

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2094>

## **Modelo matemático lineal del PBI en función a la inversión, exportaciones netas y déficit fiscal en el periodo 1999 - 2021**

Linear mathematical model of GDP based on investment, net exports and fiscal deficit in the period 1999 – 2021

**Victor Alberto Pocoy Yauri**

[vpocoy@unasam.edu.pe](mailto:vpocoy@unasam.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-8788-9775>

Docente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo  
Huaraz – Perú

**Carlos Enrique Fernández López**

[cfernandezl@unasam.edu.pe](mailto:cfernandezl@unasam.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-9621-4120>

Docente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo  
Huaraz – Perú

**Mirko Vladimir Cacha Alvarado**

[Mcachaa@unasam.edu.pe](mailto:Mcachaa@unasam.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0003-4232-5025>

Docente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo  
Huaraz – Perú

**Jorge Wilson Leiva Gonzales**

[jleivag@unasam.edu.pe](mailto:jleivag@unasam.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-6215-1766>

Docente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo  
Huaraz – Perú

**Giovanna Coral Suarez**

[gcorals@unasam.edu.pe](mailto:gcorals@unasam.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0003-4232-5025>

Docente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo  
Huaraz – Perú

Artículo recibido: 01 de mayo de 2024. Aceptado para publicación: 22 de mayo de 2024.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### **Resumen**

En muchos trabajos de investigación es importante predecir el comportamiento del PBI para que los países adopten elecciones más acertadas que ayuden a subir el bienestar habitual de los ciudadanos. Es así que en este trabajo se encontró un modelo lineal que facilita predecir el PBI en función a la compra, envíos extranjeros netas y déficit fiscal entre los años 1999 y 2021. Este modelo se logró validar usando la observación de linealidad, heterocedasticidad y colinealidad de las consonantes independientes.


*Palabras clave:* multilinear linear regression, gdp, investment, net exports

### **Abstract**

Summary In many research works, it is important to predict the behavior of GDP so that countries

adopt more accurate choices that help increase the usual well-being of citizens. Thus, in this work, a linear model was found that makes it easier to predict GDP based on purchases, net foreign shipments and fiscal deficit between the years 1999 and 2021. This model was validated using the observation of linearity, heteroscedasticity and collinearity of independent consonants.

*Keywords:* multilinear linear regression, gdp, investment, net exports

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Cómo citar: Pocoy Yauri, V. A., Fernández López, C. E., Cacha Alvarado, M. V., Leiva Gonzales, J. W., & Coral Suárez, G. (2024). Modelo matemático lineal del PBI en función a la inversión, exportaciones netas y déficit fiscal en el periodo 1999 – 2021. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 5 (3), 805 – 814. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2094>

## **INTRODUCCIÓN**

Las economías en todo el mundo se definen por ser interdependientes, por lo tanto, cada una está condicionada por la actividad económica de las demás, ya sea de manera favorable o desfavorable. La principal dificultad que enfrenta la economía peruana radica en su falta de enfoque hacia la creación de una oferta exportable con valor agregado. Esto se debe a la falta de respaldo e interés por parte del Estado y las autoridades estatales a cargo de las empresas del país. Las empresas involucradas en diversas actividades necesitan la instrumentalización obligatoria para llevar a cabo operaciones de exportación. Esta situación representa un grave problema y una desventaja para la economía, ya que el aumento de la riqueza de un país depende en gran medida de la actividad exportadora. En el presente, en un mundo generalizado, la interdependencia de los mercados se presenta como un proceso natural. El desarrollo de las economías se fundamenta en la competitividad de las empresas, estimulando así las exportaciones y crear balances comerciales favorables. Las exportaciones totales de Perú han experimentado un crecimiento notable en el comercio con China, consolidándose como nuestro socio comercial más importante. Los productos que principalmente Perú envía a China son considerados no proverbiales, en otras palabras, commodities con una utilidad agregada sumamente limitada. Esto representa un problema significativo, ya que nos posiciona como un país poco competitivo a nivel global en comparación con otras naciones que también tienen a China como un mercado objetivo. En consecuencia, se nos percibe con una capacidad limitada para saldar las urgencias de la extensa población de dicho país. Por esta razón, la economía peruana experimentó un crecimiento más lento. Las disputas mercantiles de los Estados Unidos y sus socios mercantes, conforme a datos realizados por el Banco de Reserva del Perú. “En los últimos 2 años nuestros productos básicos experimentaron un cambio a causa de la valorización del dólar y una desaceleración económica a nivel mundial”. Examinar este aspecto de la influencia de las exportaciones en los términos de intercambio es esencial, ya que un incremento en los costes de los patrimonios exportados mejora la rentabilidad de las empresas peruanas. Además, si el costo de las importaciones disminuye, se incrementa la idoneidad para adquirir bienes de capital del exterior, insumos y productos de adquisición extranjeros. Mejorar los términos de intercambio amplía el poder adquisitivo del país. Hoy en día, el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), difunde los registros históricos del PBI, inversión, exportación neta e inversión fiscal. Se emplean prototipos de retrocesos lineal múltiple con el fin de revelar un modelo que vincule el PBI con la inversión, la exportación neta y la inversión fiscal.

