



# CÁLCULO DE POBLACIÓN EXTRANJERA EN CHILE PARA LA CALIBRACIÓN DE FACTORES DE EXPANSIÓN EN LA ENCUESTA NACIONAL DE EMPLEO

---

SUBDEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN ESTADÍSTICA

DEPARTAMENTO DE METODOLOGÍAS E INNOVACIÓN ESTADÍSTICA

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS

Julio 2020

Jefe: Matías Pizarro

Analista(s) Investigador(es): Miguel Alvarado

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
MARCO CONCEPTUAL.....	3
La relación entre ocupación y migración .....	3
Relevancia de la inmigración en el mercado laboral chileno.....	4
DEFINICIONES E INSUMOS METODOLÓGICOS.....	7
Fuentes de información.....	7
Supuestos .....	8
EL MODELO .....	10
Objetivos y alcances del modelo .....	10
El modelo y sus especificaciones .....	11
REFERENCIAS .....	17
Bibliografía.....	17
ANEXO .....	18

## INTRODUCCIÓN

La incidencia de la población inmigrante internacional o población extranjera respecto de la población total del país, ha ido aumentando en los últimos años. Es así como a partir de los Censos 2002 y 2017, además de las estimaciones INE-DEM para diciembre de 2018 y 2019, podemos constatar que este grupo pasó de representar 1,3% de la población residente en el país en 2002 a 4,35% en 2017, en 2018 un 6,67% y, finalmente en 2019, un 7,81%<sup>1</sup>.

Tener una buena medición del mercado laboral implica contar con información precisa, confiable y oportuna sobre la situación laboral de las personas que residen en Chile. En consecuencia, en las estadísticas oficiales del mercado laboral que reporta el INE, a través de la Encuesta Nacional de Empleo (ENE), se incorporó el fenómeno migratorio de los últimos años en sus resultados oficiales<sup>2</sup>.

Para alcanzar el propósito antes descrito, por un lado, se requiere contar con información periódica sobre la población extranjera residente en Chile y, por otro lado, esta información debe ser incorporada en los resultados que cada mes reporta la ENE. En las encuestas que siguen un muestreo probabilístico y complejo, como es el caso de la ENE, existen métodos estadísticos apropiados que, a través de ajustes en sus factores de expansión, permiten dar respuesta a problemas asociados a la falta de cobertura en subpoblaciones, como la población extranjera, que deben ser corregidas<sup>3</sup> por su importancia para una correcta medición del fenómeno de interés de la encuesta. Estos ajustes corresponden a lo que la literatura

---

<sup>1</sup> El 2002 y 2017 se calcula como total de personas nacidas en el extranjero y residentes habituales (se excluyen transeúntes) sobre el total de la población residente habitual. El 2018 y el 2019 se usa en el numerador la estimación de personas extranjeras INE-DEM y en el denominador las Proyecciones de Población, al 31 de diciembre. En rigor, en dichos años, el porcentaje mostrado no corresponde a un porcentaje propiamente tal, ya que la relación entre ambas poblaciones no corresponde a una proporción sino a una razón. Esto es así ya que las estimaciones y proyecciones de población solo distinguen el sexo y la edad de la población, no la nacionalidad ni cualquier otra variable.

<sup>2</sup> A contar de la publicación del 27 de febrero de 2020, los resultados de la ENE contemplan cifras de población extranjera para el cálculo de sus factores de expansión. Esta mejora también fue hecha de forma retrospectiva desde enero-marzo 2013. Más detalles en <https://bit.ly/31D5QPq>.

<sup>3</sup> La falta de cobertura se puede producir debido a eventos como la no-respuesta y/o la desactualización de los marcos de muestreo. Esto último, se acentúa en subpoblaciones que se concentran en las áreas excluidas debido a la desactualización del marco. Sobre esto, Alvarado y Touron (2018), a partir de los resultados de una prueba piloto realizada para el trimestre móvil mayo-junio-julio de 2018, muestran que, por un lado, utilizar un marco muestral más actualizado reduce los problemas de subcobertura en subpoblaciones como la población extranjera, pues esta recolectó una proporción mayor de población extranjera, que la recolectada por la ENE y, por otro lado, señalan que el 50.7% de la población extranjera encontrada en la prueba piloto, se encontraba en manzanas que son asociadas principalmente a las nuevas construcciones de altura (edificios), las cuales tienen nula probabilidad de selección.

especializada en el diseño de encuestas denomina como “calibración” de los factores de expansión<sup>4</sup>.

