con el arte además de bibliotecas cómodas con acceso gratuito a internet y con amenidades que cubren todas las necesidades básicas y que te permiten poder concentrarte en la lectura o en el estudio.

En mi caso , el entorno afecto directamente en mi huella ecológica , y entendí que me supone mucho más esfuerzo llevar un estilo de vida saludable en Puerto Rico , donde el entorno se convierte en un enemigo en lugar de un aliado y donde incluso se limitan mis elecciones diarias y donde me veo forzada a elegir opciones que no son buenas ni para mi salud ni para el medio ambiente. Por citar dos ejemplos , el registro de pasos diarios durante Mayo del 2022 en Bolonia fue de 12,000 pasos mientras que en Mayo del 2023 en Puerto Rico fue de 1,965 pasos , y el volumen de los envases y residuos generados en Puerto Rico fue el triple de lo generado en Bolonia.

En el caso de la actividad caminando, la diferencia es que en Bolonia podía acceder a todas mis necesidades a pie o en bicicleta , sin embargo en San Juan , es indispensable el uso del vehículo. Por otro lado , los envases de los supermercados son mucho más pequeños y hay políticas en práctica en Bolonia ,no solo para reciclar sino también para reducir residuos.

En conjunto, el gran aprendizaje que he sentido en estos años es entender la gran complejidad y el reto sin precedentes al que nos enfrentamos como humanidad y el ampliar los conocimientos también me ha hecho crecer mi humildad en cuanto a lo que podemos o no hacer individualmente. Ahora tengo una total convicción de que existe una relación clara entre personas y planeta. No existe un planeta saludable si no hay personas saludables y tampoco habrán personas saludables en un planeta que no lo es.

Mi enfoque ahora es mucho más multidisciplinar, y este enfoque se puede apreciar en la diferencia de metodologías adoptadas en los dos capítulos anteriores.

En el capítulo 2: “Comparación entre Puerto Rico y la Región Italiana de Emilia Romagna”, se utiliza la tecnología y el uso de un software informático para comparar las dos regiones objeto de estudio y poder a través de un sistema complejo plantear y entender como un modo de vida puede afectar a el cambio climático debido a razones antropogénicas.

Por otro lado, en el capítulo 3: “La bicicleta como ejemplo de movilidad sostenible y saludable” se utiliza una metodología totalmente diferente y nueva para mí y he comparado mi propia experiencia viviendo en las capitales de las dos regiones objeto de estudio.

También entiendo que puede ser muy positivo para un lector poder pasar de la lectura del capítulo dos donde se manejan conceptos un tanto abstractos y generales, como el concepto genérico de “modo de vida saludable”, al capítulo tres donde se puede ver el impacto de una sola acción dentro de todo un modo de vida saludable como lo es el uso de la bicicleta. Ambas investigaciones llevadas en paralelo responden a la pregunta de tesis y defender que el wellness puede ser nuestro mejor aliado contra el cambio climático.

## Epílogo

Durante millones de años el ser humano fue un animal más y su presencia en el planeta tierra no tenía un impacto determinante. Si analizamos la historia de la humanidad , y vemos la escala del tiempo , la era moderna es prácticamente insignificante. La escritura de la tesis refrescó en mi memoria el Calendario Cósmico de Carl Sagan. La imagen de ese calendario nos permite tomar una perspectiva diferente de la humanidad ya que según el calendario original revisado con datos actuales si comprimiéramos toda la evolución del Universo (13.800 millones de años) en un año, cada mes del calendario cósmico equivaldría a 1.150 millones de años; cada día a unos 38 millones de años; un minuto, 26.238 años y esto nos hace descubrir que el ser humano habría aparecido el 31 de Diciembre y que si seguimos así podríamos también desaparecer en el mismo día.

La imagen de este calendario junto con la imagen de la tierra apareciendo desde la luna tomada desde el Apolo 8 son dos imágenes que se deberían enseñar en todos los centros educativos y que todos los humanos deberíamos conocer para ganar perspectiva y entender que solo somos un instante en la historia de la Tierra y a la vez que debemos hacer lo posible para no extinguirnos y cuidar el planeta azul tal como lo conocemos.

La imagen del planeta azul representa las condiciones de la era climática conocida como el holoceno , que son las que debemos mantener y lo que podemos conocer como “planeta saludable”. Es durante esta “era” en la que la vida en la Tierra prosperó como no lo había hecho en tiempos inmediatamente anteriores y se dieron las condiciones para que nuestra especie desarrollara todo su potencial.

Estas condiciones perfectas han cambiado y tanto la rápida acumulación de gases de efecto de invernadero como los daños irreversibles ocasionados por el consumo excesivo de recursos naturales han tenido repercusiones que tienen en el clima y la biodiversidad , para designar este cambio se ha creado el término Antropoceno.

Se propone como punto de arranque de la nueva época el año 1784, cuando el perfeccionamiento de la máquina de vapor por el británico James Watt abrió paso a la Revolución Industrial y la utilización de energías fósiles.

En esta nueva época tiene lugar lo que conocemos como La gran aceleración. Este término que denota velocidad , nos indica el periodo actual en el que vivimos donde la concentración media diaria de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera, medida en el observatorio de Mauna Loa (Hawái, EE. UU.), estación de referencia mundial en este tema, alcanzó en mayo del 2023 el nivel de 424 partes por millón (ppm). La última vez que hubo esta concentración los humanos modernos no existían y los mares del mundo estaban 30 metros por encima de lo que se encuentran ahora y la temperatura promedio de la superficie era más de 6 grados Celsius por encima de la de ahora. Nuestra vida, tal como la conocemos , sería impensable en ese escenario. El planeta tierra se está transformando por el creciente poder de muchos (dinámica poblacional) , debido a que hemos transgredido o casi todos los límites que han definido nuestra biosfera durante milenios. Estos límites fueron definidos por el sueco Johan Rockström y el estadounidense Will Steffen, junto con sus colegas del Centro de Resiliencia de Estocolmo. Confeccionaron una lista con nueve límites del planeta , procesos que se relacionan entre sí y son importantes para mantener las condiciones ambientales actuales. Si los llevamos más allá de cierto límite, no habrá



cambios drásticos de la noche a la mañana, pero sí se multiplicarán los riesgos para las personas y los ecosistemas.

Ahora, tras casi 15 años de investigación, han conseguido cuantificar el estado de todos los límites y han concluido que hemos traspasado ya seis de ellos (Richardson et al., 2023).

Los nueve límites planetarios identificados por el Stockholm Resilience Centre son: el cambio climático, la integridad de la biosfera, la presencia de entidades químicas artificiales en el entorno, la capa de ozono, los aerosoles atmosféricos (pequeñas partículas de diferentes materiales que flotan en la atmósfera e influyen en la formación de nubes o en la energía solar que refleja nuestro planeta), la acidificación de los océanos, los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno y el fósforo, y los cambios en el agua dulce.

También mostraron cómo se habían disparado desde la Segunda Guerra Mundial todos los indicadores disponibles sobre consumo de recursos primarios, utilización de energía, crecimiento demográfico, actividad económica y deterioro de la biosfera.

Todas esas tendencias que podemos clasificar como “insostenibles” coinciden con la época en la que el ser humano comienza a delegar la actividad física diaria a las máquinas por lo que paralelamente, y refiriéndonos a los humanos, también estamos entrando en una época de sedentarismo que afecta directamente a nuestra salud.

En esta era del Antropoceno podemos afirmar que los humanos dictamos el futuro de la mayoría de especies de nuestro planeta. Nuestras actividades diarias y nuestro modo de vida ahora si son relevantes y tienen impacto en el clima del planeta, debido por un lado

a esa gran aceleración y por otro a el efecto exponencial que supone nuestra dinámica poblacional que hace que estemos en crecimiento constante.

