

ΩΒΓ

CURIOSITAS, DUBITARE, INVESTIGARE

Omega Beta Gamma

ISSN 2312-4776

Documento de Trabajo
Nº 06-2013

**LA DEMANDA FUTURA DEL FLUJO VEHICULAR EN
LAS CONCESIONES EN TRANSPORTE**

por

**Manuel Antonio Lama
Sandro Huamaní**

Diciembre 23, 2013



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Lima - Perú

Serie de Documentos de Trabajo OMEGA BETA GAMMA

El principal objetivo de la «Serie de Documentos de Trabajo OMEGA BETA GAMMA» es difundir los avances de investigaciones conducentes a futuras publicaciones de artículos científicos así como de textos resultantes del proceso de enseñanza de los profesores del Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; incluyendo publicaciones de investigadores nacionales e internacionales de otras instituciones de educación superior.

La «Serie de Documentos de Trabajo OMEGA BETA GAMMA» es promovido y desarrollado por un colectivo de profesores del Departamento de Economía de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

COMITÉ EVALUADOR

Hugo Sánchez, DIRECTOR

Alfonso L. Ayala, *Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú*

Juan M. Cisneros, *Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú*

José A. Chumacero, *Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú*

Hugo Sánchez, *Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú*

Documento de Trabajo OMEGA BETA GAMMA, Nro. 06-2013, diciembre 2013.
International Standard Serial Number ISSN 2312-4776

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Facultad de Ciencias Económicas
Av. Venezuela, cuadra 34.
Teléfono 619-7000, anexo 2231.
Lima 01
Perú

LA DEMANDA FUTURA DEL FLUJO VEHICULAR EN LAS CONCESIONES EN TRANSPORTE

Manuel Antonio LAMA*
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Sandro HUAMANÍ†
Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Diciembre 23, 2013

Resumen

En el presente artículo se propone una metodología que contribuya a la discusión de proyección de la demanda futura del flujo vehicular de un proyecto de Concesión, toda vez que la demanda es una variable relevante para la toma de decisiones del Estado, en el marco de las renegociaciones de los Contratos de Concesión. Al respecto, se propone una metodología considerando una variante del «Modelo de Demanda de Viajes Basado en la Elasticidades» y un «Modelo de Series de Tiempo No Estacionarias Multivariado». La metodología propuesta se aplicará, a manera referencial, en la proyección del tráfico de la Estación de Serpentin de la Concesión del Tramo Ancón – Huacho – Pativilca de la carretera Panamericana Norte (Red Vial Nro. 5).

Palabras claves: Estimación, proyección, cointegración, demanda.

Clasificación JEL: H43, R41.

*B. Sc. Economía, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, M. Sc. en Planificación del Desarrollo, Universidad Nacional de Ingeniería. Profesor Principal del Departamento de Economía e Investigador Afiliado al Instituto de Investigaciones Económicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Contacto: mlamam@unmsm.edu.pe.

†B. Sc. Economía, Universidad Nacional Mayor de San Marcos y Posgrado en Economía, Universidad del Pacífico. Analista Económico de la Dirección General de Concesiones en Transportes del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

1. Introducción

El sector de transporte tiene una importancia creciente en la economía peruana ante la necesidad de integrar físicamente el mercado interno y establecer mejores condiciones para consolidar el impulso al comercio exterior, por ello, en la definición del tipo de Concesión, resulta relevante una adecuada proyección de la demanda futura del flujo vehicular por cuanto incide, en algunos casos, el monto de cofinanciamiento que otorga el Estado al sector privado. Por ello resulta relevante contribuir a la discusión práctica a través de una propuesta metodológica para la proyección del tráfico vehicular mediante el uso de una variante del «Modelo de Demanda de Viajes Basado en la Elasticidades» y un «Modelo de Series de Tiempo No Estacionarias Multivariado», en específico un análisis de «Cointegración» basado en la metodología de Johansen y Juselius (1990).

El modelo de demanda de viajes basado en las elasticidades busca proyectar el tráfico a partir de proyecciones de otras variables socioeconómicas, por ejemplo: el PBI, la Población, etc. Por otro lado, el cálculo de las elasticidades es usualmente estimada a partir de una estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios que por naturaleza sólo relaciona a las variables en el mismo instante de tiempo y por ende no es adecuado para una proyección de largo plazo. La novedad del presente documento es el uso del análisis de cointegración para la estimación de dichas elasticidades, la cual es preferible por las siguientes razones: (i) El método relaciona a las variables bajo un sentido económico y a largo plazo. (ii) La información disponible, como PBI y Tráfico, se encuentran en series temporales y son no estacionarios. (iii) Son modelos que cuentan con mayor rigurosidad teórica que los modelos estimados por MCO.