Estos métodos, requieren información exógena (auxiliar) que sea confiable y oportuna. En esta línea, a contar del trimestre móvil NDE-2019, la ENE utiliza las Estimaciones de población (mensualizadas) derivadas de las proyecciones de población base censo 2017, considerando totales poblacionales para características como el sexo y tramos de edad, para distintas desagregaciones territoriales. No obstante, como muestran (Alvarado & Pizarro, Fundamentos de la nueva calibración de los factores de expansión en la ENE, 2019) , en un contexto donde existe subcobertura de población extranjera y por el vínculo diferenciado que esta subpoblación tiene al momento de vincularse con el mercado del trabajo, es necesario incorporar información exógena sobre esta subpoblación, de forma que esta permita no solo reproducir dichos totales poblacionales, sino además permita distinguir, de manera adecuada, el vínculo distinto que ambas subpoblaciones – los nacionales y los extranjeros – tienen con el mercado laboral. Por tanto, se hace necesario incorporar información actualizada de la población extranjera residente en el país, de manera que los resultados de la encuesta puedan entregar estimaciones insesgadas, confiables y precisas, para los distintos indicadores de interés para los cuales fue diseñada la encuesta. En este sentido, se requiere contar con información mensual sobre el *stock* de dicha subpoblación.

En este documento, el cual resume el trabajo desarrollado por profesionales del Subdepartamento de Investigación Estadística del Departamento de Metodologías e Innovación Estadística con la colaboración del Subdepartamento de Demografía del Departamento de Estadísticas Demográficas y Sociales, describe los antecedentes, la metodología y los resultados del modelo con el cual se construye la serie de la estimación mensual de población extranjera, para su uso en el ajuste o “calibración” de los factores de expansión de la ENE, y en cualquier encuesta a hogares para la cual la población extranjera le sea de particular interés.

---

<sup>4</sup> El término calibración fue introducido por (Deville & Särndal, 1992).

## MARCO CONCEPTUAL

### La relación entre ocupación y migración

---

Si bien en Chile la magnitud del fenómeno no es tan elevada como en países donde el porcentaje de la población inmigrante internacional supera el 10%, como en España, Estados Unidos o Canadá, por solo nombrar algunos, es evidente que el fenómeno migratorio ha incidido sobre los distintos ámbitos de la realidad nacional, especialmente, en el económico. Los movimientos migratorios obedecen a una multiplicidad de causas, no obstante, la búsqueda de mejores perspectivas económicas y, por consiguiente, mejores condiciones de vida, es una de las razones fundamentales que motiva a las personas a migrar de sus países de origen. Esta motivación está condicionada por el contexto del país al cual se está migrando y supone, por tanto, algún tipo de análisis del país de destino. En este sentido, Maldonado, Martínez & Martínez (2018) destacan el contexto del país objetivo, mencionando específicamente dos momentos de relevancia para la comprensión del fenómeno y, por tanto, de eventuales medidas de política pública. El primero refiere a la inserción del migrante en una nueva sociedad y cultura, con los desafíos de inclusión que ello supone, desde la regularización de la situación migratoria, hasta la inclusión laboral y la aceptación por parte de la población local como personas con iguales derechos y deberes. El segundo se relaciona con la reproducción social, tanto por la inclusión de los hijos de los migrantes como por el tipo de redes sociales y espacios de participación a los que acceden y la medida en que conforman o no un sentido de pertenencia a la sociedad de destino, por un lado, y de reconocimiento de parte de los locales como iguales, legal y simbólicamente. De este modo, en el corto plazo, el mercado laboral es la principal dimensión que se ve afectada por los flujos migratorios.

Este fenómeno implica un desafío doble para las encuestas por muestreo que tienen por objetivo entregar estadísticas coyunturales sobre el mercado laboral. Por un lado, estas deben disponer estadísticas precisas y confiables del mercado del trabajo, aun cuando los marcos de muestreo y sus diseños muestrales no fueron elaborados previendo posibles *shocks* migratorios y, por otro lado, estas encuestas deben incorporar esta nueva dimensión dentro de sus mediciones del mercado laboral, pues de no hacerlo, considerando la magnitud del fenómeno, la medición sobre la realidad del mercado del trabajo sería sesgada<sup>5</sup>. En el

---

<sup>5</sup> Mediante simulaciones que usan información del censo de 2017, en un contexto donde la población extranjera tiene una importante participación relativa dentro de la población en edad de trabajar y, además, se vinculan con el mercado del trabajo de manera distinta a la población nacional, (Alvarado & Pizarro, 2019) muestran que, de no incorporar información sobre la población extranjera, las estadísticas que se derivan de encuestas probabilísticas, presentan sesgos respecto del verdadero valor poblacional.

mediano plazo, con el asentamiento de la población inmigrante en el país de destino y, eventualmente, con la reintegración del núcleo familiar, incorporándose con mayor propensión niños, mujeres y personas mayores, los desafíos de una adecuada integración familiar al país de destino excede con creces el mercado laboral y constituye una multiplicidad de dimensiones, teniendo implicancias en pobreza, salud, educación, cohesión social, entre otros aspectos.