Ante esto , por primera vez en la historia de la humanidad nuestra cultura y por ende nuestro modo de vida son un factor totalmente determinante en nuestra propia extinción. Me refiero a cultura como la pauta de respuestas descubiertas, desarrolladas o inventadas durante la gestión de problemas de los humanos. Estas respuestas se consideran la manera correcta de pensar , percibir y actuar y se pasan a los nuevos miembros de los grupos (Friedman, 2019). Esta cultura determina en las sociedades lo que es aceptable o inaceptable, correcto o incorrecto, importante o insignificante , factible o imposible. La globalización nos ha permitido conocer las diferentes culturas y modos de vida que conviven en la tierra y es inevitable que estas culturas se fusionen entre sí. No es casualidad que en las zonas más longevas del planeta se encuentren denominadores comunes a pesar de tener diferentes culturas. En todos estos lugares , en los pilares de su cultura existe el cuidado de la mente, del cuerpo y del medio ambiente y en todos ellos podemos decir que mantienen un modo de vida saludable (Buettner, 2015).

Esta globalización ofrece una gran oportunidad gracias a la puesta en común de recursos y soluciones y el resurgir de esa nueva cultura común a toda la humanidad, pero también muestra la necesidad de establecer las reglas del cuidado de la casa de todos. No podemos ya usar la excusa del desconocimiento o la duda. Ya sabemos que todas nuestras actividades están interrelacionadas y tienen un impacto directo en el futuro del planeta.

La capacidad de colaborar ,imaginar y de crear y creer en historias es lo que nos diferencia principalmente del resto de animales y lo que ha permitido que el homo sapiens

haya evolucionado hasta el punto de impactar en el clima del planeta y creo que esa misma capacidad de imaginar un futuro sostenible , de crear una economía sostenible y de creer en que podemos solventar este reto sin precedentes es lo que puede salvarnos de nuestra propia extinción.

Cambiar de manera global nuestro modo de vida a uno saludable puede ser la base para comenzar esa transformación profunda que la humanidad necesita para evitar el colapso.

En el 2022 , Bill Gates ha publicado un libro con las claves para evitar un desastre climático , y en el podemos encontrar un enfoque tecnológico donde con el uso de las tecnologías actuales podemos ya conseguir una tasa de cero emisiones para el 2050 (Gates, 2022). En mi humilde opinión y aunque disfruté mucho de la lectura de su libro , entiendo que falta transmitir la importancia de cambios de enfoque en el planteamiento del problema. No solo debemos cambiar las tecnologías , debemos innovar , debemos eco-innovar y además realizar un cambio profundo cultural.

Las eco-innovaciones pueden darse con solo cuestionarse los sistemas que han estado vigentes por décadas. Siempre existirá la resistencia de los sistemas vigentes pero no existe mejora sin romper con los modos conocidos y crear nuevos sistemas. Estas eco-innovaciones se pueden aplicar a todos los aspectos de nuestras cambiantes vidas. A medida que entramos en una nueva fase de revolución eco ambiental liderada por la generación que ha empezado a sufrir de manera directa los efectos del cambio climático ,estas innovaciones se convertirán en un objetivo nuevo y siempre presente para ser aplicada en cada ámbito de nuestra vida. Es alentador ver como ver que esta nueva

generación de empresarios, académicos y ciudadanos en general aceptan el reto de crear nuevas maneras de satisfacer las necesidades de los humanos sin afectar a los ecosistemas, o mejor aún: creando modos de satisfacer las necesidades mientras mejoran y sanan al planeta.

Como ejemplo de estas eco-innovaciones encontramos los desarrollos que se están realizando en Puerto Rico para aprovechar el sargazo como un biofuel. Existe una creciente preocupación sobre la invasión sin precedentes del sargazo en las islas del caribe, sin embargo esta invasión parece ofrecer varias oportunidades económicas en el sector energético y agrícola. Esta macroalga puede en de hecho transformarse en biogás y biocarbón como fuente de energía o fertilizante orgánico para la sanidad vegetal y regeneración del suelo. Las características del sargazo nos ayudarán en parte a reparar algunos de los problemas medioambientales planteados sobre el cambio climático global. Ahora es el momento de convertir problemas como este en oportunidades (Louime et al., 2017).

Mientras tanto y desde su creación el sector *Wellness* no ha parado de crecer , como se constata en el aumento de las prácticas de salud personal, el creciente movimiento legislativo en torno a la salud, el impulso hacia la des-estigmatización de los problemas de salud mental y el despegue de las industrias del fitness, el spa y la autoayuda.

Por ejemplo, casi 500 millones de personas en el mundo practican Yoga como forma de introducir en la rutina diaria una actividad dedicada al cuidado de uno mismo . el número de estadounidenses que practican yoga pasó de 20,4 millones en 2012 a 36 millones en 2016 y 80 millones en el 2018, según un estudio realizado por la americana Yoga

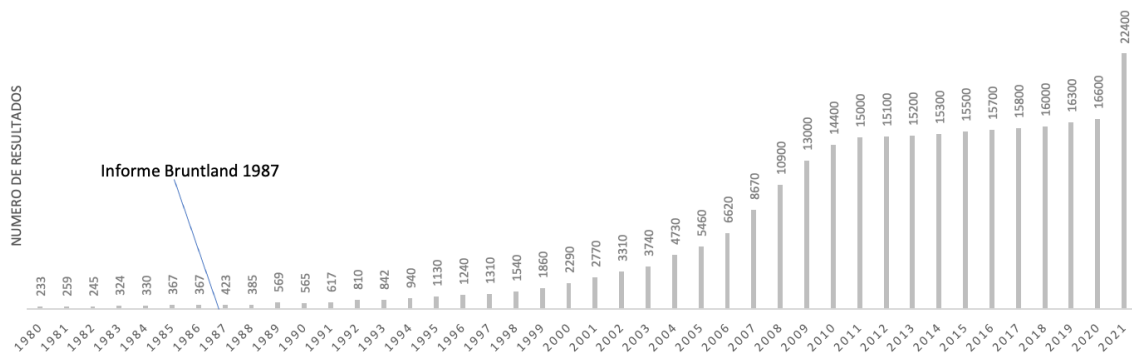
Alliance. varias ciudades y países aprobaron leyes fiscales sobre los refrescos entre 2011 y 2018. El Día Mundial del Bienestar se introdujo por primera vez en 2012 y, desde entonces, se ha celebrado todos los años. En Italia , en el *Wellness valley* desde hace 25 años se han celebrado congresos anuales sobre el *Wellness* creándose en la última década la llamada *Wellness week*, esta semana de promoción de la actividad física se ha convertido en todo un fenómeno que cada año reúne más participantes y en los últimos años ha dado un giro hacia la promoción de la sostenibilidad medioambiental. En términos más globales, tras crecer un 12,8 % en los últimos dos años, la industria del bienestar representa ahora más del 5,3 % de la economía mundial.

Presagio que las tendencias de eco-innovación y *Wellness* se fundirán en una nueva corriente de pensamiento, y espero que se convierta en la primera cultura global de la humanidad en nuestro nuevo mundo hiperconectado. En esta nueva cultura que será transmitida de generación en generación ya habremos aprendido de los errores del pasado y las nuevas generaciones comprenderán la importancia de vivir en armonía con nosotros mismos y con el planeta. Un enfoque mental positivo, el cuidado de las relaciones con los demás y el cuidado de nuestro cuerpo son nuestros mejores aliados contra la lucha contra el cambio climático. Cuidándonos a nosotros mismos cuidamos a nuestro planeta y viceversa.

