

Trabajo Fin de Grado
Grado Universitario en Ingeniería de
Organización Industrial

Análisis Estadístico de la Sostenibilidad en el
Turismo

Autor: Isabel Ortega Cabello

Tutor: Elisa Carvajal Trujillo

Dpto. de Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2024



Trabajo Fin de Grado
Grado Universitario en Ingeniería de Organización Industrial

Análisis Estadístico de la Sostenibilidad en el Turismo

Autor:
Isabel Ortega Cabello

Tutor:
Elisa Carvajal Trujillo
Profesor titular

Dpto. de Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2024

Trabajo Fin de Grado: Análisis Estadístico de la Sostenibilidad en el Turismo

Autor: Isabel Ortega Cabello

Tutor: Elisa Carvajal Trujillo

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2024

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis maestros

La sostenibilidad en el turismo se ha convertido en un requerimiento obligatorio en los últimos años, exigiéndose a nivel reglamentario y a raíz de la creciente demanda de la sociedad, cada vez más concienciada por los efectos del turismo en el cambio climático. Además, algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) están relacionados con el turismo sostenible, subrayando su importancia global.

Actualmente, existen trabajos y proyectos de investigación enfocados en la implementación de medidas para hacer que el turismo sea más sostenible. También es importante determinar cuándo el turismo es verdaderamente sostenible y, para ello se diseñan diversas metodologías. Este enfoque es en el que se basa el presente trabajo. Se analizan datos disponibles que pueden utilizarse para medir el turismo y la sostenibilidad, se presentan técnicas de análisis de datos y un software que realiza estos análisis. Finalmente, se ha realizado la validación de las técnicas elegidas y se han desarrollado diversos casos prácticos.

Se demuestra que con la metodología presentada se pueden analizar datos relativos al turismo y, a partir de ella, llegar a conclusiones que permitan estudiar la sostenibilidad en el turismo.

Sustainability in tourism has become a mandatory requirement in recent years, required at the regulatory level and as a result of growing demand from society, which is increasingly aware of the effects of tourism on climate change. Moreover, some of the Sustainable Development Goals (SDGs) are related to sustainable tourism, underlining its global importance.

Currently, there is work and research projects focusing on the implementation of measures to make tourism more sustainable. It is also important to determine when tourism is truly sustainable, and various methodologies are designed for this purpose. This approach is the basis of this paper. Available data that can be used to measure tourism and sustainability are analysed, data analysis techniques and software that performs these analyses are presented. Finally, validation of the chosen techniques has been carried out and several case studies have been developed.

It is demonstrated that with the methodology presented it is possible to analyse data related to tourism and, from it, to reach conclusions that allow the study of sustainability in tourism.

Resumen	ix
Abstract	x
Índice	xi
Índice de Tablas	xiii
Índice de Ilustraciones	xv
1 Objetivos	1
2 Introducción al Desarrollo Sostenible	2
2.1. <i>Orígenes y evolución del concepto</i>	2
2.2. <i>Las tres dimensiones de la sostenibilidad: ambiental, social y económica</i>	5
2.3. <i>Objetivos del Desarrollo Sostenible</i>	6
2.3.1. <i>Objetivo 7. Acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna</i>	7
2.3.2. <i>Objetivo 12. Modalidades de consumo y producción sostenibles</i>	8
2.3.3. <i>Objetivo 14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos</i>	8
2.3.4. <i>Objetivo 15. Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad</i>	9
2.4. <i>La sostenibilidad en el mundo empresarial</i>	9
2.4.1. <i>Documentos Sostenibles</i>	10
2.4.2. <i>Normas de Sostenibilidad</i>	11
2.5. <i>Turismo Sostenible</i>	11
2.6. <i>Implantación de la Sostenibilidad en el Turismo Industrial</i>	12
2.7. <i>Sostenibilidad sector hotelero</i>	14
2.8. <i>Cuantificación de la sostenibilidad en el turismo</i>	15
2.9. <i>Técnicas para la cuantificación</i>	16
3 Metodología empleada para el caso práctico: Regresión Lineal Múltiple	18
3.1. <i>Regresión Lineal Simple</i>	18
3.2. <i>Regresión Lineal Múltiple</i>	19
3.2.1. <i>Hipótesis regresión lineal Múltiple</i>	20
3.2.2. <i>Paso 1: Supuesto de Normalidad</i>	22
3.2.3. <i>Paso 2: Hipótesis para Coeficientes de Correlación</i>	23
3.2.4. <i>Paso 3: Prueba de hipótesis de los Coeficientes de Regresión</i>	24
4 Validación de la metodología empleada en el Software IBM SPSS	25
4.1. <i>Primer ejemplo</i>	25
4.2. <i>Segundo ejemplo</i>	31
5 Pruebas previas a los estudios de sostenibilidad	37
5.1. <i>Prueba 1</i>	37
5.2. <i>Prueba 2</i>	43
6 Caso práctico: Estudio de la Sostenibilidad en el Turismo mediante indicadores	47

<i>6.1. Indicadores de Turismo Sostenible</i>	47
<i>6.2. Fuentes y bases de datos empleadas sobre el turismo</i>	47
<i>6.3. Primer estudio</i>	48
6.3.1. Indicador Residuos generados por el sector turístico en Andalucía	49
6.3.2. Indicador Número de turistas en Andalucía	51
6.3.3. Indicador Ingresos turísticos en Andalucía	53
6.3.4. Análisis del primer estudio mediante el software IBM SPSS	55
<i>6.4. Segundo estudio</i>	64
6.4.1. Indicador Emisiones de gases efecto invernadero en Andalucía	64
6.4.2. Indicador Número de pasajeros comerciales embarcados o desembarcados de las aeronaves en aeropuertos de Andalucía	65
6.4.3. Indicador Ingresos turísticos en Andalucía	66
6.4.4. Análisis del segundo estudio mediante el software IBM SPSS	67
<i>6.5. Tercer estudio</i>	71
6.5.1. Indicador Consumo de energía renovable en el turismo de Andalucía	71
6.5.2. Indicador Ingresos turísticos de Andalucía	73
6.5.3. Indicador Número de turistas en Andalucía	73
6.5.4. Análisis del tercer estudio mediante el software IBM SPSS	74
<i>6.6. Análisis de resultados</i>	78
6.6.1. Análisis de resultados primer estudio	78
6.6.2. Análisis de resultados segundo estudio	79
6.6.3. Análisis de resultados tercer estudio	80
7 Conclusiones y Líneas futuras	82
Referencias	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales eventos, declaraciones y documentos internacionales sobre Sostenibilidad y Turismo [2]5	
Tabla 2: Indicadores utilizados en los estudios.....	16
Tabla 3: Datos ejemplo Regresión Lineal Simple	18
Tabla 4: Enfoque paramétrico / no-paramétrico	22
Tabla 5: Datos simples ejemplo validación 1	25
Tabla 6: Supuesto de normalidad validación 1 SPSS.....	27
Tabla 7: Correlaciones validación 1 SPSS.....	28
Tabla 8: Relaciones entre las variables con p-valor validación 1 SPSS.....	28
Tabla 9: Relaciones entre las variables con Pearson validación 1 SPSS	29
Tabla 10: Observación de Multicolinealidad 1	29
Tabla 11: Regresión validación 1 SPSS.....	30
Tabla 12: Datos simples ejemplo 2 validación	31
Tabla 13: Supuesto de normalidad validación 2 SPSS.....	33
Tabla 14: Observación de Multicolinealidad 1	33
Tabla 15: Relaciones entre las variables con p-valor validación SPSS	34
Tabla 16: Relaciones entre las variables con Pearson validación 2 SPSS	34
Tabla 17: Multicolinealidad validación 2	35
Tabla 18: Regresión validación 2 SPSS.....	35
Tabla 19: Supuesto de normalidad Prueba 1.....	41
Tabla 20: Observación del R^2 Prueba 1.....	42
Tabla 21: Coeficientes de regresión Prueba 1.....	42
Tabla 22: Supuesto de normalidad Prueba 2.....	44
Tabla 23: Correlaciones Prueba 2	45
Tabla 24: Multicolinealidad Prueba 2	45
Tabla 25: Coeficientes de regresión Prueba 2.....	46
Tabla 26: Clasificación de Residuos [12]	50
Tabla 27: Indicador Residuos turismo Andalucía.....	51
Tabla 28: Indicador número de Turistas en Andalucía.....	53
Tabla 29: Indicador Ingresos turísticos en Andalucía.....	55
Tabla 30: Pruebas de normalidad primer estudio	58
Tabla 31: Correlaciones primer estudio	60
Tabla 32: Relaciones entre las variables con p-valor primer estudio	60
Tabla 33: Relaciones entre las variables con Spearman primer estudio	61
Tabla 34: Coeficientes SPSS primer estudio	63
Tabla 35: Emisiones CO ₂ por Comunidad Autónoma [18]	64
Tabla 36: Indicador GEI segundo estudio.....	65

Tabla 37: Indicador Pasajeros Aeropuerto.....	66
Tabla 38: Indicador Ingresos turísticos segundo estudio.....	66
Tabla 39: Supuesto de Normalidad segundo estudio.....	68
Tabla 40: Correlaciones segundo estudio	68
Tabla 41: Relación entre las variables con p-valor segundo estudio.....	69
Tabla 42: Relación entre las variables con Pearson segundo estudio	69
Tabla 43: Correlaciones, multicolinealidad segundo estudio.....	69
Tabla 44: Coeficientes de regresión segundo estudio.....	70
Tabla 45: Indicador Consumo energía renovable turismo Andalucía tercer estudio.....	72
Tabla 46: Indicador ingresos turísticos Andalucía tercer estudio.....	73
Tabla 47: Indicador Número de turistas Andalucía tercer estudio	73
Tabla 48: Supuesto de normalidad tercer estudio	75
Tabla 49: Correlaciones, multicolinealidad tercer estudio	75
Tabla 50: Relaciones entre las variables con p-valor tercer estudio.....	76
Tabla 51: Relaciones entre las variables con Spearman tercer estudio.....	76
Tabla 52: Correlaciones, multicolinealidad tercer estudio	77
Tabla 53: Regresión lineal tercer estudio.....	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Las tres dimensiones de la sostenibilidad.....	6
Ilustración 2: Cinco de los Objetivos del Desarrollo Sostenible [3]	6
Ilustración 3: Energías renovables [4].....	7
Ilustración 4: Prácticas agrícolas sostenibles [4].....	9
Ilustración 5: Sostenibilidad en empresas [5]	10
Ilustración 6: Gráfico de dispersión	18
Ilustración 7: Gráfico de dispersión relación	19
Ilustración 8: Representación gráfica ecuación Hiperplano [4]	20
Ilustración 9: Hiperplano validación 1 SPSS.....	26
Ilustración 10: Vista datos validación 1 SPSS	26
Ilustración 11: Vista variables validación 1 SPSS.....	27
Ilustración 12: Representación gráfica de la ecuación resultante del modelo validación 1.....	30
Ilustración 13: Hiperplano validación SPSS	31
Ilustración 14: Vista datos validación SPSS	32
Ilustración 15: Vista variables validación SPSS.....	32
Ilustración 16: Representación gráfica de la ecuación resultante del modelo validación 2.....	36
Ilustración 17: Datos de INE variable endógena Prueba 1	37
Ilustración 18: Datos de INE variable exógena Prueba 1	38
Ilustración 19: Variable independiente pernотaciones Prueba 1.....	39
Ilustración 20: Cálculos Prueba 1.....	40
Ilustración 21: Gráfico de dispersión Prueba 1	40
Ilustración 22: Datos de las variables en el SPSS	41
Ilustración 23: Correlación Prueba 1	42
Ilustración 24: Datos del INE [17] Prueba 2.....	43
Ilustración 25: Gráfico de dispersión Prueba 2.....	44
Ilustración 26: Gráfica ecuación prueba 2.....	46
Ilustración 27: Residuos Andalucía [16].....	50
Ilustración 28: Tabla Pernотaciones Andalucía [17].....	51
Ilustración 29: Datos pernотaciones Residentes en España de Andalucía	52
Ilustración 30: Datos pernотaciones Residentes en el Extranjero de Andalucía	52
Ilustración 31: Resultado gasto medio diario residentes Andalucía.....	53
Ilustración 32: Resultado gasto medio diario turistas internacionales en Andalucía.....	54
Ilustración 33: Ingresos turísticos Andalucía	54
Ilustración 34: Vista datos estudio 1	55
Ilustración 35: Vista variables estudio 1	56

Ilustración 36: Pasos SPSS normalidad	56
Ilustración 37: Pestaña Explorar.....	57
Ilustración 38: Gráficos Prueba de Normalidad estudio 1	57
Ilustración 39: Ventana explorar primer estudio.....	58
Ilustración 40: Correlacionar primer estudio	59
Ilustración 41: Enfoque no-paramétrico de Spearman	59
Ilustración 42: Regresión lineal primer estudio SPSS	61
Ilustración 43: Regresión lineal primer estudio	62
Ilustración 44: Estadísticos regresión lineal primer estudio	62
Ilustración 45: Datos del Ministerio de Industria y Turismo (SEGITTUR turismo e innovación, Estadística De Tráfico Aéreo) [19].....	65
Ilustración 46: Datos del Ministerio de Industria y Turismo (SEGITTUR turismo e innovación, Estadística De Tráfico Aéreo) [19].....	66
Ilustración 47: Vista de datos SPSS segundo estudio.....	67
Ilustración 48: Vista variables SPSS segundo estudio.....	67
Ilustración 49: Consumo energía renovable sector servicios tercer estudio [20].....	71
Ilustración 50: Estimación consumo energía renovable turismo Andalucía tercer estudio	72
Ilustración 51: Vista datos SPSS tercer estudio	74
Ilustración 52: Vista variables SPSS tercer estudio	74
Ilustración 53: Tabla y gráfico de dispersión primer estudio	78
Ilustración 54: Predicción de datos gráfico dispersión primer estudio.....	79
Ilustración 55: Tabla y gráfico de dispersión segundo estudio.....	79
Ilustración 56: Predicción de datos gráfico dispersión segundo estudio.....	80
Ilustración 57: Tabla y grafico de dispersión tercer estudio	81
Ilustración 58: Predicción de datos gráfico de dispersión tercer estudio	81

1 OBJETIVOS

El objetivo del presente proyecto es avanzar en la medida de la sostenibilidad en el turismo, mediante una metodología que utiliza técnicas estadísticas. Los principales objetivos son:

- Definir situación del turismo y de la sostenibilidad en el turismo
- Encontrar indicadores de medida cuantitativa y cualitativa del turismo sostenible
- Analizar metodologías y técnicas estadísticas para el análisis de datos relativos con el turismo sostenible
- Proponer metodología para la medida del turismo sostenible
- Realizar casos prácticos

2 INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO SOSTENIBLE

El desarrollo sostenible es un concepto que se ha convertido en el nuevo paradigma oficial para el desarrollo humano y en el que se fundamenta el concepto de turismo sostenible. Podría definirse como el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, garantizando el equilibrio entre el crecimiento de la economía y el bienestar social, así como entre el cuidado de la naturaleza y el respeto del medio ambiente. De esta manera, muchos de los retos a los que nos enfrentamos actualmente, como el cambio climático, la escasez de agua, el hambre o la desigualdad social, solamente pueden resolverse promoviendo el desarrollo sostenible. [1]

Este concepto será necesario estudiarlo previamente para poder entender con mayor facilidad uno de los aspectos protagonistas que describiremos y discutiremos en este trabajo, el turismo sostenible.

2.1. Orígenes y evolución del concepto

A finales del siglo XX aparece el concepto de desarrollo sostenible como un nuevo y ambicioso objetivo para guiar a la humanidad en su afán de crecimiento y de supervivencia. Se trata de un concepto que ofrece una visión de futuro para afrontar los progresivos problemas del deterioro ambiental y de la distribución desigual de los recursos, y que es acogido con gran éxito por la comunidad internacional. [1]

La siguiente tabla muestra los principales eventos, declaraciones y documentos internacionales sobre Sostenibilidad y Turismo:

Año	Evento, declaración y documentos
1978	Creación del Comité Ambiental en la Organización del Turismo
1980	- “Estrategia Mundial para la Conservación 1980” (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza/Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas/World Wildlife Fund) -Declaración de Manila sobre el Turismo Mundial (OMT ¹)
1985	Declaración de Derechos del Turismo Y Código del Turista, Sofía (OMT)
1987	“Nuestro futuro común” (Informe Brundtland) (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas)
1989	Declaración de La Haya sobre Turismo (OMT)
1992	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro (Cumbre de la Tierra): “Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo”, “Convención del Cambio Climático”, “Convención de la Diversidad Biológica, y “Agenda 21”

¹ Organización Mundial del Turismo

1995	Conferencia Mundial de Turismo Sostenible: “Carta de Turismo Sostenible de Lanzarote” (OMT)
1996	Agenda 21 para la Industria de Viajes y Turismo (OMT, WTTC ²)
1997	Conferencia Río +5: “Programa para la Implementación de la Agenda 21” (Comisión sobre el Desarrollo Sostenible)
1999	-7ª Asamblea de la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas: “Turismo y Desarrollo Sostenible” -Código Ético Mundial para el Turismo (OMT)
2000	Principios para la Implantación del Turismo Sostenible (PNUMA ³)
2002	Conferencia Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en Johannerburgo (Comisión sobre el Desarrollo Sostenible)
2003	1ª Conferencia Internacional sobre Cambio Climático y Turismo en Djerba (Túnez)
2005	Declaración “El Turismo al servicio de los Objetivos de Desarrollo del Milenio” (OMT)
2007	17ª Reunión de la Asamblea General de la OMT: Aprobación de la Declaración de Davos sobre Cambio Climático
2008	Presentación de los Criterios Globales de Turismo Sostenible (OMT, PNUMA, Rainforest Alliance y Fundación de las Naciones Unidas)
2010	65º Sesión de la Asamblea General de la ONU ⁴ : Resoluciones sobre la implementación del Código Ético Mundial para el Turismo; la promoción del Ecoturismo; y la promoción del turismo sostenible en los pequeños estados insulares en desarrollo.
2011	Informe “Economía Verde-Capítulo Turismo-” (OMT, PNUMA)
2012	-Conferencia Río + 20, Río de Janeiro (Junio) -Segunda Conferencia Internacional sobre Turismo, Cambio Climático y Sostenibilidad, Bournemouth, Reino Unido
2013	-55ª Reunión de la Comisión de la OMT para las Américas -20ª Reunión de la Asamblea General de la ONU
2014	-1ª Conferencia de los Miembros Afiliados de la OMT sobre desestacionalización: El prototipo de Punta Este. -57ª Comisión Regional de la OMT para las Américas. -Primer Congreso internacional de la OMT sobre el Turismo y Peregrinaciones

² Consejo Mundial del Viaje y el Turismo

³ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

⁴ Organización de las Naciones Unidas

2015	<ul style="list-style-type: none"> -58ª y 59ª Comisión Regional de la OMT para las Américas -21ª Reunión de la Asamblea General de la OMT -4ª Conferencia Internacional sobre Medición y Análisis Económico del Turismo a Escala Subnacional: Hacia un conjunto de orientaciones de la OMT
2016	<ul style="list-style-type: none"> -1ª Reunión Iberoamericana sobre economía colaborativa en el alojamiento turístico -60ª Reunión Regional de la OMT para las Américas -1ª Conferencia Mundial sobre el Enoturismo de la OMT -Proyecto “Gijón accesible” y presentación del Plan de Acción de Turismo de Gijón 2016-2020
2017	<ul style="list-style-type: none"> -61ª y 62ª Reunión de la Comisión Regional de la OMT para las Américas -2ª Conferencia Mundial sobre el Enoturismo de la OMT -2ª Conferencia Global de la OMT sobre Desarrollo de Talento: Estrategias para Destinos Competitivos -Conferencia Internacional sobre Trabajo Decente y Turismo Socialmente Responsable
2018	<ul style="list-style-type: none"> -63ª Reunión de la Comisión Regional de la OMT para las Américas -44ª reunión de la Comisión de la OMT para Oriente Medio -3ª Conferencia Mundial sobre el Enoturismo de la OMT -Conferencia de la OMT sobre City Breaks: generando la creación de experiencias turísticas innovadoras
2019	<ul style="list-style-type: none"> -64ª reunión de la Comisión Regional para las Américas -23ª Reunión de la Asamblea General de la OMT -4ª Conferencia Mundial sobre Turismo Enológico de la OMT
2020	<ul style="list-style-type: none"> -OMT en FITUR⁵ 2020 -El impacto del COVID-19 en el turismo internacional -65ª reunión de la Comisión Regional para las Américas
2021	<ul style="list-style-type: none"> -Evento final de la competición mundial de la OMT de startups para los ODS -FITUR 2021 -Reunión de Expertos en Turismo Accesible: Buenas Prácticas de Turismo Accesible en Espacios Naturales -66ª reunión de la Comisión Regional de la OMT para las Américas -5ª Conferencia Mundial de la OMT sobre Turismo Enológico -Cumbre Ministerial de la OMT en WTM⁶, Londres: Inversión en el Futuro del Turismo Sostenible

⁵ Fitur es un evento que se celebra anualmente en Ifema, en la ciudad de Madrid, España. Tiene lugar durante cinco días en los meses de enero y febrero.

⁶ World Travel Market: El World Travel Market es uno de los eventos internacionales más importantes de la industria del turismo, celebrado anualmente en Londres

	-Lanzamiento de la Declaración de Glasgow: Un compromiso para una década de acción climática en el turismo - 24ª Reunión de la Asamblea General
2022	-FITUR 2022 -Primera Reunión Extraordinaria de la Asamblea General -67ª reunión de la Comisión Regional de la OMT para las Américas
2023	-FITUR 2023 -Encuentro de Turismo Sostenible en Comunidades 2023 Evento de cierre del Concurso OMT de Experiencias Innovadoras de Turismo Comunitario, impulsado por la ATP ⁷⁷ -68ª reunión de la Comisión Regional de la OMT para las Américas -25ª reunión de la Asamblea General -7ª Conferencia Mundial de Enoturismo de la OMT -I Seminario Internacional sobre Derecho del Turismo de la Organización Mundial del Turismo
2024	-FITUR 2024 -Evento temático de alto nivel sobre Turismo – Asamblea General de las Naciones Unidas -69ª reunión de la Comisión Regional de ONU Turismo para las Américas -Declaración de Glasgow - Mesa Redonda Mundial para la Acción Climática del Turismo

Tabla 1: Principales eventos, declaraciones y documentos internacionales sobre Sostenibilidad y Turismo [2]

2.2. Las tres dimensiones de la sostenibilidad: ambiental, social y económica

Con el tiempo, la perspectiva dominante del desarrollo sostenible ha evolucionado más allá del enfoque exclusivo sobre el capital natural y ha abarcado otros aspectos del desarrollo humano. En este sentido, el concepto ha incorporado la importancia de considerar un planteamiento que está compuesto por tres principios: los aspectos económicos, sociales y ambientales.

Se distinguen estas tres dimensiones [1]:

- **Ambiental.** Se debe garantizar que el desarrollo sea compatible con el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, con la conservación y la protección de la diversidad biológica y de los recursos naturales.
- **Social.** Se debe respetar la autenticidad sociocultural de las comunidades anfitrionas, conservar sus activos culturales y arquitectónicos y sus valores tradicionales, y contribuir al entendimiento y la tolerancia intercultural.
- **Económica.** Se debe garantizar la viabilidad a largo plazo de las actividades económicas, la gestión eficiente de los recursos, la satisfacción de las necesidades presentes sin comprometer a las generaciones futuras.

Una visión del desarrollo sostenible muy extendida hoy día es la integración de estas dimensiones con sus

⁷ Autoridad de Turismo de Panamá: esta entidad es la encargada de promover y desarrollar el turismo en Panamá, y es común que participe en eventos relacionados con el turismo sostenible y comunitario.

diferentes objetivos y funciones para el desarrollo humano. Se debe establecer un equilibrio adecuado entre ellas para garantizar su sostenibilidad a largo plazo. [1]

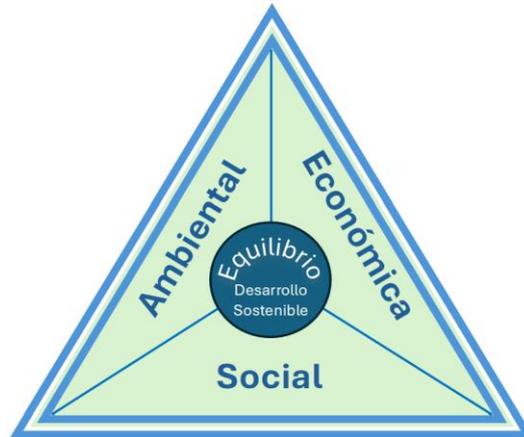


Ilustración 1: Las tres dimensiones de la sostenibilidad

2.3. Objetivos del Desarrollo Sostenible

Los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fijan un conjunto de 17 objetivos globales adoptados por los Estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas en 2015. Buscan abordar los desafíos sociales, económicos y ambientales a nivel global, y están diseñados para lograr un mundo más inclusivo, equitativo y sostenible para 2030. [3]

Los ODS son una hoja de ruta para alcanzar un futuro más sostenible y se centran en diferentes aspectos de desarrollo, incluyendo la erradicación de la pobreza, el acceso de la educación y a la salud, la protección del medio ambiente, entre otros. Sería muy interesante centrarnos en cinco de estos objetivos, pues son los que están directamente relacionados con las cuestiones a tratar en este trabajo de investigación sobre el turismo sostenible. Estos objetivos del ODS son los que se muestran a continuación.



Ilustración 2: Cinco de los Objetivos del Desarrollo Sostenible [3]

2.3.1. Objetivo 7. Acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna

Este objetivo es clave para intervenir en el desarrollo de la agricultura, las empresas, las comunicaciones, la educación, la sanidad y el transporte. Existe un continuo avance en las metas de energía sostenible, pero este no es suficientemente rápido. Al ritmo actual, alrededor de 660 millones de personas continuarán sin acceso a la energía eléctrica y casi 2000 millones de personas seguirán dependiendo de combustibles y tecnologías contaminantes para cocinar en 2030. [3]

Nuestro día a día depende de una energía segura y asequible. No obstante, el consumo de energía sigue siendo la principal causa del cambio climático, ya que representa alrededor del 60 % de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. [3]

La tasa mundial de acceso a la energía eléctrica aumentó del 87% en 2015 al 91%. Para garantizar acceso universal a electricidad asequible en 2030, es necesario invertir en fuentes de energía limpia (renovable), como la solar, la eólica, la hidroeléctrica o la mareomotriz. Ampliar las infraestructuras y mejorar la tecnología para suministrar energía renovable en todos los países en desarrollo son objetivos cruciales que contribuyen tanto al desarrollo como al medioambiente. [3]



Energía mareomotriz



Energía solar



Energía hidroeléctrica



Energía eólica

Ilustración 3: Energías renovables [4]

Para hacer frente a este problema los países deberán acelerar la transición hacia un sistema energético asequible, seguro y sostenible al invertir en energías renovables, priorizar la implementación de prácticas de eficiencia energética y adoptar tecnologías e infraestructuras de energía limpia.

Las empresas pueden hacer un esfuerzo por mantener y proteger los ecosistemas y comprometerse a obtener el 100 % de la electricidad que necesitan de fuentes renovables.

Los empresarios pueden reducir la demanda interna de transporte al dar prioridad a las telecomunicaciones e incentivar modalidades de transporte que exijan menos energía, como el tren, frente al automóvil y el avión.