2. Relación de las variables y el análisis muestral

Con propósitos de aplicar el método propuesto se toma como referencia el tráfico de la Estación de Serpentin de la Concesión del Tramo Ancón – Huacho – Pativilca de la carretera Panamericana Norte (Red Vial Nro. 5) y su relación con el PBI y la población. Es recurrente que en los modelos empleados para los estudios de proyección del tráfico vehicular relacionen las tres variables socioeconómicas mencionadas. Al respecto, se asume que el comportamiento del tráfico vehicular esta en función de la evolución PBI y la población, tal como se muestra en la siguiente expresión:

$$\text{Tráfico} = f(\text{PBI}, \text{Población})$$

donde $f_1 > 0$ y $f_2 > 0$.

La explicación empírica hace referencia que a medida que se incremente la actividad económica se incrementa el comercio, lo que se deriva, finalmente, en un mayor tráfico vehicular; del mismo modo, si la población se incrementa, entonces se incrementa la demanda del uso vehicular y se incrementa el flujo del tráfico vehicular.

En relación a lo descrito anteriormente y al objetivo de estimar un modelo de proyección futura, en el presente documento se hace uso de la serie temporal del tráfico mensual de ejes cobrables de la Estación de Serpentin del Tramo Ancón-Huacho-Pativilca reportada por la Concesionaria NORVIAL al ente regulador (OSITRAN), el PBI real mensual publicado por el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) y el número poblacional estimado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Asimismo, la muestra empleada para la estimación del modelo de proyección cuenta con un horizonte temporal que data desde enero del 2000 hasta agosto del 2009, es decir, se cuenta con 116 observaciones que garantiza la representatividad estadística de la muestra. De otro lado, la literatura convencional recomienda, para un mejor análisis, extrae la estacionalidad a dichas variables (Enders, 2004) utilizando el filtro CENSUS X12.¹ Del mismo modo, se recomienda transformar las variables que están en niveles a variables en logaritmos con el objetivo de realizar un análisis en términos de

¹Logra el ajuste estacional con el desarrollo de un sistema de los factores que explican la variación estacional en una serie.

elasticidades.

Antes de proseguir con el análisis se verifica la significancia estadística y real de las variables.

3. Significancia estaística de las variables

En esta sesión se presenta la evaluación del poder explicativo de las variables exógenas (logaritmo del PBI y logaritmo de la población) sobre el comportamiento de la variable endógena (logaritmo del tráfico en la estación Serpentín). Para ello, se realiza una estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios de la siguiente ecuación:

$$LNSERPENTIN_SA = C + \beta_1 * LNPBI_SA + \beta_2 * LNPOBLACION + \xi$$

Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Dependent Variable: LNSERPENTIN_SA				
Method: Least Squares				
Included observations: 116				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNPBI_SA	0.915406	0.059642	15.34835	0.0000
LNPOBLACION	-1.361205	0.241681	-5.632245	0.2300
C	31.68381	3.849183	8.231307	0.0000
R-squared	0.946746	Mean dependent var	12.94943	
Adjusted R-squared	0.945804	S.D. dependent var	0.101160	
S.E. of regression	0.023550	Akaike info criterion	-4.633854	
Sum squared resid	0.062670	Schwarz criterion	-4.562641	
Log likelihood	271.7635	F-statistic	1004.462	
Durbin-Watson stat	1.041561	Prob(F-statistic)	0.000000	

Cuadro 1. Estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios. Elaboración propia.

Se evidencia que la población no presenta significancia individual ni al 10 % de significancia ni una relación con consistencia teórica, una explicación probable es que el incremento de la población puede darse en zonas muy alejadas a la zona de análisis y si el incremento de la población es por recién nacidos esto tiene un impacto en el tráfico luego de varios años por tal motivo se omite dicha variable del modelo. Por otro lado, el PBI real si representa a una variable con alto poder explicativo por lo es determinante en el análisis y por ende en la proyección del trafico en la estación de Serpentín.