**“Mens sana in corpore sano in planeta sano”**

## Anexos

### Anexo A. Búsqueda Realizada en Google Académico con palabras clave "cambio climático" (Feb 2022)



**Anexo B. Pirámide de Abraham Maslow “A Theory of Human Motivation”**

## Anexo C. Pirámide del Wellness- The Pyramid of Wellness Lyfestyle- Wellness

### Foundation





## Anexo D. La doble pirámide de la alimentación y ambiental

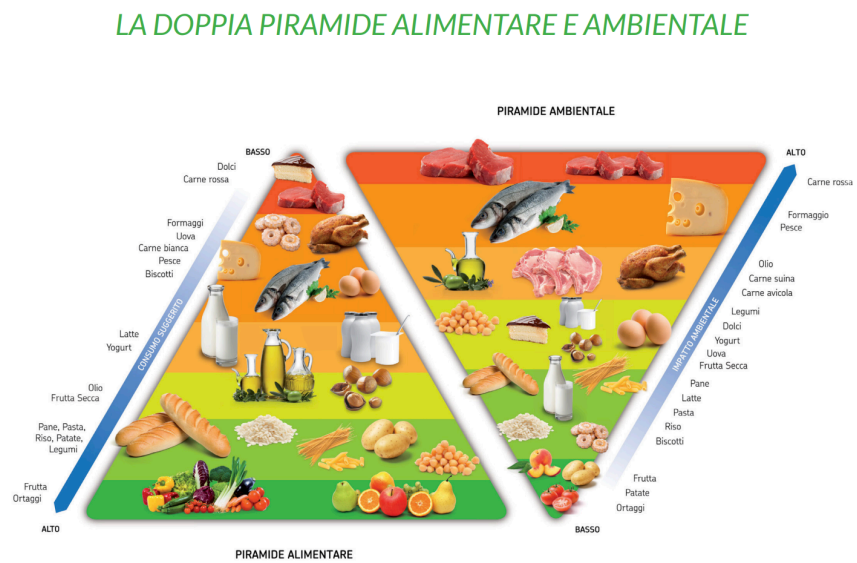


Figura 9 - La "Doppia Piramide" del BCFN, aggiornata nel 2013<sup>11</sup> gli alimenti che dovrebbero essere consumati in maggiore quantità, sono anche quelli che hanno un impatto ambientale minore.

<sup>11</sup>BCFN, 2013. Doppia Piramide 2013 alimentazione sana per tutti e sostenibile per l'ambiente. Parma, 2013.

## **Anexo E. Consultas a Chat GPT durante el proceso de investigación**

ChatGPT , (según definida por ella misma) *es un modelo de lenguaje artificial desarrollado por OpenAI que se entrena con grandes cantidades de datos de texto para generar respuestas coherentes y relevantes a preguntas y mensajes de texto en lenguaje natural. El modelo se basa en la tecnología de redes neuronales de aprendizaje profundo y utiliza técnicas de procesamiento del lenguaje natural para entender el contexto y la intención detrás de las palabras y frases en un texto. ChatGPT se ha utilizado para una variedad de aplicaciones, incluyendo chatbots, asistentes virtuales y herramientas de análisis de texto.*

OpenAI (Según propia definición) *es una organización de investigación en inteligencia artificial fundada en diciembre de 2015 por un grupo de líderes en el campo de la inteligencia artificial y la tecnología, incluyendo a Elon Musk, Sam Altman, Greg Brockman y otros. La misión de OpenAI es desarrollar y promover una inteligencia artificial segura y beneficiosa para la humanidad. Para lograr esto, OpenAI lleva a cabo investigaciones de vanguardia en inteligencia artificial y desarrolla tecnologías y herramientas avanzadas para hacer que la inteligencia artificial sea más accesible y segura para todos. La organización tiene una amplia gama de proyectos en curso, que van desde el desarrollo de modelos de lenguaje natural avanzados hasta la creación de robots inteligentes y el análisis de datos a gran escala. OpenAI también ha creado varias herramientas y plataformas de código abierto para ayudar a otros investigadores y desarrolladores a avanzar en el campo de la inteligencia artificial.*

Utilizaremos la ayuda de la Inteligencia Artificial para parangonar las variables que relacionan el modo de vida saludable y el cambio climático.

FUENTE: <https://chat.openai.com/chat>

Consulta realizada enero 2023.

*Pregunta:*

*¿Qué variables debemos tener en cuenta para analizar cómo un modo de vida saludable influye en el cambio climático?*

*Respuesta:*

*Para analizar cómo un modo de vida saludable puede influir en el cambio climático, es importante considerar las siguientes variables:*

*Consumo de energía: Las actividades humanas, como el uso de la energía para calentar edificios, conducir vehículos y fabricar productos, generan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que contribuyen al cambio climático. Un modo de vida saludable puede implicar reducir el consumo de energía a través de medidas como la mejora de la eficiencia energética o la utilización de fuentes de energía limpias.*

*Transporte: El transporte es una de las principales fuentes de emisiones de GEI en muchos países. Un modo de vida saludable puede incluir utilizar medios de transporte más sostenibles, como el transporte público, el ciclismo o el uso de vehículos eléctricos en lugar de combustibles fósiles.*

*Alimentación: La producción de alimentos es otra fuente importante de emisiones de GEI. Un modo de vida saludable puede incluir elegir alimentos sostenibles, como aquellos que tienen un impacto menor en el medio ambiente y que son producidos de manera responsable.*

*Uso del suelo: La deforestación y la conversión de áreas naturales en terrenos agrícolas o urbanos pueden contribuir al cambio climático al eliminar los bosques que actúan como sumideros de carbono. Un modo de vida saludable puede incluir la conservación de los ecosistemas y el uso responsable del suelo.*

*Consumo de productos: La producción de muchos productos, como la ropa, el mobiliario y los electrodomésticos, también puede contribuir al cambio climático a través de emisiones de GEI y el uso de recursos naturales. Un modo de vida saludable puede incluir la compra de productos sostenibles y la reducción del consumo de productos de un solo uso.*

*Es importante tener en cuenta que el cambio climático es un problema complejo y que no existe una solución única. Además de considerar estas variables, es importante trabajar en políticas y medidas a nivel nacional e internacional para reducir las emisiones de GEI y proteger el medio ambiente.*

Aunque tomaremos en consideración la respuesta de la inteligencia artificial , también tendremos en cuenta la sugerencia que ella misma da al preguntarle cuáles son las fuentes de datos utilizadas para elaborar la respuesta.

*Pregunta: ¿Que fuentes de datos has utilizado para responder a la anterior pregunta?*

*Respuesta: Mi entrenamiento incluye una mezcla de datos de diversas fuentes, como libros, artículos y páginas web. No tengo acceso a bases de datos en tiempo real, por lo que mi conocimiento se detiene en septiembre de 2021. Al proporcionar respuestas, genero información basada en lo que he aprendido durante mi entrenamiento, pero no tengo la capacidad de acceder o recuperar información de fuentes externas en tiempo real. Siempre es recomendable verificar la información crítica con fuentes adicionales.*

La respuesta de la Inteligencia Artificial refuerza nuestro planteamiento inicial ya que todas las variables propuestas por ChatGPT (consumo de energía, transporte, alimentación, uso de suelo y consumo de productos) se habían considerado durante el proceso de investigación a la hora de definir nuestro modelo.

De nuevo recurrimos a la inteligencia artificial para que nos realice un resumen de las limitaciones.

FUENTE: <https://chat.openai.com/chat>

Consulta realizada febrero 2023.

*Pregunta : ¿qué críticas se pueden hacer a los modelos de simulación basados en la metodología llamada Dinámica de Sistemas?*