### **Relevancia de la inmigración en el mercado laboral chileno**

---

Si bien las encuestas como la ENE u otras tienen el objetivo de entregar información de la población y/o acerca de subpoblaciones de interés especial (Gutiérrez, 2016) a partir de información de una muestra; las distribuciones de las características demográficas que recogen las encuestas de muestreo probabilístico pueden diferir de la verdadera estructura poblacional, incluso en características básicas como el sexo, la edad, la nacionalidad, entre otras (BLS, 2006). Estas características de la población están estrechamente relacionadas con el vínculo de las personas con diversos fenómenos sociales, por ejemplo, estar en la fuerza de trabajo o estar fuera de esta, es decir, estar inactivo.

Las discrepancias antes mencionadas, se suelen acentuar por eventos como la no respuesta o la imperfección de los marcos de muestreo, que se traducen en subcobertura de algunas subpoblaciones dentro la población objeto de estudio (UN, 2010). Estas diferencias – entre la muestra y la población – deben ser corregidas, puesto que los principales fenómenos de estudio en las encuestas sociales están fuertemente correlacionadas con estas características o variables demográficas y, por tanto, los sesgos en la estructura de estas variables tienden a propagarse sobre las estimaciones, debido a la correlación del fenómeno de estudio con las variables demográficas involucradas (Zardetto, 2015). Estas brechas pueden minimizarse y/o corregirse, utilizando marcos muestrales lo más actualizados que sea posible y/o mediante un adecuado ajuste o calibración de los factores de expansión (Heeringa, West & Berglund, 2010).

La ENE, producto del uso de marcos muestrales desactualizados (hasta antes del trimestre móvil SON-2018 y FMA-2019<sup>6</sup>) y del anterior método para el ajuste de sus factores de expansión, que era insuficiente al momento de resolver problemas asociados a la falta de cobertura y/o respuesta de importantes subpoblaciones para la medición del fenómeno<sup>7</sup>,

---

<sup>6</sup> Período en que se comenzó a utilizar marcos muestrales actualizados en la selección de muestra para el área urbana y rural, respectivamente.

<sup>7</sup> Ver (Alvarado & Touron, 2018 y 2019).

experimenta subcobertura en dos subpoblaciones muy importantes: Población en la fuerza de trabajo primaria<sup>8</sup> (jóvenes) y extranjeros; qué por su particular vínculo con el mercado del trabajo, tienen evidentes efectos sobre las principales estimaciones que se derivan acerca del mercado laboral (Alvarado & Pizarro, 2019). En el caso particular del mercado del trabajo, la ENE en su metodología de calibración de los factores de expansión, vigente hasta el trimestre móvil OND-2019, no podía corregir estas subcoberturas y, por tanto, tampoco era capaz de corregir los sesgos que estas subcoberturas generan sobre los principales indicadores que reporta la encuesta.

Es importante destacar el aumento de la participación relativa de la población extranjera<sup>9</sup> en la población total y, en particular, de la población en edad de trabajar y en la fuerza de trabajo primaria. En el Cuadro 1 se aprecia cómo la población extranjera, en poco más de 1 año, pasa de ser 4.86% de la Población en edad de trabajar (PET) a 7.45% y de corresponder al 6.54% de la fuerza de trabajo primaria (FTP) a 10.12%.

**Cuadro 1. Participación relativa de la población extranjera según fuente de información: Censo 2017, Estimación de personas extranjeras 2019, Estimaciones y proyecciones de la población de Chile (base Censo 2017).**

Grupo Población	Participación Extranjeros (%)		
	Censo 2017 <sup>a</sup> (19 abril 2017)	Estimación INE-DEM <sup>b</sup> (respecto de la proyección de población: 30 junio 2018)	Estimación INE- DEM <sup>b</sup> (respecto de la proyección de población: 30 junio 2019)
Población total	4.35	6.67	7.81
Población en edad de trabajar	4.86	7.47	8.72
Fuerza de trabajo primaria	6.54	10.16	12.01

**Fuente:** Elaboración propia en base a Censo 2017, Estimación de Personas Extranjeras Residentes en Chile, al 31 de diciembre de 2019 y Estimaciones y proyecciones de población de Chile, base censo 2017.

**Notas:**

<sup>a</sup> Excluye la población que no declaró lugar de nacimiento y / o lugar de residencia habitual

<sup>8</sup> Personas comprendidas en el tramo de edades entre los 25 y 54 años.

<sup>9</sup> Para efectos de la descripción del trabajo desarrollado con la ENE, utilizaremos indistintamente los conceptos de inmigrantes y población extranjera, ya que a partir de la encuesta no es posible identificar inmigrantes, sí extranjeras.