Ahora sólo es relevante la elasticidad entre el PBI y Serpentín, y para su estimación se utilizará un «Modelo de Series de Tiempo No Estacionarias Multivariado», bajo un análisis de «Cointegración». Para ello, es necesario verificar que las variables cumplan con los requerimientos para dicho método.

4. Condiciones para un análisis de cointegración

Se define como una cointegración a la existencia de una relación económica entre dos o más variables en el largo plazo. En ese sentido, el primer requerimiento es que tanto el tráfico de la estación de Paraíso y el PBI real sean integradas del mismo orden. Para ello, se presentan las pruebas de raíz unitaria de las variables en niveles y en diferencias.

4.1. Pruebas de raíz unitaria

Para evaluar la estacionariedad se utiliza los test tradicionales de ADF (Augmented Dickey Fuller). Los resultados se muestran en el cuadro [2].

El cuadro [2] presenta un P-value de 0.9984 mayor al grado de significancia (1 %, 5 % y 10 %), por lo que existe evidencia de la existencia de raíz unitaria en dicha variable.

Null Hypothesis: LNSERPENTIN_SA has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.257714	0.9984
Test critical values:	1% level	-3.489117
	5% level	-2.887190
	10% level	-2.580525
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

Cuadro 2. Prueba ADF a la variable Serpentín desestacionalizado. Elaboración propia.

Null Hypothesis: D(LNSERPENTIN_SA) has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-17.95594	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.488585
	5% level	-2.886959
	10% level	-2.580402
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

Cuadro 3. Prueba ADF a la variable Serpentín desestacionalizado en primeras diferencia. Elaboración propia.

El cuadro [3] presenta un P-value de 0.000 menor al grado de significancia (1 %, 5 % y 10 %), por lo que no existe evidencia de la existencia de raíz unitaria en dicha variable. Se concluye que dicha variable es INTEGRADA de orden 1.

Null Hypothesis: LNPBI_SA has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.323458	0.9987
Test critical values:	1% level	-3.489117
	5% level	-2.887190
	10% level	-2.580525
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

Cuadro 4. Prueba ADF a la variable PBI desestacionalizado.

El cuadro [4] presenta un P-value de 0.9987 mayor al grado de significancia (1 %, 5 % y 10 %), por lo que existe evidencia de la existencia de raíz unitaria en dicha variable.

El cuadro [5] presenta un P-value de 0.000 menor al grado de significancia (1 %, 5 % y 10 %), por lo que no existe evidencia de la existencia de raíz unitaria en dicha variable. Se concluye que dicha variable es INTEGRADA de orden 1.

Se cumple con la condición de tener variables integradas del mismo orden. Por lo que podemos

Null Hypothesis: D(LNPBI_SA) has a unit root		
Exogenous: Constant		
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=12)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-13.10817	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.489117	
5% level	-2.887190	
10% level	-2.580525	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

Cuadro 5. Prueba ADF a la variable PBI desestacionalizado en primeras diferencia.

desarrollar el modelo de cointegración. Pero antes realizamos la prueba se Zibot-Andrew sobre quiebre estructural para tener mayor confiabilidad de la estacionalidad.

4.2. Prueba de quiebre estructural

En la siguiente figura se realiza la prueba se Zibot-Andrew para el trafico de la estación de Serpentin y el PBI.