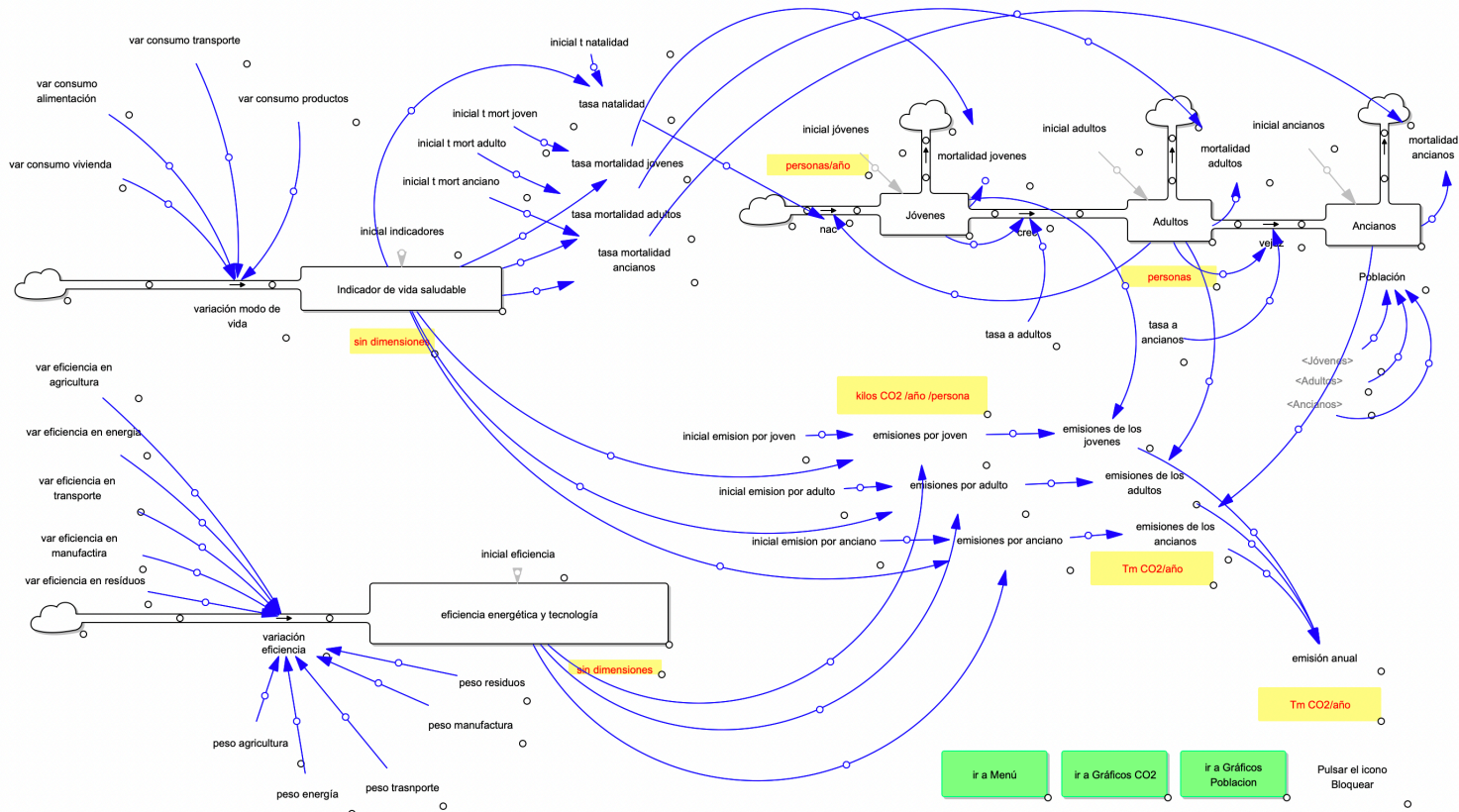
*Respuesta: Hay varias críticas que se pueden hacer a los modelos de simulación basados en la metodología de Dinámica de Sistemas*

- 1. Complejidad: Los modelos de Dinámica de Sistemas pueden ser muy complejos y requerir una gran cantidad de información y recursos para su construcción y análisis.*
- 2. Validez de los supuestos: La validez de los resultados de un modelo de Dinámica de Sistemas depende en gran medida de la validez de los supuestos subyacentes, lo que puede ser difícil de determinar.*
- 3. Incertidumbre en los datos: La incertidumbre en los datos de entrada puede tener un impacto significativo en los resultados de un modelo de Dinámica de Sistemas, y puede ser difícil de cuantificar.*

4. *Limitaciones de los modelos lineales: Muchos modelos de Dinámica de Sistemas son lineales, lo que significa que suponen que los efectos de los diferentes factores son proporcionales y aditivos. Esto puede ser una simplificación excesiva de la realidad.*
5. *Dificultad para integrar diferentes disciplinas: Los modelos de Dinámica de Sistemas a menudo requieren la integración de información y conocimiento de diferentes disciplinas, lo que puede ser un desafío.*

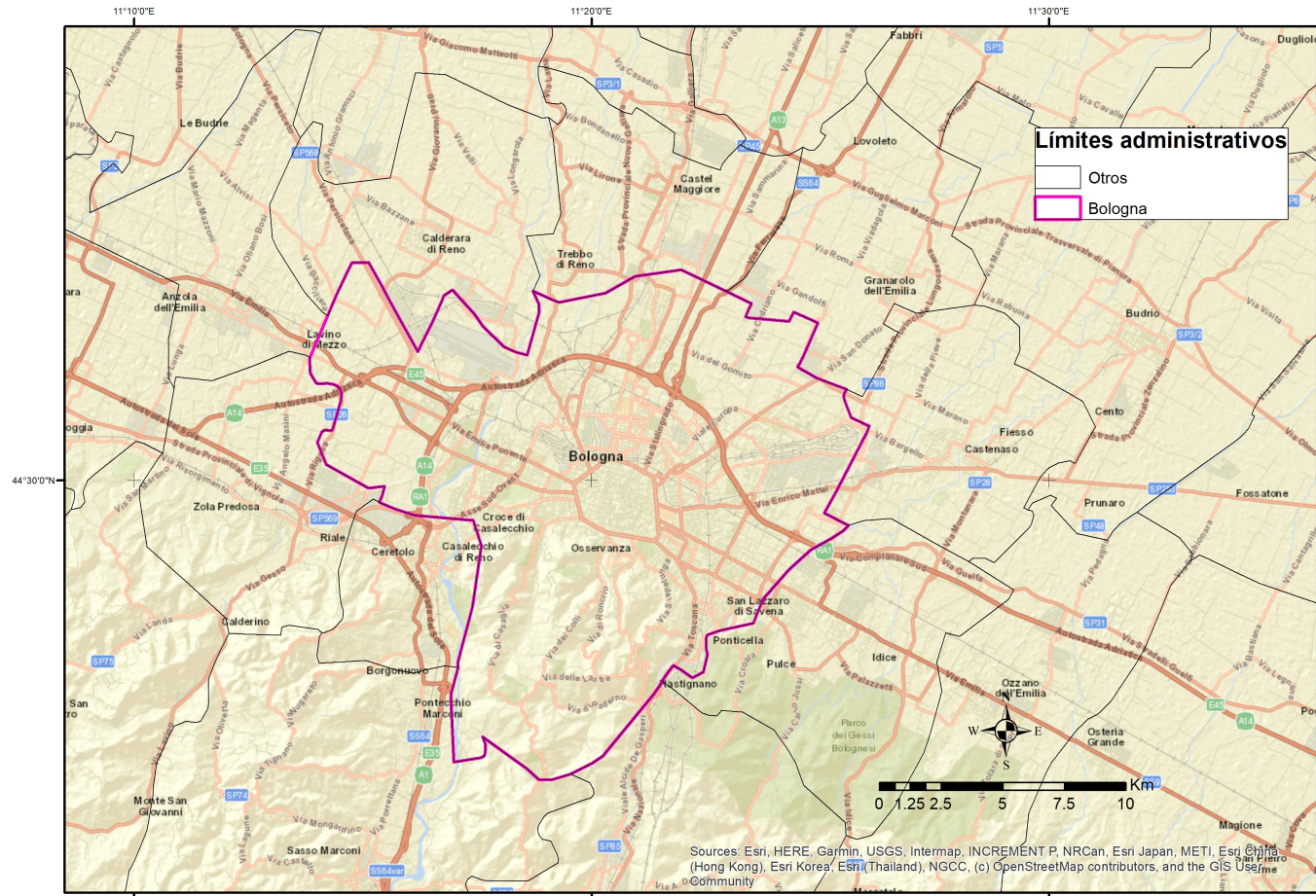
*En general, los modelos de Dinámica de Sistemas son herramientas valiosas para la comprensión y predicción de los sistemas complejos, pero es importante tener en cuenta sus limitaciones y críticas al utilizarlos.*