<sup>b</sup> Con respecto a la población estimada al 30 de junio de 2019 con base a las Estimaciones y proyecciones de la población de Chile, total país (base censo 2017), en rigor, el porcentaje mostrado no es un porcentaje propiamente tal, ya que la relación entre ambas poblaciones no corresponde a una proporción, sino a una razón. Esto es así ya que las Estimaciones y proyecciones de población solo distinguen el sexo y la edad de la población, no la nacionalidad ni cualquier otra variable.

En los últimos años, la población extranjera ha aumentado su peso relativo en la población total. No obstante, lo realmente relevante de esta población para el mercado laboral, es el aumento que ha experimentado dentro de la población en edad de trabajar – que es la población objeto de estudio de la encuesta – y, de manera particular, en la fuerza de trabajo primaria. Si a esto se agrega el hecho de que la población extranjera tiene un vínculo con el mercado del trabajo distinto del que tiene la población nacional (Alvarado & Pizarro, Fundamentos de la nueva calibración de los factores de expansión en la ENE, 2019, págs. 29-34), se hace necesario que la encuesta no subestime de forma relevante a esta población. En este sentido, potenciar las encuestas muestrales con una calibración de los factores de expansión *ad hoc*, es reconocer la importancia que tiene este grupo de la población en los distintos fenómenos sociales donde sistemáticamente ha sido subrepresentado, ya sea por razones de marco muestral, diseño estadístico, criterios del trabajo de campo o errores no muestrales propios de este tipo de estudios.

A partir de los datos correspondientes al trimestre noviembre - enero de 2020, la ENE contempla en su diseño muestral, la incorporación de una estratificación socioeconómica, el uso de un marco muestral actualizado y la versatilidad de la nueva metodología de calibración, la cual posibilita establecer relaciones entre variables que guardan estrecha relación con el fenómeno a investigar, van en la dirección de reconocer el particular vínculo que tienen con el mercado del trabajo, no solo la población extranjera, sino también los vínculos diferenciados que se dan por sexo, edad e incluso, la geografía en la cual están circunscritas las personas y, por consiguiente, llevando a que la ENE entregue estimaciones más confiables, tanto a nivel nacional como en niveles subnacionales, sobre el total de personas ocupadas, desocupadas e inactivas, entre las muchas otras estimaciones que reporta la encuesta.

Entonces, tener cifras confiables y exógenas de estos importantes grupos de la población, posibilita realizar una calibración a la población nacional y extranjera de la encuesta, mejorando así la confiabilidad en las estimaciones de la encuesta.



## DEFINICIONES E INSUMOS METODOLÓGICOS

### Fuentes de información

---

Las fuentes de información para medir la migración internacional más usadas en Chile han sido los censos de población y vivienda, los que consideran como residentes habituales a las personas que residen o tienen intenciones de residir 6 meses o más en el país. No obstante, también se reconocen como fuentes para el análisis demográfico y, por tanto, también se consideran en la elaboración de las Estimaciones y proyecciones de población, los registros administrativos de solicitudes y otorgamientos de visas, donde la residencia teórica se relaciona con la duración de la visa, que es otorgada generalmente por períodos de 1 año, y las encuestas de hogares, ya que si bien no existe en el país una encuesta específica de migración, lo que significa que el diseño y las muestras no suelen ser representativas para los diversos grupos de migrantes, encuestas como la CASEN suelen usarse como referencia de algunos indicadores demográficos a nivel global, como por ejemplo, estructuras por sexo y edad.

Además de las diferencias en la residencia habitual existen diferencias teóricas relativas a las variables usadas, los censos permiten diferenciar a las personas nativas del territorio nacional de aquellas que nacieron en el extranjero, mediante la pregunta del lugar de residencia de la madre al momento del nacimiento de la persona empadronada, mientras que los registros administrativos dan cuenta de la población de nacionalidad extranjera (sin indagar por el lugar de nacimiento). Cada fuente considera unidades de análisis y metodologías diferentes, por lo que se debe alertar a los lectores en tanto a las comparaciones que se realizan entre unas y otras.

En la actualidad, Chile no cuenta con ningún registro administrativo que, con periodicidad mensual, pueda entregar un reporte sobre el total (stock) de personas extranjeras que residen en Chile; de modo que esta información, como se ha mencionado, pueda ser usada para ajustar o “calibrar” los factores de expansión de la ENE y, de esta forma, incorporar el efecto que genera el aumento de la población extranjera dentro de la población residente total. De igual forma, el censo 2017 y las estimaciones anuales del stock de personas extranjeras INE-DEM<sup>10</sup> son insuficientes.

---

<sup>10</sup> Departamento de Extranjería y Migración del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (DEM).

Ante esta situación, y como medida complementaria para subsanar la ausencia de información directa, se buscó definir un modelo que permita obtener el stock de la población extranjera, con el propósito de contar con una estimación mensual para dicha subpoblación. Por ello, se debió adaptar la información del saldo migratorio internacional utilizado para elaborar las Estimaciones y Proyecciones de Población Nacional, como medida complementaria de datos.