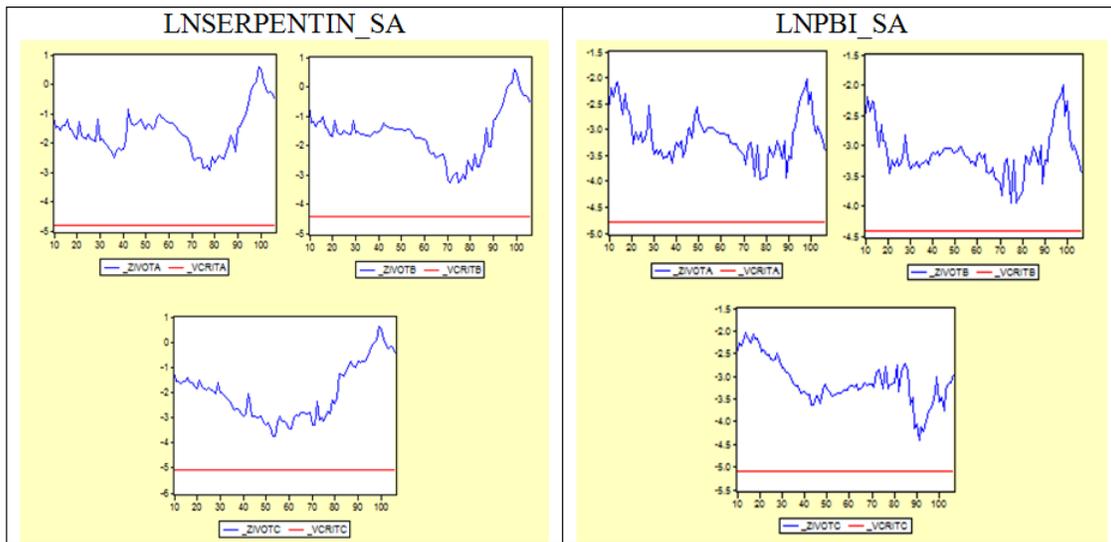


Figura 1. Prueba Zivot - Andrews.

Analizando tanto los gráficos, se puede concluir que las series de nuestro interés, no tienen quiebre estructural, por lo que, ahora sí se esta seguro que las series tienen raíces unitarias, es decir, no son estacionarias.

5. Análisis de cointegración

Es común que variables económicas tengan una relación estable o de equilibrio en el largo plazo, por lo que si diferenciamos las series se puede estar eliminando información importante que indique dicha relación. Es que por esta razón, que realizaremos un análisis de cointegración para ver si efectivamente

las variables de interés tienen una relación estable en el largo plazo, para ello, se empleará el procedimiento de máxima verosimilitud propuesto por Johansen y Juselius (1990). Dado que las variables en análisis son integradas del mismo orden, se realiza continuación la prueba de la existencia o no de cointegración (ver cuadro [6]).

Unrestricted Cointegration Rank Test				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	5 Percent Critical Value	1 Percent Critical Value
None *	0.131924	21.57548	19.96	24.60
At most 1	0.051523	5.871610	9.24	12.97
(**) denotes rejection of the hypothesis at the 5%(1%) level Trace test indicates 1 cointegrating equation(s) at the 5% level Trace test indicates no cointegration at the 1% level				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	5 Percent Critical Value	1 Percent Critical Value
None *	0.131924	15.70387	15.67	20.20
At most 1	0.051523	5.871610	9.24	12.97
(**) denotes rejection of the hypothesis at the 5%(1%) level Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating equation(s) at the 5% level Max-eigenvalue test indicates no cointegration at the 1% level				

Cuadro 6. Test de Cointegración de Johansen.

Empleando una significancia del 5 %, el estadístico de la traza indica la existencia de un vector de cointegración: se rechaza la existencia de ninguno, y se acepta la existencia de 1, cómo máximo. De la misma manera, el estadístico del valor propio máximo, indica que existe un vector de cointegración. Una vez determinado la relación de largo plazo; se pasa a estimar el vector de cointegración, el cual indica dicha relación. Se usa la variable en logaritmo de paraíso para tener mayor significancia en el modelo.

Vector Error Correction Estimates ⁴	
Standard errors in () & t-statistics in []	
Cointegrating Eq:	CointEq1
LNSERPENTIN_SA(-1)	1.000000
LNPBI_SA(-1)	-0.573178 (0.05007) [-11.4485]
C	-10.08074

Cuadro 7. Vector de Cointegración.

$$LNSERPENTIN_SA = 10,08074 + 0,573178LNPBI_SA$$

En el cuadro anterior se observa que los signos obtenidos son consistentes con la teoría económica, además se ve que el PBI es significativo para explicar movimiento del tráfico de la estación de Serpentin. Se puede señalar que un incremento de 1 % del PBI real incrementaría el tráfico de la estación de paraíso en 0.573178 %.

5.1. Modelo de corrección de errores

Una vez verificada la existencia de cointegración entre las variables estudiadas. Esto significa que debe existir un mecanismo de corrección de errores con al menos una de las dos variables ajustándose a su

nivel de equilibrio de largo plazo. En este caso es importante construir un modelo de corrección de errores (VEC) para ver la dinámica de corto plazo entre las variables de interés.

Lo relevante de este modelo es que indica que ante un determinado desequilibrio en la economía, en el siguiente periodo las variables se ajustarán, a su relación de equilibrio, en aproximadamente 0.0167 %.

Error Correction: D(LNSERPENTIN_SA D(LNPBI_SA)		
)		
CointEq1	-0.237418 (0.09302)	-0.000167 (0.05493)
	[-2.55235]	[-0.00304]

Cuadro 8. Modelo de corrección de errores.