Los inversores pueden aumentar sus inversiones en servicios energéticos sostenibles con el fin de introducir en el mercado nuevas tecnologías procedentes de una base de proveedores diversos. [3]

2.3.2. Objetivo 12. Modalidades de consumo y producción sostenibles

El objetivo 12 busca garantizar la sostenibilidad y la responsabilidad en nuestro consumo y en nuestra forma de producir, lo cual es esencial para mantener y proteger los recursos naturales, la salud de las personas y el bienestar de futuras generaciones. Este objetivo ayuda a equilibrar el desarrollo económico, social y ambiental; y a disminuir los impactos negativos del consumo y la producción del planeta, algo que se citará reiteradamente en este trabajo debido a la importancia que le atribuye este sector de turismo sostenible. [3]

Para reducir nuestros niveles de consumo, debemos cambiar nuestros hábitos de consumo, y una de las principales medidas que debemos adoptar es sustituir los sistemas de suministro energético por otros más sostenibles. Las crisis mundiales provocaron un resurgimiento de las subvenciones a los combustibles fósiles, que casi se duplicaron de 2020 a 2021. [3]

El desperdicio de alimentos es otro indicio del consumo excesivo. Abordar la pérdida de alimentos es urgente y requiere políticas específicas basadas en datos, así como inversiones en tecnologías, infraestructuras, enseñanza y supervisión. A pesar de que una gran parte de la población mundial pasa hambre, cada año se desperdicia la asombrosa cantidad de 931 millones de toneladas de alimentos. [3]

Para el cumplimiento de este objetivo sería interesante hacer uso de una energía renovable, la energía de la biomasa, ya que utiliza materia orgánica, como residuos agrícolas, forestales o desechos sólidos urbanos, para producir energía en forma de calor, electricidad o biocombustibles. Asimismo, sería muy productivo el empleo de la educación y la concienciación en prácticas de consumo responsable, informando a la población sobre impacto que provoca la elección propia de consumo. También ayudaría el poner en práctica sistemas efectivos de gestión de desechos para la reducción, reutilización y reciclaje de residuos, disminuyendo así la cantidad de desechos que terminan en vertederos o en el medio ambiente. [3]

2.3.3. Objetivo 14. Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos

El Objetivo 14 pretende conservar y utilizar de manera sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos. La existencia humana y la vida en la Tierra dependen de unos océanos y mares sanos. Los océanos proporcionan recursos naturales clave como alimentos, medicinas, biocombustibles y otros productos; ayudan a descomponer y eliminar los residuos y a reducir la contaminación; y sus ecosistemas costeros contribuyen a reducir los daños causados por las tormentas. [3]

La contaminación marina está alcanzando niveles extremos. Más de 17 millones de toneladas métricas contaminaban el océano en 2021, cifra que se duplicará o triplicará para el año 2040, lo que resulta preocupante. El plástico es el tipo de desecho marino más dañino. La gestión responsable de este vital recurso mundial es una de las claves de un futuro sostenible. Esto implica aumentar la financiación de la ciencia oceánica, intensificar los esfuerzos de conservación, y cambiar con urgencia el rumbo del cambio climático para salvaguardar el mayor ecosistema del planeta. [3]

Los océanos y la pesca siguen cubriendo las necesidades económicas, sociales y medioambientales de la población mundial. A pesar de lo importante que es proteger los océanos, décadas de explotación irresponsable de los recursos han provocado un nivel alarmante de degradación. [3]

La economía azul se alinea estrechamente con este objetivo, ya que promueve un equilibrio entre la actividad económica y la capacidad a largo plazo de los ecosistemas oceánicos para apoyar dicha actividad de manera

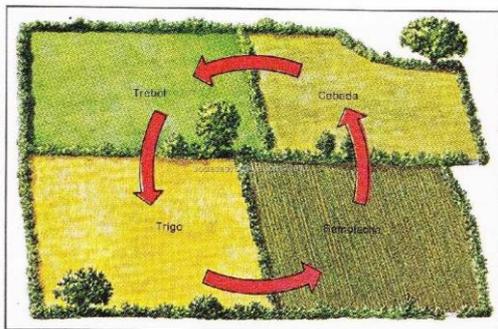
sostenible. La economía azul abarca tanto sectores establecidos como emergentes y se promueve como una estrategia para proteger los océanos y recursos hídricos del mundo. Podemos concluir que la economía azul será fundamental para alcanzar el ODS 14, pues ofrece un marco para el desarrollo económico sostenible que no compromete la salud de los ecosistemas marinos y costeros. [3]

2.3.4. Objetivo 15. Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad

El objetivo de Desarrollo Sostenible número 15 se centra en la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, la gestión sostenible de los bosques, la detención de la degradación de la tierra y la conservación de la biodiversidad. Este objetivo busca proteger y restaurar la salud de los ecosistemas terrestres para garantizar su capacidad de proveer servicios esenciales para la vida en la Tierra, incluyendo la producción de alimentos, agua limpia y aire puro. [3]

Los ecosistemas terrestres son vitales para el sostenimiento de la vida humana, contribuyen a más de la mitad del PIB mundial e incluyen diversos valores culturales, espirituales y económicos. Sin embargo, el mundo se enfrenta a una triple crisis del cambio climático, a la contaminación y a la pérdida de la biodiversidad. [3]

Para intentar poner solución a esto, podemos reciclar, seguir una dieta basada en productos locales de origen sostenible y consumir solamente lo que necesitamos entre otras cosas. En concreto, para intentar poner fin a la degradación de la tierra podemos emplear prácticas agrícolas sostenibles como la rotación de cultivos o la agroforestería. [3]



Rotación de cultivos



Agroforestería

Ilustración 4: Prácticas agrícolas sostenibles

[4]

Este objetivo aportará de manera significativa al desarrollo sostenible ya que los ecosistemas terrestres saludables proporcionan una amplia gama de servicios esenciales para la vida, incluyendo la provisión de alimentos, agua, madera, medicinas y otros recursos. También regulan el clima, retienen carbono, filtran el agua, y proporcionan hábitats para la vida silvestre.

2.4. La sostenibilidad en el mundo empresarial

A partir de los años noventa, la idea del desarrollo sostenible es acogida por parte del sector privado. Aunque la responsabilidad principal de las empresas consiste en generar beneficios, cada vez más se reconoce que pueden contribuir al mismo tiempo al logro de los objetivos sociales y ambientales. La transformación del papel de las empresas responde a los recientes cambios de la sociedad en los países desarrollados. Las principales razones que explican la creciente preocupación empresarial por el desarrollo sostenible son las siguientes [1]:

- Las nuevas inquietudes y expectativas de los ciudadanos, consumidores, poderes públicos e inversores en el contexto de la globalización y el cambio industrial a gran escala llevan a una preocupación cada vez mayor por criterios ambientales y sociales.
- La transformación de las relaciones entre el sector empresarial, el gobierno y la sociedad civil ha dado un mayor protagonismo, pero también una mayor responsabilidad a las empresas para actuar frente a problemas ambientales y sociales.
- La expansión de las modernas tecnologías de información y comunicación permiten la transparencia y el amplio conocimiento de las actividades empresariales llevadas a cabo.

La sostenibilidad en las empresas se ve con una perspectiva de negocios orientada a generar valor a largo plazo para los accionistas y demás grupos de interés, mediante una gestión objetiva: Económica, social y ambiental, para crecer en un ambiente de negocios cambiante y competitivo, orientándose a la calidad, innovación y productividad para crear ventajas competitivas, anticipándose, gestionando riesgos, oportunidades presentes y a futuro, como se muestra en la siguiente ilustración.

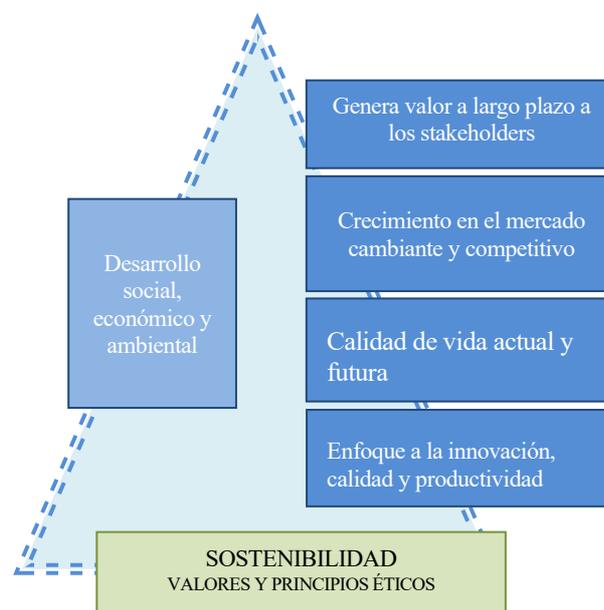


Ilustración 5: Sostenibilidad en empresas [5]

2.4.1. Documentos Sostenibles

Las empresas deben contar con una memoria de sostenibilidad para expresar sus estrategias, así como sus actuaciones sostenibles. Deben comunicar el valor que crea en el ámbito económico, ambiental y social, para mejorar la confianza con todos los grupos de interés de la empresa.

Para ello, existen recomendaciones para la realización de memorias de datos no financieros. En el libro “Marco Conceptual de la Responsabilidad Social Corporativa” de A.E.C.A (2004) se consideran los más importantes los siguientes [6]:

- AA 1000 Assurance Standard (de Accountability), asegura la calidad del reporting a través de la explicación de varios criterios.
- El Global Reporting Initiative. Define los principios que una memoria debe contener. Propone un listado de indicadores de desempeño económico, ambientales y sociales.

Otros documentos sostenibles podrían ser:

- El libro verde de la Unión Europea: consiste en la integración de los temas sociales y medioambientales en sus operaciones comerciales.
- ISO sobre Gestión Ética y RS (26000): Consiste en una guía estructurada en 7 capítulos, creada para establecer unas directrices para mejorar las técnicas sostenibles.

2.4.2. Normas de Sostenibilidad

Existen empresas de certificación, las cuales mediante auditorías pueden conceder a las empresas un reconocimiento sostenible. Tras la lectura de “El valor de la Responsabilidad Social Corporativa en la equidad de marca de destinos turísticos” de Enrique Bigné, Luisa Andreu y Marina Zanfardini (2013) y “Actes I congrés Nacional sobre la Responsabilitat social de les empreses turístiques” del Govern de les Illes Balears (2008), se consideran las más relevantes las siguientes [6]:

- La norma de empresa SGE21: ha sido elegida tanto por empresas multinacionales como por mediana y pequeña empresa. Permite, auditar procesos y alcanzar una certificación en gestión ética y responsabilidad social.
- La norma AA1000: orienta a las organizaciones para que apliquen procesos sistemáticos de responsabilidad que involucren a todas las partes interesadas de la empresa.
- La norma ISO 14001: recoge de manera sencilla los aspectos ambientales que se generan en las actividades que se desarrollan en la empresa.
- SA 8000: establece unos criterios orientados a los derechos laborales de la empresa.

2.5. Turismo Sostenible

El turismo es reconocido como el sector que ha avanzado más en los últimos años, debido a que la sociedad moderna le ha dado más importancia al ocio y a la recreación. Se ha demostrado que los distintos tipos de turismo que existen (turismo de aventura, turismo científico, turismo histórico-cultural, agroturismo, turismo de negocios, etc.), impactan tanto de forma positiva como de forma negativa al medio. Entre los impactos negativos se encuentra la pérdida de biodiversidad, la generación de residuos, el consumo de agua y de energía; y entre los impactos positivos, la valoración de los recursos naturales y culturales, aumento en la conciencia sobre la calidad ambiental, creación de empleos y desarrollo local. Sin embargo, existe otro tipo de turismo que puede abarcar todos los tipos de turismo anteriormente mencionados de una manera responsable, el turismo sostenible [7].

El turismo sostenible es una forma de practicar el turismo y cada vez lo vemos más presente en más lugares, y lo que pretende es minimizar el daño sobre el medio ambiente y maximizar a su vez los beneficios económicos. En general, el turismo sostenible se lleva a cabo en áreas naturales, generalmente inexploradas; que extiende los impactos positivos mediante un enfoque especial hacia la conservación de los beneficios naturales del destino turístico, haciendo hincapié en el cuidado de la flora, fauna, del agua y suelos, del uso de energía y la contaminación [7].

La sostenibilidad turística fomenta el hecho de que dicha actividad no perjudique ni a la sociedad ni a la cultura del destino, sino más bien busca revitalizar su estructura social y la cultura.

La Organización Mundial del Turismo, menciona que el turismo sostenible responde tanto a las necesidades de los turistas, como de los destinos turísticos, formándose así una especie de protección mutua y mejora de las oportunidades futuras. El turismo sostenible está enfocado en la gestión de recursos, de manera que satisfagan tanto las necesidades **económicas, sociales y ambientales**, sin dejar de lado la integridad cultural, los procesos ecológicos naturales, la biodiversidad y los sistemas de soporte de vida, la comprensión internacional, la paz, la prosperidad y el respeto universal, la obediencia de los derechos humanos y las libertades fundamentales [7].

Por otra parte, las investigaciones existentes demuestran que la sostenibilidad es un concepto complejo que requiere un análisis más crítico y exhaustivo [8].

Varios artículos influyentes han mejorado la comprensión de las cuestiones tan complejas y entrelazadas del turismo sostenible, la calidad de vida, la equidad y el medio ambiente. Se argumenta que el turismo sostenible debe conceptualizarse de forma más exhaustiva para poder valorar de forma significativa y crítica su interconexión con los elementos **naturales, sociales y económicos** en múltiples escalas y períodos de tiempo. Por lo tanto, la mejor forma de interpretar el turismo sostenible es como un "paradigma adaptativo" o como una "gestión adaptativa", que aborda cuestiones como la imprevisibilidad de los acontecimientos, la incertidumbre sobre el resultado de los mismos y la complejidad de escalas y tiempos [8].

Un aspecto importante del concepto de sostenibilidad es que los individuos, las partes interesadas y los grupos sociales lo definen, interpretan y aplican de forma diferente. Para esta cuestión, se han estudiado cuatro principios básicos para el concepto de sostenibilidad:

1. **La planificación y elaboración de estrategias holísticas.** Es decir, planificar y abordar estrategias con un enfoque que considera todos los aspectos y factores de esta situación de búsqueda de la sostenibilidad de manera integrada e interrelacionada, en lugar de centrarse en elementos aislados.
2. **La importancia de preservar los procesos ecológicos esenciales.** Esto conlleva a proteger y mantener las funciones fundamentales de los ecosistemas naturales que son cruciales para la supervivencia u el bienestar de los seres humanos y otras formas de vida en el planeta. Este principio ayudaría notablemente a mantener la resiliencia de los ecosistemas y su capacidad de proveer servicios críticos como alimentos, agua potable, aire limpio y recursos naturales.
3. **La necesidad de proteger tanto el patrimonio humano como la biodiversidad.** Proteger el patrimonio humano y la biodiversidad es esencial para conservar la riqueza cultural y natural de nuestro planeta, así como garantizar la supervivencia de las generaciones presentes y futuras.
4. **El desarrollo basado en la idea de que la productividad puede mantenerse a largo plazo para las generaciones futuras.** Este principio asegura que el desarrollo económico, social y ambiental se lleve a cabo de manera que permita a las generaciones actuales satisfacer sus necesidades sin comprometer las futuras.

Aplicando estos principios, la Organización Mundial del Turismo define el desarrollo del turismo sostenible como la satisfacción de las necesidades de los turistas actuales y de las regiones receptoras, al tiempo que se protegen y mejoran las oportunidades para el futuro [2].

2.6. Implantación de la Sostenibilidad en el Turismo Industrial

El turismo sostenible es una industria comprometida a reducir el impacto sobre el medio ambiente, al tiempo que contribuye con la economía y la generación de empleo para la población. Se considera una de las actividades imprescindibles para alcanzar el desarrollo local, teniendo en cuenta la conservación endógena. Así mismo, el turismo sostenible considera los efectos económicos, sociales y ambientales presentes y futuros que conlleva satisfacer las necesidades de los turistas, la industria, el medio ambiente y las comunidades locales [9].

Cabe destacar que, actualmente, existe un gran apoyo gubernamental para el desarrollo de proyectos enmarcados en estrategias que promueven el desarrollo sostenible, ya que es uno de los objetivos prioritarios de los gobiernos, tanto locales como internacionales.

El turismo industrial se puede considerar una modalidad de desarrollo sostenible y se está asociando con la dimensión medioambiental de la sostenibilidad. Esto se concluye al observar las medidas que se están adoptando en las empresas para contribuir positivamente en la economía local, para preservar el patrimonio histórico y cultural y, sobre todo, para respetar el medio ambiente, reduciendo las emisiones de carbono, haciendo uso de la eficiencia de recursos, gestionando adecuadamente los residuos, apoyando a la economía azul y al consumo eficiente de energía, entre otras cosas.

En España tenemos un importante patrimonio industrial, la cual supone una oportunidad para ofrecer al visitante una experiencia única y diferenciadora marcada por la puesta en valor de los recursos industriales tanto actuales como históricos que derivan al desarrollo de un turismo sostenible y respetuoso con el entorno y las tradiciones del lugar. Esto supone la incorporación de un conjunto de actuaciones dirigidas a garantizar la preservación de los recursos naturales, la autenticidad cultural y la rentabilidad de la actividad turística. Así pues, con la sostenibilidad se consigue un elemento de diferenciación clave para incrementar su competitividad [10].

La nueva modalidad turística destacable por su potencial crecimiento y desarrollo que aparece con el turismo industrial se lleva a cabo con la realización de visitas turísticas a centros industriales o de producción tanto en desuso como en activo tales como fábricas, almacenes, talleres, zonas de procesamiento y obtención de recursos naturales. Además, esta modalidad se pone en práctica con la puesta en valor de viejas infraestructuras o recursos infrautilizados o abandonados como es el caso de las antiguas plataformas ferroviarias transformadas en espacios para la práctica deportiva o el disfrute de los residentes del lugar, y las cuales son más conocidas como “vías verdes” [10].

Una cuestión importante que se lleva a cabo para esta práctica es la concienciación y educación tanto en los visitantes turísticos como en los empleados de las propias empresas. Para esto, se pueden realizar actividades como:

- Proporcionar a los turistas información mediante folletos o charlas sobre cómo contribuir con la sostenibilidad durante su visita.
- Visitas a las instalaciones industriales incluyendo explicaciones sobre los procesos y medidas sostenibles que se llevan a cabo en la planta o las prácticas ambientales y sociales adoptadas por la empresa.
- Brindar a los empleados formación sobre el uso de la eficiencia energética, la reducción de residuos o las políticas ambientales.
- Establecer en las empresas normas para promover la sostenibilidad entre sus empleados, como el reciclaje, la reducción del consumo de energía o la utilización de materiales y recursos ecológicos.

El turismo industrial aporta unas ventajas fundamentales tanto para las empresas que lo implementan como para el entorno en el que se desarrolla, contribuyendo a promover los productos que comercializa y mejorando al mismo tiempo, la imagen de la institución. Estas ventajas que obtienen las empresas podrían ser las siguientes:

- Diversificar sus fuentes de ingresos al abrir sus puertas a los visitantes y ofrecer experiencias educativas y culturales.
- Fortalecer sus lazos con la comunidad local, promoviendo un mayor entendimiento y apoyo mutuo.
- Innovar y mejorar sus procesos dando así una imagen más atractiva y sostenible a los visitantes.
- Atraer potenciales clientes e inversores.

Otros beneficios que se consiguen para el entorno en el que se desarrolla el turismo industrial serían:

- Preservar y proteger el patrimonio industrial de la zona para futuras generaciones.
- Inspirar a otras empresas a adoptar prácticas más responsables con el medio ambiente.

Una medida imprescindible implantada en las empresas para conseguir sostenibilidad en el turismo industrial es el uso de sistemas basados en energías renovables (solar y eólica normalmente) ya que es una buena alternativa a los combustibles fósiles y tienen un impacto ambiental significativamente menor.

Al integrar correctamente el uso de energía renovable en el turismo sostenible se puede conseguir lo siguiente:

- Reducir la huella de carbono y el impacto climático. Las fuentes de energía renovables no producen apenas emisiones de gases de efecto invernadero.
- Ahorrar a largo plazo. Aunque la instalación inicial de sistemas de energía renovables (parques eólicos, sistemas solares, etc.) puede ser costosa, a largo plazo podría resultar un ahorro significativo en costos de energía para las empresas.
- Integración con la naturaleza. Las instalaciones de energía renovable, como paneles solares o aerogeneradores, pueden integrarse con la naturaleza de los destinos turísticos, minimizando su impacto visual y ambiental.
- Innovación. Se puede impulsar la innovación en el sector turístico al incentivar la adopción de nuevas tecnologías y prácticas sostenibles.

Una de las razones por las que se está optando por el uso de energía renovables es porque el desarrollo del turismo está estrechamente relacionado con un aumento de la demanda de energía lo que provoca un impacto ambiental adverso en cada subactividad generada.

Esto se deduce por la industria turística de los países con gran afluencia de turistas al tener en cuenta tres componentes de la demanda energética: el transporte que domina con un 94% del uso energético, seguido del alojamiento, con un 3,5% y el resto de las actividades con un 2,5%. Con esto volvemos a concluir la importancia del turismo sostenible ya que nos ayuda a lograr el desarrollo local, económico, cultural y sostenible [11].

El uso de las energías renovables también favorece a la economía azul, un aspecto que juega un papel muy importante en el turismo sostenible. Es un enfoque de desarrollo económico que busca el uso sostenible de los océanos y los recursos provenientes del mar para mejorar el bienestar humano, mantener la salud de los ecosistemas marinos y beneficiar a las personas y comunidades dependientes de los recursos oceánicos y marinos.

Las empresas que quieren colaborar y apostar por la economía azul, tendrán que poner en práctica el empleo de energías renovables oceánicas, como la energía de las olas, la energía de las mareas y la energía térmica oceánica las cuales aprovechan los recursos naturales del océano para generar electricidad para sus instalaciones de manera sostenible. Tal y como se ha mencionado antes, las energías renovables ayudan a reducir las emisiones de carbono que se liberan a la atmósfera, lo cual mejora el cambio climático y protege los ecosistemas marinos y por consiguiente, favorece a la economía azul.

2.7. Sostenibilidad sector hotelero

En la actividad turística, el hotel es uno de los elementos clave, por ello a la hora de pensar en crear un destino más sostenible, los hoteles son un aspecto fundamental. Las cadenas hoteleras que utilizan la responsabilidad social corporativa desde el punto de vista estratégico logran que su gestión sea además de más sostenible, más rentable, convirtiendo sus acciones responsables en un elemento de diferenciación en el mercado. Se debe concienciar a los empresarios turísticos para destacar que el turismo sostenible, originará una mayor calidad en la experiencia del turista, y en las atracciones de las que disponga el lugar, así como beneficios a largo plazo. Un negocio turístico no será lo suficientemente competitivo, si no se preocupa por obtener más allá de la rentabilidad económica. Tienen que ser capaces de obtener rentabilidad sociocultural y medioambiental en la zona donde operan. La obtención de estas tres rentabilidades es, en definitiva, la garantía de supervivencia, y sostenimiento del sector [6].

Según la Organización Mundial del Turismo:

“El concepto de sostenibilidad está ligado a tres hechos importantes: calidad, continuidad y equilibrio. De una forma u otra el turismo sostenible es definido como un modelo de desarrollo económico diseñado para mejorar la calidad de vida de la población local, es decir, de la gente que vive y trabaja en el destino turístico; proveer mayor calidad de experiencia para el visitante; mantener la calidad del medioambiente del que la población local

y visitantes dependen; la consecución de mayores niveles de rentabilidad económica, de la actividad turística para los residentes locales y asegurar la obtención de beneficios por parte de los empresarios turísticos, es decir, ha de procurarse que el negocio turístico sostenible sea rentable, de lo contrario los empresarios olvidaran el compromiso de sostenibilidad y alterarán el equilibrio [6].”

Se valoran los impactos atribuidos al sector hotelero y los mayores impactos ambientales que se dan en la fase de prestación de servicios o fase operacional (mantenimiento, limpieza, cocina, restauración, lavandería, etc.), y en menor medida en la fase anterior a la prestación del servicio (construcción y productos auxiliares).

La industria hotelera parece haber asumido parte de su responsabilidad en estos problemas ambientales, y a partir de los años noventa ha adoptado varias iniciativas dirigidas a mejorar su comportamiento ambiental, como por ejemplo medidas de ahorro de energía y recogida de residuos [1].

¿Cómo podemos saber si un hotel cumple con los criterios de sostenibilidad y contribuye de manera favorable con el medio ambiente?

Hay que considerar varios factores:

- Si tiene certificaciones reconocidas internacionalmente como LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental), Green Key, EarthCheck, o el certificado de sostenibilidad de la Global Sustainable Tourism Council (GSTC) [12].
- Si tiene políticas ambientales claras y públicas. Esto puede incluir prácticas de ahorro de energía, gestión eficiente del agua, políticas de reciclaje, y programas para reducir el uso de plásticos y otros materiales no biodegradables.
- La manera de gestionar sus residuos. Los hoteles sostenibles suelen tener sistemas de reciclaje bien establecidos y minimizan el desperdicio mediante la reutilización y el compostaje.
- Si hace uso de fuentes de energía renovable, como paneles solares o turbinas eólicas, para reducir su huella de carbono.
- Si está comprometido con la conservación de los recursos naturales locales, como la protección de áreas naturales cercanas, la preservación de la flora y fauna locales, y la promoción del turismo responsable.
- Si gana confianza con sus grupos de interés a través de la transparencia, elemento fundamental para comprobar que realmente cumplen con lo que prometen.
- Si tiene relaciones positivas con la comunidad local, apoyando proyectos sociales, empleando a residentes locales y respetando la cultura y las tradiciones locales.

2.8. Cuantificación de la sostenibilidad en el turismo

La sostenibilidad en el turismo es un concepto integral que busca equilibrar el desarrollo económico del sector con la preservación del medio ambiente y el bienestar social. La cuantificación de la sostenibilidad en el turismo es esencial para identificar y evaluar los impactos ambientales y sociales generados por las actividades turísticas, así como para diseñar políticas y estrategias que promuevan un turismo responsable y sostenible.

En este apartado, se pretende establecer una relación cuantitativa entre indicadores de sostenibilidad, tales como el consumo de energía, la gestión de residuos, y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con indicadores específicos del turismo como el número de visitantes, la ocupación hotelera, y los ingresos turísticos.

La selección de indicadores de sostenibilidad y su correlación con los indicadores de turismo permitirá no solo una evaluación del impacto ambiental del turismo, sino también la identificación de prácticas sostenibles y áreas de mejora. Este enfoque cuantitativo muy importante para el desarrollo de estrategias que minimicen los efectos negativos del turismo sobre el medio ambiente y maximicen los beneficios económicos y sociales para las comunidades locales.

Se muestra a continuación una breve tabla resumen de los indicadores escogidos para los estudios realizados en este trabajo:

Indicadores de Sostenibilidad	Indicadores de turismo
Residuos turísticos generados en Andalucía	Ingresos turísticos en Andalucía
Emisiones de gases efecto invernadero del turismo en Andalucía	Número de turistas en Andalucía
Consumo de energía renovable del turismo en Andalucía	Número de pasajeros de las aeronaves en aeropuertos en Andalucía

Tabla 2: Indicadores utilizados en los estudios

2.9. Técnicas para la cuantificación

Para establecer una relación cuantitativa entre los indicadores de sostenibilidad y los indicadores de turismo, existen diversas técnicas y modelos estadísticos que permiten analizar y comprender las dinámicas entre estas variables. A continuación, se presentan algunos de los métodos más utilizados en la investigación sobre sostenibilidad y turismo:

1. Modelos ARDL (Autoregressive Distributed Lag)

El modelo ARDL es una técnica econométrica que permite analizar la relación entre variables en diferentes periodos de tiempo, tanto a corto como a largo plazo. Este modelo es especialmente útil cuando las series temporales de los datos no son estacionarias, es decir, sus propiedades estadísticas varían con el tiempo. El ARDL puede manejar variables que son una combinación de integradas de orden 0 ($I(0)$) y de orden 1 ($I(1)$), lo que lo hace versátil para diferentes tipos de datos.

2. Modelos VAR (Vector Autoregression)

Los modelos VAR son utilizados para capturar las interdependencias entre múltiples variables temporales. En el contexto de la sostenibilidad y el turismo, un modelo VAR podría analizar cómo los cambios en indicadores de turismo afectan a los indicadores de sostenibilidad y viceversa. Este modelo no requiere una estricta teoría económica para su especificación y es útil para predecir el comportamiento de las variables y sus interrelaciones.

3. Análisis de Cointegración

El análisis de cointegración es una técnica que se utiliza para identificar y modelar relaciones de equilibrio a largo plazo entre variables no estacionarias. En estudios de sostenibilidad y turismo, este método puede ser empleado para determinar si existe una relación estable a largo plazo entre, por ejemplo, el desarrollo turístico y la calidad ambiental.

4. Modelos de Regresión Lineal

Los modelos de regresión lineal son una herramienta fundamental para cuantificar la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes. En el contexto de este estudio, los modelos de regresión lineal permiten explorar cómo los indicadores de sostenibilidad, tales como el consumo de energía y las emisiones de GEI, están relacionados con los indicadores de turismo, como el número de turistas y la ocupación hotelera. La simplicidad y la capacidad de interpretación de los modelos de regresión lineal los hacen una elección popular para estudios empíricos.

En el presente trabajo, se ha optado por utilizar modelos de regresión lineal para analizar la relación entre los indicadores de sostenibilidad y los indicadores de turismo. La elección de esta técnica se debe a su simplicidad,

capacidad para manejar múltiples variables y facilidad de interpretación de los resultados. A través de los modelos de regresión lineal, se pretende proporcionar una comprensión clara y cuantificable de cómo el turismo influye en la sostenibilidad y viceversa.