## Supuestos

---

Las Estimaciones y proyecciones de población<sup>11</sup> (en adelante E.P.P.) con base censo 2017 utilizan, como uno de sus insumos, una estimación del flujo migratorio internacional. El flujo migratorio se compone de inmigrantes –personas que cambian su residencia habitual desde cualquier país a Chile– y emigrantes –personas que cambian su residencia habitual desde Chile a otro país–. Es importante señalar que, a su vez, inmigrantes y emigrantes pueden tener nacionalidad chilena y extranjera, chilenos/as y extranjeros/as son parte de los flujos de entrada y salida de población del país. En las E.P.P., los flujos migratorios no diferencian a la población chilena de la extranjera, esto, por una parte, porque las fuentes de información no permiten hacerlo (no solo las empleadas para la migración, tampoco lo permiten las empleadas para los otros dos componentes demográficos, los nacimientos y las defunciones) y, por otra, porque, a nivel mundial, las E.P.P. no distinguen subpoblaciones, solo establecen la población según su estructura de sexo y edad. Por este motivo, “extranjeros” e “inmigrantes” son dos poblaciones diferentes que no son posibles de distinguir en las E.P.P. Es necesario enfatizar esta diferencia, ya que la metodología que aquí se presenta toma como supuesto que el total de inmigrantes representa al total de extranjeros. Este supuesto es necesario asumirlo como la mejor aproximación posible dada la información disponible, sin embargo, debe reconocerse que estas poblaciones, si bien tienen una importante coincidencia, son diferentes, y que en las E.P.P. los extranjeros son un subconjunto de los inmigrantes. De este modo, en el diseño metodológico aquí propuesto, el flujo de extranjeros que ingresan a Chile será calculado a partir del flujo de inmigrantes que es utilizado por las E.P.P. con base censo 2017.

Dado que las E.P.P. con base censo 2017 son la fuente de información a partir del cual se desarrolla el modelo de cálculo de los extranjeros residentes en Chile, realizaremos una breve descripción general del método y de las fuentes de información a partir de las cuales se estiman la inmigración. A nivel nacional, las E.P.P. emplearon el método de los componentes demográficos. Este método, a partir de una población base inicial, estima la población

---

<sup>11</sup> Por “estimaciones” de población se hace referencia al cálculo de población para el período observado, y por “proyección” se hace referencia a la tendencia futura, hipotética que se establece tendría dicha población.

analizando la información disponible sobre tres componentes de la dinámica demográfica; nacimientos, defunciones y migración, a través de la aplicación de la ecuación compensadora<sup>12</sup> en todas las cohortes de sexo y edad de la población, para luego proyectar en el futuro la población a través de hipótesis sobre la evolución futura de cada componente (CEPAL, 2011). Entre los tres componentes, el migratorio, tal como se ha señalado anteriormente, es el más complejo de estimar, ya que ninguna fuente de información entrega un dato cabal sobre el fenómeno. Como se señaló, la migración a su vez se compone de inmigración y emigración, para las cuales se emplean diferentes fuentes de información que permiten calcular su población, por sexo y edad, para el período estimado. Específicamente para estimar la inmigración se emplearon los censos de población de 2002 y 2017, registros de visas y permisos de permanencia definitiva otorgados a ciudadanos extranjeros entre los años 1982 a 2018, y la serie de encuestas CASEN entre la efectuada el año 2000 y la de 2017. Una vez obtenida la inmigración y la emigración, se calcula el saldo migratorio como diferencia entre inmigrantes y emigrantes, componente que se incluye en la ecuación compensadora. A través del período estimado, el saldo muestra cambios significativos, particularmente crece exponencialmente entre 2014 y 2017, lo que implicaba una dificultad relevante para establecer su hipótesis de evolución futura. Por ello, se realizó un análisis de los registros de visas temporales y definitivas otorgadas hasta 2018, a las comunidades de inmigrantes más numerosas, y de los posibles cambios que traerían aparejados la nueva política migratoria y las nuevas visas implementadas para los ciudadanos haitianos y venezolanos. Así, se hipotetizó un brusco descenso del saldo migratorio a contar de 2018, para luego estabilizarse a partir de 2021 con un saldo levemente positivo.

---

<sup>12</sup> Esta ecuación se puede ilustrar de la siguiente manera:

$$P(f) = P(i) + N(i,f) - D(i,f) + I(i,f) - E(i,f)$$

Donde P(f) representa la población final; P(i) corresponde a la población inicial; N(i,f) refiere a los nacimientos ocurridos a lo largo del período (i,f); D(i,f) corresponde a las defunciones ocurridas a lo largo del período (i,f); I(f) refiere al total de inmigrantes estimados a lo largo del período (i,f); y E(f) representa al total de emigrantes estimados a lo largo del período (i,f).