## **METODOLOGÍA**

### **Tipo de investigación**

Dadas las particularidades del tema abordado, este estudio se caracteriza como histórico, descriptivo, deductivo, analítico y explicativo, adoptando un enfoque no experimental. Las variables de interés serán evaluadas a través de datos históricos, lo que permitirá obtener una perspectiva de su evolución para posteriormente explicar las razones detrás de su dinámica.

### **Diseño de la investigación**

La estructura comprende: La variable autónoma que se identifica como: Inversión extranjera Directa, exportaciones netas y déficit fiscal y la variable sujeta, que es el PBI en la mejora financiera de Perú del año 1999 al 2021. Las particularidades del proyecto de la averiguación son estas:

- Concreta
- Longitudinal.
- Correlacional.
- Probabilista.

El actual análisis se realiza como no empírico, debido a que la consonante explicativa no es manipulada directamente; en su lugar, se observan los registros estadísticos del tema de investigación se manifiestan. Además, adopta un enfoque medible y conexo, ya que se trató de entender la conexión de causa y consecuencia de las consonantes analizadas para luego realizar las conclusiones pertinentes.

### **Población y muestra**

En la realización de esta instrucción, se emplearon los testimonios obtenidos en el portal virtual Banco Central de Reserva, población de interés abarca la corriente de la Inversión extranjera directa, salidas netas y escasez fiscal en el aumento financiero del Perú durante el periodo 1999-2021, utilizando informaciones históricas de las realizaciones estatales proporcionadas por la mencionada entidad. El enfoque de mi pesquisa es enfocarnos en la repercusión de la Inversión extra nacional concreta, salidas extranjeras concretas y escasez fiscal en la expansión financiera del Perú en el periodo 1999-2021

### **Instrumentos de recolección de datos**

La obtención de datos para la pesquisa no implicó una participación directa en la recopilación anual; en su lugar, se ejecutó mediante una opinión de los datos publicados en las respectivas páginas web. La manera usada al momento de compilar la información se basó en el análisis de contenidos de los registros anuales, utilizando los datos brindados por el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). Todos los datos recabados se ajustan a los propósitos instaurados en el marco metódico y de conducta. La aclaración emblemática de las constantes esclarecidas es de naturaleza anual, utilizada en la formulación de un algoritmo oportuno al crecimiento. La proyección de referencia a la ecuación del PIB se realizó mediante la regresión de mínimos cuadrados generalizados, utilizando los programas Microsoft EXCEL 2019 y PYTHON. En este análisis, el PBI se considera como la variable dependiente, mientras que las variables independientes incluyen la Inversión, el Déficit Fiscal y las Exportaciones Netas.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En esta sección, explicaremos los modelos econométricos relacionados con nuestras variables dependientes e independientes usando el programa Python, Excel y SPSS para efectuar los cálculos y análisis planteados en la investigación.

### **El modelo lineal**

El modelo que nos planteamos establece una relación entre el PBI, la financiación, las salidas netas y la escasez fiscal es de la forma:

$$PBI = \beta_0 + \beta_1 I + \beta_2 E + \beta_3 D$$

Donde:

I: inversión.

E: exportación neta.

D: Déficit fiscal.



**Figura 1**

Resultados de la hipótesis de trabajo

Resumen				
Estadísticas de la regresión				
Coefficiente de correlación múltiple	0.994232547	CERCA A 1	OK	EXISTE RELACIÓN VARIABLES
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.988498357	98% X ESTAR CERCA A 100%	OK	EXISTE RELACIÓN VARIABLES
R <sup>2</sup> ajustado	0.987171244			
Error típico	14963.95328			
Observaciones	30			

Los resultados obtenidos de la (4.1) nos reflejan que nuestro coeficiente de correlación múltiple es de 0.994732547 donde está cerca al 1 y que existe una relación de variables.