3 METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL CASO PRÁCTICO: REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE

3.1. Regresión Lineal Simple

Para entender mejor el método empleado en ese caso, vamos a ver previamente una breve introducción acerca de la Regresión Lineal Simple.

En general, un modelo de regresión lineal simple consiste en estudiar la relación existente entre una variable denominada dependiente (Y) y otra variable denominada independiente o explicativa (X) a través de una recta, que toma el nombre de recta de regresión. Vamos a verlo con un ejemplo.

Supongamos que hemos medido, simultáneamente, el peso y la altura de una serie de personas [13]:

X	Y
Estatura (cm)	Peso (kg)
152	45
155	53
156	52
156	65
158	43
158	50
159	49
161	67
162	68
164	51
164	62

Tabla 3: Datos ejemplo Regresión Lineal Simple

Las observaciones pueden ser representadas en un gráfico de dispersión (representación gráfica en un plano cartesiano de un conjunto de pares de datos (x, y)). En este gráfico cada individuo es un punto cuyas coordenadas son los valores de las variables.

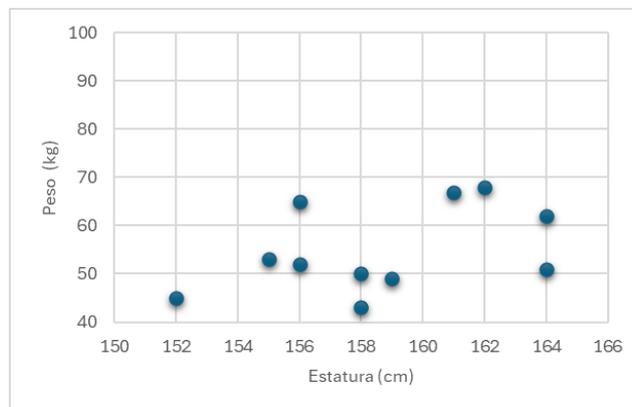


Ilustración 6: Gráfico de dispersión

Fuente: Elaboración propia con la información de [13]

Representando estos pares de puntos (Estatura, Peso) en un plano, podemos observar la relación existente entre dicho par de variables:

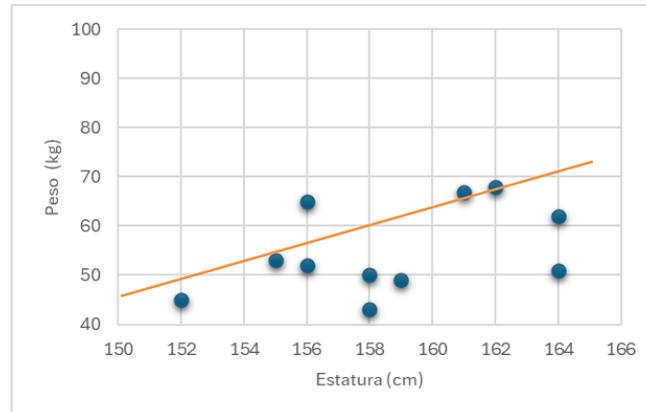


Ilustración 7: Gráfico de dispersión relación

Fuente: Elaboración propia con la información de [13]

En este caso se puede observar que existe una relación creciente, pues a medida que crece la estatura parece que va creciendo el peso.

Definiendo de manera “simple”, el análisis de regresión lineal simple consiste en calcular una recta, denominada recta de regresión de forma que pase lo más cerca posible de todos los puntos.

El estudio de los coeficientes de la recta va a resumir la relación entre este par de variables. La recta de regresión que deseamos calcular es:

$$\text{Peso} = a + b * \text{Estatura}$$

3.2. Regresión Lineal Múltiple

Con el apartado anterior se analizaba la influencia de una variable explicativa (X) en los valores que toma otra variable denominada dependiente (Y)

En la regresión lineal múltiple vamos a utilizar más de una variable explicativa; esto nos va a ofrecer la ventaja de utilizar más información en la construcción del modelo y, consecuentemente, realizar estimaciones más precisas.

Para este modelo existe una pregunta clave a responder: de un conjunto de variables explicativas x_1, x_2, \dots, x_k , ¿cuáles son las que más influyen en la variable dependiente Y?

Al igual que en regresión lineal simple, vamos a considerar que los valores de la variable dependiente y_t han sido generados por una combinación lineal de los valores de una o más variables explicativas x_t y un término de perturbación estocástica u , también llamado residuos o erros aleatorio y se define gráficamente como la dispersión de la nube de puntos respecto a la recta de regresión en el caso de que el modelo sea Simple y respecto a la superficie en el caso de que sea Múltiple [14].

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{1t} + \beta_2 \cdot x_{2t} + \dots + \beta_k \cdot x_{kt} + u_t$$

Las β son los coeficientes de regresión, y son elegidos de forma que la suma de cuadrados entre los valores observados y los pronosticados sea mínima, es decir, que se va a minimizar la varianza residual.

Esta ecuación recibe el nombre de hiperplano, pues cuando tenemos dos variables explicativas, en vez de recta de regresión tenemos un plano:

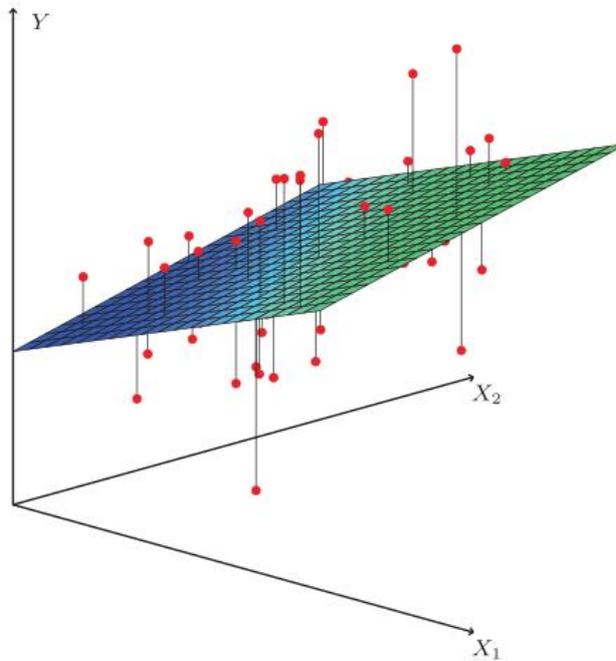


Ilustración 8: Representación gráfica ecuación Hiperplano [4]

Con tres variables explicativas tendríamos un espacio de tres dimensiones, y así sucesivamente.

3.2.1. Hipótesis regresión lineal Múltiple

Para realizar un análisis de regresión lineal múltiple se hacen las siguientes consideraciones sobre los datos [14]:

- **Linealidad.** Los valores de la variable dependiente están generados por el siguiente modelo lineal:

$$Y = X \cdot B + U$$

- **Homocedasticidad.** Todas las perturbaciones tienen la misma varianza:

$$V(u_i) = \sigma^2$$

- **Independencia.** Las perturbaciones aleatorias son independientes entre sí:

$$E(u_i \cdot u_j) = 0, \forall i \neq j$$

- **Normalidad.** La distribución de la perturbación aleatoria tiene distribución normal:

$$U \approx N(0, \sigma^2)$$

Si admitimos que los datos presentan estas hipótesis entonces el teorema de Gauss-Markov establece que el método de estimación de mínimos cuadrados va a producir estimadores óptimos, en el sentido que los parámetros estimados van a estar centrados y van a ser de mínima varianza [14].

En nuestro caso, no tendremos que “considerar” estas hipótesis como tal, ya que en este trabajo vamos a utilizar el software IBM SPSS, que es un software de procesamiento estadístico y de técnicas de modelización.

Los pasos que se tendrían que seguir en el caso que se hiciera de manera manual serían los siguientes:

- 1) Estimación de los parámetros por mínimos cuadrados
- 2) Obtención de la Varianza residual
- 3) Contraste de regresión
- 4) Construcción del contraste
- 5) Obtención del Coeficiente de determinación R^2 (Coeficiente Pearson)
- 6) Diagnóstico y validación de un modelo de regresión lineal múltiple
 - 6.1) Multicolinealidad
 - 6.2) Análisis de residuos
 - 6.3) Valores de influencia (leverage)
 - 6.4) Contrastando las hipótesis básicas
 - 6.5) Homocedasticidad
- 7) Selección de las variables regresoras

En nuestro caso, el procedimiento que debemos realizar para estudiar el modelo con el IBM SPSS se muestra en los siguientes puntos, explicándose así, la interpretación de los resultados obtenidos en el software.

3.2.2. Paso 1: Supuesto de Normalidad

Lo primero que debemos examinar para llevar a cabo nuestro modelo es la “Normalidad de las variables”, y para ello, es necesario realizar una **Hipótesis de Normalidad**. Esta hipótesis es fundamental para saber qué tipo de enfoque (enfoque paramétrico o enfoque no-paramétrico) usaremos en el modelo. Diferenciamos dos hipótesis [15]:

H_0 : Hipótesis nula

H_1 : Hipótesis alterna

H_0 : Los datos siguen una distribución normal
 H_1 : Los datos no siguen una distribución normal

Criterio de decisión

Si p-valor es $< 0,05$ se acepta la H_1

Si p-valor es $\geq 0,05$ se acepta la H_0

Para validar la hipótesis de normalidad se suele asumir un nivel de confianza (*NC*) del 95%, ya que es el valor más optimizado; y el error (α) es del 5%.

El p-valor es el mínimo valor de riesgo que tenemos que asumir para demostrar nuestra hipótesis de normalidad.

Nuestra prueba de normalidad variará en cuanto al estadístico que debemos usar y esto depende del tamaño de la muestra (n).

Prueba de normalidad

Si $n > 50$ se aplica el estadístico Kolmogorov - Smirnov

Si $n \leq 50$ se aplica Shapiro - Wilk

Una vez conocemos el estadístico que debemos aplicar, podremos examinar la distribución que siguen nuestras variables y lo que supone.

ENFOQUE PARAMÉTRICO / ENFOQUE NO-PARAMÉTRICO

Todas las variables del modelo siguen una Distribución Normal	Trabajamos con un enfoque paramétrico
Todas las variables del modelo no siguen una Distribución Normal	Trabajamos con un enfoque no-paramétrico
Una de las variables del modelo no sigue una Distribución Normal	Trabajamos con un enfoque no-paramétrico

Tabla 4: Enfoque paramétrico / no-paramétrico

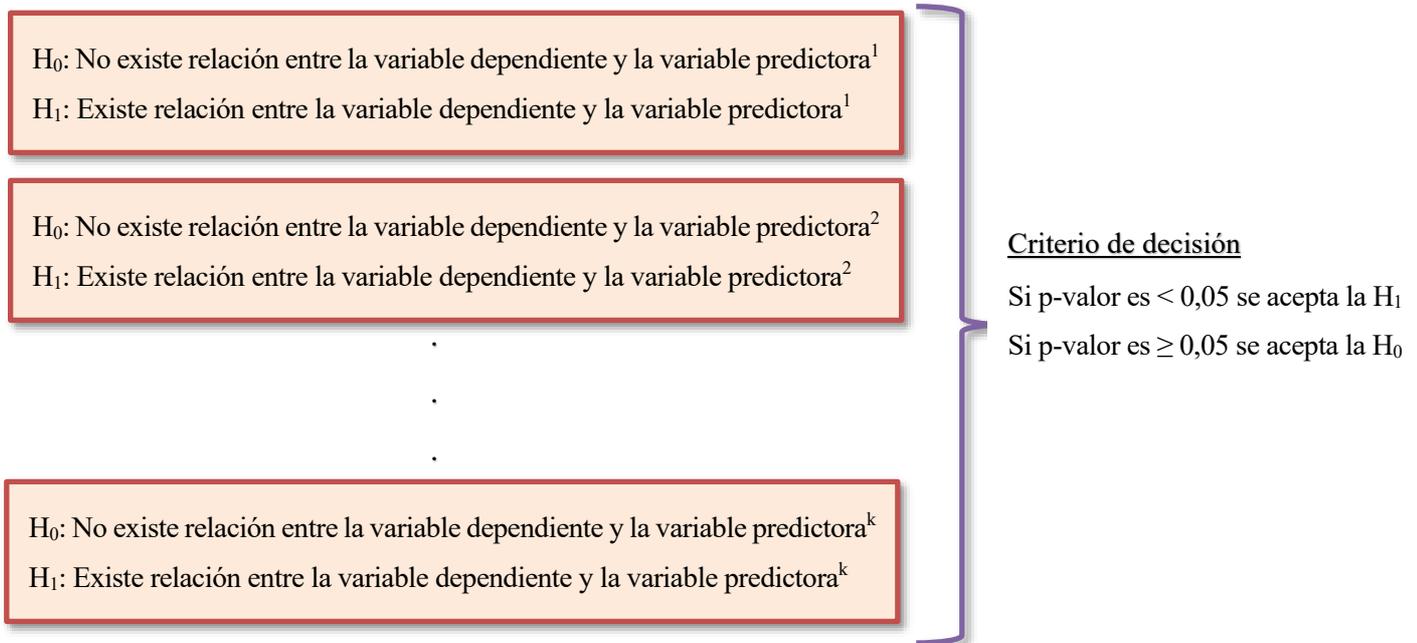
Más adelante veremos qué tipo de enfoque paramétrico usaremos en el caso de que las variables cumplan con el supuesto de normalidad, y qué tipo de enfoque no-paramétrico en el caso de que las variables no cumplan con el supuesto de normalidad. Se verá más adelante en la aplicación del caso práctico debido a que estos tipos de enfoque no lo proporciona el Software empleado para el Modelo de Regresión Lineal.

3.2.3. Paso 2: Hipótesis para Coeficientes de Correlación

El siguiente paso antes de realizar nuestra regresión múltiple respectiva, es hacer es una prueba de hipótesis de coeficientes de correlación para demostrar la relación de la variable endógena con cada una de sus variables predictoras. Tendrán lugar tantas hipótesis (de correlación) como variables predictoras haya. Se van a diferenciar entre la *hipótesis nula* y la *hipótesis alterna* [15].

H_0 : Hipótesis nula

H_1 : Hipótesis alterna



El valor del p-valor es el nivel de significación y nos lo proporciona el software SPSS.

Con esta hipótesis también se puede comprobar si existe algún problema de **Multicolinealidad**, que tiene lugar cuando dos variables explicativas tienen relación entre sí. Más adelante se verá con más detalle qué medidas se deberán tomar en el caso de que se diera lugar este problema.

3.2.4. Paso 3: Prueba de hipótesis de los Coeficientes de Regresión

Con esta hipótesis vamos a poder obtener los valores de los coeficientes de regresión.

$$y_t = \overset{\text{La constante}}{\beta_0} + \beta_1 \cdot x_{1t} + \beta_2 \cdot x_{2t} + \dots + \beta_k \cdot x_{kt} + u_t$$

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ $H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \dots \neq \beta_k \neq 0$	}	<p><u>Criterio de decisión</u></p> <p>Si p-valor es $< 0,05$ se acepta la H_1</p> <p>Si p-valor es $\geq 0,05$ se acepta la H_0</p>
--	---	--

Cuando se acepta la hipótesis nula, es decir, cuando los coeficientes de regresión son iguales a cero, significa que no es posible construir un modelo de regresión lineal múltiple debido a que cualquier valor que asuma las variables explicativas, siempre serán cero y por consiguiente, la variable endógena sólo dependería de la constante.

Entonces para poder construir el modelo, tendría que aceptarse la hipótesis alterna [15].

4 VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL SOFTWARE IBM SPSS

La validación de las herramientas de análisis de datos es un aspecto fundamental en cualquier estudio o investigación tecnológica, ya que garantiza la fiabilidad y precisión de los resultados obtenidos.

El IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) es un software ampliamente reconocido y utilizado en el ámbito académico y profesional para el análisis estadístico. Su versatilidad y capacidad para manejar grandes conjuntos de datos lo han posicionado como una herramienta de referencia en diversas disciplinas, desde las ciencias sociales hasta las ciencias de la salud y el marketing.

En este punto, se procederá a la validación del IBM SPSS mediante dos ejemplos sencillos y evidentes pero ilustrativos que demuestran su eficacia en la realización de análisis estadísticos básicos. Se elegirán conjuntos de datos simples y se llevarán a cabo dos modelos de regresión lineal múltiple.

A través de estos ejemplos, se mostrará como el SPSS puede ser utilizado de manera efectiva para obtener resultados confiables, apoyando de esta manera la validez de los análisis presentados en el presente trabajo de fin de grado.

El paso a paso de cómo manejar el IBM SPSS para analizar los modelos estudiados en este trabajo se mostrará en el primer estudio realizado en el trabajo que se muestra en el apartado 5.3.

4.1. Primer ejemplo

y	x1	x2
977046	1000	23
1455060	1500	30
1910090	2000	45
2367606	2500	53
2799134	3000	67
3188678	3500	89
3640180	4000	90
4036706	4500	103
4165334	5000	167

Tabla 5: Datos simples ejemplo validación 1

La variable endógena (y_t) es un vector de nueve componentes que viene dado por la siguiente ecuación:

$$y_t = (1000 - x_2) \times x_{1t} + 2 \times x_{2t}$$

Siendo la variable x_{1t} y x_{2t} dos vectores de nueve componentes tal y como se muestra en la anterior tabla.

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \mu_t$$

El hiperplano que se origina con esta ecuación formada por estas tres variables es el que se muestra a continuación:

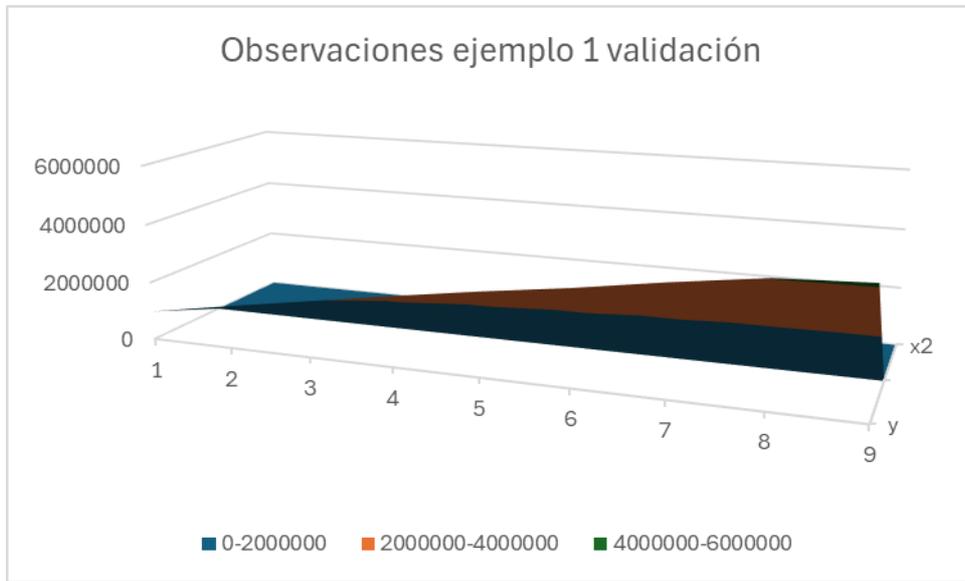


Ilustración 9: Hiperplano validación 1 SPSS

A continuación, introducimos los datos en el SPSS:

The screenshot shows the SPSS data view interface. At the top, there is a menu bar with options: Archivo, Editar, Ver, Datos, Transformar, Analizar, Gráficos, Utilidades, Ampliaciones, Ventana, and Ayuda. Below the menu is a toolbar with various icons for file operations, data manipulation, and search. The main area displays a data grid with the following structure:

	VAR00001	VAR00002	VAR00003	var								
1	977046	1000	23									
2	1455060	1500	30									
3	1910090	2000	45									
4	2367606	2500	53									
5	2799134	3000	67									
6	3188678	3500	89									
7	3640180	4000	90									
8	4036706	4500	103									
9	4165334	5000	167									
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												

Ilustración 10: Vista datos validación 1 SPSS

En “vista variables” editamos las variables como necesitamos:

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	VAR00001	Numérico	8	0	VarDep	Ninguna	Ninguna	10	Derecha	Escala	Entrada
2	VAR00002	Numérico	8	0	VarInd1	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
3	VAR00003	Numérico	8	0	VarInd2	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											

Ilustración 11: Vista variables validación 1 SPSS

El primer paso para analizar nuestro modelo de Regresión Lineal Múltiple es realizar el supuesto de normalidad y, para ello hacemos uso del SPSS. La tabla resultado del supuesto de normalidad es la siguiente:

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VarDep	,123	9	,200 [*]	,953	9	,723
VarInd1	,101	9	,200 [*]	,972	9	,914
VarInd2	,147	9	,200 [*]	,921	9	,401

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 6: Supuesto de normalidad validación 1 SPSS

Debido a que el tamaño de la muestra del modelo es menor a 50, tenemos que tener en cuenta el estadístico Shapiro-Wilk. Observamos los valores de la columna señalada que son los **p-valor**, también llamados “**nivel de significación**”.

Vemos que todos son mayores al 5%, lo que implica que se acepta la hipótesis nula, y por teoría recordamos que lo que significa es que las tres variables siguen una distribución normal.

Con esta información sabemos que tenemos que aplicar el enfoque paramétrico de Pearson que, el software IBM SPSS nos lo facilita por defecto.

Ahora vemos la correlación entre las variables con la ayuda de la tabla de correlación que nos proporciona el SPSS:

Correlaciones

		VarDep	VarInd1	VarInd2
VarDep	Correlación de Pearson	1	,996**	,914**
	Sig. (bilateral)		<,001	<,001
	N	9	9	9
VarInd1	Correlación de Pearson	,996**	1	,005
	Sig. (bilateral)	<,001		,601
	N	9	9	9
VarInd2	Correlación de Pearson	,914**	,005	1
	Sig. (bilateral)	<,001	,601	
	N	9	9	9

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 7: Correlaciones validación 1 SPSS

Para analizar la correlación entre las variables podemos hacerlo de dos formas:

1. Fijándonos en el p-valor
2. Fijándonos en el coeficiente de correlación, en este caso de Pearson

1ª OPCIÓN

RELACIONARLAS CON EL NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (P-VALOR)

1ª Relación: La variable y_t con la variable x_{1t}

Nos fijamos en el p-valor y vemos que es menor que el 5%. Por teoría sabemos que esto implica que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1); y la alterna nos dice que existe relación entre las variables y_t y x_{1t} .

2ª Relación: La variable y_t con la variable x_{2t}

En este caso ocurre lo mismo, por lo que la variable endógena está correlacionada con la variable predictora x_{2t} .

Tabla 8: Relaciones entre las variables con p-valor validación 1 SPSS

2ª OPCIÓN

RELACIONARLAS CON EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON

1ª Relación: La variable y_t con la variable x_{1t}	El valor del coeficiente de correlación de Pearson entre y_t y x_{1t} es un 99,6%, relación que roza el 100%.
2ª Relación: La variable y_t con la variable x_{2t}	En este caso, el coeficiente de correlación de Pearson entre estas dos variables es 91,4%, una relación fuerte y positiva.

Tabla 9: Relaciones entre las variables con Pearson validación 1 SPSS

A continuación, debemos estudiar si existe un problema de **Multicolinealidad**, que es una situación en la que dos o más variables predictoras están altamente correlacionadas entre sí. Esto significa que una variable independiente puede ser casi predicha a partir de las otras, lo que dificulta determinar los efectos individuales de cada variable independiente sobre la variable dependiente.

Correlaciones

		VarDep	VarInd1	VarInd2
VarDep	Correlación de Pearson	1	,996**	,914**
	Sig. (bilateral)		<,001	<,001
	N	9	9	9
VarInd1	Correlación de Pearson	,996**	1	,005
	Sig. (bilateral)	<,001		,601
	N	9	9	9
VarInd2	Correlación de Pearson	,914**	,005	1
	Sig. (bilateral)	<,001	,601	
	N	9	9	9

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 10: Observación de Multicolinealidad 1

Las dos variables independientes no están relacionadas entre sí, pues el p-valor entre éstas es mayor al 5%. Por consiguiente, no debemos rechazar o eliminar ninguna de las variables predictoras. Esta información indica que no existe ningún problema de Multicolinealidad.

Tras averiguar cómo ha quedado nuestro modelo y las correlaciones, analizamos la regresión del modelo con la siguiente tabla resultante del SPSS, lo que nos permitirá saber cuáles son los valores de los coeficientes de regresión β_1 y β_2 y de la constante β_0 .

		Coeficientes ^a						
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			95,0% intervalo de confianza para B	
Modelo		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.	Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	131001,590	93,395		4,160	,006	940,028	8063,152
	VarInd1	1026,867	6,133	1,238	39,294	<,001	962,923	1090,811
	VarInd2	6543,619	4,203	,256	8,137	<,001	511,433	4575,805

a. Variable dependiente: VarDep

Tabla 11: Regresión validación 1 SPSS

Observamos los valores de significación (p-valor), que son los dos menores al 5%, lo que quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. Recordamos que la hipótesis alterna nos dice que los coeficientes (β) son diferentes a cero, y efectivamente es así, podemos verlo en la tabla:

- La constante β_0 tiene un valor de **131001,59**
- El coeficiente β_1 tiene un valor de **1026,867**
- El coeficiente β_2 tiene un valor de **6543,619**

Se comprueba con estos resultados que nuestro modelo de este ejemplo sencillo es válido y podemos construirlo como se muestra a continuación:

$$y_t = 131001,59 + 1026,867x_{1t} + 6543,619x_{2t}$$

El término de error aleatorio no se tiene en cuenta debido a que los valores del p-valor son menor al 5% lo que quiere decir que el modelo es válido y casi no existe diferencia entre los puntos observados con los estimados.

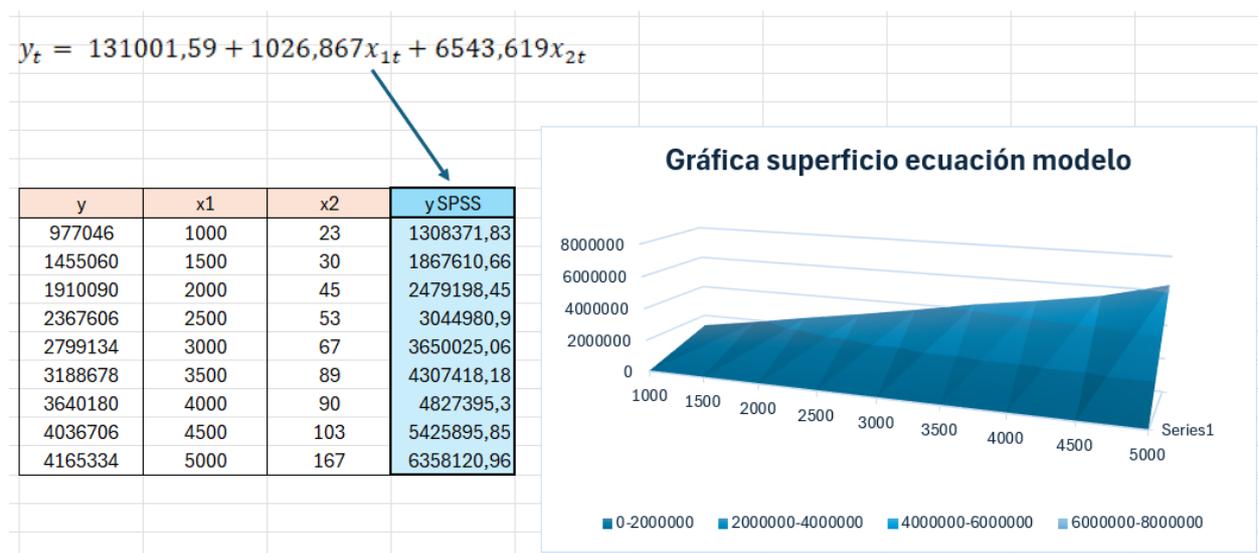


Ilustración 12: Representación gráfica de la ecuación resultante del modelo validación 1

4.2. Segundo ejemplo

Y	X1	X2
1000	2000	1000000
1500	3000	2250000
2000	4000	4000000
2500	5000	6250000
3000	6000	9000000
3500	7000	12250000
4000	8000	16000000
4500	9000	20250000

Tabla 12: Datos simples ejemplo 2 validación

La variable endógena (y_t) es un vector de ocho componentes y las variables explicativas (x_{1t} , x_{2t}) son transformaciones de la variable endógena. La variable x_{1t} resulta de multiplicar la variable y_t por dos; y la variable x_{2t} resulta de elevar a tres la variable y_t .