# Anexo F

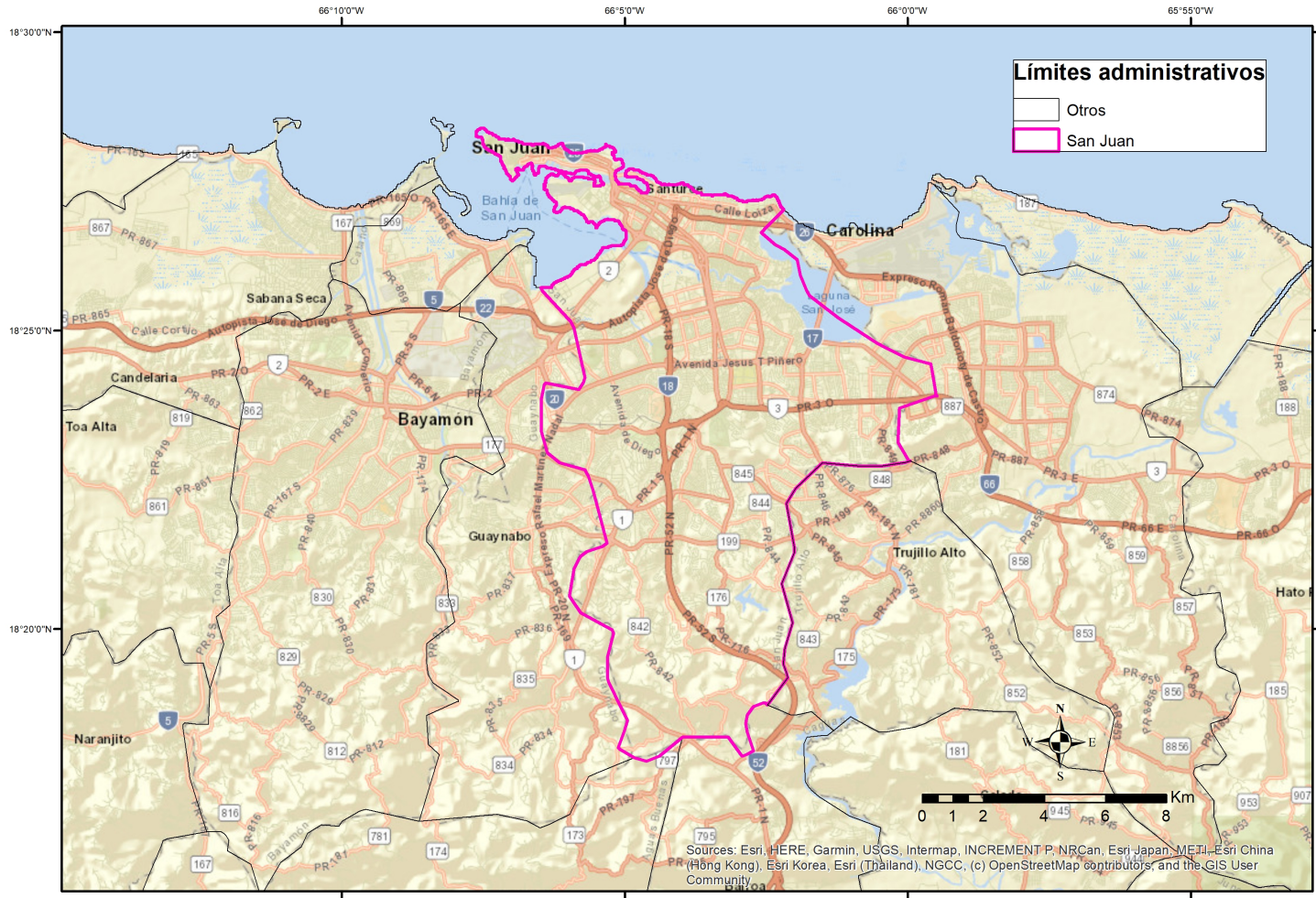




Anexo G. Mapa actual de la ciudad de Bologna y Mapa actual de la ciudad de San Juan







## Anexo H

Demográficos y territoriales			OBSERVACIONES
Número de Habitantes	337,300	392,303	Datos a priori similares , pero se aprecia diferencia en la distribución de la densidad poblacional. En San Juan es bastante homogénea mientras que en Bolonia la mayor densidad se encuentra en los barrios centricos. La densidad favorece a Bolonia para el uso de la bicicleta
Área	123.5 km <sup>2</sup> / 47.5 millas <sup>2</sup>	140.9 km <sup>2</sup> /54.83 millas <sup>2</sup>	
Densidad poblacional	2,731.18 hab/km <sup>2</sup>	2,784.27 hab/km <sup>2</sup>	
Topografía	Topografía generalmente llana ,con un cambio máximo de altitud de 59 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 2 metros. El área en un radio de 3 kilómetros de San Juan está cubierta de agua (78 %) y superficies artificiales (19 %), en un radio de 16 kilómetros de agua (58 %) y pradera (16 %) y en un radio de 80 kilómetros de agua (75 %) y árboles (14 %).	Topografía diversa con variaciones muy grandes de altitud, con un cambio máximo de altitud de 252 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 82 metros. El área en un radio de 3 kilómetros de Bolonia está cubierta de superficies artificiales (77 %) y tierra de cultivo (13 %), en un radio de 16 kilómetros de tierra de cultivo (66 %) y árboles (16 %) y en un radio de 80 kilómetros de tierra de cultivo (64 %) y árboles (26 %).	Si aislamos el factor de la topografía, podríamos decir que la topografía llana favorece a San Juan para el uso de la bicicleta.
Temperatura media	En San Juan, los veranos son largos, cálidos, mojados y mayormente nublados; los inviernos son calurosos, ventosos y mayormente despejados y está opresivo durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 22 °C a 31 °C y rara vez baja a menos de 20 °C o sube a más de 33 °C. La temporada calurosa dura 4,9 meses, del 26 de mayo al 23 de octubre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 31 °C. El mes más cálido del año en San Juan es agosto, con una temperatura máxima promedio de 31 °C y mínima de 25 °C. La temporada fresca dura 3,1 meses, del 6 de diciembre al 9 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 29 °C. El mes más frío del año en San Juan es enero, con una temperatura mínima promedio de 22 °C y máxima de 28 °C.	En Bolonia, los veranos son calurosos y mayormente despejados y los inviernos son muy frío y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -0 °C a 31 °C y rara vez baja a menos de -4 °C o sube a más de 35 °C. La temporada calurosa dura 3,2 meses, del 6 de junio al 12 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 26 °C. El mes más cálido del año en Bolonia es julio, con una temperatura máxima promedio de 30 °C y mínima de 19 °C. La temporada fría dura 3,3 meses, del 19 de noviembre al 28 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 11 °C. El mes más frío del año en Bolonia es enero, con una temperatura mínima promedio de -0 °C y máxima de 6 °C.	Si aislamos el factor de la temperatura podríamos decir que favorece a San Juan para el uso de la bicicleta.
Días de lluvia	Llueve durante el año en San Juan. El mes con más lluvia en San Juan es septiembre, con un promedio de 120 milímetros de lluvia.El mes con menos lluvia en San Juan es enero, con un promedio de 33 milímetros de lluvia.La temporada más mojada dura 7.3 meses, de 24 de abril a 2 de diciembre, con una probabilidad de más del 35 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en San Juan es septiembre, con un promedio de 14.8 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. La temporada más seca dura 4.7 meses, del 2 de diciembre al 24 de abril. El mes con menos días mojados en San Juan es enero, con un promedio de 6.6 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.	Llueve durante el año en Bolonia. El mes con más lluvia en Bolonia es octubre, con un promedio de 72 milímetros de lluvia. El mes con menos lluvia en Bolonia es enero, con un promedio de 29 milímetros de lluvia. La temporada más mojada dura 9.4 meses, de 9 de septiembre a 22 de junio, con una probabilidad de más del 23 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Bolonia es octubre, con un promedio de 8.4 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. La temporada más seca dura 2.6 meses, del 22 de junio al 9 de septiembre. El mes con menos días mojados en Bolonia es enero, con un promedio de 5.7 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.	Si aislamos el factor de la lluvia , podríamos decir que favorece a Puerto Rico para el uso de la bicicleta
Humedad	En San Juan la humedad percibida varía levemente. El periodo más húmedo del año dura 10 meses, del 26 de marzo al 28 de enero, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 86 % del tiempo. El mes con menos días bochornosos en San Juan es febrero, con 23,5 días bochornosos o peor.	En Bolonia la humedad percibida varía considerablemente. El periodo más húmedo del año dura 3,2 meses, del 11 de junio al 18 de septiembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 9 % del tiempo. El mes con más días bochornosos en Bolonia es agosto, con 9,1 días bochornosos o peor. El día menos húmedo del año es el 23 de febrero cuando básicamente no hay condiciones húmedas.	Si aislamos el factor de la humedad podríamos decir que favorece a Bolonia para el uso de la Bicicleta.
Contaminación del aire	El nivel medio del 2021 de contaminación del aire está dentro de los límites establecidos por la OMS como saludables. El índice de calidad del aire medio para el 2021 :4.8 ICA El contaminante principal: PM2.5	El nivel medio del 2021 de contaminación del aire es perjudicial para grupos sensibles. El índice de calidad del aire medio para el 2021: 141 ICA El contaminante principal: PM2.5	Si aislamos el factor de la humedad , podríamos decir que favorece a Puerto Rico para el uso de la bicicleta