## EL MODELO

### Objetivos y alcances del modelo

---

El objetivo del modelo presentado es estimar el stock mensual de personas extranjeras que residen en Chile. En tanto, dentro de los objetivos específicos, es ser fuente de información exógena para ser utilizada como parte de los insumos dispuestos en las encuestas de hogares para ajustar sus factores de expansión. En particular, ser utilizado en encuestas que estudian fenómenos que tienen a las personas extranjeras como una subpoblación importante dentro de la medición del fenómeno.

La Encuesta Nacional de Empleo, debido a la importancia que ha ido ganando la población extranjera dentro de la fuerza de trabajo, sin duda, fue la principal motivación para disponer de este insumo. No obstante, estas pueden ser insumo de otras encuestas sociales donde el fenómeno migratorio ha cobrado particular importancia.

Es importante señalar que este insumo está orientado para la encuesta de empleo y no busca reemplazar las estimaciones oficiales anuales entregadas por el INE y el DEM en conjunto con otros servicios del Estado, las cuales se construyen conceptual y metodológicamente de manera distinta a este trabajo. De hecho, las estimaciones anuales consideran información actualizada del fenómeno, producto de los cambios de las políticas migratorias. Además, se debe considerar que, desde el punto de vista demográfico, las personas que inmigran también pueden salir del país o morir, algo que no considera el modelo. Dicho esto, las estimaciones derivadas del modelo serán monitoreadas de forma continua y, a partir de nueva información que pueda ser incluida dentro del modelo, sus resultados podrán ser actualizados.

Por otro lado, incorporar información exógena sobre la población extranjera no implica que las estimaciones específicas que se puedan realizar respecto de esta subpoblación desde los datos de la ENE tengan per se la apropiada calidad estadística exigida para el resto de las estimaciones que se derivan de la encuesta. Para verificar la calidad estadística, se deben observar las medidas de precisión (errores estándar, coeficientes de variación y/o intervalos de confianza), los grados de libertad dentro de la subpoblación y el número de observaciones muestrales con las que se estiman los indicadores para esta subpoblación.

## El modelo y sus especificaciones

Para estimar el total (stock) de personas extranjeras residentes en Chile, con frecuencia mensual, para el período 2012-2025<sup>13</sup>, considerando que no cuenta con ningún registro administrativo que pueda entregar un reporte periódico sobre el total (stock) de personas extranjeras que residen en Chile; en primer lugar, se definió aproximar este total a partir de parte de la información disponible de las Estimaciones y Proyecciones de Población base 2017; específicamente, el componente del saldo migratorio. Con esto, se definieron stocks anuales de personas extranjeras, tomando como un stock inicial junio de 2012 y, a partir de la suma del flujo de inmigrantes entre los años 1992-2012 (ver Cuadro 1), que utilizaron las Estimaciones y proyecciones de población, se construyeron los siguientes stocks para cada mes de junio de los años sucesivos, hasta el 2025. En síntesis, el cálculo de la aproximación del stock de personas extranjeras en Chile, a junio de cada año, es realizado sumando al stock inicial (junio de 2012) los correspondientes flujos anuales de inmigrantes de las Estimaciones y Proyecciones de Población.

**Cuadro 1. Estimación y stock anual de población extranjera (al 30 de junio de cada año) a partir del saldo migratorio de las proyecciones de las población base 2017.**