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \mu_t$$

El hiperplano que se origina con esta ecuación formada por estas tres variables es el que se muestra a continuación:

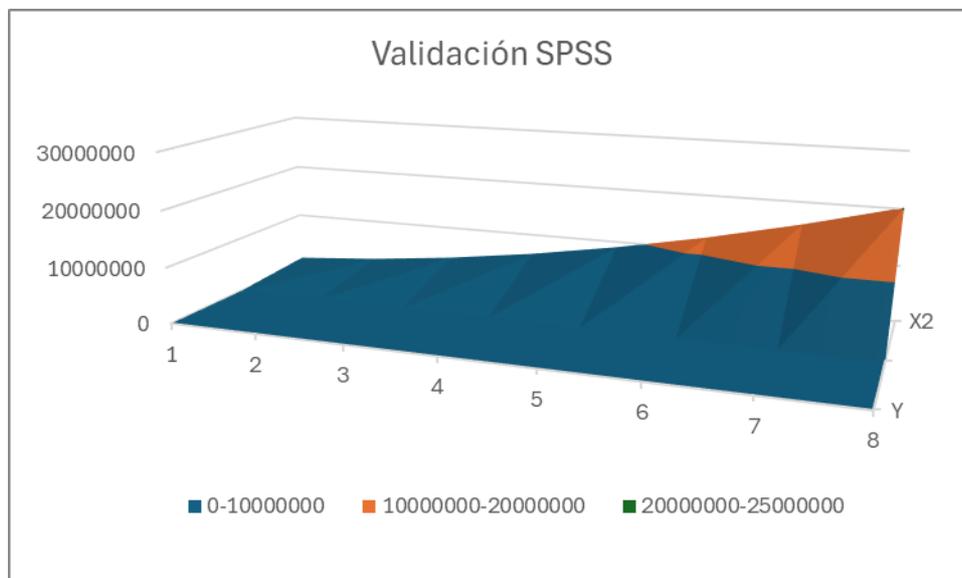


Ilustración 13: Hiperplano validación SPSS

A continuación, introducimos los datos en el SPSS:

	VARDep	VARInd1	VARInd2	var							
1	1000	2000	1000000								
2	1500	3000	2250000								
3	2000	4000	4000000								
4	2500	5000	6250000								
5	3000	6000	9000000								
6	3500	7000	12250000								
7	4000	8000	16000000								
8	4500	9000	20250000								
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											

Ilustración 14: Vista datos validación SPSS

En “vista variables” editamos las variables como necesitamos:

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	VARDep	Numérico	8	0	Var Dep	Ninguna	Ninguna	10	Derecha	Escala	Entrada
2	VARInd1	Numérico	8	0	Var Indep 1	Ninguna	Ninguna	11	Derecha	Escala	Entrada
3	VARInd2	Numérico	8	0	Var Indep 2	Ninguna	Ninguna	11	Derecha	Escala	Entrada
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											

Ilustración 15: Vista variables validación SPSS

El primer paso para analizar nuestro modelo de Regresión Lineal Múltiple es realizar el supuesto de normalidad y, para ello hacemos uso del SPSS. La tabla resultado del supuesto de normalidad es la siguiente:

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Var Dep	,105	8	,200 [*]	,975	8	,933
Var Indep 1	,105	8	,200 [*]	,975	8	,933
Var Indep 2	,149	8	,200 [*]	,944	8	,647

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 13: Supuesto de normalidad validación 2 SPSS

Debido a que el tamaño de la muestra del modelo es menor a 50, tenemos que tener en cuenta el estadístico Shapiro-Wilk. Observamos los valores de la columna señalada que son los **p-valor**, también llamados “**nivel de significación**”.

Vemos que todos son mayores al 5%, lo que implica que se acepta la hipótesis nula, y por teoría recordamos que lo que significa es que las tres variables siguen una distribución normal.

Con esta información sabemos que tenemos que aplicar el enfoque paramétrico de Pearson que, el software IBM SPSS nos lo facilita por defecto.

Ahora vemos la correlación entre las variables con la ayuda de la tabla de correlación que nos proporciona el SPSS:

Correlaciones

		Var Dep	Var Indep 1	Var Indep 2
Var Dep	Correlación de Pearson	1	1,000 ^{**}	,984 ^{**}
	Sig. (bilateral)		<,001	<,001
	N	8	8	8
Var Indep 1	Correlación de Pearson	1,000 ^{**}	1	,984 ^{**}
	Sig. (bilateral)	<,001		<,001
	N	8	8	8
Var Indep 2	Correlación de Pearson	,984 ^{**}	,984 ^{**}	1
	Sig. (bilateral)	<,001	<,001	
	N	8	8	8

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 14: Observación de Multicolinealidad 1

Para analizar la correlación entre las variables podemos hacerlo de dos formas:

3. Fijándonos en el p-valor
4. Fijándonos en el coeficiente de correlación, en este caso de Pearson

<i>1ª OPCIÓN</i>	RELACIONARLAS CON EL NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (P-VALOR)
1ª Relación: La variable y_t con la variable x_{1t}	Nos fijamos en el p-valor y vemos que es menor que el 5%. Por teoría sabemos que esto implica que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1); y la alterna nos dice que existe relación entre las variables y_t y x_{1t} .
2ª Relación: La variable y_t con la variable x_{2t}	En este caso ocurre lo mismo, por lo que la variable endógena está correlacionada con la variable predictora x_{2t} .

Tabla 15: Relaciones entre las variables con p-valor validación SPSS

<i>2ª OPCIÓN</i>	RELACIONARLAS CON EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON
1ª Relación: La variable y_t con la variable x_{1t}	El valor del coeficiente de correlación de Pearson entre y_t y x_{1t} es un 100%, la máxima relación que puede tener lugar.
2ª Relación: La variable y_t con la variable x_{2t}	En este caso, el coeficiente de correlación de Pearson entre estas dos variables es 98,4, una relación fuerte y positiva.

Tabla 16: Relaciones entre las variables con Pearson validación 2 SPSS

A continuación, debemos estudiar si existe un problema de **Multicolinealidad**, que es una situación en la que dos o más variables predictoras están altamente correlacionadas entre sí. Esto significa que una variable independiente puede ser casi predicha a partir de las otras, lo que dificulta determinar los efectos individuales de cada variable independiente sobre la variable dependiente.

Correlaciones

		Var Dep	Var Indep 1	Var Indep 2
Var Dep	Correlación de Pearson	1	1,000**	,984**
	Sig. (bilateral)		<,001	<,001
	N	8	8	8
Var Indep 1	Correlación de Pearson	1,000**	1	,984**
	Sig. (bilateral)	<,001		<,001
	N	8	8	8
Var Indep 2	Correlación de Pearson	,984**	,984**	1
	Sig. (bilateral)	<,001	<,001	
	N	8	8	8

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 17: Multicolinealidad validación 2

Las dos variables independientes están relacionadas, pues el p-valor entre éstas es menor al 5%. Por consiguiente, es necesario eliminar una de estas variables para poder seguir estudiando el modelo.

Al eliminar una de nuestras variables explicativas, nuestro modelo de Regresión Lineal Múltiple pasa a ser un modelo de **Regresión Lineal Simple**.

Tras averiguar cómo ha quedado nuestro modelo y las correlaciones, analizamos la regresión del modelo con la siguiente tabla resultante del SPSS, lo que nos permitirá saber cuál es el valor de la constante y del coeficiente de regresión β_1 .

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B	
		B	Desv. Error	Beta				Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	,000	,000			.	,000	,000	,000
	Var Indep 1	,500	,000	1,000		.	,000	,500	,500

a. Variable dependiente: Var Dep

Tabla 18: Regresión validación 2 SPSS

Observamos los valores de significación (p-valor), que son los dos menores al 5%, lo que quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. Recordamos que la hipótesis alterna nos dice que los coeficientes (β) son diferentes a cero, y efectivamente es así, podemos verlo en la tabla:

- La constante β_0 tiene un valor de **0**
- El coeficiente β_1 tiene un valor de **0,5**

Se comprueba con estos resultados que nuestro modelo de este ejemplo sencillo es válido y podemos construirlo como se muestra a continuación:

$$y_t = 0,5x_{1t}$$

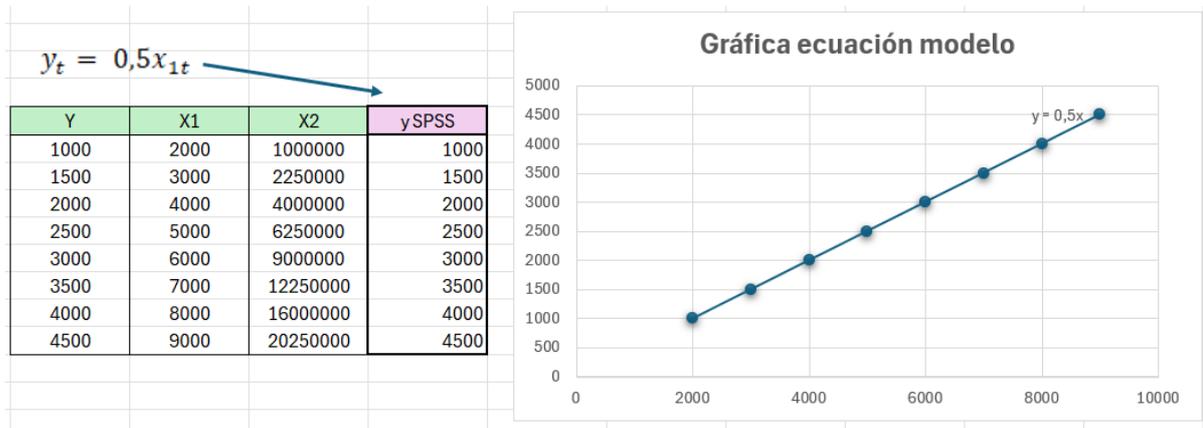


Ilustración 16: Representación gráfica de la ecuación resultante del modelo validación 2

5 PRUEBAS PREVIAS A LOS ESTUDIOS DE SOSTENIBILIDAD

La finalidad de realizar estas pruebas previas es ir familiarizándonos con los datos de las estadísticas del *Instituto Nacional de Estadística* [16], así como dar fiabilidad y acreditación a los estudios importantes de sostenibilidad de este trabajo.

5.1. Prueba 1

Para esta primera prueba se ha analizado un modelo de Regresión Lineal Simple donde las variables son dos vectores de doce observaciones tomadas del *Instituto Nacional de Estadística* [16]. La variable endógena y_t son los gastos medios diarios por turista por trimestre en Andalucía de los años 2023, 2022 y 2021; mientras que la variable exógena x_t son las pernoctaciones en hoteles de Andalucía, también por trimestre de los mismos años que la variable dependiente. A continuación, se muestra los datos tomados que nos proporciona INE:

Resultados por comunidad autónoma de residencia			
Viajes, pernoctaciones, duración media y gasto			
Viajes, pernoctaciones, duración media y gasto por comunidad autónoma de residencia de los viajeros			
Unidades: €			
		01 Andalucía	
Gasto medio diario por persona			
Valor absoluto			Componentes
2023T4		85,35	1
2023T3		59,79	2
2023T2		81,43	3
2023T1		73,26	4
2022T4		82,78	5
2022T3		55,12	6
2022T2		68,23	7
2022T1		61,99	8
2021T4		62,73	9
2021T3		45,13	10
2021T2		53,24	11
2021T1		41,67	12

Ilustración 17: Datos de INE variable endógena Prueba 1

En el caso de los gastos, el INE nos lo da por trimestre, pero en la siguiente ilustración vemos como los datos de las pernoctaciones nos lo proporciona por meses, por lo que se han calculado por trimestre para que tengan la misma unidad.

01 Andalucía					
	Hoteles	Campings	Apartamento	Alojamientos	Albergues
Residentes en España					
Pernoctaciones					
2023M12	1.377.896	73.255	325.932	83.455	26.451
2023M11	1.278.801	100.428	200.027	43.406	24.421
2023M10	1.817.567	202.450	279.242	46.486	30.000
2023M09	2.588.824	372.317	455.834	61.872	31.639
2023M08	4.134.216	1.005.630	912.466	149.155	33.430
2023M07	3.657.286	728.477	748.624	106.553	47.599
2023M06	2.605.778	362.200	407.676	63.535	39.323
2023M05	1.987.664	214.562	304.539	42.477	36.659
2023M04	2.140.172	341.813	364.517	66.368	60.572
2023M03	1.583.785	119.827	234.354	40.266	74.194
2023M02	1.313.951	108.771	253.571	42.879	61.538
2023M01	1.052.987	56.810	223.000	36.575	47.558
2022M12	1.270.267	70.778	266.903	67.731	30.640
2022M11	1.306.991	71.627	176.325	42.236	25.068
2022M10	1.821.955	157.749	253.005	51.433	29.079
2022M09	2.718.541	364.910	473.308	64.996	28.909
2022M08	4.337.352	1.011.376	942.870	152.989	39.027
2022M07	3.799.539	785.765	739.252	131.981	47.742
2022M06	2.678.849	358.258	440.404	61.397	40.850
2022M05	2.214.034	205.398	294.901	40.112	34.233
2022M04	2.201.487	236.808	330.149	68.955	40.012
2022M03	1.430.902	60.585	192.504	32.497	28.597
2022M02	1.269.054	90.024	202.560	43.838	29.211
2022M01	826.684	52.095	175.154	27.334	19.207
2021M12	1.177.555	73.126	261.487	63.654	31.648
2021M11	1.158.820	58.902	180.200	39.916	32.815
2021M10	1.835.024	145.973	298.285	62.198	36.067
2021M09	2.853.124	310.000	537.809	64.109	39.344
2021M08	4.806.859	1.003.402	1.131.029	195.818	49.821
2021M07	3.967.035	758.086	885.573	137.433	66.496
2021M06	2.276.114	319.618	399.779	60.223	33.909
2021M05	2.276.114	159.559	185.363	31.827	22.298
2021M04	2.276.114	78.677	89.605	23.064	12.275
2021M03	384.117	48.736	90.110	17.410	10.850
2021M02	272.975	26.419	59.056	6.027	8.352
2021M01	285.192	23.479	73.312	8.185	9.090

Ilustración 18: Datos de INE variable exógena Prueba 1

Una vez mostrados los datos de las variables de este modelo y de dónde se han tomado, comenzamos con el análisis.

Este modelo se expresa en una ecuación lineal que intenta predecir el comportamiento de una variable cuantitativa (variable endógena y_t) en función a otra variable cuantitativa (variable exógena x_t).

	HOTELES
	TRIMESTRE
T4 2023	4.474.264
T3 2023	10.380.326
T2 2023	6.733.614
T1 2023	3.950.723
T4 2022	4.399.213
T3 2022	10.855.432
T2 2022	7.094.370
T1 2022	3.526.640
T4 2021	1.158.820
T3 2021	4.171.399
T2 2021	11.627.018
T1 2021	6.828.342

Ilustración 19: Variable independiente pernотaciones Prueba 1

Al ser un modelo simple podemos resolverlo de manera sencilla con el Método de Mínimos Cuadrados, y lo vamos a realizar en Excel. La ecuación del modelo es la siguiente:

$$y_t = \beta_0 + \beta_{1t} \cdot x + \varepsilon$$

Valor medio de y
para una x dada
Error
aleatorio

Las fórmulas que tenemos que aplicar para el cálculo de los coeficientes son las siguientes:

$$\beta_1 = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum(X - \bar{X})^2}$$

$$\beta_0 = \bar{Y} - \beta_1 \cdot \bar{X}$$

Comenzamos el Método de Mínimos Cuadrados:

Nº	X Pernoctaciones	Y gastos	(X- \bar{X})	(X- \bar{X}) ²	(Y- \bar{Y})	(X- \bar{X})*(Y- \bar{Y})
1	4474264	85,35	-1792416,08	3,2128E+12	21,1233333	-37861802,4
2	10380326	59,79	4113645,92	1,6922E+13	-4,43666667	-18250875,7
3	6733614	81,43	466933,917	2,1803E+11	17,2033333	8032819,81
4	3950723	73,26	-2315957,08	5,3637E+12	9,03333333	-20920812,3
5	4399213	82,78	-1867467,08	3,4874E+12	18,5533333	-34647739,3
6	10855432	55,12	4588751,92	2,1057E+13	-9,10666667	-41788234,1
7	7094370	68,23	827689,917	6,8507E+11	4,00333333	3313518,63
8	3526640	61,99	-2740040,08	7,5078E+12	-2,23666667	6128556,32
9	1158820	62,73	-5107860,08	2,609E+13	-1,49666667	7644763,92
10	4171399	45,13	-2095281,08	4,3902E+12	-19,0966667	40012884,4
11	11627018	53,24	5360337,92	2,8733E+13	-10,9866667	-58892245,9
12	6828342	41,67	561661,917	3,1546E+11	-22,5566667	-12669220,6
				1,1798E+14		-159898387

n	12
\bar{X}	6266680,08
\bar{Y}	64,2266667
Beta1	-1,3553E-06
Beta0	72,7197149

Ilustración 20: Cálculos Prueba 1

La \bar{X} y la \bar{Y} son los promedios de la columna “Pernoctaciones” y de la columna “gastos” respectivamente.

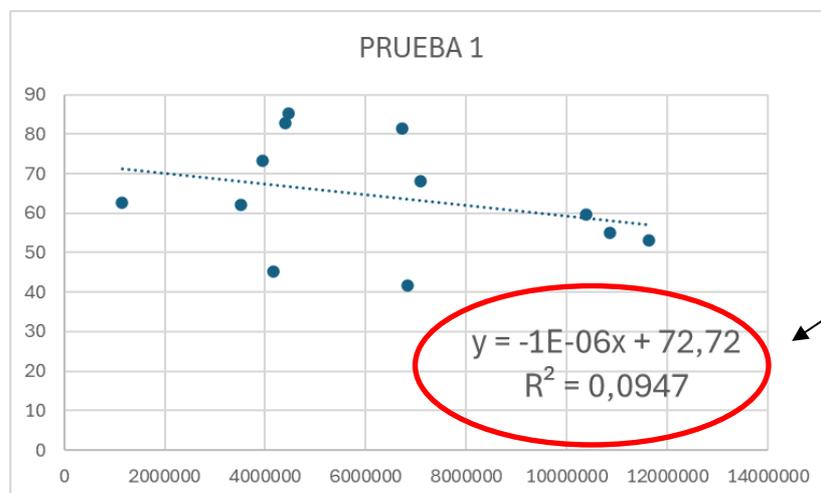


Ilustración 21: Gráfico de dispersión Prueba 1

Este gráfico de dispersión con la línea de tendencia resulta al seleccionar las dos columnas de las variables de nuestro modelo y representa la “relación” entre las variables.

Observamos que los valores de los coeficientes calculados coinciden con los valores de la ecuación señalada de la gráfica. El R^2 es el coeficiente de determinación, y se define como el porcentaje de predicción de la variable dependiente a partir del modelo de regresión, es decir, el 9,47% de la variabilidad de la variable gastos, es explicado por la variable pernoctaciones; mientras que la diferencia (90,53%) es explicado por otras variables desconocidas que no están dentro del modelo que podrían ser por ejemplo los turistas de Andalucía.

Vemos además que la pendiente de la recta de la gráfica es negativa, lo que significa que hay una relación negativa o inversa entre las variables: a medida que X aumenta, Y disminuye.

La conclusión que podemos sacar de este modelo es que la variable pernотaciones no es una buena variable para explicar a la variable gastos, debido a al pequeño porcentaje del R^2 .

Este análisis se puede realizar también con el software IBM SPSS, y lo vemos a continuación. Introducimos los datos en el SPSS y en primer lugar es necesario ver el supuesto de normalidad, que nos lo proporciona la siguiente tabla resultante del SPSS.

	GASTOS	PERN OCTACIONES	var
1	85,35	4474264	
2	59,79	10380326	
3	81,43	6733614	
4	73,26	3950723	
5	82,78	4399213	
6	55,12	10855432	
7	68,23	7094370	
8	61,99	3526640	
9	62,73	1158820	
10	45,13	4171399	
11	53,24	11627018	
12	41,67	6828342	
13			

Ilustración 22: Datos de las variables en el SPSS

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Gastos	,134	12	,200*	,954	12	,701
Pernотaciones	,208	12	,160	,923	12	,309

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 19: Supuesto de normalidad Prueba 1

Observamos los valores del nivel de significación del estadístico Shapiro-Wilk (los vectores son menor de 50) de las variables y los dos son mayor al 5%, por lo que las dos variables siguen una distribución normal. Esto significa que tenemos que usar el enfoque paramétrico de Pearson.

Una vez tenemos esta información, podemos analizar la correlación entre las variables.

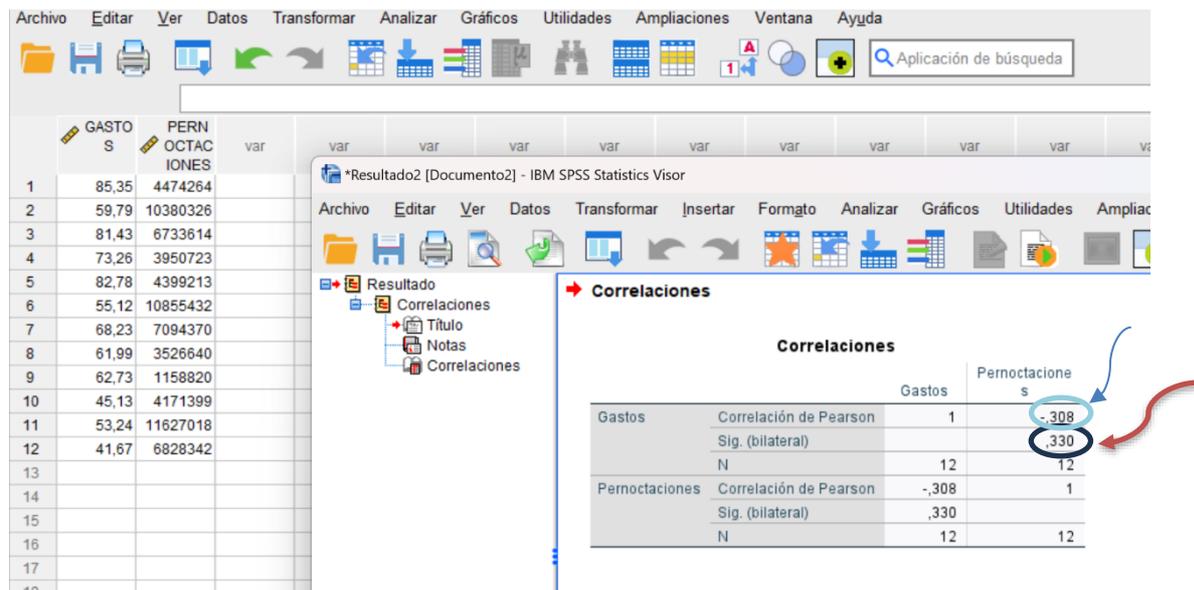


Ilustración 23: Correlación Prueba 1

Vemos que el p-valor es mayor al 5%, esto significa que se acepta la hipótesis nula, la que nos dice que las variables no tienen relación. Lo mismo podemos deducir si nos fijamos en el coeficiente de correlación de Pearson, que es negativo.

En este caso, aunque las variables no tengan relación, vamos a continuar analizando la tabla de "coeficientes de regresión" y la de "resumen del modelo" para ver si coinciden los valores con los anteriores calculados en Excel con el método de mínimos cuadrados.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,308 ^a	,095	,004	14,39218

a. Predictores: (Constante), Pernoctaciones

Tabla 20: Observación del R² Prueba 1

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B	
	B	Desv. Error				Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	72,720	9,285	7,832	<,001	52,032	
	Pernoctaciones	-1,355E-6	,000	-,308	,330		,000

a. Variable dependiente: Gastos

Tabla 21: Coeficientes de regresión Prueba 1

Observamos que los valores corresponden a los calculados previamente en Excel.

5.2. Prueba 2

En esta prueba se va a modelar un Modelo de Regresión Lineal Múltiple donde se han considerado tres variables predictoras. La variable dependiente y_t va a ser el Gasto total de los turistas internacionales en Andalucía, y las variables independientes son tres tipos de gastos de los turistas internacionales en Andalucía, y se muestran en la siguiente ilustración:

Gasto Turístico				
Resultados por comunidades autónomas				
Gasto de los turistas internacionales según comunidad autónoma de destino principal				
Unidades: €, Millones €, Días, %, Tasas				
01 Andalucía				
	Y	X1	X2	X3
	Gasto total	Gasto medio por persona	Gasto medio diario por persona	Duración media de los viajes
	Dato base	Dato base	Dato base	Dato base
2023M12	882,21	1.412	125	11,26
2023M11	920,55	1.287	156	8,27
2023M10	1.499,58	1.212	166	7,31
2023M09	1.625,73	1.250	169	7,41
2023M08	1.975,34	1.347	156	8,66
2023M07	1.843,90	1.371	166	8,27
2023M06	1.424,55	1.232	169	7,28
2023M05	1.428,25	1.180	158	7,45
2023M04	1.328,45	1.152	149	7,75
2023M03	989,75	1.235	144	8,60
2023M02	722,08	1.180	129	9,13
2023M01	674,59	1.188	124	9,59
2022M12	713,19	1.336	121	11,07
2022M11	749,93	1.266	141	8,96
2022M10	1.237,63	1.181	152	7,77
2022M09	1.208,41	1.098	156	7,02
2022M08	1.692,39	1.306	143	9,14
2022M07	1.484,99	1.323	137	9,64
2022M06	1.178,11	1.167	145	8,06
2022M05	1.148,96	1.105	144	7,70
2022M04	975,50	1.074	127	8,44

Ilustración 24: Datos del INE [17] Prueba 2

Observamos que los datos son por meses de los años 2023 y 2022: 21 observaciones.

La ecuación del Modelo queda de la siguiente manera:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \beta_3 x_{3t} + \varepsilon_t$$

A continuación, se muestra la representación mediante una gráfica de dispersión de la variable dependiente en función de sus variables predictoras:

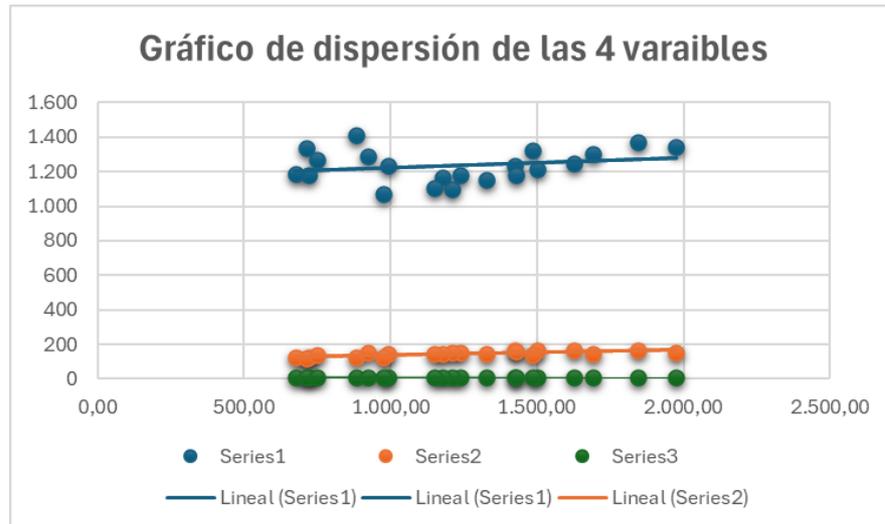


Ilustración 25: Gráfico de dispersión Prueba 2

Al ser un Modelo de Regresión Lineal Múltiple, se va a analizar mediante el IBM SPSS, pues los cálculos se complican bastante al haber tres variables explicativas. Comenzamos analizando la tabla de “Prueba normalidad”:

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Gasto_total	,110	21	,200 [*]	,960	21	,524
medio_persona	,115	21	,200 [*]	,976	21	,864
medio_diario	,113	21	,200 [*]	,943	21	,247
medio_viaje	,119	21	,200 [*]	,908	21	,051

Tabla 22: Supuesto de normalidad Prueba 2

Vemos que los valores de la columna señalada correspondientes a los p-valor son todos mayor al 5%, lo que significa que las cuatro variables siguen una distribución normal. Por consiguiente, usamos el enfoque paramétrico de Pearson para analizar las correlaciones.