## Anexo I

Socioeconómicos			OBSERVACIONES
Ingreso Per Cápita	\$ 19,361 según censo 2019	Euros 42.312,82 dato del 2019	Si aislamos el ingreso podríamos decir que este factor favorece a San Juan en el uso de la bicicleta
Sueldo mínimo	El salario mínimo actual es de \$8.50 por hora, El salario mínimo está programado para aumentar a \$9.50 por hora el 1 de julio de 2023, y a \$ 10.50 por hora el 1 de julio de 2024.	No existe	inconcluso
Sueldo medio	El salario medio en San Juan en 2021 ha sido de 17.86\$/hora.	El salario medio en Italia en 2021 ha sido de 32.058 € al año, es decir 18.22 \$/hora Teniendo en cuenta la tasa de cambio calculado por el Banco Central Europeo para ese año (1 euro = 1,1827 dólares) y 40 horas semanales laborales.	inconcluso
Importaciones de Bicicletas / número de bicicletas importadas en 2021	14 millones de dólares importados en 2021 y una media anual de 7 millones para todo Puerto Rico. No existe un mercado de exportación de bicicletas relevante. (6,000 USD en 2021). Numero de bicicletas disponibles para mercado interno en Puerto Rico en 2021 = 97,446 unidades	294 millones de euros de bicicletas exportadas y 154 millones de euros importados en 2021. Numero de bicicletas disponibles para mercado interno en Italia en 2021= 1.680.000 unidades	Si aislamos las importaciones podríamos decir que este factor favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta
Personas que usan la bicicleta como medio de transporte	411 personas usan la bicicleta como método de transporte al trabajo en San Juan de un total de 2300 en toda la isla.	Se contabiliza en 6,179 el total de flujos horarios promedio entre semana, registrados en los intervalos 8:00-10:00 y 16:30-18:30 en 22 medidores de flujo de bicicletas colocados en el área metropolitana de la ciudad de Bolonia.	Si aislamos el numero de personas que la usan podríamos decir que este factor favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta

## Anexo J

<i>Costes</i>			<i>OBSERVACIONES</i>
Coste abono mensual transporte publico	Alternativa de Transporte Integrado (ATI)	El sistema de transporte público de Bolonia se llama TPER (Trasporto Passeggeri Emilia Romagna)	Si aislamos este dato favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta, no solo porque el coste es más economico (mucho mas si se entiende en funcion de los ingresos) , sino porque la bicicleta esta integrada dentro de los planes de uso de otros transportes publicos.
	Tren Urbano (TU).	36 Euros mensuales, Tarifa Regular y viajes ilimitados	
	50 \$ mensuales, Tarifa Regular y viajes ilimitados	Servicios de autobús en área urbana	
	Pases de Uso Ilimitado aplican a Tren Urbano, AMA y Metrobus 1 y 2.		
Precios combustibles principales para automoción	Precio medio para el consumidor del 2021 (dólares por galón)	Precio medio para el consumidor del 2021 (euros por litro)	Si aislamos este dato favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta
	Gasolina y Diesel: 2.9863 \$ por galón = \$ 0.7889 /litro	Gasolina y Diesel: 6.9468 \$ por galón = \$ 1.835 /litro	
<i>Calidad del servicio</i>			<i>OBSERVACIONES</i>
Accidentes en Bicicleta registrados en el 2021	12 muertes de ciclistas por accidente de tráfico en toda la isla de Puerto Rico.	319 accidentes de bicicleta con 1 muerto y 40 heridos y 27 accidentes de bicicleta eléctrica con 24 heridos	Si aislamos este dato favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta

## Anexo K

<i>Modos de transporte</i>		<i>OBSERVACIONES</i>	
Tasas de motorización de automóviles y motocicletas	252 Año 2019 (vehículos circulando por cada 1.000 habitantes) 0.75 por cada habitante.	146 Año 2019 (vehículos circulando por cada 1.000 habitantes) 0.37 por habitante.	Si aislamos este dato favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta
Densidad vehicular	2,048 2019 (vehículos circulando por km2)	1,030 2019 (vehículos circulando por km2)	Si aislamos este dato favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta
Número de licencias de taxis	Negociado de Transporte y otros Servicios Públicos (NTSP), tiene registrados cerca de 1,300 pero operan	722	Si aislamos este dato favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta
Números de conductores de Red de transporte (uber o similar)	Compañía de turismo Se estiman que en Puerto Rico hay 175,000 usuarios de la plataforma Uber y 4,000 socios conductores registrados, en activo unos 600 en el área metropolitana.	245	Si aislamos este dato favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta
Estaciones de Autobuses	ATI tiene 31 rutas de Autobús en San Juan con 1197 paradas de Autobús.	TPER tiene 73 rutas en Bolonia urbana con 4164 paradas de autobús.	Si aislamos este dato favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta
Estaciones de Trenes	0 estaciones de tren 16 – solo tren urbano (metro)	1 estación de tren principal 0 estaciones de metro o tren urbano	Si aislamos este dato favorece a San Juan en el uso de la bicicleta
Empresas de Bike Share	Banco Popular BiciPOP 120 unidades – 200 docks en colaboración con la empresa de patinetes Skootel.	Bologna, Italy - Movi by Mobike Flota privada de 2300 bicicletas libres Operador: Idrí Bk . Marca de bicicletas Mobike Según mapa de Meddin	Si aislamos este dato favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta
<i>Usos de suelo</i>		<i>OBSERVACIONES</i>	
Km de carril Bici	Año 2021 Km: 20	Año 2021 Km: 212,6	Si aislamos este dato favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta
Km de carreteras	Año 2021 32,136.1 km carreteras asfaltadas	Año 2020 832.5 Km de carreteras asfaltadas	Si aislamos este dato favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta
Áreas verdes	En el 2002, las áreas verdes del término municipal de San Juan cubren 5,305 ha = 53 millones de metros cuadrados. Casi un 42% de la municipalidad.	Hay 591 parques y jardines y 7 millones de metros cuadrados de espacio verde en el área municipal.	Si aislamos este dato favorece a San Juan en el uso de la bicicleta
Árboles en área metropolitana	Número de árboles desconocido. Número de especies 547.	La ciudad mantiene 83,677 árboles, de 175 especies diversas, siendo 37 de estas especies de alta eficiencia medioambiental.	Si aislamos este dato favorece a San Juan en el uso de la bicicleta
Ciclovías de uso exclusivo para bicicletas y que interconecten uno o varios núcleos urbanos	9 ciclovías en el área metropolitana no interconectadas y para uso recreacional. Aproximadamente 20 km  0 ciclovías de uso exclusivo interurbanas.	21 Ciclovías que llegan a Bolonia- <b>Bicopolitana de Bolonia</b> primera red ciclista metropolitana de Italia, con más de 1.000 km de recorridos y dos redes principales: una para los desplazamientos cotidianos y otra para el ocio.  Ejemplo la línea numero 2 = 50 Km ciclovía del sole	Si aislamos este dato favorece a Bolonia en el uso de la bicicleta

## Fórmulas del Modelo

(01) Adultos= INTEG (  
 crec-mortalidad adultos-vejez,  
 inicial adultos)  
 Units: \*\*undefined\*\*

(02) Ancianos= INTEG (  
 vejez-mortalidad ancianos,  
 inicial ancianos)  
 Units: \*\*undefined\*\*

(03) crec=  
 Jóvenes\*tasa a adultos  
 Units: \*\*undefined\*\*

(04) eficiencia energética y tecnología= INTEG (  
 variación eficiencia,  
 inicial eficiencia)  
 Units: \*\*undefined\*\*