Como también son refleja el coeficiente de determinación R<sup>2</sup> con un 98 % que estaría cerca al 100 % y donde existe relación de variables.

**Figura 2**

Resultados de la hipótesis de trabajo

ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	3	5.00359E+11	1.66786E+11	744.848852	2.5656E-25	F > VCF	OK	
Residuos	26	5821917345	223919897.9			744.8488525	>	2.5656E-25
Total	29	5.06181E+11						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	89981.55496	6105.627131	14.73747955	3.8929E-14	77431.25865	102531.8513	77431.25865	102531.8513
Variable X 1	-3.532916452	0.808462068	-4.369922339	0.00017724	-5.194734033	-1.871098871	-5.194734033	-1.871098871
Variable X 2	4.320717606	1.199293683	3.602718555	0.00130545	1.855534134	6.785901077	1.855534134	6.785901077
Variable X 3	91.56938132	3.016150483	30.35968591	7.8298E-22	85.36959521	97.76916743	85.36959521	97.76916743

En la (4.2) concluimos que como resultado de la regresión tenemos en el grado de libertad un valor de 3, F = 744,85 y el valor crítico de F con el valor de 2.75 que concluimos que F > V CF.

Además, se obtiene el término independiente y los coeficientes de la variable explicativa. Por lo que el modelo lineal que se obtiene de la aplicación del método.

**Tabla 1**

Los coeficientes del modelo lineal

Intercepto	89981.55496
B1	-3.532916452
B2	4.320717606
B3	91.56938132

**Fuente:** elaboración propia.

De regresión lineal y redondeando los decimales del coeficiente a 2 cifras decimales es:

$$PBI = 89981,5550 - 3,5329 I + 4,3207 E + 91,5694 D$$

### **Análisis y detección de heterocedasticidad**

La variación no constante en la varianza del fin de desacierto de la consonante esperada se identifica como heteroscedasticidad. Para su detección, aplicaremos la prueba correspondiente, que a su vez implica una regresión que emplearemos como apoyo para inferir la presencia de esta irregularidad en nuestro modelo. Previo a esto, realizaremos una prueba gráfica. Se efectúa la prueba de hipótesis

H0: Ningún inconveniente de heteroscedasticidad

H1: Posee inconvenientes de heteroscedasticidad

Se tiene que:

Pvalue > 0,05

Por ende la suposición nula H0 se aprueba y se valida que no hay conflictos con la heterocedasticidad.

### **Tabla 2**

*Tabla de heterocedasticidad*

AÑOS	PBI	INVERSIÓN	EXP. NETAS	DEF. FISCAL
1999	154017	-423.3019762	-79	574.07
1993	162093	-775.7616126	760.5889592	714.62
1994	182044	-1075.086923	3289.186723	843.2
1995	195536	-2241.477435	2548.9815	1063.14
1996	201009	-1986.56859	3488.159	1080.9
1997	214028	-1710.979575	2054.26	1131.79
1998	213190	-2461.965127	1581.907453	1208.93
1999	216377	-622.9623958	1812.0088	1274.73
2000	222207	-402.6617515	809.69676	1344.08
2001	223580	-178.7482873	1069.86	1448.9
2002	235773	321.1077192	2155.836815	1595.2
2003	245593	885.8839399	1275.007073	1736.33
2004	257770	3004.393434	1599.038389	1819.96
2005	273971	5286.075476	2578.719365	2131.68
2006	294598	8986.06515	3466.531061	2487.55
2007	319693	8503.497347	5425.384335	2724.38
2008	348870	2569.29776	6187.851655	2885.76
2009	352693	6059.832063	6019.939961	2609.45
2010	382081	6987.761348	8018.357085	2882.8
2011	406256	9224.439954	7339.667559	3193.25
2012	431199	6392.669541	11866.55293	3433.82
2013	456435	504.4518791	9333.690452	3746.27
2014	467308	-1509.467664	2823.161692	3771.52
2015	482506	-2916.435602	8124.88732	3917.53
2016	501581	1953.338769	5583.08986	4166.38
2017	514215	6699.517073	6360.423389	4406.82
2018	534665	7196.534697	6946.285592	4680.07
2019	546161	6874.907373	6790.750971	4759.6
2020	485987	8192.030848	878.1414014	4549.11
2021	550611	14752.4067	6142.486981	5773.43