Correlaciones

		Gasto_total	medio_persona	medio_diario	medio_viaje
Gasto_total	Correlación de Pearson	1	,236	,713**	,443*
	Sig. (bilateral)		,302	<,001	,044
	N	21	21	21	21
medio_persona	Correlación de Pearson	,236	1	-,016	,606**
	Sig. (bilateral)	,302		,945	,004
	N	21	21	21	21
medio_diario	Correlación de Pearson	,713**	-,016	1	,800**
	Sig. (bilateral)	<,001	,945		<,001
	N	21	21	21	21
medio_viaje	Correlación de Pearson	,443*	,606**	,800**	1
	Sig. (bilateral)	,044	,004	<,001	
	N	21	21	21	21

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).
 * . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 23: Correlaciones Prueba 2

Vemos que el nivel de significación o p-valor de la variable endógena con las variables predictoras “medio_diario” y “medio_viaje” son menores al 5%. Esto quiere decir que se acepta la hipótesis alterna con esas dos variables independientes, y esto significa que existe relación entre la variable dependiente con cada una de estas dos variables. Sin embargo, la variable exógena “medio_persona” no tiene relación con la variable Y, pues el p-valor es un 30,2%, mayor al 5%.

Si alguna de las variables explicativas no tiene correlación con la variable dependiente, habrá que eliminarla del modelo ya que para realizar un modelo de regresión es necesario que estén relacionadas/correlacionadas. Por lo tanto, debemos eliminar del modelo la variable x_{1t} (gasto medio por persona).

Además de identificar la correlación, queremos identificar si se presenta un problema de **Multicolinealidad** entre las variables independientes. La multicolinealidad se da lugar cuando entre las variables predictoras (x_{1t}, x_{2t}, x_{3t}) exista relación entre sí. Esto nos impide saber con seguridad si el efecto sobre la variable (y_t) proviene de una o de otra variable predictor. Si tuvieran relación entre sí, tendríamos que rechazar o eliminar alguna de ellas.

Correlaciones

		Gasto_total	medio_persona	medio_diario	medio_viaje
Gasto_total	Correlación de Pearson	1	,236	,713**	,443*
	Sig. (bilateral)		,302	<,001	,044
	N	21	21	21	21
medio_persona	Correlación de Pearson	,236	1	-,016	,606**
	Sig. (bilateral)	,302		,945	,004
	N	21	21	21	21
medio_diario	Correlación de Pearson	,713**	-,016	1	,800**
	Sig. (bilateral)	<,001	,945		<,001
	N	21	21	21	21
medio_viaje	Correlación de Pearson	,443*	,606**	,800**	1
	Sig. (bilateral)	,044	,004	<,001	
	N	21	21	21	21

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).
 * . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 24: Multicolinealidad Prueba 2

Se observa que existe un problema de **Multicolinealidad**, pues las dos variables explicativas que quedan en el modelo tienen correlación. Por consiguiente, hay que eliminar una de ellas del modelo; y vamos a eliminar la variable x_{3t} ya que tiene un coeficiente de correlación más bajo que la variable x_{2t} que significa que tiene un porcentaje menor de relación con la variable endógena.

Al eliminar estas dos variables explicativas, nuestro modelo de Regresión Lineal Múltiple pasa a ser un modelo de **Regresión Lineal Simple**.

Tras averiguar cómo ha quedado nuestro modelo y las correlaciones, volvemos al SPSS para ver la regresión del modelo, lo que nos permitirá saber el valor del coeficiente de regresión que tenemos (β_2), pues los coeficientes β_3 y β_1 ya no existen al eliminar las variables x_{1t} y x_{3t} .

		Coeficientes ^a				
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
Modelo		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constante)	-1398,555	594,667		-2,352	,030
	medio_diario	17,899	4,038	,713	4,433	<,001

a. Variable dependiente: Gasto_total

Tabla 25: Coeficientes de regresión Prueba 2

Observamos los valores de significación (p-valor), que son los dos menores al 5%, lo que quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. Recordamos que la hipótesis alterna nos dice que los coeficientes (β) son diferentes a cero, y efectivamente es así, podemos verlo en la tabla:

- La constante β_0 tiene un valor de **-1398,555**
- El coeficiente β_2 tiene un valor de **17,899**

Se comprueba con estos resultados que nuestro modelo de este estudio es válido y podemos construirlo como se muestra a continuación:

$$y_t = -1398,555 + 17,899x_{2t}$$

Representamos la gráfica de esta ecuación:

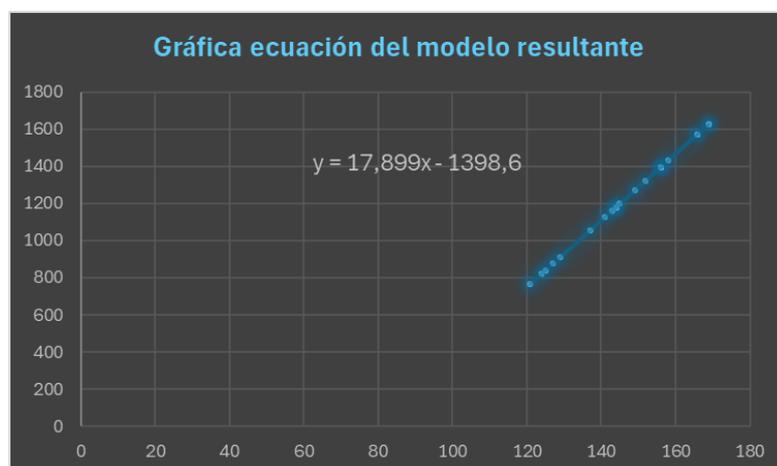


Ilustración 26: Gráfica ecuación prueba 2

6 CASO PRÁCTICO: ESTUDIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL TURISMO MEDIANTE INDICADORES

Para llevar a cabo el Estudio deseado de la Sostenibilidad en el Turismo Industrial, debemos analizar una serie de indicadores muy importantes los cuales nos ayudarán a obtener datos de objetivos sostenibles y datos reales sostenibles.

6.1. Indicadores de Turismo Sostenible

Los indicadores que vamos a considerar nos informan sobre el nivel de rendimiento ambiental, social y económico y los procesos de gestión en el lugar, con el fin de proporcionar formas de turismo que contribuyan a la gestión y desarrollo sostenible de un territorio. Los indicadores pueden simplificar la compleja realidad en la que vivimos. Especialmente en el campo de la sostenibilidad, permiten que los responsables de la formulación de políticas puedan comprender concretamente cuestiones relacionadas y, en consecuencia, basar sus decisiones en la evidencia.

Los indicadores de sostenibilidad capturan evidencias sobre economía, sociedad, cultura y/o medio ambiente de una organización o lugar. Los datos son ampliamente recolectados y usados por los sectores público y privado con diferentes propósitos. Los datos se utilizan como indicador cuando se usan para diagnosticar o revelar algo que es de particular importancia para alguien.

Una vez comprendido y desarrollado el tema principal de este trabajo, se va a llevar a cabo la parte práctica de éste. A continuación, ponemos en práctica el objetivo de este trabajo, realizar varios estudios sobre el turismo sostenible en la comunidad de Andalucía.

6.2. Fuentes y bases de datos empleadas sobre el turismo

En la realización de estudios de modelos de regresión lineal, es importante tener en cuenta la calidad y precisión de los datos empleados para poder obtener resultados válidos y significativos. Para el presente trabajo, se han consultado y utilizado varias fuentes oficiales y bases de datos reconocidas por su rigor y fiabilidad.

Estas fuentes no solo proporcionan datos actualizados y bien documentados, sino que también son ampliamente utilizadas en la comunidad científica y en el ámbito profesional, lo que garantiza su relevancia y credibilidad.

La elección de estas bases de datos se fundamenta en varios criterios clave: la calidad de los datos, la accesibilidad, la cobertura geográfica y temporal, así como la especificidad en relación con las variables de interés para los modelos de regresión. A continuación, se describen las principales fuentes utilizadas.

Las fuentes empleadas en este trabajo incluyen:

- **Instituto Nacional de Estadística (INE)** [16]: Esta entidad proporciona datos exhaustivos y detallados sobre diversos aspectos socioeconómicos de España.

- **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), Secretaría de Estado de Medio Ambiente, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental:** Este ministerio ofrece datos sobre medio ambiente y sostenibilidad, esenciales para estudios relacionados con el impacto ecológico y la evaluación ambiental.
- **SEGITTUR Turismo e Innovación:** Esta fuente proporciona información relevante sobre el sector turístico y la innovación en España, facilitando el análisis de tendencias y patrones en el turismo.
- **Ministerio de Industria, Comercio y Turismo:** Proporciona datos industriales y turísticos que son vitales para entender la dinámica de estos sectores en la economía española.
- **Agencia Andaluza de la Energía, Consejería de Industria, Energía y Minas:** Esta agencia ofrece información específica sobre la energía en Andalucía, apoyando análisis energéticos y de sostenibilidad en esta región.

Estos recursos han aportado una base sólida para los modelos de regresión desarrollados en este trabajo. Cada una de estas fuentes ha sido seleccionada por su capacidad para proporcionar datos de alta calidad y su relevancia en el contexto del análisis realizado.

6.3. Primer estudio

En este primer estudio se va a considerar un modelo con tres indicadores cuyos valores se han tomado de la comunidad autónoma de Andalucía:

- Los residuos generados por el sector turístico en la comunidad autónoma de Andalucía
- El número de turistas de la comunidad autónoma de Andalucía
- Los ingresos turísticos de la comunidad autónoma de Andalucía

Los indicadores son las variables de nuestro modelo de regresión múltiple. El indicador ***Residuos generados por el sector turísticos en Andalucía*** en este primer estudio tomará el papel del vector variable dependiente o endógena (y_t), es decir, es la variable que queremos explicar a través de las variables predictoras, también llamadas variables explicativas, variables independientes o variables exógenas (x_{1t} , x_{2t}).

Estas variables predictoras serán, por consiguiente, los otros dos indicadores citados anteriormente, el indicador ***Número de turistas en Andalucía e Ingresos turísticos en Andalucía***.

$y_t = \text{Residuos generados por el sector turístico en Andalucía}$

$x_{1t} = \text{Número de turistas en Andalucía}$

$x_{2t} = \text{Ingresos turísticos en Andalucía}$

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \mu_t$$

Todos los indicadores que se definen en el trabajo siempre serán vectores de 10 componentes que corresponden a un intervalo de 10 años estudiados. Entonces, como los datos son series de tiempo, el subíndice t denotará la t -ésima observación, es decir, $t = 1, \dots, 10$ años. Para la obtención de los indicadores, todos ellos serán una estimación, pues es muy difícil calcularlos de manera exacta.

6.3.1. Indicador Residuos generados por el sector turístico en Andalucía

Los establecimientos hoteleros y extrahoteleros están considerados como grandes generadores de residuos. La gran cantidad de clientes que recibe, la magnitud de las instalaciones, la cantidad de servicios de restauración que ofrecen, unido a la diversidad y complejidad de los tipos de residuos que generan, hacen imprescindibles que estas instalaciones cuenten con una adecuada logística de gestión de residuos [12].

Los productores de residuos deben realizar una adecuada gestión de éstos para cumplir con **La Ley 22/2011, de 28 de Julio, de residuos y suelos contaminados** [12].

*“Esta Ley tiene por objeto regular la gestión de los residuos impulsando medidas que prevengan su generación y mitiguen los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados a su generación y gestión, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos. Tiene asimismo como objeto regular el régimen jurídico de los suelos contaminados”.*⁸

En la siguiente tabla se muestra un listado no exhaustivo de los principales residuos generados en este tipo de establecimientos, su categorización de “peligroso” o “no peligroso” y su codificación según el Listado Europeo de Residuos (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos).

Principales residuos generados	Tipología	Código LER
Gases refrigerantes	Peligroso	140601*
Envases ligeros	No peligroso	150106
Vidrio	No peligroso	150107
Residuos de pilas, acumuladores y baterías	No peligroso/ Peligroso	160604 / 160603*
Residuos de construcción y demolición	No peligroso/Peligroso	170101 / 170904
Papel y cartón	No peligroso	200101
Residuos biodegradables de cocina y restaurantes	No peligroso	200108
Ropa y calzado/Tejidos	No peligroso	200110 / 200111
Plaguicidas	Peligroso	200119*
Lámparas y fluorescentes	Peligroso	200121*
Aceite vegetal usado	No Peligroso	201025

⁸ Jefatura del Estado «BOE» núm. 181, de 29 de julio de 2011 Referencia: BOE-A-2011-13046

Pinturas, tintas, adhesivos y resinas	Peligroso/No peligroso	200127* / 200128
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Peligroso	200135* / 200136
Restos de poda y jardinería	No peligroso	200201
Fracción resto	No peligroso	200301
Residuos voluminosos	No peligroso	200307

Cuando los códigos LER vienen acompañados de un símbolo asterisco, nos indica que se trata de un residuo peligroso.

Tabla 26: Clasificación de Residuos [12]

En el proceso de búsqueda de este indicador no se ha podido encontrar los datos exactos, los residuos generados por el turismo en Andalucía, por lo que se han tenido que estimar.

Del *Instituto Nacional de Estadística* [16], en concreto de la “Estadística sobre recogida y tratamiento de residuos clasificados por tipo de residuo, período y comunidades autónomas”, se han tomado los siguientes datos:

Estadísticas sobre recogida y tratamiento de residuos. Residuos urbanos: Serie 2010-2019											
Recogida de residuos urbanos											
Cantidad de residuos urbanos recogidos clasificados por tipo de residuo, período y comunidades autónomas											
Unidades: Toneladas											
	10.1.1 Residuos domésticos	10.1.2 Residuos domésticos	06 Residuos metálicos	07.1 Residuos de vidrio	07.2 Residuos de papel	07.4 Residuos de plástico	07.5 Residuos de madera	07.6 Residuos textiles	08.41 Residuos de plástico	09. Residuos animales	10.21 Envases mixtos y
2021											
01 Andalucía	3.921.264	70.299	2.513	109.883	124.183	1.135	17.399	14.358	590	105.117	114.008
2020											
01 Andalucía	3.792.794	54.894	1.574	103.834	125.021	165	15.091	6.589	608	89.472	113.000
2019											
01 Andalucía	3.571.331	186.042	1.235	109.126	121.130	520	17.849	3.590	115	99.242	103.371
2018											
01 Andalucía	3.755.593	153.300	1.600	108.758	117.131	1.677	12.520	3.269	108	92.395	94.281
2017											
01 Andalucía	3.493.910	380.959	4.627	91.570	102.877	1.421	13.969	3.392	118	92.046	85.646
2016											
01 Andalucía	3.545.590	361.986	4.425	99.622	101.816	727	8.619	3.301	149	89.603	81.932
2015											
01 Andalucía	3.479.079	255.581	4.324	95.057	100.815	2.363	10.079	2.945	161	98.345	80.176
2014											
01 Andalucía	3.437.380	252.293	4.321	82.208	95.866	2.361	10.070	2.981	132	99.030	76.354
2013											
01 Andalucía	3.825.590	181.998	5.361	79.001	100.864	809	12.611	8.134	134	96.069	77.415
2012											
01 Andalucía	4.134.974	99.589	7.185	76.114	111.678	10.852	16.997	2.259	129	94.194	131.749

Ilustración 27: Residuos Andalucía [16]

Se observa que la serie temporal es del año 2012 hasta el año 2021, ya que no se ha podido encontrar los datos del período que queremos. Estos valores corresponden al total de residuos recogidos en Andalucía, y como en nuestro caso necesitamos únicamente los del sector turismo en Andalucía, se ha hecho una estimación tomando como porcentaje del turismo un 15% del total.

AÑO	Total	Residuos Turismo
2023	4.480.749	672112,35
2022	4.303.042	645456,3
2021	4.213.551	632032,65
2020	4.340.642	651096,3
2019	4.270.535	640580,25
2018	4.297.770	644665,5
2017	4.128.925	619338,75
2016	4.062.996	609449,4
2015	4.387.986	658197,9
2014	4.685.720	702858

Tabla 27: Indicador Residuos turismo Andalucía

La columna “Total” es la suma de los tipos de residuos recogidos en Andalucía y la columna “Residuos Turismo” es el resultado de aplicarle el 15% a la columna “Total” y es el vector variable independiente (y_t) de nuestro modelo en este estudio que se mide en toneladas.

6.3.2. Indicador Número de turistas en Andalucía

Para la estimación de este indicador se han tomado los datos nuevamente del *Instituto Nacional de Estadística* [17]. Del apartado “Encuesta de ocupación hotelera”, se han usado los datos de “pernoctaciones por tipo de alojamiento por comunidades y ciudades autónomas”. Se muestra a continuación una parte de la tabla de datos utilizada para este indicador, ya que la tabla completa es bastante extensa.

Encuesta de ocupación hotelera						
Tablas comunes a todos los tipos de alojamiento						
Viajeros, pernoctaciones por tipo de alojamiento por comunidades y ciudades autónomas ANDALUCIA						
Unidades: Viajeros, Pernoctaciones						
	01 Andalucía					
	Hoteles	Campings	Apartamentos turistic	Alojamientos de turis	Albergues	
Residentes en España						
Pernoctaciones						SUMA ALOJAMIENTO
2023M12	1.377.896	73.255	325.932	83.455	26.451	1.886.989
2023M11	1.278.801	100.428	200.027	43.406	24.421	1.647.083
2023M10	1.817.567	202.450	279.242	46.486	30.000	2.375.745
2023M09	2.588.824	372.317	455.834	61.872	31.639	3.510.486
2023M08	4.134.216	1.005.630	912.466	149.155	33.430	6.234.897
2023M07	3.657.286	728.477	748.624	106.553	47.599	5.288.539
2023M06	2.605.778	362.200	407.676	63.535	39.323	3.478.512
2023M05	1.987.664	214.562	304.539	42.477	36.659	2.585.901
2023M04	2.140.172	341.813	364.517	66.368	60.572	2.973.442
2023M03	1.583.785	119.827	234.354	40.266	74.194	2.052.426
2023M02	1.313.951	108.771	253.571	42.879	61.538	1.780.710
2023M01	1.052.987	56.810	223.000	36.575	47.558	1.416.930
2022M12	1.270.267	70.778	266.903	67.731	30.640	1.706.319
2022M11	1.306.991	71.627	176.325	42.236	25.068	1.622.247
2022M10	1.821.955	157.749	253.005	51.433	29.079	2.313.221
2022M09	2.718.541	364.910	473.308	64.996	28.909	3.650.664
2022M08	4.337.352	1.011.376	942.870	152.989	39.027	6.483.614
2022M07	3.799.539	785.765	739.252	131.981	47.742	5.504.279
2022M06	2.678.849	358.258	440.404	61.397	40.850	3.579.758
2022M05	2.214.034	205.398	294.901	40.112	34.233	2.788.678

Ilustración 28: Tabla Pernoctaciones Andalucía [17]

Los datos están proporcionados por tipo de alojamiento, por lo que se ha realizado la suma de éstos para obtener el total de pernотaciones en cada mes de los 10 años observados. Así mismo, como nuestro vector (x_{1t}) está formado por 10 componentes (correspondientes a la serie temporal 2014-2023) se han sumado las columnas de los meses para obtener las pernотaciones por año como se muestra a continuación.

01 Andalucía											
	Hoteles	Campings	Apartamentos turísticos	Alojamientos de turismo	Albergues						
Residentes en España											
Pernотaciones						SUMA ALOJAMIENTO	AÑO	Residentes	Extranjeros	TOTAL PERNOTACIONES	
2023M12	1.377.896	73.255	325.932	83.455	26.451	1.886.989	2023	H22)	38.503.315	73.734.975	
2023M11	1.278.801	100.428	200.027	43.406	24.421	1.647.083	2022	35.006.437	32.638.882	67.645.319	
2023M10	1.817.567	202.450	279.242	46.486	30.000	2.375.745	2021	28.653.913	13.651.092	42.305.005	
2023M09	2.588.824	372.317	455.834	61.872	31.639	3.510.486	2020	16.022.927	7.975.700	23.998.627	
2023M08	4.134.216	1.005.630	912.466	149.155	33.430	6.234.897	2019	33.467.027	38.577.730	72.044.757	
2023M07	3.657.286	728.477	748.624	106.553	47.599	5.288.539	2018	31.495.726	38.121.815	69.617.541	
2023M06	2.605.778	362.200	407.676	63.535	39.323	3.478.512	2017	30.296.718	38.420.885	68.717.603	
2023M05	1.987.664	214.562	304.539	42.477	36.659	2.585.901	2016	30.214.526	35.947.057	66.161.583	
2023M04	2.140.172	341.813	364.517	66.368	60.572	2.973.442	2015	29.397.267	29.397.267	58.794.534	
2023M03	1.583.785	119.827	234.354	40.266	74.194	2.052.426	2014	28.206.247	29.088.965	57.295.212	
2023M02	1.313.951	108.771	253.571	42.879	61.538	1.780.710					
2023M01	1.052.987	56.810	223.000	36.575	47.558	1.416.930					
2022M12	1.270.267	70.778	266.903	67.731	30.640	1.706.319					
2022M11	1.306.991	71.627	176.325	42.236	25.068	1.622.247					
2022M10	1.821.955	157.749	253.005	51.433	29.079	2.313.221					
2022M09	2.718.541	364.910	473.308	64.996	28.909	3.650.664					
2022M08	4.337.352	1.011.376	942.870	152.989	39.027	6.483.614					
2022M07	3.799.539	785.765	739.252	131.981	47.742	5.504.279					
2022M06	2.678.849	358.258	440.404	61.397	40.850	3.579.758					
2022M05	2.214.034	205.398	294.901	40.112	34.233	2.788.678					

Ilustración 29: Datos pernотaciones Residentes en España de Andalucía

Esta tabla que nos proporciona el *INE* está compuesta por los datos de “Pernотaciones Residentes en España” y por “Pernотaciones Residentes en el Extranjero”. Debido a que los datos que necesitamos son del total de turistas, se han sumado los valores de estos dos grupos, obteniendo de esta manera, la columna de color gris llamada “Total pernотaciones”.

Residentes en el Extranjero											0
Pernотaciones											0
2023M12		1.253.447	233.227	384.206	17.960	30.046				1.918.886	
2023M11		1.657.751	195.734	436.535	28.285	45.583				2.363.888	
2023M10		3.281.309	182.298	635.684	72.812	58.192				4.230.295	
2023M09		3.414.106	147.694	604.590	75.723	61.770				4.303.883	
2023M08		3.275.902	155.080	700.401	107.626	48.679				4.287.688	
2023M07		3.027.157	192.415	656.853	109.008	46.024				4.031.457	
2023M06		2.978.196	99.639	537.636	61.918	45.706				3.723.095	
2023M05		3.083.147	187.057	573.481	65.563	51.953				3.961.201	
2023M04		2.685.809	200.988	480.077	57.980	50.132				3.474.986	
2023M03		1.777.406	237.548	435.804	35.651	39.131				2.525.540	
2023M02		1.237.573	268.405	403.987	24.922	32.292				1.967.179	
2023M01		1.040.807	281.305	346.997	17.663	28.445				1.715.217	
2022M12		947.588	205.366	291.800	11.576	24.798				1.481.128	
2022M11		1.261.143	180.459	353.118	15.851	27.206				1.837.777	
2022M10		2.766.552	183.884	549.729	48.457	36.738				3.585.360	
2022M09		2.997.664	138.647	538.621	57.802	42.123				3.774.857	
2022M08		2.948.620	120.776	664.336	102.924	29.123				3.865.779	
2022M07		2.716.268	101.407	647.323	90.750	25.161				3.580.909	
2022M06		2.786.431	110.460	552.229	54.738	30.249				3.534.107	
2022M05		2.715.870	154.888	549.996	45.286	35.000				3.501.040	
2022M04		2.210.138	157.011	431.613	49.023	29.717				2.877.502	
2022M03		1.404.420	205.556	368.172	28.411	22.424				2.028.983	
2022M02		880.150	244.403	288.603	18.598	18.404				1.450.158	
2022M01		636.977	252.742	203.802	16.607	11.154				1.121.282	
2021M12		655.593	197.291	213.100	19.981	14.777				1.100.742	
2021M11		1.030.076	163.895	310.323	27.859	16.683				1.548.836	
2021M10		1.970.626	165.619	443.124	41.909	23.481				2.644.759	

Ilustración 30: Datos pernотaciones Residentes en el Extranjero de Andalucía

El *Indicador Número de Turistas en Andalucía* quedaría de la siguiente manera:

AÑO	Nº TURISTAS ANDALUCÍA
2023	73.734.975
2022	67.645.319
2021	42.305.005
2020	23.998.627
2019	72.044.757
2018	69.617.541
2017	68.717.603
2016	66.161.583
2015	58.794.534
2014	57.295.212

Tabla 28: Indicador número de Turistas en Andalucía

6.3.3. Indicador Ingresos turísticos en Andalucía

Este indicador no se ha podido encontrar directamente como “ingresos turísticos en Andalucía” por lo que se ha tenido que estimar haciendo uso de unos datos sobre gastos tomados del *Instituto Nacional de Estadística* [17].

Estos datos se han tomado de dos resultados diferentes:

- “Gasto medio diario por persona por comunidad autónoma de residencia de los viajeros”
- “Gasto medio diario de los turistas internacionales según comunidad autónoma de destino principal”

En este caso se ha escogido la comunidad autónoma de Andalucía y se han sumado los valores de estos dos resultados para obtener el vector de “*Gasto medio diario total de los turistas en Andalucía*”. A continuación, se muestran primero la tabla que resulta del “Gasto medio diario por persona por comunidad autónoma de residencia de los viajeros”:

Resultados por comunidad autónoma de residencia				
Viajes, pernoctaciones, duración media y gasto				
Viajes, pernoctaciones, duración media y gasto por comunidad autónoma de residencia de los viajeros				
Unidades: €				
		01 Andalucía		
Gasto medio diario por persona			Gasto medio	
Valor absoluto			AÑO	Residentes
2023T4	85,35		2023	B10:B13)
2023T3	59,79		2022	67,03
2023T2	81,43		2021	50,69
2023T1	73,26		2020	46,04
2022T4	82,78		2019	60,64
2022T3	55,12		2018	60,47
2022T2	68,23		2017	56,83
2022T1	61,99		2016	52,04
2021T4	62,73		2015	51,39
2021T3	45,13		2014	52,61
2021T2	53,24			
2021T1	41,67			
2020T4	46,41		AÑO	GASTO
2020T3	35,35		2023	150,916667
2020T2	39,66		2022	133,333333
2020T1	62,74		2021	108

Ilustración 31: Resultado gasto medio diario residentes Andalucía

Observamos que los datos se proporcionan por trimestre, con lo cual hacemos el promedio de esos valores de cada año, para tener los datos del **gasto medio diario de los viajeros residentes por año**.

Una vez obtenido este vector de 10 componentes, se hace el mismo cálculo para la otra tabla de resultados de “Gasto medio diario de los turistas internacionales según comunidad autónoma de destino principal”.

Gasto Turístico			
Resultados por comunidades autónomas			
Gasto de los turistas internacionales según comunidad autónoma de destino principal			
Unidades: €, Millones €, Dias, %, Tasas			
		01 Andalucía	
		Gasto medio diario por persona	
		Dato base	
		AÑO	GASTO EXTRANJEROS
2024M04	165	2023	=PROMEDIO(B14:B25)
2024M03	153	2022	133
2024M02	154	2021	108
2024M01	142	2020	91
2023M12	125	2019	123
2023M11	156	2018	119
2023M10	166	2017	113
2023M09	169	2016	110
2023M08	156	2015	92
2023M07	166	2014	98
2023M06	169		
2023M05	158		
2023M04	149		
2023M03	144		
2023M02	129		
2023M01	124		
2022M12	121		
2022M11	141		
2022M10	150		

Ilustración 32: Resultado gasto medio diario turistas internacionales en Andalucía

Como la variable que necesitamos es el gasto de los turistas totales en Andalucía sumamos estos dos vectores que se han calculado como se muestra a continuación:

Resultados por comunidad autónoma de residencia						
Viajes, pernoctaciones, duración media y gasto						
Viajes, pernoctaciones, duración media y gasto por comunidad autónoma de residencia de los viajeros						
Unidades: €						
		01 Andalucía				
		Gasto medio diario por persona		Gasto medio diario		
	Valor absoluto			AÑO	Residentes	Extranjeros
2023T4	85,35			2023	74,96	151
2023T3	59,79			2022	67,03	133
2023T2	81,43			2021	50,69	108
2023T1	73,26			2020	46,04	91
2022T4	82,78			2019	60,64	123
2022T3	55,12			2018	60,47	119
2022T2	68,23			2017	56,83	113
2022T1	61,99			2016	52,04	110
2021T4	62,73			2015	51,39	92
2021T3	45,13			2014	52,61	98
2021T2	53,24					

Ilustración 33: Ingresos turísticos Andalucía

De esta manera, ya tenemos el indicador que queríamos estimar, y lo hemos llamado **Indicador Ingresos turísticos en Andalucía** midiéndose en €.