(05) emisiones anuales=  
 emisiones de los adultos+emisiones de los ancianos+emisiones de los jovenes  
 Units: \*\*undefined\*\*

(06) emisiones de los adultos=  
 Adultos\*emisiones por adulto  
 Units: \*\*undefined\*\*

(07) emisiones de los ancianos=  
 Ancianos\*emisiones por anciano  
 Units: \*\*undefined\*\*

(08) emisiones de los jovenes=  
 emisiones por joven\*Jóvenes  
 Units: \*\*undefined\*\*

(09) emisiones por adulto=

inicial emision por adulto\*(1-(eficiencia energética y tecnología-50)/50)  
)\*((100-Indicador de vida saludable)/50)

Units: \*\*undefined\*\*

(10) emisiones por anciano=

inicial emision por anciano\*(1-(eficiencia energética y tecnología-50)/  
50)\*((100-Indicador de vida saludable)/50)

Units: \*\*undefined\*\*

50/indicador, para que si indicador=50 el cociente sea 1 y si  
indicador=100 (optimo) las emisiones se multipliquen por 0.5

(11) emisiones por joven=

inicial emision por joven\*(1-(eficiencia energética y tecnología-50)/50)  
)\*((100-Indicador de vida saludable)/50)

Units: \*\*undefined\*\*

MODIFICADO EN VERSION 5

(12) FINAL TIME = 2053

Units: Month

The final time for the simulation.

(13) Indicador de vida saludable= INTEG (

variación modo de vida,

inicial indicadores)

Units: \*\*undefined\*\*

(14) inicial adultos=

GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B6' )

Units: \*\*undefined\*\*

(15) inicial ancianos=

GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B7' )

Units: \*\*undefined\*\*

(16) inicial eficiencia=

GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B12' )

Units: \*\*undefined\*\*

(17) inicial emision por adulto=

- GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B15' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (18) inicial emision por anciano=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B14' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (19) inicial emision por joven=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B16' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (20) inicial indicadores=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B13' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (21) inicial jóvenes=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B5' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (22) inicial t mort adulto=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B9' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (23) inicial t mort anciano=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B10' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (24) inicial t mort joven=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B11' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (25) inicial t natalidad=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B8' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (26) INITIAL TIME = 2023  
Units: Month  
The initial time for the simulation.



- (27) Jóvenes= INTEG (  
nac-crec-mortalidad jovenes,  
inicial jóvenes)  
Units: \*\*undefined\*\*
- (28) mortalidad adultos=  
Adultos\*tasa mortalidad adultos  
Units: \*\*undefined\*\*
- (29) mortalidad ancianos=  
Ancianos\*tasa mortalidad ancianos  
Units: \*\*undefined\*\*
- (30) mortalidad jovenes=  
Jóvenes\*tasa mortalidad jovenes  
Units: \*\*undefined\*\*
- (31) nac=  
Adultos\*tasa natalidad  
Units: \*\*undefined\*\*
- (32) peso agricultura=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B34' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (33) peso energía=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B35' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (34) peso manufactura=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B37' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (35) peso residuos=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B38' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (36) peso transporte=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B36' )

Units: \*\*undefined\*\*

(37) Población=

Adultos+Ancianos+Jóvenes

Units: \*\*undefined\*\*

(38) SAVEPER =

TIME STEP

Units: Month [0,?]

The frequency with which output is stored.

(39) tasa a adultos=

GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B19' )

Units: \*\*undefined\*\*

(40) tasa a ancianos=

GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B20' )

Units: \*\*undefined\*\*

(41) tasa mortalidad adultos=

(inicial t mort adulto/100)/(Indicador de vida saludable/50)

Units: \*\*undefined\*\*

(42) tasa mortalidad ancianos=

(inicial t mort anciano/100)/(Indicador de vida saludable/50)

Units: \*\*undefined\*\*

(43) tasa mortalidad jovenes=

(inicial t mort joven/100)/(Indicador de vida saludable/50)

Units: \*\*undefined\*\*

(44) tasa natalidad=

(inicial t natalidad/100)\*(Indicador de vida saludable/50)

Units: \*\*undefined\*\*

(45) TIME STEP = 1

Units: Month [0,?]

The time step for the simulation.

- (46) var consumo alimentación=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B23' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (47) var consumo productos=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B24' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (48) var consumo transporte=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B25' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (49) var consumo vivienda=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B26' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (50) var eficiencia en agricultura=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B28' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (51) var eficiencia en energia=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B29' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (52) var eficiencia en manufactira=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B31' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (53) var eficiencia en residuos=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B32' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (54) var eficiencia en transporte=  
GET XLS CONSTANTS( 'Wellness.xlsx' , 'Hoja1' , 'B30' )  
Units: \*\*undefined\*\*
- (55) variación eficiencia=  
(var eficiencia en agricultura\*peso agricultura+var eficiencia en residuos  
\*peso residuos+var eficiencia en transporte\*peso transporte+var eficiencia en manufactira

\*peso manufactura+var eficiencia en energia\*peso energía\*(peso agricultura  
+peso energía+peso manufactura+peso residuos+peso transporte)

Units: \*\*undefined\*\*

(56) variación modo de vida=

(var consumo alimentación+var consumo productos+var consumo transporte+var consumo vivienda  
) / 4

Units: \*\*undefined\*\*

(57) vejez=

Adultos\*tasa a ancianos

Units: \*\*undefined\*\*

## Vita

Soy Ingeniero Industrial con especialidad en Mecánica y poseo un Máster en Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Universidad de Salamanca. Mi viaje profesional me ha llevado a ser candidato Doctoral en Ciencias Ambientales en la Universidad de Puerto Rico, donde sigo profundizando en mi pasión por el medio ambiente y su preservación.

Con casi una década entregada al sector del bienestar y la salud, y más de 15 años de experiencia en energías renovables, me he especializado en el mercado latinoamericano, liderando proyectos emblemáticos en tierras tan diversas como México, Centroamérica, el Caribe, Argentina y Perú. Como experto en energías renovables, he abarcado todas las fases de los proyectos, desde aspectos técnicos hasta comerciales, y he sido parte fundamental en la financiación y negociación de grandes iniciativas sostenibles.

En la actualidad, me desempeño con entusiasmo como emprendedora y directora general de una empresa dedicada al bienestar y la salud, donde abracé la oportunidad de cubrir todos los aspectos relacionados con la gestión y administración empresarial. Es en este contexto que mi pasión por la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible se fusiona con mi dedicación a promover un estilo de vida activo y equilibrado, basado en el deporte y la vida sana.

Nací en el año 1981 en la hermosa República Dominicana, específicamente en San Juan de la Magüana, una tierra bendecida por la naturaleza y que desde mis primeros años de vida me inspiró a amarla y protegerla. Desde temprana edad, mi curiosidad por la ciencia y la tecnología me llevó a seguir el camino de la ingeniería. Tras graduarme con honores

en Ingeniería Industrial, sentí que mi propósito iba más allá de la ingeniería convencional. Así, decidí enfocar mi carrera hacia el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente, lo que me llevó a realizar un apasionante Master en Energía Renovable y Eficiencia Energética en la prestigiosa Universidad de Salamanca. Fue allí donde adquirí el conocimiento y las herramientas necesarias para incorporarme con fuerza al mercado laboral.

El destino me sonrió con una oferta laboral en la empresa pionera en Energías Renovables, ISOFOTON, donde tuve la oportunidad de hacer realidad un proyecto muy personal: implementar un sistema fotovoltaico híbrido solar y eólico en el pueblo donde habitaban mis queridos abuelos, una comunidad aún sin acceso a la electricidad. Aunque joven e inexperta, esa experiencia me permitió aplicar con éxito todos los conocimientos adquiridos y ser parte de los más grandes proyectos fotovoltaicos de aquel entonces en República Dominicana. Cada día de aquellos años dedicados al desarrollo e implementación de energías renovables, sentí cómo contribuía significativamente a la mejora del medio ambiente y al desarrollo del país en el que nací, y fortalecía mi convicción en el poder transformador de la sostenibilidad.