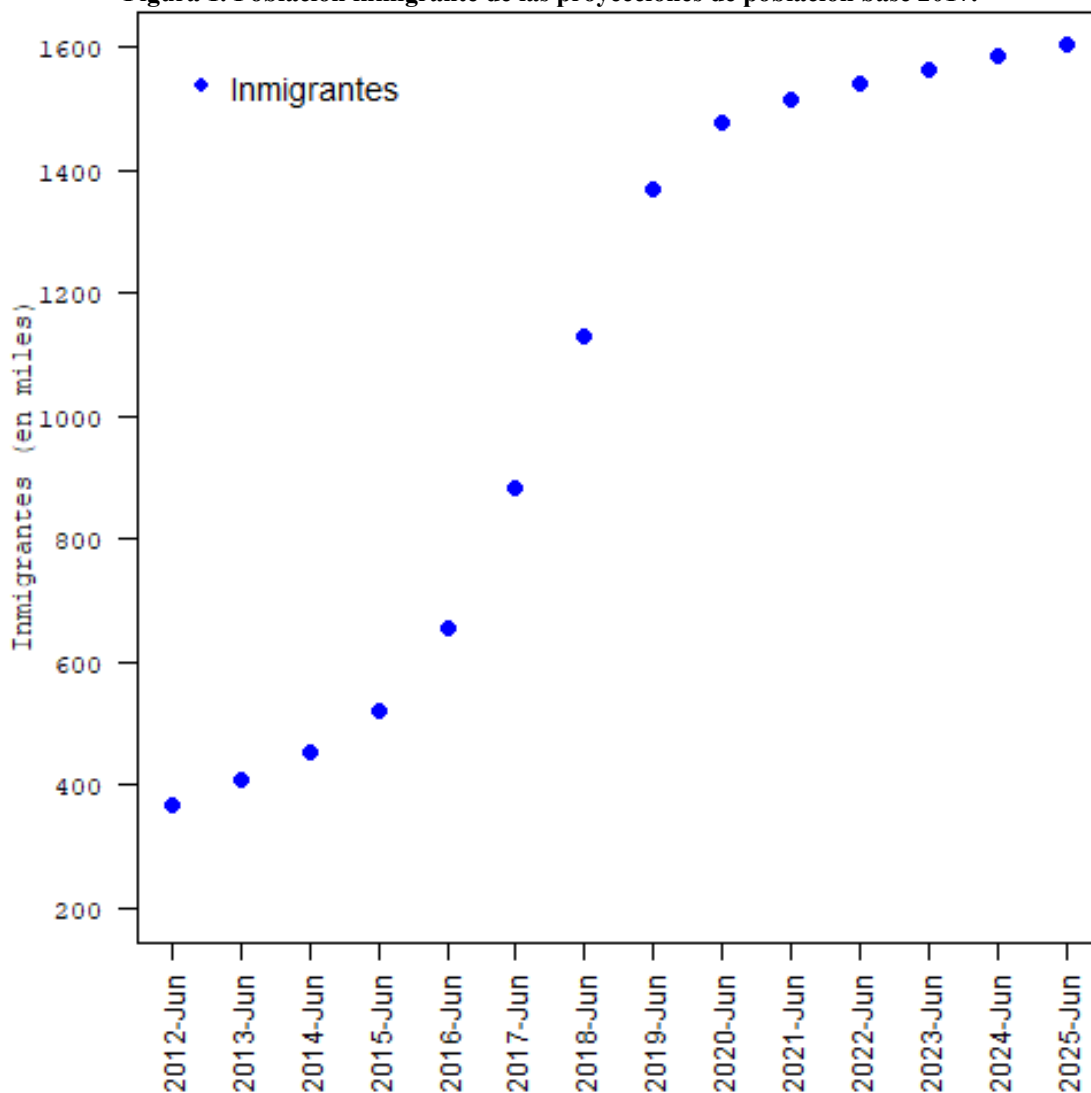
Año	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Extranjeros	1,646	2,081	2,523	4,895	5,588	6,199	6,629	6,929	10,903	11,393	12,380	17,915
Stock		3,727	6,250	11,145	16,733	22,932	29,561	36,490	47,393	58,786	71,166	89,081
Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Extranjeros	19,354	22,996	25,603	29,786	28,506	28,385	43,303	48,449	32,633	40,546	46,277	65,701
Stock	108,435	131,431	157,034	186,820	215,326	243,711	287,014	335,463	368,096	408,642	454,919	520,620
Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025		
Extranjeros	136,529	224,195	246,861	239,656	107,936	39,868	25,022	21,796	20,936	20,658		
Stock	657,149	881,344	1,128,205	1,367,861	1,475,797	1,515,665	1,540,687	1,562,483	1,583,419	1,604,077		

Fuente: elaboración propia en base al componente Inmigración de las proyecciones de población base 2017.

Los totales (stocks) de personas extranjeras a junio de los años comprendidos entre 2012 y 2025, muestra una trayectoria no lineal, en particular, describe una función logística (ver Figura 1). Este tipo de funciones, junto con la exponencial, son típicamente utilizadas en los modelos de crecimiento poblacional.

<sup>13</sup> Tener una estimación mensual posterior a 2025 no es relevante por dos motivos: 1) En 2022 se realizará un nuevo censo y, por tanto, en 2025 de todos modos existirán nuevas proyecciones de población, junto con sus componentes como saldo migratorio; 2) Al incorporar información alejada del momento del censo (2017) se pierde precisión, luego incorporar cifras posteriores a 2025 redundaría en el problema de subajuste del modelo.

Figura 1. Población inmigrante de las proyecciones de población base 2017.