AÑO	INGRESOS
2023	225,96
2022	200,03
2021	158,69
2020	137,04
2019	183,64
2018	179,47
2017	169,83
2016	162,04
2015	143,39
2014	150,61

Tabla 29: Indicador Ingresos turísticos en Andalucía

6.3.4. Análisis del primer estudio mediante el software IBM SPSS

Comenzamos introduciendo los datos en el SPSS, es decir, los tres vectores de tamaño diez correspondientes a nuestros tres indicadores.

	RESIDUOS	TURISTAS	INGRESOS	var								
1	672112,35	73734975	225,96									
2	645456,30	67645319	200,03									
3	632032,65	42305005	158,69									
4	651096,30	23998627	137,04									
5	640580,25	72044757	183,64									
6	644665,50	69617541	179,47									
7	619338,75	68717603	169,83									
8	609449,40	66161583	162,04									
9	658197,90	58794534	143,39									
10	702858,00	57295212	150,61									
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												

Ilustración 34: Vista datos estudio 1

Una vez que hemos introducido los valores de las variables, lo ponemos en modo “vista de variables” para poder ponerle el nombre que queramos y editar a nuestro gusto los datos como se muestra a continuación.

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	RESIDUOS	Numérico	8	2	Residuos	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
2	TURISTAS	Numérico	8	0	Turistas	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
3	INGRESOS	Numérico	8	2	Ingresos	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											

Ilustración 35: Vista variables estudio 1

A continuación, ya podemos manipular el software para obtener las tablas con los resultados que nos ayudarán a analizar el modelo.

La primera tabla es la prueba de normalidad y la obtenemos realizando los siguientes pasos:

The screenshot shows the SPSS 'Analizar' menu with the following options:

- Análisis de potencia
- Meta-análisis
- Informes
- Estadísticos descriptivos
- Estadísticas Bayesianas
- Tablas
- Comparar medias y proporciones
- Modelo lineal general
- Modelos lineales generalizados
- Modelos mixtos
- Correlacionar
- Regresión
- Logingal
- Redes neuronales
- Clasificar
- Reducción de dimensiones
- Mapping
- Escala
- Pruebas no paramétricas
- Predicciones

 The 'Estadísticos descriptivos' menu is open, showing:

- Frecuencias...
- Descriptivos...
- Population Descriptives
- Percentiles...
- Explorar...
- Análisis TURF
- Tablas cruzadas...
- Razón...
- Gráficos P-P...
- Gráfico Q-Q de dos variables o de grupos
- Gráficos Q-Q...

 Red arrows point to 'Analizar', 'Estadísticos descriptivos', and 'Explorar...'. The background shows a data table with columns RESIDUOS, TURISTAS, and INGRESOS.

Ilustración 36: Pasos SPSS normalidad

Al seleccionar esta opción de “Explorar” se nos abre la siguiente pestaña:

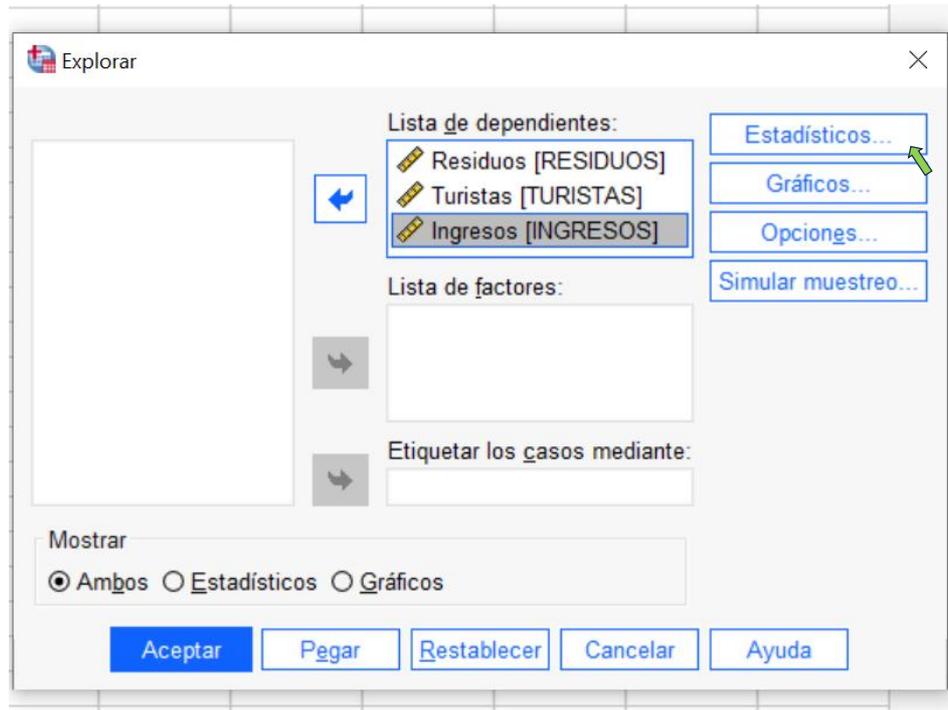


Ilustración 37: Pestaña Explorar

Realizamos algunos cambios en el apartado “Gráficos” como se muestra en la siguiente imagen:

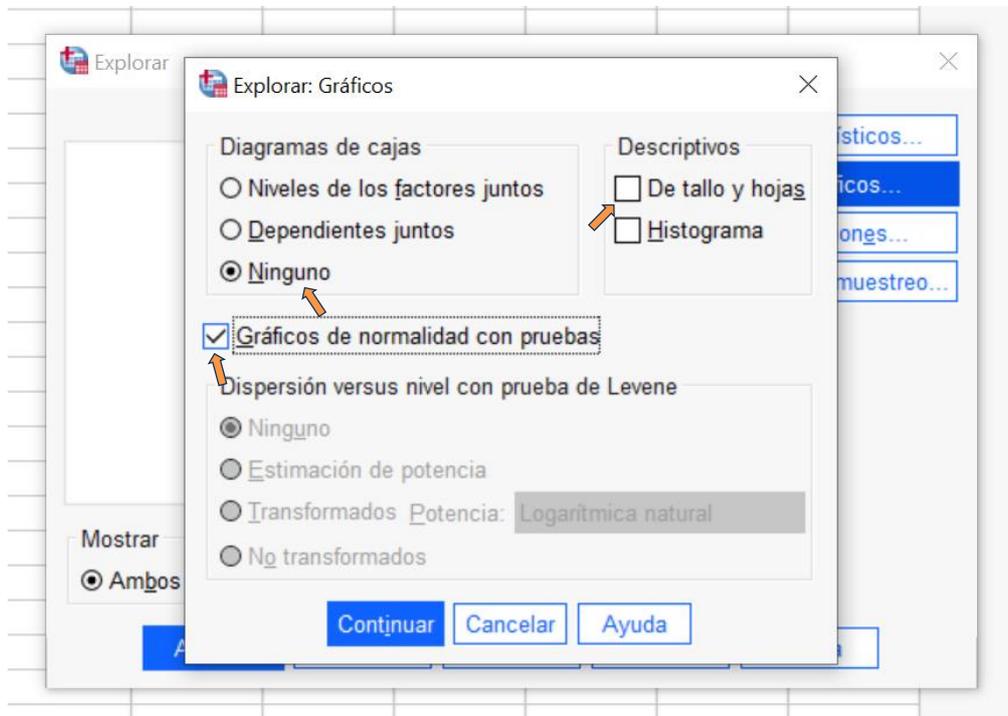


Ilustración 38: Gráficos Prueba de Normalidad estudio 1

En “Diagrama de cajas” seleccionamos la opción “Ninguno”; en “Descriptivos” aparece por defecto “De tallo y hoja” seleccionado, pero para nuestro modelo no se selecciona ninguno. Por último, se activa la casilla de “Gráficos de normalidad con pruebas” y le damos a “continuar”.

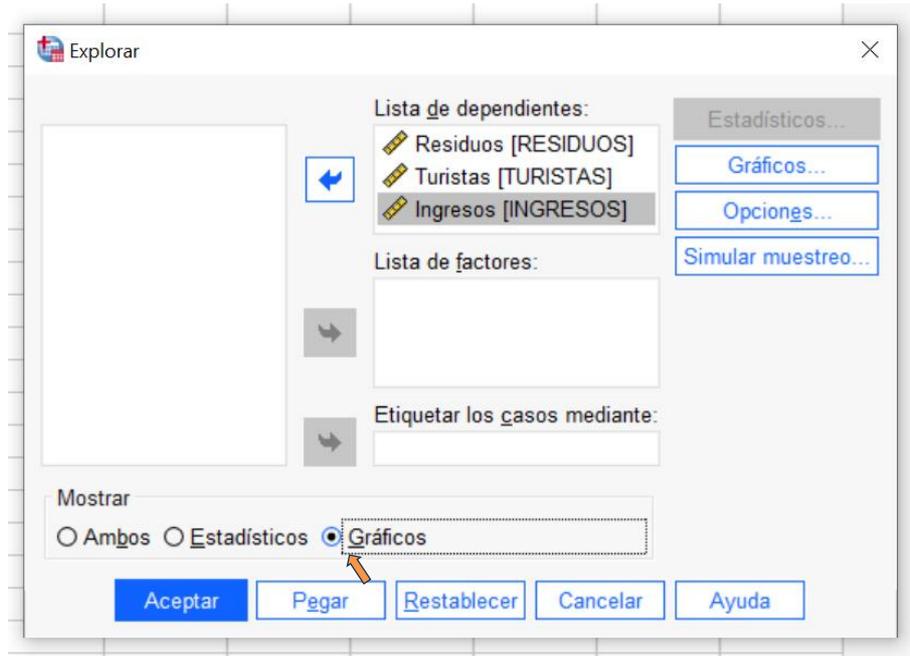


Ilustración 39: Ventana explorar primer estudio

Como último paso para obtener la tabla que necesitamos, seleccionamos la casilla “Gráficos” y le damos a “Aceptar”. El SPSS nos proporciona la siguiente tabla:

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Residuos	,147	10	,200*	,957	10	,752
Turistas	,252	10	,072	,805	10	,017
Ingresos	,130	10	,200*	,951	10	,683

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 30: Pruebas de normalidad primer estudio

Interpretación de la tabla de “Pruebas de Normalidad”

Nos aparecen dos estadísticos de los cuales sólo nos fijamos en el estadístico **Shapiro-Wilk**, pues la muestra es de menos de 50 observaciones. Por el contrario, si la muestra fuese de más de 50 observaciones el estadístico a tener en cuenta sería el Kolmogorov-Smirnov.

Los valores de la columna señalada son los **p-valor** o también llamados “**nivel de significación**”.

La variable *Residuos* e *Ingresos* tienen un nivel de significación mayor al 5%, lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. Esto no hace saber que estas dos variables siguen una distribución normal. Sin embargo, la variable *Pernoctaciones* tiene un p-valor menos al 5%, lo que quiere decir que se acepta la hipótesis nula y que no sigue una distribución normal. Para que podamos trabajar con un enfoque paramétrico, todas las variables tienen que cumplir el supuesto de normalidad a la vez. Tenemos que usar, por lo tanto, un enfoque no-paramétrico, y es aquí donde surge una cuestión: ¿qué tipo de prueba no-paramétrica nos es conveniente usar en este modelo?

De los diferentes enfoques no-paramétricos que existen (Spearman, Kendall, Fisher, Chi-cuadrado, etc), nos quedamos con el enfoque paramétrico de Spearman, ya que nuestras variables son cuantitativas/numéricas.

Una vez que sabemos esta información, volvemos al SPSS y realizamos los siguientes pasos para obtener la tabla de correlaciones entre las variables:

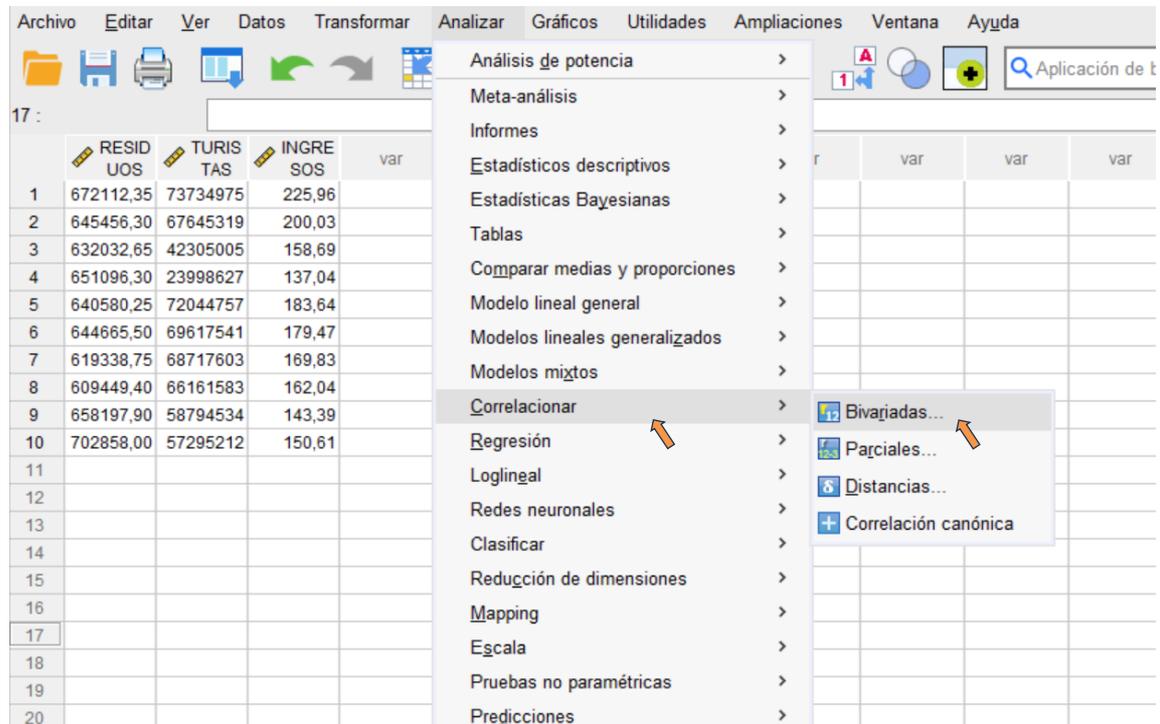


Ilustración 40: Correlacionar primer estudio

Seleccionando esta opción nos aparece la siguiente pestaña:

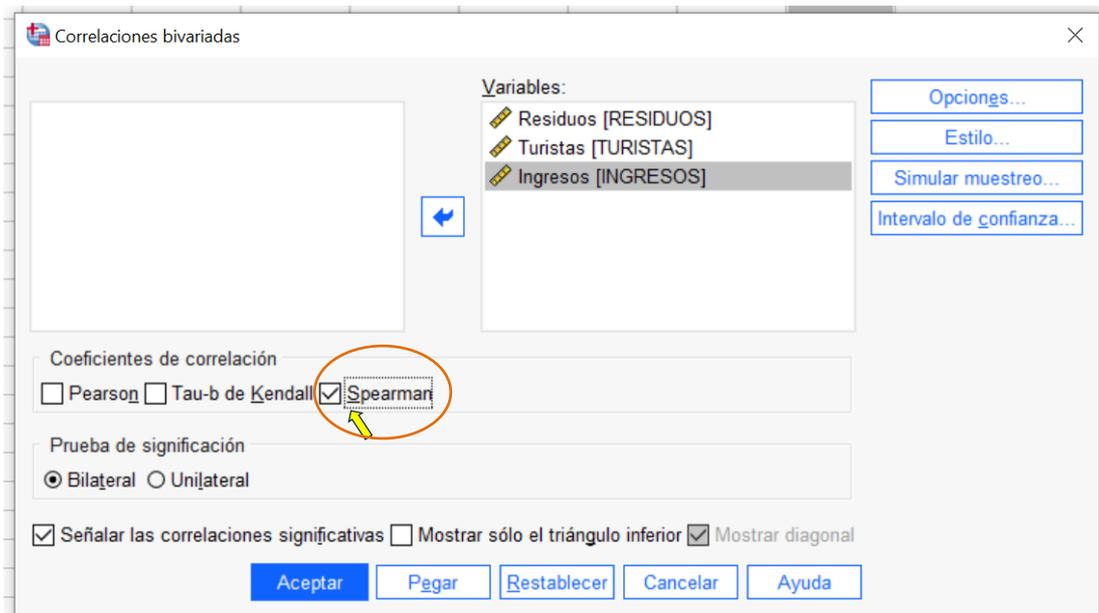


Ilustración 41: Enfoque no-paramétrico de Spearman

Activamos la casilla de “Spearman” y ya podemos darle a “Aceptar” para que el software nos muestre la tabla que necesitamos.

Correlaciones

		Residuos	Turistas	Ingresos	
Rho de Spearman	Residuos	Coefficiente de correlación	1,000	,379	-,115
		Sig. (bilateral)	.	,009	,751
		N	10	10	10
Turistas		Coefficiente de correlación	,379	1,000	,879**
		Sig. (bilateral)	,009	.	<,001
		N	10	10	10
Ingresos		Coefficiente de correlación	-,115	,879**	1,000
		Sig. (bilateral)	,751	<,001	.
		N	10	10	10

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 31: Correlaciones primer estudio

Interpretación de la tabla de “Correlaciones”

Este paso es necesario para averiguar si la variable endógena (y_t) está correlacionada con cada una de las variables explicativas (x_{1t}, x_{2t}). Si alguna de las variables explicativas no tiene correlación con la variable dependiente, habrá que eliminarla del modelo ya que para realizar un modelo de regresión es necesario que estén relacionadas/correlacionadas.

Además de identificar la correlación, queremos identificar si se presenta un problema de **Multicolinealidad** entre las variables independientes. La multicolinealidad se da lugar cuando entre las variables predictoras (x_{1t}, x_{2t}) exista relación entre sí. Esto nos impide saber con seguridad si el efecto sobre la variable (y_t) proviene de una o de otra variable predictor. Si tuvieran relación entre sí, tendríamos que rechazar o eliminar alguna de ellas.

Las correlaciones se pueden analizar de dos maneras, mostradas en las siguientes tablas. En la primera vamos a hacerlo fijándonos en el nivel de significación (p-valor) y en la segunda, mirando el coeficiente de correlación de Spearman.

1ª OPCIÓN

RELACIONARLAS CON EL NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (P-VALOR)

<p>1ª Relación: La variable <i>Residuos</i>(y_t) con la variable <i>Nº de turistas</i>(x_{1t})</p>	<p>Nos fijamos en el p-valor y vemos que es menor que el 5%. Por teoría sabemos que esto implica que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1); y la alterna nos dice que existe relación entre las variables <i>Residuos</i> y <i>Numero de turistas</i>.</p>
<p>2ª Relación: La variable <i>Residuos</i>(y_t) con la variable <i>Ingresos</i>(x_{2t})</p>	<p>En este caso nos encontramos con lo contrario al caso anterior, el p-valor es mayor al 5%, lo que implica que se acepta la hipótesis nula. Esto quiere decir que la variable <i>Residuos</i> no tiene relación con la variable <i>Ingresos</i>. Con otras palabras, los <i>Ingresos</i> es una variable que no aporta significativamente a la explicación de la variable <i>Residuos</i>, por consiguiente, es necesario descartarla de nuestro modelo de regresión múltiple.</p>

Tabla 32: Relaciones entre las variables con p-valor primer estudio

En este caso, no es necesario comprobar la relación entre las variables predictoras debido a que la variable *Ingresos* va a ser descartada del modelo. Si no fuese así, tendríamos que examinar la relación entre ellas para ver si existe el problema de Multicolinealidad.

2ª OPCIÓN

RELACIONARLAS CON EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN

1ª Relación: La variable Residuos(y_t) con la variable N° de turistas(x_{1t})

El valor del coeficiente de correlación de Spearman entre los Residuos y el N° de turistas es de 37,9%; una relación positiva.

2ª Relación: La variable Residuos(y_t) con la variable Ingresos(x_{2t})

En este caso, el coeficiente de correlación de Spearman entre estas dos variables es negativa, razón por la que debemos descartar la variable Ingresos del modelo.

Tabla 33: Relaciones entre las variables con Spearman primer estudio

Al eliminar una de nuestras variables explicativas, nuestro modelo De Regresión Lineal Múltiple pasa a ser un modelo de **Regresión Lineal Simple**.

Tras averiguar cómo ha quedado nuestro modelo y las correlaciones, volvemos al SPSS para ver la regresión del modelo, lo que nos permitirá saber los valores de los coeficientes de regresión, mejor dicho, el valor del único coeficiente de regresión que tenemos (β_1), pues el coeficiente β_2 ya no existe al eliminar la variable x_{2t} .

Los pasos para obtener la tabla de coeficientes de regresión con SPSS son los siguientes:

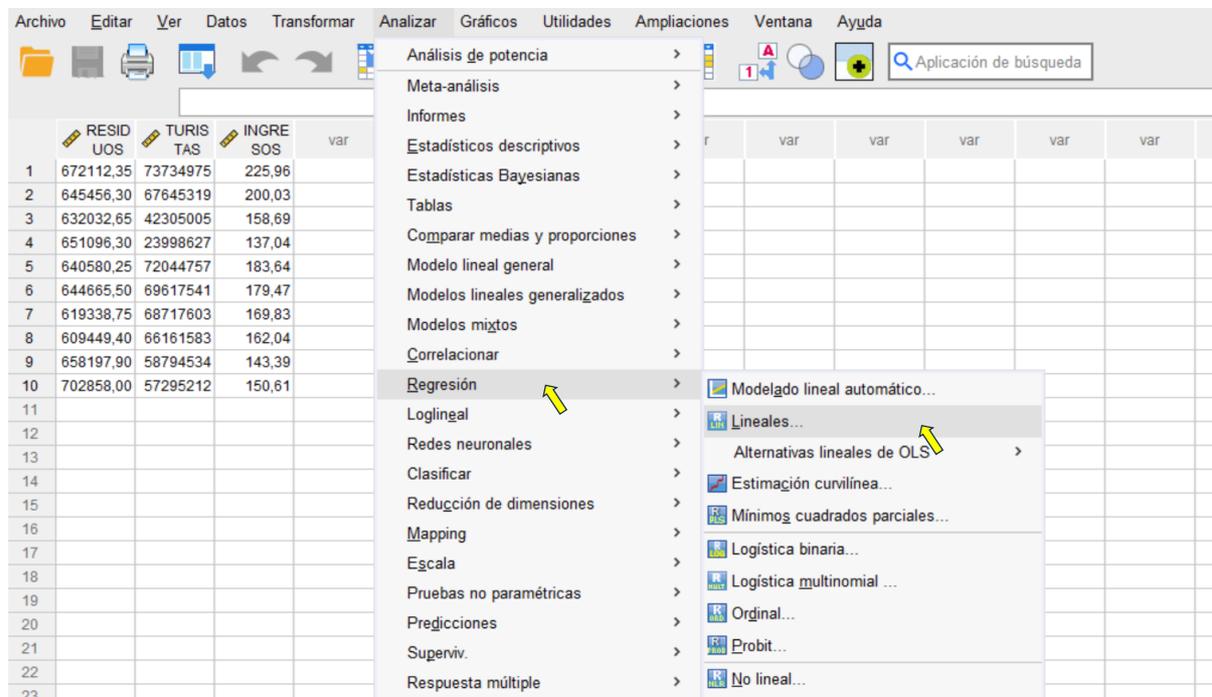


Ilustración 34: Regresión lineal primer estudio SPSS

La ventana que nos muestra SPSS de regresión lineal es la siguiente:

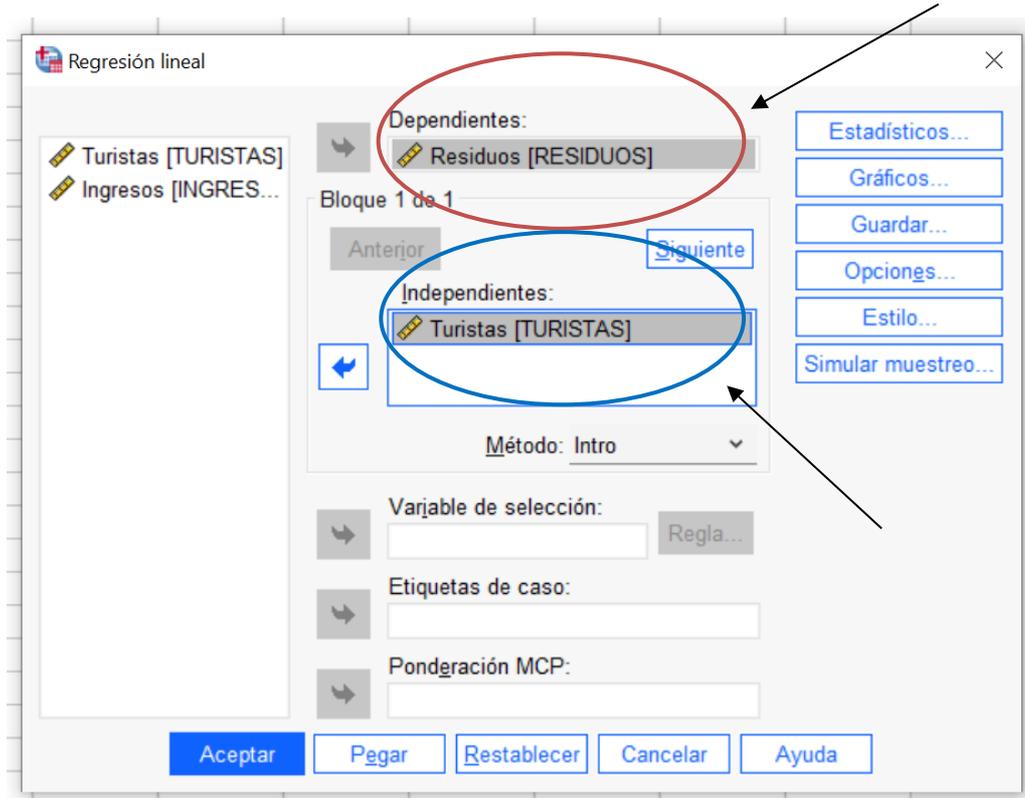


Ilustración 43: Regresión lineal primer estudio

Como nuestro modelo en este estudio ha pasado a ser un modelo de Regresión Lineal Simple, en el recuadro de “Independientes sólo introducimos la variable *Turistas*.”

Luego, pinchamos en el botón “Estadísticos” y nos aparece la siguiente ventana:

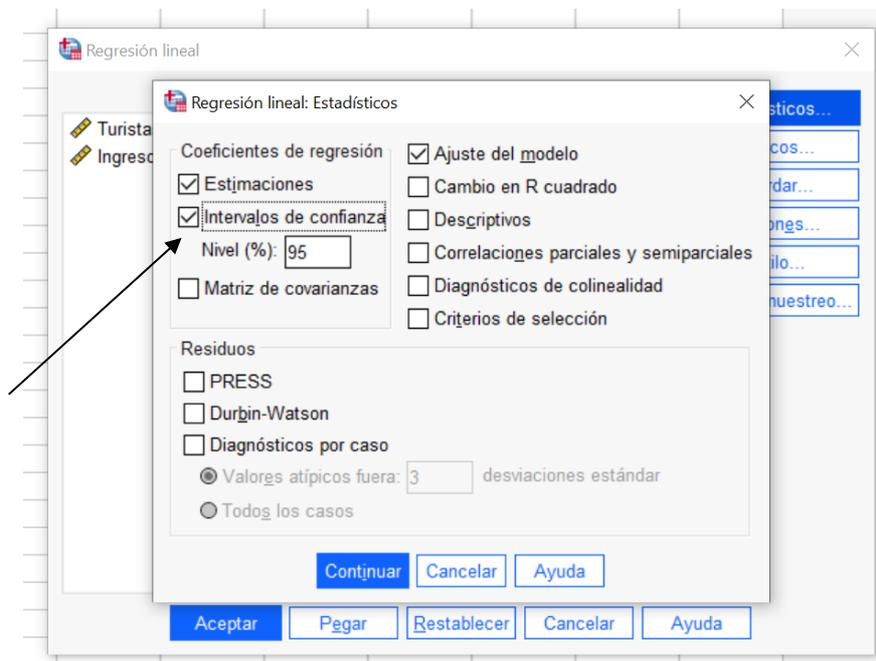


Ilustración 44: Estadísticos regresión lineal primer estudio

En esta ventana lo único que hace que hacer es activar la casilla de “Intervalos de confianza”. Como resultado de realizar estos pasos, obtenemos la tabla de “Coeficientes”.