Establecerme en la hermosa isla del encanto ,Puerto Rico, me dio la oportunidad de enriquecer mi trayectoria profesional con una segunda fase, enfocada en el campo del bienestar y la salud. Desde siempre, he sido una entusiasta del deporte y la vida sana, practicando regularmente actividades al aire libre y promoviendo un estilo de vida activo y equilibrado entre mis colegas y amigos. Desde los trece años deje de consumir carne y hoy miro atrás orgullosa de aquella adolescente valiente que fue capaz de defender y

ejecutar sus convicciones mientras vivía en Salamanca, tierra conocida mundialmente por sus productos de cerdo ibérico . Sé lo esencial que es cuidar nuestra salud y bienestar, y me esfuerzo por inspirar a los demás a abrazar esta filosofía de vida.

La culminación de mi carrera académica se materializa en mi Tesis Doctoral, donde he aunado toda mi experiencia profesional en dos campos apasionantes: las energías renovables y la salud y el bienestar. Mi enfoque está en abordar uno de los retos más grandes a los que nos enfrentamos como humanidad: el cambio climático. Cada paso de mi trayectoria me ha llevado a estar convencido de que el camino hacia un futuro más verde y sostenible se construye mediante la unión de estas áreas aparentemente distintas, pero con un impacto trascendental en nuestro planeta y en nuestras vidas.

Mi compromiso con el medio ambiente no se limita a mi trabajo y mis hábitos personales. Mi mirada se dirige hacia el horizonte, donde vislumbro un futuro inspirador y lleno de esperanza. Una vez culmine mi Doctorado, mi deseo es participar activamente en iniciativas y proyectos comunitarios para concienciar sobre la importancia de la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente a través del *Wellness*. Anhele que mi dedicación a estas causas tenga un impacto positivo en mi comunidad y más allá, dejando un legado que inspire a las generaciones venideras a vivir en armonía con nuestro planeta y a crear un mundo donde la sostenibilidad sea el camino a seguir.

Cada experiencia vivida, cada proyecto realizado, cada conocimiento adquirido me ha llevado a este momento de plenitud y propósito, donde mi pasión por la protección del medio ambiente se fusiona con mi deseo de promover la salud y el bienestar en cada ser humano. En cada paso que doy, la inspiración fluye como un río caudaloso, y mi convicción

se renueva día a día. El viaje hacia un mundo más sostenible y equilibrado no es una meta lejana, sino un sendero que caminamos juntos, conscientes de que cada pequeño esfuerzo suma y crea un futuro más verde, más vibrante y más armonioso para todos.

**Educación:**

- Candidato Doctoral en Ciencias Ambientales, Universidad de Puerto (Actualidad)
- Máster en Energías Renovables y Eficiencia Energética, Universidad de Salamanca.(Máxima Calificación en España) Sobresaliente – Junio 2004
- Ingeniero Industrial con especialidad en Mecánica, Universidad de Salamanca. (Máxima Calificación en España) Sobresaliente – Junio 2003
- Preparación de propuestas y herramientas de acceso a licitaciones, Centro de Altos Estudios Universitarios – OEI . .(Máxima Calificación en España) Sobresaliente– Junio 2011
- Experto Universitario en gestión y planificación de proyectos de cooperación al desarrollo, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales - Universidad Nacional de Educación a Distancia - U.N.E.D. .(Máxima Calificación en España) Sobresaliente– Junio 2010
- Experto Universitario en Gestión de Proyectos, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales .(Máxima Calificación en España) Sobresaliente– Junio 2009



**Experiencia Profesional:**

*Director Ejecutivo, RULIFES, Puerto Rico, nov. 2012 - Actualidad*

- Planificación, organización, dirección y evaluación de las actividades de la empresa, asegurando el cumplimiento de objetivos y metas.
- Monitoreo de presupuestos y progreso de distintos proyectos y actividades.
- Desarrollo, implementación y actualización de procesos y políticas.
- Supervisión, entrenamiento y evaluaciones del personal.
- Representación de la empresa en colaboración con empleados, compañías, socios y terceros.

*Fundadora, GoGreen, Salamanca, España, abr. 2014 - Actualidad*

- Consultoría e ingeniería de energías renovables.
- Desarrollo de proyectos de energía solar en el sector comercial.

*Commercial Project Developer, Solaris Energy Solutions, Puerto Rico, oct. 2014*

*- oct. 2015*

- Desarrollo y gestión de alianzas comerciales y elaboración de estrategias y planes de negocio.
- Representación en ferias de la industria solar y elaboración de presentaciones, seminarios y ponencias.
- Desarrollo de actividades de marketing y preparación de licitaciones.
- Establecimiento y mantenimiento de relaciones con clientes clave.
- Evaluaciones iniciales y elaboración de informes de replanteo.

*Project Development Director, MGM Innova Group, Puerto Rico/Miami, dic.*

*2013 - oct. 2014*

- Priorización, planificación y coordinación de actividades de desarrollo de proyectos en México, Colombia, Centroamérica y el Caribe.
- Supervisión del equipo de desarrollo para ejecución de proyectos dentro de plazos y presupuesto.
- Contacto principal para consultas e inquietudes de clientes y negociaciones contractuales.
- Formulación de propuestas de proyectos y desarrollo de planes, cronogramas y presupuestos.
- Evaluación de riesgos potenciales y desarrollo de planes de mitigación.

*Responsable Mercado Latinoamérica, ISOFOTON, Puerto Rico, jun. 2009 - oct.*

*2012*

- Organización del departamento en Latinoamérica.
- Búsqueda de nuevos clientes y estrategias comerciales.
- Preparación de licitaciones internacionales.

*Responsable Técnico-Comercial Norte de España, ISOFOTON, feb. 2009 - jun.*

*2009*

- Responsable técnico-comercial de Galicia, Asturias, Cantabria, La Rioja, País Vasco, Navarra, Zaragoza e Islas Baleares.
- Diseño de ofertas llave en mano de proyectos de Conexión a Red.
- Tramitación interna de pedidos y labores comerciales.

*6/1/2007 - 2/1/2009 ISOFOTON Madrid, España Gerente Técnico Asistente de Sistemas Fuera de la Red y Electrificación Rural. Departamento de Ingeniería.*

- Preparación de ofertas / diseño y mediciones para sistemas fotovoltaicos fuera de la red e híbridos / electrificación rural y bombeos solares.
- Gestión de proyectos / dirección técnica de proyectos / dirección de licitaciones públicas y supervisión de la ejecución de la electrificación de 102 escuelas rurales en Honduras.
- Obtención de la licitación para el programa Eurosolar en Guatemala y El Salvador.

*2/1/2005 - 6/1/2006 TECSOL-ISOTECSOL República Dominicana Dirección del Departamento de Energías Renovables.*

- Destacan proyectos significativos como la puesta en marcha de la primera escuela del país con energía solar, un contrato con el gobierno para el desarrollo de bombas solares para INAPA (Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados en el marco del programa de Acueductos Rurales) y la obtención de la licitación pública para la electrificación rural de 10,000 hogares en la frontera con Haití.

**Idiomas:**

- Español: Competencia bilingüe o nativa
- Inglés: Competencia profesional completa.
- Italiano: Competencia básica.

**Certificaciones y Cursos:**

- The Science of Well-Being de Yale University (Mayo 2020)
- Curso de Dinámica de Sistemas. (VENSIM) (Mayo 2022)
- Elementos clave del comercio Internacional
- Seguridad laboral en trabajos en altura
- Riesgos laborales y prevención en baja tensión y proximidad a alta tensión.
- Aplicaciones de sistemas fuera de la red (OFF-GRID): HYBRID, HOMER.
- Aplicaciones para dimensionamiento conectado a la red: Censolar, PVSYST, PVGYS, PVDESIGN
- MS PROJECT.
- AUTOCAD 2D y 3D
- Aplicaciones para dimensionamiento de bombeo solar
- Curso de Comercio Exterior en el CM de Madrid
- "Energy" en el Georgia Institute of Technology
- "Negocios Globales de Energía" en la Universidad de Colorado
- "Células Solares Orgánicas" Technical University of Denmark.
- "SOLAR MBA" Heatspring .
- Salesforce.
- TECHNOGYM's SENIOR TECHNICIAN.