**Fuente:** elaboración propia.

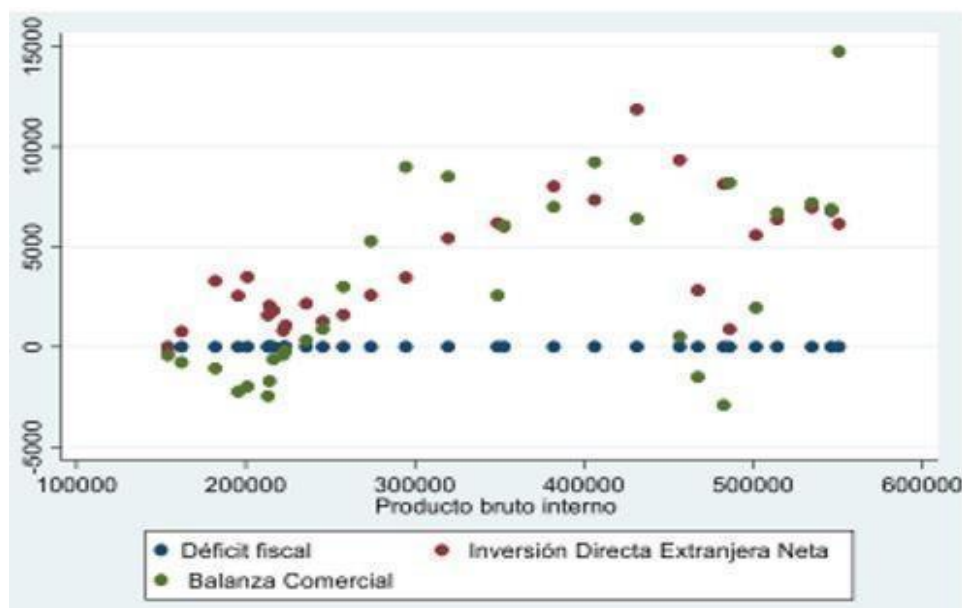
En este gráfico de dispersión, es evidente una conexión positiva del factor dependiente y las variables autónomas. No se aprecia la presencia de heteroscedasticidad. De la figura se tiene que

$$\chi^2 = 7,8147 > 4,205684$$

Lo que también confirma que no hay existencia de heteroscedasticidad.

### Gráfico 1

Gráfica de heteroscedasticidad



**Fuente:** elaboración propia.

### Análisis de variables significativas

Se hace la contrastación de la conjetura

$$H_0 = \beta_1 = 0$$

$$H_1 = \beta_1 \neq 0$$

Se considera cierto nivel considerable de 0.05.

Se puede ver que la F calculada es mayor a F de la tabla, de esta manera, se puede afirmar que a cada consonante autónoma poseen significancia en el modelo, es decir, contribuyen a la explicación del PBI.



**Tabla 3**

*Análisis de  $\chi^2$*

v/ p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,827 4	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,570 7	0,454 9
2	13,815 0	11,982 7	10,596 5	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,597 0	1,386 3
3	16,266 0	14,320 2	12,838 1	11,344 9	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	3,2189	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,643 0	2,366 0
4	18,466 2	16,423 8	14,860 2	13,276 7	11,143 3	9,4877	7,7794	6,7449	4,6416	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,687 1	3,356 7
5	20,514 7	18,388 4	16,749 6	15,086 3	12,832 5	11,070 5	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,6044	5,5731	5,1319	4,727 8	4,351 5
6	22,457 5	20,249 1	18,547 5	16,811 9	14,449 4	12,591 6	10,644 6	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,765 2	5,348 1
7	24,321 3	22,040 2	20,277 7	18,475 3	16,012 8	14,067 1	12,017 0	10,747 9	9,8032	9,0371	8,3834	7,9061	7,2832	6,800 0	6,345 8
8	26,123 9	23,774 2	21,954 9	20,090 2	17,534 5	15,507 3	13,361 6	12,027 1	11,030 1	10,218 9	9,5245	8,9094	8,3505	7,832 5	7,344 1
9	27,876 7	25,462 5	23,589 3	21,666 0	19,022 8	16,919 0	14,683 7	13,288 0	12,242 1	11,388 7	10,646 5	10,006 0	9,4136	8,863 2	8,342 8
10	19,587 9	27,111 9	25,188 1	23,209 3	20,483 2	18,307 0	15,987 2	14,533 9	13,442 0	12,548 9	11,780 7	11,097 1	10,473 2	9,892 2	9,341 8

**Nota:** P= probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v= grados de libertad.

**Fuente:** elaboración propia.



## **DISCUSIÓN**

Se evidencia empírica que apoya la hipótesis que plantea los investigadores: Existe un modelo matemático lineal que relaciona al PBI en función al hipérbaton, salidas netas y al desequilibrio fiscal en el periodo 1999 – 2021, según: Cruz, 2009 y Loja y Torres, 2013, también logran relacionar estas variables y dan la relación que existe entre las variables de estudio aproximadamente un porcentaje proporcional al aumento medio anual en la temporada 2002-2007. Asimismo, el análisis de las perspectivas a mediano plazo de los flujos de IED revela una ajustada conexión de este factor con el templo de ampliación deseado.