Modelo	Coeficientes ^a							
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B		
	B	Desv. Error	Beta			Límite inferior	Límite superior	
1	(Constante)	339,601	67,941		17,775	<,001	21,977	357,225
	Turistas	7,775	,001	,076	,217	,000	,002	,001

a. Variable dependiente: Residuos

Tabla 34: Coeficientes SPSS primer estudio

En primer lugar, observamos los valores de significación (p-valor), que son los dos menores al 5%, lo que quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. Recordamos que la hipótesis alterna nos dice que los coeficientes (β) son diferentes a cero, y efectivamente es así, podemos verlo en la tabla:

- La constante β_0 tiene un valor de **339,601**
- El coeficiente β_1 tiene un valor de **7,775**

Se comprueba con estos resultados que nuestro modelo de este estudio es válido y podemos construirlo como se muestra a continuación:

$$y_t = 339,601 + 7,775x_{1t}$$

Así queda nuestro modelo de Regresión Lineal Simple de la variable *Residuos* en función de la variable *Número de turistas*, que se interpreta de la siguiente manera: por cada turista en Andalucía, los residuos se incrementan en **7,775** toneladas.

El término residuos μ_t representa el error aleatorio para cada observación en el modelo, y es la diferencia entre los valores observados y los valores predichos por el modelo. Este término no aparece en la ecuación del modelo por que se acerca mucho a cero debido a que nuestro modelo está bien ajustado.

6.4. Segundo estudio

Continuamos con un segundo estudio en el que se va a relacionar otros tres indicadores.

El indicador *Emisiones de gases efecto invernadero del turismo en Andalucía* en este segundo estudio será el vector variable dependiente o endógena (y_t); y las variables explicativas o predictoras (x_{1t} , x_{2t}) son los indicadores *Número de pasajeros comerciales embarcados o desembarcados de las aeronaves en aeropuertos de Andalucía* e *Ingresos turísticos en Andalucía*.

$y_t =$ Emisiones de gases efecto invernadero del turismo en Andalucía

$x_{1t} =$ Número de pasajeros de las aeronaves en aeropuertos en Andalucía

$x_{2t} =$ Ingresos turísticos en Andalucía

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \mu_t$$

6.4.1. Indicador Emisiones de gases efecto invernadero en Andalucía

Este indicador no ha sido necesario estimarlo ya que los datos han sido directamente tomados del *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Secretaría de Estado de Medio Ambiente, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental)* [18]. Este nos proporciona un documento llamado “EMISIONES DE GEI POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS A PARTIR DEL INVENTARIO ESPAÑOL, SERIE 1990-2019”.

Se han tomado los datos desde el año 2010 hasta el año 2019 debido ya que no se ha podido encontrar los datos del intervalo escogido en todos los indicadores (2014-2023).

COMUNIDAD AUTÓNOMA	EMISIONES DE CO2-eq (kt)														
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ANDALUCÍA	67.365	67.036	69.801	60.820	57.927	55.833	55.143	53.704	50.160	50.521	52.525	49.182	52.518	52.089	46.895
ARAGÓN	21.802	21.195	22.053	20.895	17.875	16.157	19.175	17.130	15.353	16.523	16.569	15.361	17.199	15.568	14.844
ASTURIAS	35.182	31.994	34.217	26.756	23.330	21.922	23.661	24.995	24.247	24.722	29.851	24.468	25.773	24.012	19.351
BALEARES	10.854	10.821	10.974	11.014	10.726	10.608	10.193	9.535	8.558	8.278	8.514	8.727	9.319	9.430	8.619
CANARIAS	17.599	17.031	16.852	17.614	15.352	15.311	14.294	14.136	13.165	12.780	12.720	13.178	13.535	13.366	13.038
CANTABRIA	7.107	7.211	7.327	7.196	6.416	6.741	6.306	6.267	5.632	5.879	5.792	5.735	5.987	6.176	6.199
CASTILLA Y LEÓN	45.249	42.139	42.941	39.275	30.710	26.390	33.942	34.163	28.780	31.185	32.819	30.309	30.306	27.395	24.308
CASTILLA-LA MANCHA	26.751	27.166	28.557	25.708	23.253	22.274	21.452	20.413	18.348	17.910	18.153	17.748	18.053	18.636	18.891
CATALUÑA	57.500	56.233	57.141	53.359	49.999	49.288	46.725	44.313	41.027	41.285	42.011	43.307	43.956	43.669	43.991
CEUTA	612	735	778	671	561	509	435	421	333	312	313	337	383	407	394
C. VALENCIANA	32.586	32.540	32.819	32.766	29.285	28.609	26.843	24.584	24.497	24.641	24.974	24.962	25.144	25.468	24.474
EXTREMADURA	9.045	9.727	9.817	9.569	9.036	9.231	8.988	8.727	8.227	8.104	8.446	8.438	8.798	9.107	9.139
GALICIA	36.534	35.524	36.809	30.969	28.737	27.290	28.962	31.749	28.593	28.893	29.726	28.465	30.234	29.711	22.434
LA RIOJA	3.968	4.041	3.915	3.696	2.794	2.661	2.399	2.492	2.105	1.960	2.110	2.281	2.523	2.308	2.411
MADRID	28.013	28.161	28.482	26.289	24.830	24.957	24.129	22.451	22.573	21.200	20.965	21.607	21.486	22.139	22.647
MELILLA	326	366	388	394	369	380	369	438	382	339	373	410	486	444	503
NAVARRA	8.062	7.821	7.734	8.013	7.412	7.561	6.447	5.963	5.666	5.591	5.938	6.142	6.311	6.215	7.075
PAÍS VASCO	24.930	25.071	23.987	24.120	23.122	22.638	19.145	19.546	17.008	16.448	16.420	16.293	17.108	17.443	18.310
REGIÓN DE MURCIA	8.590	10.444	11.736	13.012	10.585	9.514	8.980	9.290	8.873	9.038	8.777	8.516	9.618	9.668	11.006
TOTAL ESPAÑA	442.075	435.256	446.328	412.136	372.319	357.876	357.588	350.318	323.526	325.609	336.995	325.466	338.738	333.250	314.529

Tabla 35: Emisiones CO₂ por Comunidad Autónoma [18]

EMISIONES GASES EFECTO INVERNADERO	
AÑO	Andalucía
2023	46.895
2022	52.089
2021	52.518
2020	49.182
2019	52.525
2018	50.521
2017	50.160
2016	53.704
2015	55.143
2014	55.833

Tabla 36: Indicador GEI segundo estudio

Estos datos se han cogido suponiendo que son las emisiones correspondientes al turismo en Andalucía.

6.4.2. Indicador Número de pasajeros comerciales embarcados o desembarcados de las aeronaves en aeropuertos de Andalucía

Este indicador se ha tomado del apartado “Transporte” del *Ministerio de Industria y Turismo (SEGITTUR turismo e innovación)* [19]. Dentro de ese apartado, los datos se han tomado de la *Estadística De Tráfico Aéreo*. Al igual que todos los indicadores elegidos en el trabajo, se han cogido los datos desde el año 2014 hasta el año 2023, siendo el vector de 10 componentes.

Para este indicador no ha sido necesario realizar ningún cálculo complejo, pues la estadística de tráfico aéreo nos permite seleccionar por Comunidad Autónoma y por ciudad. Las ciudades andaluzas que nos muestra esta estadística son Sevilla, Málaga, Granada-Jaén, Jerez y Almería. Para obtener la estimación del indicador buscado se han sumado los valores de las observaciones de estos cinco vectores correspondientes a estas cinco ciudades.

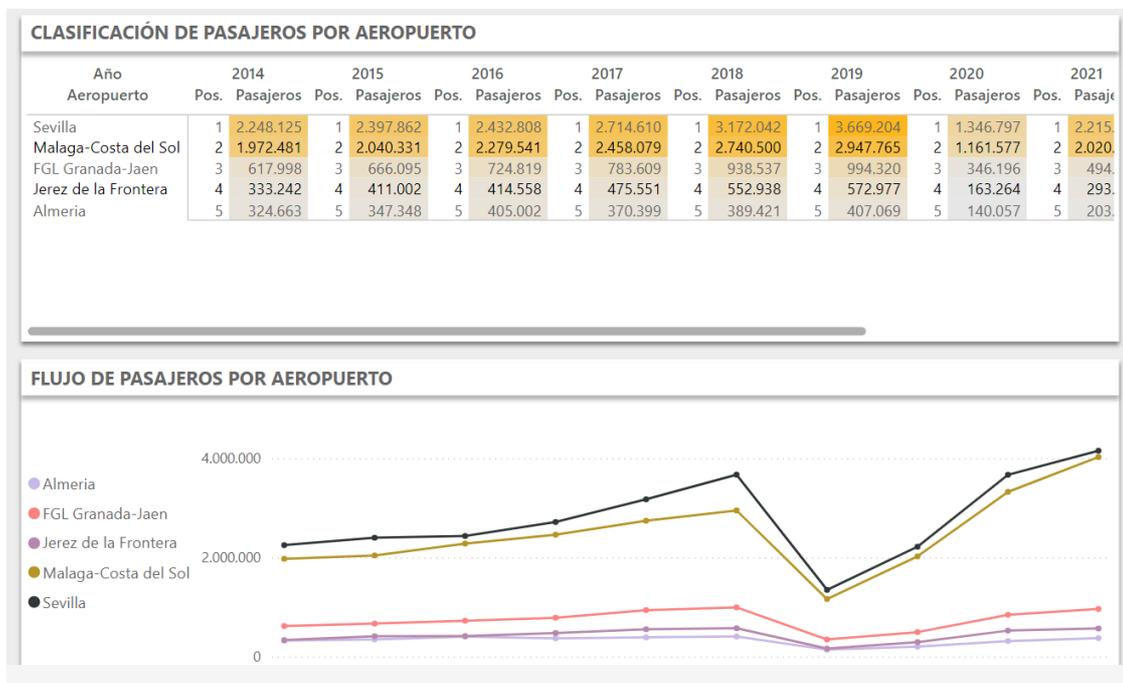


Ilustración 45: Datos del Ministerio de Industria y Turismo (SEGITTUR turismo e innovación, Estadística De Tráfico Aéreo) [19]

SEGITUR turismo e innovación		VISIÓN GENERAL		MAPA		ANÁLISIS		COMPARATIVA								
ESTADÍSTICA DE TRÁFICO AÉREO																
AEROPUERTOS					AEROLÍNEAS											
CLASIFICACIÓN DE PASAJEROS POR AEROPUERTO																
Año	2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023	
Aeropuerto	Pasajeros	Pos.	Pasajeros	Pos.	Pasajeros	Pos.	Pasajeros	Pos.	Pasajeros	Pos.	Pasajeros	Pos.	Pasajeros	Pos.	Pasajeros	Pos.
Sevilla	2.432.808	1	2.714.610	1	3.172.042	1	3.669.204	1	1.346.797	1	2.215.971	1	3.666.431	1	4.151.129	1
Málaga-Costa del Sol	2.279.541	2	2.458.079	2	2.740.500	2	2.947.765	2	1.161.577	2	2.020.757	2	3.322.375	2	4.023.569	2
FGL Granada-Jaen	724.819	3	783.609	3	938.537	3	994.320	3	346.196	3	494.479	3	843.514	3	962.385	3
Jerez de la Frontera	414.558	4	475.551	4	552.938	4	572.977	4	163.264	4	293.657	4	524.851	4	567.720	4
Almería	405.002	5	370.399	5	389.421	5	407.069	5	140.057	5	203.174	5	314.181	5	374.555	5

Ilustración 46: Datos del Ministerio de Industria y Turismo (SEGITTUR turismo e innovación, Estadística De Tráfico Aéreo) [19]

Con estos datos obtenemos el indicador que queremos: **Indicador Número de pasajeros comerciales embarcados o desembarcados de las aeronaves en aeropuertos de Andalucía.**

PASAJEROS AEROPUERTO						
AÑO	Sevilla	Málaga	Granada-Jaén	Jerez	Almería	ANDALUCÍA
2023	4.151.129	4.023.569	962.385	567.720	374.555	10.079.358
2022	3.666.431	3.322.375	843.514	524.851	314.181	8.671.352
2021	2.215.971	2.020.757	494.479	293.657	203.173	5.228.037
2020	1.346.797	1.161.577	346.196	163.264	140.057	3.157.891
2019	3.669.204	2.947.765	994.320	572.977	407.069	8.591.335
2018	3.172.042	2.740.500	938.537	552.938	389.421	7.793.438
2017	2.714.610	2.458.079	783.609	475.551	370.399	6.802.248
2016	2.432.808	2.279.541	724.819	414.558	405.002	6.256.728
2015	2.397.862	2.040.331	666.095	411.002	347.348	5.862.638
2014	2.248.125	1.972.481	617.998	333.242	324.663	5.496.509

Tabla 37: Indicador Pasajeros Aeropuerto

6.4.3. Indicador Ingresos turísticos en Andalucía

Este indicador es el mismo que se usó en el *Estudio 1* como una de las variables explicativas.

AÑO	INGRESOS
2023	225,96
2022	200,03
2021	158,69
2020	137,04
2019	183,64
2018	179,47
2017	169,83
2016	162,04
2015	143,39
2014	150,61

Tabla 38: Indicador Ingresos turísticos segundo estudio

6.4.4. Análisis del segundo estudio mediante el software IBM SPSS

Introducimos los datos de las variables en el IBM SPSS:

	GEI	AEROPUERTO	INGRESOS	var								
1	46895,00	10079358	225,96									
2	52089,00	8671352	200,03									
3	52518,00	5228037	158,69									
4	49182,00	3157891	137,04									
5	52525,00	8591335	183,64									
6	50521,00	7793438	179,47									
7	50160,00	6802248	169,83									
8	53704,00	6256728	162,04									
9	55143,00	5862638	143,39									
10	55833,00	5496509	150,61									
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												

Ilustración 47: Vista de datos SPSS segundo estudio

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	GEI	Númérico	8	2	Emisiones GEI	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
2	AEROPUE...	Númérico	8	0	Pasajeros	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
3	INGRESOS	Númérico	8	2	Ingresos	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											

Ilustración 48: Vista variables SPSS segundo estudio

Comenzamos con el supuesto de normalidad, para ello analizamos la tabla de normalidad que nos proporciona el IBM SPSS.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Emisiones GEI	,134	10	,200*	,976	10	,943
Pasajeros	,120	10	,200*	,980	10	,964
Ingresos	,130	10	,200*	,951	10	,683

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 39: Supuesto de Normalidad segundo estudio

Interpretación de la tabla de “Pruebas de Normalidad”

En este estudio volvemos a fijarnos en el estadístico **Shapiro-Wilk**, pues la muestra es de menos de 50 observaciones. Por el contrario, si la muestra fuese de más de 50 observaciones el estadístico a tener en cuenta sería el Kolmogorov-Smirnov.

Observamos la columna señalada, **p-valor** o también llamado “**nivel de significación**”, y vemos que todas las variables tienen un nivel de significación mayor al 5%, lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. Esto nos hace saber que las tres variables siguen una distribución normal. Por consiguiente tenemos que usar el enfoque paramétrico de Pearson. Una vez que sabemos esta información, volvemos al SPSS y analizamos las correlaciones entre las variables.

		Emisiones GEI	Pasajeros	Ingresos
Emisiones GEI	Correlación de Pearson	1	,931	,756
	Sig. (bilateral)		,000	,005
	N	10	10	10
Pasajeros	Correlación de Pearson	,931	1	,938**
	Sig. (bilateral)	,000		<,001
	N	10	10	10
Ingresos	Correlación de Pearson	,756	,938**	1
	Sig. (bilateral)	,005	<,001	
	N	10	10	10

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 40: Correlaciones segundo estudio

Interpretación de la tabla de “Correlaciones”

Con esta tabla vamos a conocer si la variable endógena (y_t) está correlacionada con cada una de las variables explicativas (x_{1t}, x_{2t}).

Vemos las correlaciones en las siguientes tablas. En la primera vamos a hacerlo fijándonos en el nivel de significación (p-valor) y en la segunda, mirando el coeficiente de correlación de Pearson.

1ª OPCIÓN**RELACIONARLAS CON EL NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (P-VALOR)**

<p>1ª Relación: La variable <i>Gases efecto invernadero</i> (y_t) con la variable <i>Pasajeros aeropuertos</i> (x_{1t})</p>	<p>Nos fijamos en el p-valor y vemos que es menor que el 5%. Por teoría sabemos que esto implica que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1); y la alterna nos dice que existe relación entre las variables <i>Gases efecto invernadero</i> y <i>Pasajeros aeropuertos</i>.</p>
<p>2ª Relación: La variable <i>Gases efecto invernadero</i> (y_t) con la variable <i>Ingresos turísticos</i> (x_{2t})</p>	<p>En este caso ocurre lo mismo que en el caso anterior. El valor del nivel de significación es menor al 5% por lo que la variable <i>Gases efecto invernadero</i> y la variable <i>Ingresos turísticos</i> están relacionadas.</p>

Tabla 41: Relación entre las variables con p-valor segundo estudio

2ª OPCIÓN**RELACIONARLAS CON EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON**

<p>1ª Relación: La variable <i>Gases efecto invernadero</i> (y_t) con la variable <i>Pasajeros aeropuertos</i> (x_{1t})</p>	<p>El valor del coeficiente de correlación de Pearson entre los <i>Gases efecto invernadero</i> y los <i>Pasajeros aeropuertos</i> es de 93,1 %; una relación fuerte y positiva.</p>
<p>2ª Relación: La variable <i>Gases efecto invernadero</i> (y_t) con la variable <i>Ingresos turísticos</i> (x_{2t})</p>	<p>El valor del coeficiente de correlación de Pearson entre los <i>Gases efecto invernadero</i> y los <i>Ingresos turísticos</i> es de 75,6 %; una relación fuerte y positiva.</p>

Tabla 42: Relación entre las variables con Pearson segundo estudio

Una vez analizado la relación entre la variable dependiente con cada una de sus variables predictoras, tenemos que estudiar si se presenta un problema de **Multicolinealidad** entre las variables predictoras. Lo hacemos, por ejemplo, fijándonos en el p-valor.

Correlaciones

		Emisiones GEI	Pasajeros	Ingresos
Emisiones GEI	Correlación de Pearson	1	,931	,756
	Sig. (bilateral)		,000	,005
	N	10	10	10
Pasajeros	Correlación de Pearson	,931	1	,938**
	Sig. (bilateral)	,000		<,001
	N	10	10	10
Ingresos	Correlación de Pearson	,756	,938**	1
	Sig. (bilateral)	,005	<,001	
	N	10	10	10

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Existe multicolinealidad

Tabla 43: Correlaciones, multicolinealidad segundo estudio

Observamos que el p-valor es menor al 5%, lo que quiere decir que se acepta la hipótesis alterna y ésta nos dice que existe relación entre las variables explicativas (x_{1t} , x_{2t}). Esto implica que no nos va a permitir saber con seguridad si el efecto sobre la variable endógena (y_t) proviene de una, de otra o de ambas variables independientes.

Por consiguiente, al presentarse un problema de multicolinealidad, debemos rechazar o eliminar una de las variables independientes. En este caso, eliminamos la variable predictora *Ingresos turísticos* (x_{2t}) debido a que tiene un coeficiente de correlación de Pearson (con la variable dependiente) un poco más bajo que el de la variable *Pasajeros aeropuertos* (x_{1t}).

Al eliminar una de nuestras variables explicativas, nuestro modelo de Regresión Lineal Múltiple pasa a ser un modelo de **Regresión Lineal Simple**.

Tras averiguar cómo ha quedado nuestro modelo y las correlaciones, volvemos al SPSS para analizar la regresión del modelo.

		Coeficientes ^a						
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B	
Modelo	B	Desv. Error	Beta				Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	4888,236	7,145		17,276	<,001	61,727	214,745
	Pasajeros	,200	,000	,331	,992	,000	,001	,001

a. Variable dependiente: Emisiones GEI

Tabla 44: Coeficientes de regresión segundo estudio

En primer lugar, observamos los valores de significación (p-valor), que son los dos menores al 5%, lo que quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. Recordamos que la hipótesis alterna nos dice que los coeficientes (β) son diferentes a cero, y efectivamente es así, podemos verlo en la tabla:

- La constante β_0 tiene un valor de **4888,236**
- El coeficiente β_1 tiene un valor de **0,2**

Se comprueba con estos resultados que nuestro modelo de este estudio es válido y podemos construirlo como se muestra a continuación:

$$y_t = 4888,236 + 0,2x_{1t}$$

Así queda nuestro modelo de Regresión Lineal Simple de la variable *Emisiones de gases efecto invernadero en Andalucía* en función de la variable *Número de pasajeros comerciales embarcados o desembarcados de las aeronaves en aeropuertos de Andalucía*, que se interpreta de la siguiente manera: por cada pasajero en aeropuertos en Andalucía, las emisiones de gases efecto invernadero en Andalucía incrementan en **0,2** kilotoneladas.

6.5. Tercer estudio

El caso práctico finaliza con este tercer estudio de un modelo de regresión lineal con tres variables/indicadores que son los siguientes:

El indicador *Consumo de energía renovable en el turismo de Andalucía* en este tercer estudio será el vector variable dependiente o endógena (y_t); y las variables explicativas o predictoras (x_{1t} , x_{2t}) son los indicadores *Ingresos turísticos en Andalucía* y *Número de turistas en Andalucía*.

$y_t =$ Consumo de energía renovable en el turismo de Andalucía

$x_{1t} =$ Ingresos turísticos en Andalucía

$x_{2t} =$ Número de turistas en Andalucía

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \mu_t$$

6.5.1. Indicador Consumo de energía renovable en el turismo de Andalucía

Para la estimación de esta variable se han tomado los datos de la *Agencia Andaluza de la Energía, Consejería de Industria, Energía y Minas* [20]. En concreto, del apartado “Consumo de energía final renovable sector servicios” de la sección “Energías renovables”.

Asimismo, ha sido necesario buscar el porcentaje que supone el turismo con respecto al sector servicio, pues los datos que nos proporciona la *Agencia Andaluza de la Energía, Consejería de Industria, Energía y Minas* son del total del sector servicio y lo que se necesita en este estudio es únicamente del turismo.

Los últimos datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística sobre la estadística del DIRCE indican que es 20% de las empresas nacionales tienen relación con las actividades asociadas al turismo, lo que supone alrededor del 32% de las empresas del sector servicios. Aunque este porcentaje sea a nivel nacional, se va a tomar suponiendo que es en Andalucía [16].

A continuación, se muestra los datos tomados:

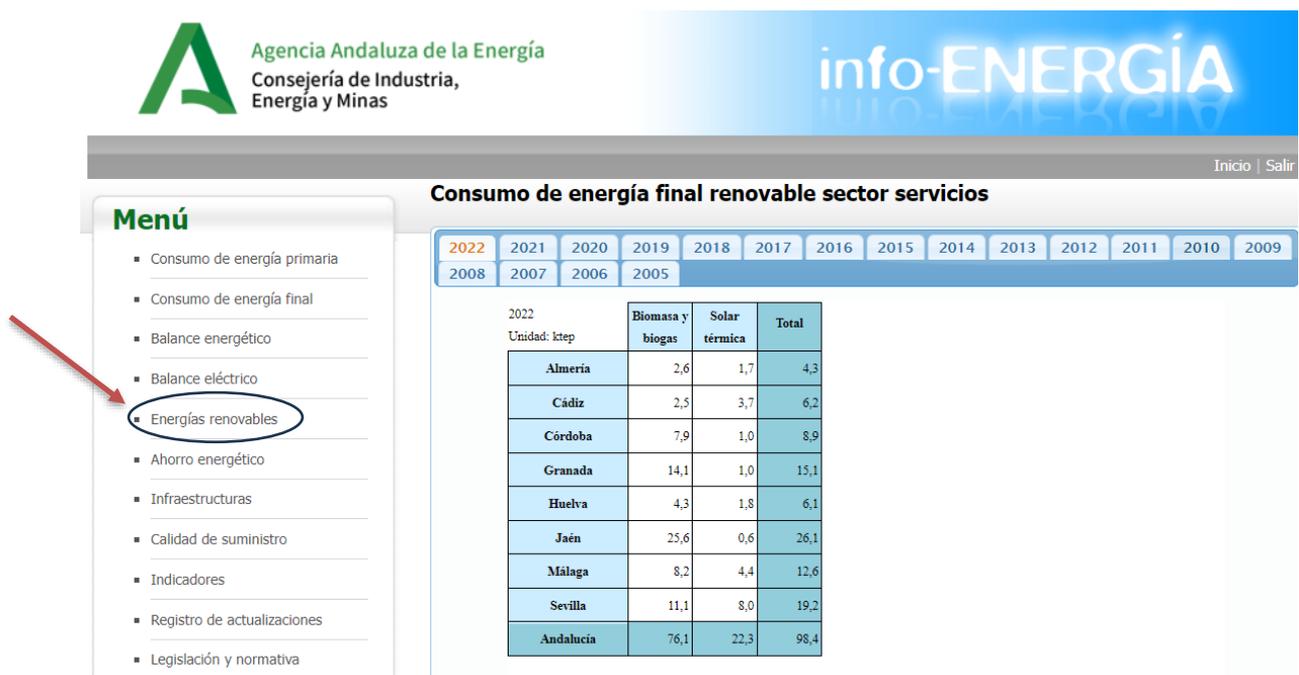


Ilustración 49: Consumo energía renovable sector servicios tercer estudio [20]

Se puede observar que la energía renovable consumida está diferenciada en dos tipos: Biomasa y biogás; y Solar térmica, pero para el modelo se han tomado los datos totales de Andalucía en los últimos diez años.

Posteriormente, se les ha aplicado a esos datos el 32% correspondiente al turismo dentro del sector servicios:

ANDALUCÍA		
AÑO	Consumo energía renovable sector servicios	Consumo energía renovable turismo
2023	98,4	=C6*0,32
2022	98,1	31,392
2021	87,5	28
2020	89,6	28,672
2019	85	27,2
2018	77,6	24,832
2017	79,4	25,408
2016	77,5	24,8
2015	88,3	28,256
2014	104,8	33,536

Ilustración 50: Estimación consumo energía renovable turismo Andalucía tercer estudio

El indicador *Consumo de energía renovable en el turismo de Andalucía* que se quería estimar es el siguiente:

AÑO	Consumo energía renovable turismo
2023	31,488
2022	31,392
2021	28
2020	28,672
2019	27,2
2018	24,832
2017	25,408
2016	24,8
2015	28,256
2014	33,536

Tabla 45: Indicador Consumo energía renovable turismo Andalucía tercer estudio

Los datos de esta variable se miden en **ktep** (kilotoneladas equivalentes de petróleo). Es una medida de energía se utiliza para comparar fuentes de energía en términos de la cantidad de energía que se obtendría si se quemara una cantidad equivalente de petróleo.

6.5.2. Indicador Ingresos turísticos de Andalucía

Este indicador es el mismo que se utilizó en los estudios anteriores.

AÑO	INGRESOS
2023	225,96
2022	200,03
2021	158,69
2020	137,04
2019	183,64
2018	179,47
2017	169,83
2016	162,04
2015	143,39
2014	150,61

Tabla 46: Indicador ingresos turísticos Andalucía tercer estudio

6.5.3. Indicador Número de turistas en Andalucía

Este indicador son las pernoctaciones en Andalucía que se ha utilizado también como variable explicativa en el primer estudio.

AÑO	Nº TURISTAS ANDALUCÍA
2023	73.734.975
2022	67.645.319
2021	42.305.005
2020	23.998.627
2019	72.044.757
2018	69.617.541
2017	68.717.603
2016	66.161.583
2015	58.794.534
2014	57.295.212

Tabla 47: Indicador Número de turistas Andalucía tercer estudio

6.5.4. Análisis del tercer estudio mediante el software IBM SPSS

Insertamos las tres variables en el SPSS:

	RENOVABLES	INGRESOS	PERNOCTACIONES	var							
1	31,480	225,96	73734975								
2	31,392	200,03	67645319								
3	28,000	158,69	42305005								
4	28,672	137,04	23998627								
5	27,200	183,64	72044757								
6	24,832	179,47	69617541								
7	25,408	169,83	68717603								
8	24,800	162,04	66161583								
9	28,256	143,39	58794534								
10	33,536	150,61	57295212								
11											
12											
13											
14											
15											
16											

Ilustración 51: Vista datos SPSS tercer estudio

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	RENOVABLE	Numérico	8	2	Energía renovable	Ninguna	Ninguna	10	Derecha	Escala	Entrada
2	INGRESOS	Numérico	8	2	Ingresos	Ninguna	Ninguna	11	Derecha	Escala	Entrada
3	PERNOCTACIONES	Numérico	8	0	Pernoctaciones	Ninguna	Ninguna	12	Derecha	Escala	Entrada
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											

Ilustración 52: Vista variables SPSS tercer estudio

Continuamos con el supuesto de normalidad, para ello analizamos la tabla de normalidad que nos proporciona el IBM SPSS.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Energía renovable	,158	10	,200*	,927	10	,419
Ingresos	,130	10	,200*	,951	10	,683
Pernoctaciones	,252	10	,072	,805	10	,017

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 48: Supuesto de normalidad tercer estudio

Interpretación de la tabla de “Pruebas de Normalidad”

En este estudio volvemos a fijarnos en el estadístico **Shapiro-Wilk**, pues la muestra es de menos de 50 observaciones. Por el contrario, si la muestra fuese de más de 50 observaciones el estadístico a tener en cuenta sería el Kolmogorov-Smirnov.