Es sabido que el signo de los coeficientes del vector de cointegración debe ser interpretado en combinación con el signo (y significancia) de los coeficientes de ajuste en las ecuaciones de corto plazo (donde se evidencia la relación de causalidad). En este caso cumple con lo requerido.

6. Diagnóstico del modelo presentado

A continuación se presenta una evaluación del modelo mediante un análisis del comportamiento de los residuos que son mostradas en la figura [2].

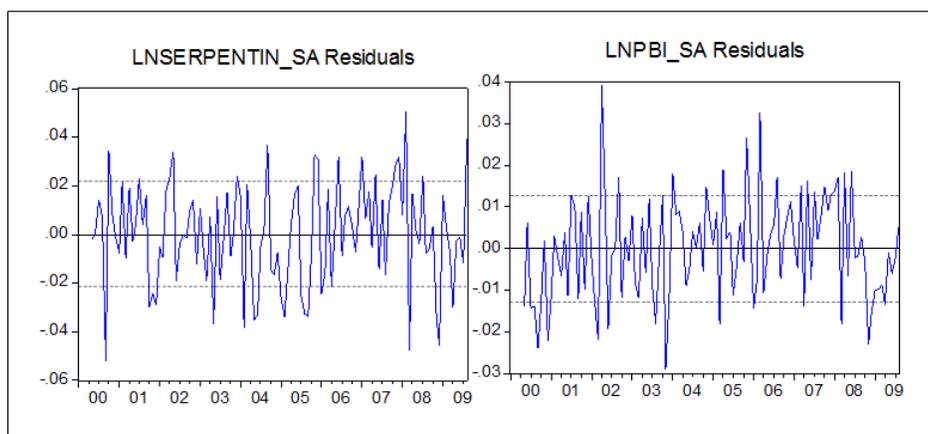


Figura 2. Comportamiento de los residuos.

Los residuos muestran un comportamiento alrededor de una media y con varianza constante, ello muestra el buen comportamiento de los residuos y por ende del modelo. Complementariamente se presenta un análisis del correlograma de los residuos cuyos resultados se muestran en la figura [3].

Todos los correlogramas de los residuos se encuentran, en su mayoría, dentro de los intervalos de confianza lo cual indica, el buen comportamiento de los residuos y por ende del modelo. Luego de comprobar la confiabilidad del modelo, el siguiente paso es realizar las proyecciones de la variable de interés.

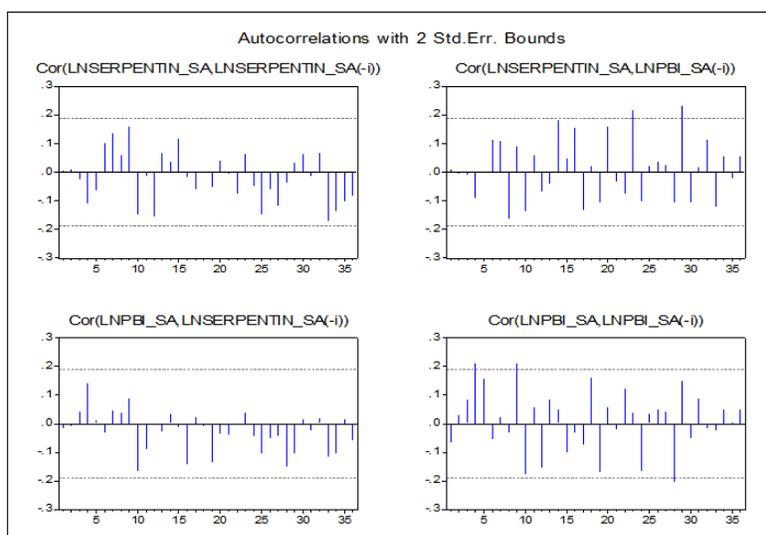


Figura 3. Correlograma de los residuos.

7. Proyecciones

En base al modelo econométrico desarrollado, se realiza diferentes proyecciones de la tasa de crecimiento del tráfico de ejes cobrables de la estación de Serpentín al 2015, para tal propósito, se hace uso de las diferentes proyecciones del PBI de Perú proporcionados por diversas instituciones. La regla de proyección viene dado por la siguiente fórmula:

$$\Delta \%Tráfico_t = Elasticidad * \Delta \%PBI_t$$

7.1. Proyecciones del PBI

Se toma como dato las proyecciones que realizan diversas instituciones, las cuales se muestran en el cuadro [9].