De igual manera podemos coincidir con el los trabajos de Morales, 2018, también logran relacionar estas variables y dan la relación que existe entre las variables de estudio aproximadamente un porcentaje proporcional al aumento medio anual en la temporada de estudio, con coeficientes de determinación de un 98%, en ambos casos manifiesta esta correlación que existe entre estas variables

## **CONCLUSIÓN**

La presente investigación nos lleva a estos resultados.

Se construyó un modelo matemático lineal que permite relacionar las consonantes auxiliares PBI y las variables autónomas inversión, exportaciones netas y déficit fiscal. Además, se realizó la validación del modelo lineal y se obtuvieron los coeficientes que fueron  $\beta_0 = 8981,5550$ ,  $\beta_1 = -3,5329$ ,  $\beta_2 = 4,3207$  y  $\beta_3 = 91,5694$ .

El hecho de obtener los coeficientes del modelo lineal y que el coeficiente de relación nos dé un valor de 0,9885 nos permite afirmar que el modelo es lineal.

En los resultados y la prueba de hipótesis respectiva nos confirma que el modelo no acciona heterocedasticidad con valor de la  $\chi^2$  que es mayor a 4,2057.

Del análisis de colinealidad podemos ver por los resultados que se verifica que las variables independientes no son colineales.

Del resultado de la proyección en el modelo lineal vemos que los valores respecto al modelo presentan un margen de error grande y se cree es debido a que la pandemia y la guerra entre Rusia y Ucrania afectaron la economía y por ende el PBI.

## REFERENCIAS

- Álvarez Herranz, A., Barraza, J., & Legato, A. (2009). Inversión Extranjera Directa y Crecimiento Económico en Latinoamérica. Trabajo de investigación, Universidad de Castilla-La Mancha. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- BCRP. (2011). Glosario de Términos Económicos (versión PDF). Retrieved from Banco Central de Reserva del Perú.
- BCRP. (2011). Glosario de Términos Económicos (versión PDF). Retrieved from Banco Central de Reserva del Perú.
- Borja, R. (2018). Inversión. Enciclopedia de la política.
- Cáceres, I. (2008). Inversión ciclos económicos. Ediciones Pirámide.
- Castro Céspedes, J. C. (2019). Las exportaciones netas como determinante del crecimiento económico en el Perú 2006 – 2015. Tesis para optar el grado de maestro en gestión y negocios, mención en gestión de proyectos.
- Cruz Lipiri, D. (2009). Impacto de la Inversión en Formación Bruta de Capital Fijo por recursos hidrocarbúricos en el Crecimiento Económico de Bolivia. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Comercial, Universidad Técnica de Oruro, Bolivia.
- Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo (2007). Impacto de la Inversión Extranjera en Colombia: situación actual y perspectivas. Proyecto elaborado para PROEXPORT, Colombia.
- Loja Barbecho, L & Torres Guzman O. (2013) la Inversión extranjera directa en el Ecuador durante el periodo 1979-2011: Análisis de su incidencia en el crecimiento económico. Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca Ecuador.
- Marsano, S. (2003). El PBI. Revista Cultura: Perú.
- Morales Durand, G. (2018). Impacto del déficit fiscal en el crecimiento económico: caso peruano (2000-2015) Universidad San Pedro.
- Novalés (1993) Novalés Cinca, A. (1993) Econometría. Segunda Edición. McGraw- Hill: Madrid.
- Rodríguez Alvarado, L. J. (2017). Inversión y crecimiento económico del Perú, periodo 1990-2016. Tesis de grado, UNASAM.
- Vela Rodríguez, L. M., y García Milla, D. A. (2018). Influencia de los ciclos económicos y el déficit fiscal en el crecimiento económico del Perú, periodo 2010-2016.
- Zegarra, M. (2018). Influencia de la inversión pública en educación sobre el crecimiento económico la región Junín, periodo 2001-2015. Tesis para optar el título profesional de economista, escuela académica profesional de Economía, Universidad Continental de Huancayo, Peru.

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 