Observamos la columna señalada, **p-valor** o también llamados “**nivel de significación**”, y vemos que la variable *Consumo de energía renovable* e *Ingresos turísticos* tienen un nivel de significación mayor al 5%, lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. Esto no hace saber que estas dos variables siguen una distribución normal. Sin embargo, la variable *Turistas* tiene un p-valor menos al 5%, lo que quiere decir que se acepta la hipótesis nula y que no sigue una distribución normal. Por consiguiente tenemos que usar el enfoque no-paramétrico de Spearman.

Una vez que sabemos esta información, volvemos al SPSS y analizamos las correlaciones entre las variables.

		Energía renovable	Ingresos	Pernoctaciones	
Rho de Spearman	Energía renovable	Coefficiente de correlación	1,000	,830	,988
		Sig. (bilateral)	.	,004	,003
		N	10	10	10
	Ingresos	Coefficiente de correlación	,830	1,000	,879**
		Sig. (bilateral)	,004	.	<,001
		N	10	10	10
	Pernoctaciones	Coefficiente de correlación	,988	,879**	1,000
		Sig. (bilateral)	,003	<,001	.
		N	10	10	10

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 49: Correlaciones, multicolinealidad tercer estudio

Interpretación de la tabla de “Correlaciones”

Vamos a observar si la variable endógena (y_t) está correlacionada con cada una de las variables explicativas (x_{1t}, x_{2t}) con los dos análisis que se muestran en las siguientes tablas:

<i>1ª OPCIÓN</i>	RELACIONARLAS CON EL NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (P-VALOR)
<p>1ª Relación: La variable <i>Consumo de energía renovable</i> (y_t) con la variable <i>Ingresos</i> (x_{1t})</p>	<p>Nos fijamos en el p-valor y vemos que es menor que el 5%. Por teoría sabemos que esto implica que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1); y la alterna nos dice que existe relación entre las variables <i>Consumo de energía</i> e <i>Ingresos</i>.</p>
<p>2ª Relación: La variable <i>Consumo de energía renovable</i> (y_t) con la variable <i>Número de turistas</i> (x_{2t})</p>	<p>En este caso ocurre lo mismo que en el caso anterior. El valor del nivel de significación es menor al 5% por lo que la variable <i>Consumo de energía renovable</i> y la variable <i>Número de turistas</i> están relacionadas.</p>

Tabla 50: Relaciones entre las variables con p-valor tercer estudio

<i>2ª OPCIÓN</i>	RELACIONARLAS CON EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN
<p>1ª Relación: La variable <i>Consumo de energía renovable</i> (y_t) con la variable <i>Ingresos</i> (x_{1t})</p>	<p>El valor del coeficiente de correlación de Spearman entre el <i>Consumo de energía renovable</i> y los <i>Ingresos</i> es de 83%; una relación fuerte y positiva.</p>
<p>2ª Relación: La variable <i>Consumo de energía renovable</i> (y_t) con la variable <i>Número de turistas</i> (x_{2t})</p>	<p>El valor del coeficiente de correlación de Spearman entre la variable <i>Consumo de energía renovable</i> y los <i>Ingresos turísticos</i> es de 98,8%; una relación fuerte y positiva.</p>

Tabla 51: Relaciones entre las variables con Spearman tercer estudio

Una vez analizado la relación entre la variable dependiente con cada una de sus variables predictoras, tenemos que estudiar si se presenta un problema de **Multicolinealidad** entre ellas.

			Energía renovable	Ingresos	Pernoctaciones
Rho de Spearman	Energía renovable	Coefficiente de correlación	1,000	,830	,988
		Sig. (bilateral)	.	,004	,003
		N	10	10	10
	Ingresos	Coefficiente de correlación	,830	1,000	,879**
		Sig. (bilateral)	,004	.	<,001
		N	10	10	10
	Pernoctaciones	Coefficiente de correlación	,988	,879**	1,000
		Sig. (bilateral)	,003	<,001	.
		N	10	10	10

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Existe multicolinealidad

Tabla 52: Correlaciones, multicolinealidad tercer estudio

Existe un problema de multicolinealidad, pues el p-valor es menor al 5% y el coeficiente de significación es un 87,9%; por lo que tenemos que eliminar una de las variables predictoras del modelo. Eliminamos la variable *Ingresos* (x_{1t}) al tener un coeficiente de correlación con la variable endógena menor que la variable independiente *Número de turistas* (x_{2t}).

Al eliminar una de nuestras variables explicativas, nuestro modelo de Regresión Lineal Múltiple pasa a ser un modelo de **Regresión Lineal Simple**.

Tras averiguar cómo ha quedado nuestro modelo y analizado las correlaciones, volvemos al SPSS para estudiar la regresión del modelo.

Modelo	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados Beta	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B	
	B	Desv. Error				Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	92,696	12,993	7,134	<,001	62,733	122,659
	Pernoctaciones	11,409	,000	,114	,323	,000	,000

a. Variable dependiente: Energía renovable

Tabla 53: Regresión lineal tercer estudio

Observamos los valores de significación (p-valor), que son los dos menores al 5%, lo que quiere decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. La hipótesis alterna nos dice que los coeficientes (β) son diferentes a cero tal y como podemos comprobar en los resultados de la tabla.

- La constante β_0 tiene un valor de **92,696**
- El coeficiente β_2 tiene un valor de **11,409**

Se comprueba con estos resultados que nuestro modelo en este tercer estudio es válido y podemos construirlo como se muestra a continuación:

$$y_t = 92,696 + 11,409x_{2t}$$

Así queda nuestro modelo de Regresión Lineal Simple de la variable *Consumo de energía renovable en el turismo de Andalucía* en función de la variable *Número de turistas en Andalucía*, que se interpreta de la siguiente manera: por cada turista en Andalucía, el consumo de energía renovable en Andalucía incrementa en **11,409** kilotoneladas equivalentes de petróleo.

6.6. Análisis de resultados

En este apartado veremos el análisis de los resultados obtenidos en cada uno de los estudios, interpretando las ecuaciones resultantes de los modelos de Regresión Lineal Simple examinados.

6.6.1. Análisis de resultados primer estudio

Introducimos en Excel los datos de la variable *Número de turistas en Andalucía* (x_{1t}) y obtenemos los resultados de la variable *Residuos generados en el turismo de Andalucía* (y_t) mediante la ecuación resultante de nuestro modelo de Regresión Lineal Simple.

$$y_t = 339,601 + 7,775x_{1t}$$

Recordamos que lo que nos explica la ecuación es lo siguiente: por cada turista en Andalucía, los residuos se incrementan en **7,775** toneladas.

Año	x_{1t}	y_t
2023	73734975	573289770
2022	67645319	525942695
2021	42305005	328921753
2020	23998627	186589665
2019	72044757	560148325
2018	69617541	541276721
2017	68717603	534279703
2016	66161583	514406647
2015	58794534	457127841
2014	57295212	445470613

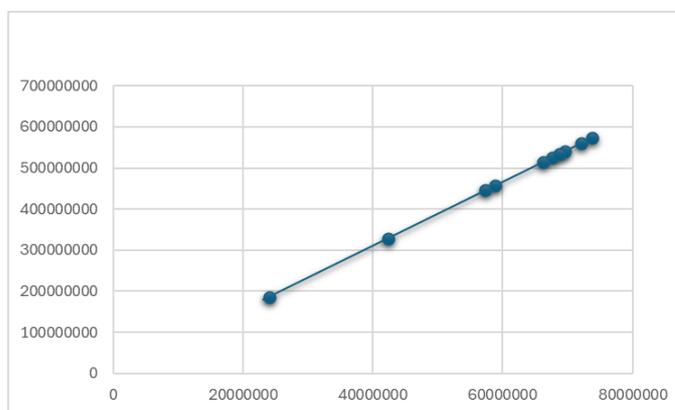


Ilustración 53: Tabla y gráfico de dispersión primer estudio

La línea trazada de la gráfica representa la tendencia descrita anteriormente, y nos damos cuenta que tiene sentido, ya que cuanto más turistas haya, más residuos se generarán. Esta línea creciente nos va a permitir predecir qué cantidad de residuos se generarán incluso para valores (de número de turistas) que no se encuentren en los datos. Por ejemplo, si queremos saber qué cantidad de residuos se generaría si hubiese 300.000.000 turistas en Andalucía, nos fijamos en la gráfica y buscamos la relación de ese punto como se muestra a continuación:

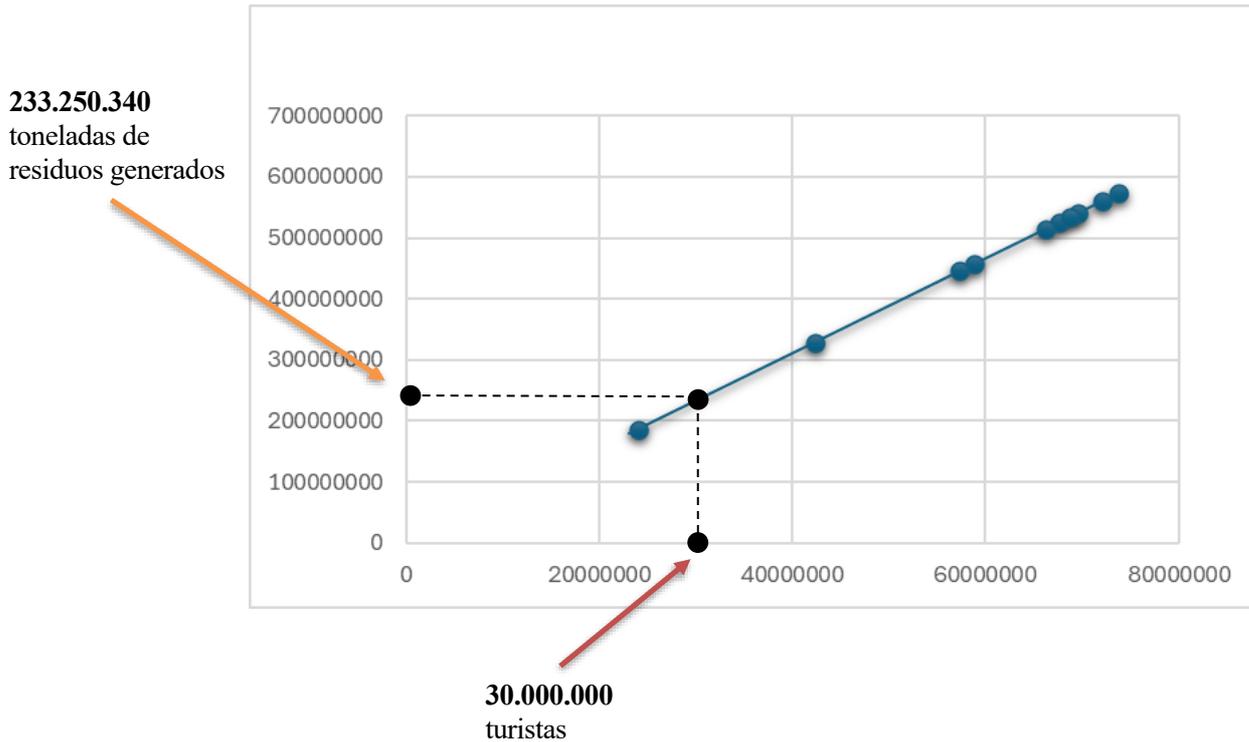


Ilustración 54: Predicción de datos gráfico dispersión primer estudio

6.6.2. Análisis de resultados segundo estudio

Introducimos en Excel los datos de la variable *Número de pasajeros comerciales embarcados o desembarcados de las aeronaves en aeropuertos de Andalucía* (x_{1t}) y obtenemos los resultados de la variable *Emisiones de gases efecto invernadero del turismo de Andalucía* (y_t) mediante la ecuación resultante de nuestro modelo de Regresión Lineal Simple.

$$y_t = 4888,236 + 0,2x_{1t}$$

Por cada pasajero en aeropuertos en Andalucía, las emisiones de gases efecto invernadero en Andalucía incrementan en **0,2** kilotoneladas.

Año	x_{1t}	y_t
2023	10079358	2020759,84
2022	8671352	1739158,64
2021	5228037	1050495,64
2020	3157891	636466,436
2019	8591335	1723155,24
2018	7793438	1563575,84
2017	6802248	1365337,84
2016	6256728	1256233,84
2015	5862638	1177415,84
2014	5496509	1104190,04

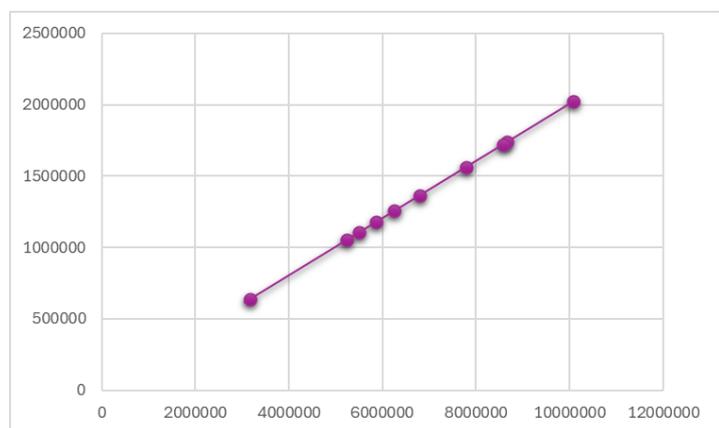


Ilustración 55: Tabla y gráfico de dispersión segundo estudio

La línea trazada nos indica que cuanto más pasajeros en aeropuertos haya, mayor será la emisión de gases efecto invernadero. Nos va a permitir predecir además qué cantidad de GEI se emitirán incluso para valores (de número de pasajeros en aeropuertos) que no se encuentren en los datos. Por ejemplo, si queremos saber qué cantidad de GEI se emitirán si hubiese 5.000.000 pasajeros en aeropuertos de Andalucía, nos fijamos en la gráfica y buscamos la relación de ese punto tal y como se muestra a continuación:

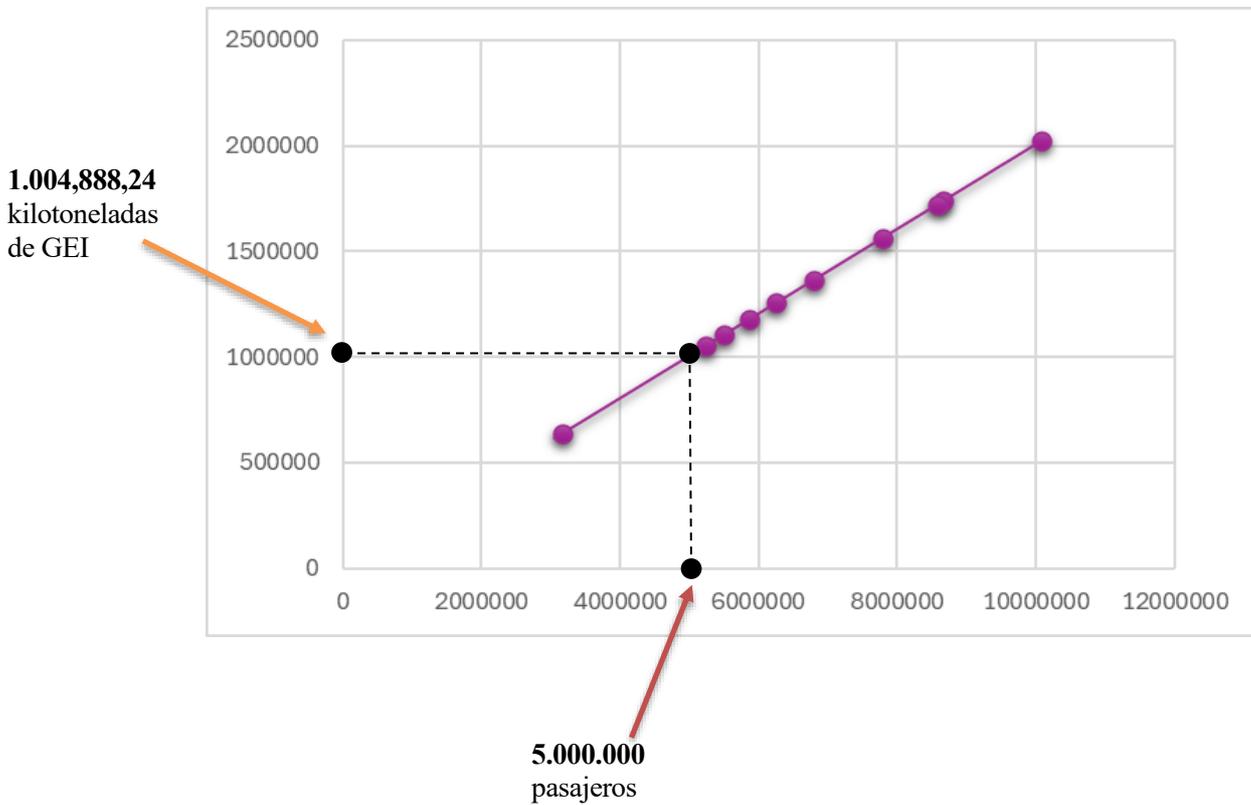


Ilustración 56: Predicción de datos gráfico dispersión segundo estudio

6.6.3. Análisis de resultados tercer estudio

Introducimos en Excel los datos de la variable *Número de turistas en Andalucía* (x_{2t}) y obtenemos los resultados de la variable *Consumo de energía renovable en el turismo de Andalucía* (y_t) mediante la ecuación resultante de nuestro modelo de Regresión Lineal Simple.

$$y_t = 92,696 + 11,409x_{2t}$$

Por cada turista en Andalucía, el consumo de energía renovable en Andalucía incrementa en **11,409** kilotoneladas equivalentes de petróleo.

Año	x_{2t}	y_t
2023	73734975	841242422
2022	67645319	771765537
2021	42305005	482657895
2020	23998627	273800428
2019	72044757	821958725
2018	69617541	794266618
2017	68717603	783999225
2016	66161583	754837593
2015	58794534	670786931
2014	57295212	653681166

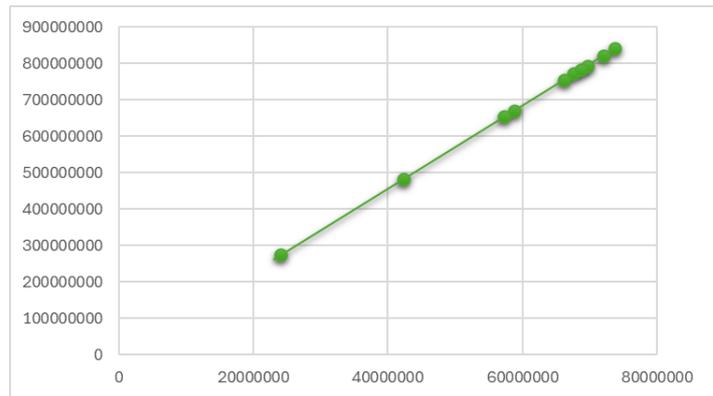


Ilustración 57: Tabla y gráfico de dispersión tercer estudio

Ocurre lo mismo que los dos estudios anteriores, la línea que une los puntos observados nos indica que cuanto más turistas haya, mayor será el consumo de energía renovable. Nos permite predecir cuál es el consumo de energía renovable incluso para valores (de número de turistas) que no se encuentren en los datos. Por ejemplo, si queremos saber cuál es el consumo de energía renovable del turismo en Andalucía si hubiese 40.000.000 turistas en aeropuertos de Andalucía, observamos en la gráfica y buscamos la relación de ese punto:

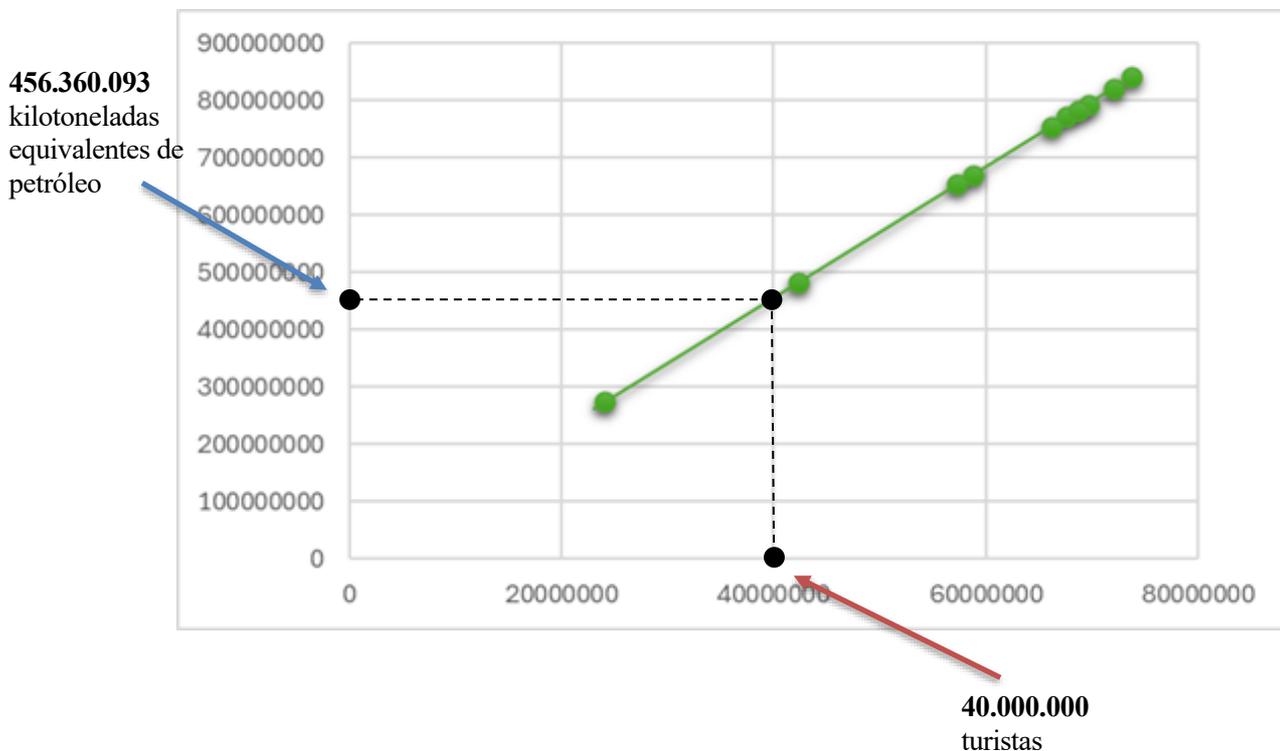


Ilustración 58: Predicción de datos gráfico de dispersión tercer estudio

7 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

El presente trabajo ha tratado la sostenibilidad en el turismo desde una perspectiva analítica y metodológica, con el objetivo de identificar y promover prácticas que contribuyan al desarrollo sostenible del sector. A través de la recopilación y análisis de datos relevantes, así como de la implementación de técnicas de análisis, se ha buscado validar la viabilidad de la metodología aplicada de la medición y evaluación del turismo sostenible.

El turismo sostenible se revela como un factor determinante en la reglamentación y las medidas adoptadas por los entes y organizaciones internacionales. La sostenibilidad en el turismo es una línea clave en la que están enfocados 5 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Existen metodologías consolidadas para el análisis de la sostenibilidad, sin embargo, continúan surgiendo nuevas metodologías con gran producción en la literatura especializada. Por ejemplo, el uso de la huella de carbono y las evaluaciones de ciclo de vida (LCA) están ganando tracción como métodos innovadores para evaluar el impacto ambiental del turismo.

Para un análisis efectivo, se necesitan bases de datos fiables y nuevos indicadores más especializados y centrados en la sostenibilidad en sus tres dimensiones: ambiental, social y económica. Actualmente, la falta de datos unificados y fiables representa un desafío significativo para la investigación y la implementación de prácticas sostenibles en el turismo.

Estas conclusiones resaltan la necesidad de avanzar en la recopilación y estandarización de datos, así como en el desarrollo y adopción de metodologías sólidas para evaluar la sostenibilidad en el sector turístico. Solo así se podrá fomentar un turismo verdaderamente sostenible y alineado con los ODS.

Se ha utilizado un software fiable para la correlación de varios indicadores en el turismo y se ha aplicado la Regresión Lineal Múltiple. A través de este análisis, se han descubierto relaciones significativas entre estos indicadores. Esto demuestra que la metodología utilizada es válida para los objetivos planteados en este proyecto.

Asimismo, se sugieren posibles líneas de investigación futura para continuar avanzando en esta importante área de estudio: avanzar en la definición de nuevos indicadores que reflejen mejor la sostenibilidad en el turismo, crear bases de datos más fiables y completas, y aplicar nuevas metodologías, comparándolas con la utilizada en este proyecto para evaluar su eficacia.

REFERENCIAS

- [1] S. A. Siart, Tesis doctoral; *GESTIÓN SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA TURÍSTICA*; Retórica y práctica en el sector hotelero español, Barcelona, 2003.
- [2] «ONU Turismo, Acercar al mundo; Organismo especializado en las naciones unidas,» [En línea]. Available: <https://www.unwto.org/es/events?query=&page=0>. [Último acceso: 15 Mayo 2024].
- [3] «Naciones Unidas, Objetivos de Desarrollo Sostenible,» [En línea]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>. [Último acceso: 26 Abril 2024].
- [4] «Google fotos,» [En línea]. [Último acceso: Abril 2024].
- [5] J. G. P., «Sostenibilidad empresarial, caso Ecopetrol».
- [6] U. d. I. I. B. Estefanía Mormeneo Klose, «Principios de sostenibilidad en hoteles,» 2014-2015.
- [7] R. B. Constanza Barrera, «Turismo Sostenible: Importancia en el cuidado del medio ambiente,» *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo.*, vol. 8, nº 1, p. 7, 2012.
- [8] J. L. & S. K. Nepal, «Sustainable tourism research: an analysis of Sustainable Tourism,» *Journal of Sustainable Tourism*, vol. 17, nº 1, p. 13, 2009.
- [9] G. Tapia, «Turismo Sostenible. Introducción y Marco financiero».
- [10] M. M.-M. y M. T. Fernández-Alles, «Percepciones del residente local sobre el turismo industrial como una modalidad de desarrollo sostenible,» *Revista de estudios regionales*, nº 114, p. 27, 2019.
- [11] D. A.-C. A. C.-G. Fátima Calderón-Vargas, «Sustainable Tourism and Renewable Energy: Binomial for Local Development in Cocachimba, Amazonas, Peru,» *Sustainability, MDPI*, vol. 11, nº 4891, p. 21, 2019.
- [12] Fundación Canarias Recicla, «MANUAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN ESTABLECIMIENTOS TURÍSTICOS».
- [13] J. M. R. Abuín, «Regresión Lineal Simple,» Instituto de Economía y Geografía, Madrid, 2007.
- [14] J. M. R. Abuín, «Regresión Lineal Múltiple,» Instituto de Economía y Geografía, Madrid, 2007.
- [15] J. Noel, «YouTube,» Sm@rtline Activa tus conociminetos, [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/@SmrtLine>.
- [16] «Instituto Nacional de Estadística,» [En línea]. Available: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254735976612. [Último acceso: Mayo 2024].

- [17] «Instituto Nacional de Estadística,» [En línea]. Available: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254735976612. [Último acceso: Mayo 2024].
- [18] «MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO; SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL,» [En línea]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/emisionesgeiporcaaserie1990-2019_tcm30-524644.pdf. [Último acceso: Junio 2014].
- [19] «SEGITTUR turismo e innovación; Ministerio de Industria y Turismo,» [En línea]. Available: <https://www.dataestur.es/transporte/aena/>. [Último acceso: Mayo 2014].
- [20] «Agencia Andaluza de la Energía; Consejería de Industria, Energía y Minas,» [En línea]. Available: <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/info-web/principalController>. [Último acceso: Junio 2024].
- [21] Autor, «Este es el ejemplo de una cita,» *Tesis Doctoral*, vol. 2, nº 13, 2012.
- [22] O. Autor, «Otra cita distinta,» *revista*, p. 12, 2001.