Año	PBI (Proyectado) SEGÚN:						
	MEF	FMI	BBVA	SCOTIAB ANK	BKP	BM	PROMEDIO
2010	5.00%	4.49%	3.60%	4.20%	5.00%	4.30%	4.43%
2011	5.80%	6.51%	3.60%	4.20%	7.00%	6.00%	5.52%
2012	6.00%	5.70%	3.60%	4.20%	6.00%	5.15%	5.11%
2013	5.60%	5.50%	3.60%	4.20%	6.00%	5.15%	5.01%
2014	5.60%	5.50%	3.60%	4.20%	6.00%	5.15%	5.01%
2015	5.60%	5.54%	3.60%	4.20%	6.00%	5.15%	5.01%

■ PBI proyectado por la Institución.
■ Promedio de los PBI proyectado por la Institución.

Cuadro 9. Proyecciones del PBI Perú Según Instituciones. Fuente: MEF: Ministerio de Economía y Finanzas (Marco Macroeconómico Multianual 2010 – 2012), FMI: Fondo Monetario Internacional (World Economic Outlook Database), BBVA: Banco Continental (Página web), SCOTIABANK: Banco Scotiabank (Página web) BCP: Banco de Crédito del Perú (Página web), BM: Banco Mundial (Perspectivas económicas mundiales 2009) PROMEDIO: El promedio de todas la proyecciones.

7.2. Proyecciones del tráfico

Se realizan unas estimaciones puntuales que se muestra en la columna de Escenario probable y unas estimaciones por intervalos (al 5 % de significancia) de donde se considera al rango inferior el escenario conservador y al rango superior el escenario optimista. Los resultados se muestran en cuadro [10].

Año	PBI Proyectado	Escenario Conservador	Escenario Probable	Escenario Optimista
2010	5.00%	2.77%	2.87%	2.96%
2011	5.80%	3.23%	3.32%	3.42%
2012	6.00%	3.34%	3.44%	3.54%
2013	5.60%	3.11%	3.21%	3.31%
2014	5.60%	3.11%	3.21%	3.31%
2015	5.60%	3.11%	3.21%	3.31%

Cuadro 10. Proyecciones del crecimiento del tráfico de ejes cobrables de la estación de Serpentin con Proyecciones del PBI del MEF. Elaboración propia.

En conclusión, se evidencia que la proyección del PBI juega un Rol importante para la proyección del tráfico Vehicular, es decir si la proyección del PBI es subestimado entonces las proyección del tráfico estará subestimada y lo mismo ocurre con la sobreestimación. Por ello, es de vial importancia elegir una adecuada proyección de PBI si queremos acercarnos a la proyección una proyección adecuada de la variable de interés.

8. Conclusión

El uso del análisis de cointegración para emplearla en la estimación de la demanda vehicular, tiene ventajas debido a las siguientes razones: (i) El método relaciona a las variables bajo un sentido económico y a largo plazo. (ii) La información disponible, como PBI y Tráfico, se encuentran en series temporales y son no estacionarios. (iii) Son modelos que cuentan con mayor rigoricidad teórica que los modelos estimados por MCO.

De otro lado, se evidencia que la proyección del PBI juega un Rol importante para la proyección del tráfico Vehicular, es decir si la proyección del PBI es subestimado entonces las proyección del tráfico estará subestimada y lo mismo ocurre con la sobreestimación. Por ello, es de vial importancia elegir una adecuada proyección de PBI si queremos acercarnos a una proyección adecuada de la variable de interés.

Referencias

- [1] Banco Mundial (2009). «Perspectivas económicas mundiales 2009». Mimeo
- [2] Castro, F. and Rivas - Llosa, R. (2003). *Econometría Aplicada*. Lima: Universidad de Pacífico.
- [3] Davidson, R. Mackinnon, J. (1993). *Estimation and Inference in Econometrics*. New York. Oxford University Press.
- [4] Enders, W. (2004). *Applied Econometric Time Series*. University of Alabama.
- [5] Grueso, L. (2006). *Análisis Financiero e Impacto Socio Económico del Peaje de Guayabal, carretera por concesión*. Bogotá, D.C.
- [6] Green, W. (2000). *Econometric Analysis*. Nueva Jersey. Prentice Hall.