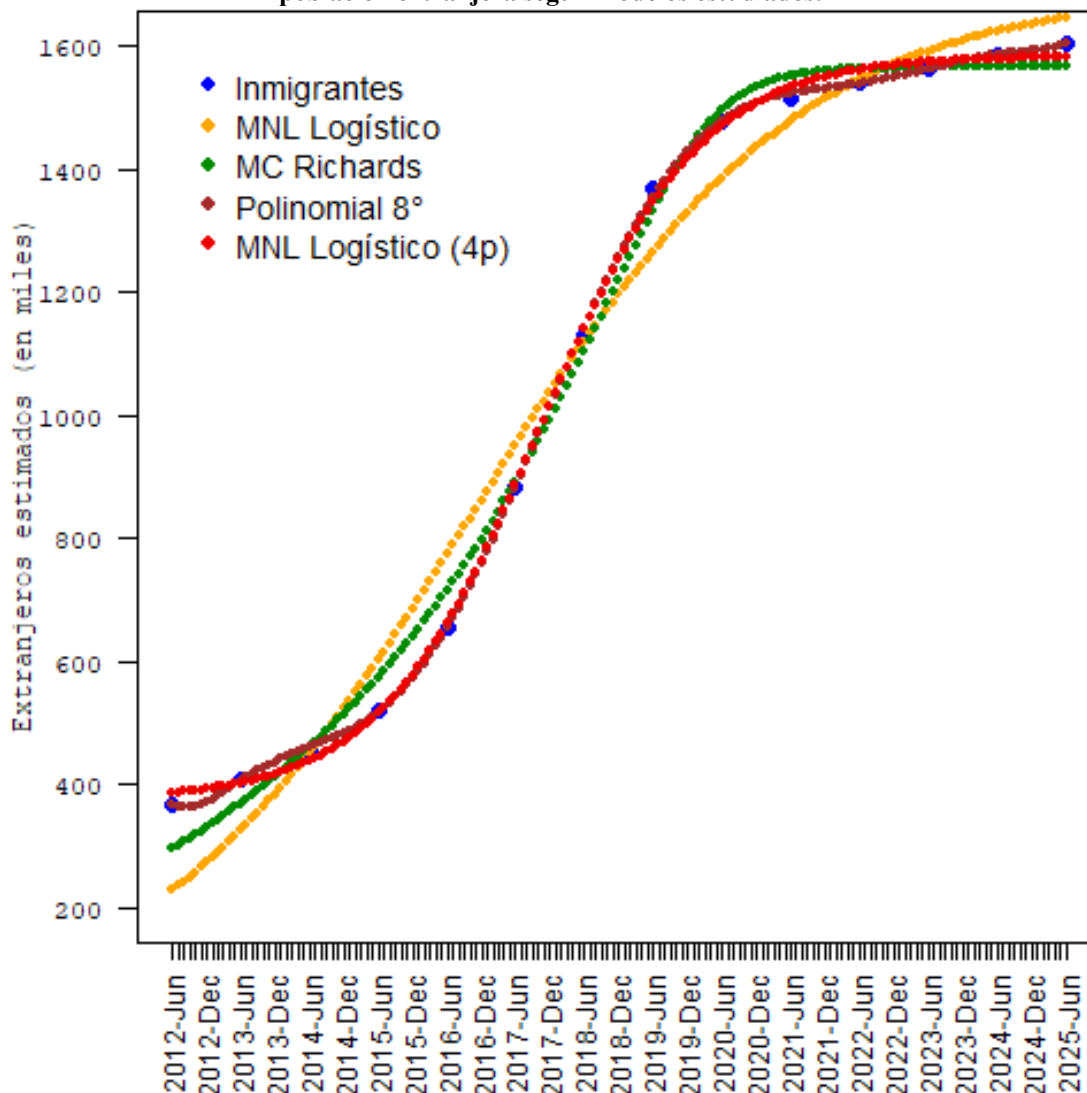


Fuente: elaboración propia en base al componente Inmigración de las Proyecciones de Población base 2017.

Este tipo de funciones tienen la particularidad de presentar la no linealidad en los parámetros, lo cual justifica realizar el ajuste de los datos, a partir de un modelo no lineal para el crecimiento poblacional. En este sentido, dentro del conjunto de este tipo de modelos, para el proceso de estimación, se probaron distintas especificidades para la función de media a estimar. Específicamente, se ajustaron tres funciones de media, todas correspondieron a una forma logística: Modelo de Crecimiento de Richards, la función logística de 3 parámetros y la

función logística de 4 parámetros y, adicionalmente, un modelo polinómico de 8°<sup>14</sup>. La Figura 2 recoge los resultados de cada uno de los modelos estudiados.

**Figura 2. Población inmigrante de las proyecciones de población base 2017 y estimación de la población extranjera según modelos estudiados.**



Fuente: elaboración propia en base al componente Inmigración de las proyecciones de población base 2017 y modelos estudiados.

Considerando la suma de los cuadros de la diferencia de la estimación y las estimaciones anuales, sumado al contraste con las cifras de población nacida en el extranjero para el momento del censo 2017 (746.465 personas) y de la estimación oficial de residentes extranjeros para el 31 de diciembre de 2018 entre el INE y el Departamento de Extranjería e

<sup>14</sup> La función de crecimiento exponencial se descartó debido a la presencia de asíntotas en la senda que siguen los datos, en tanto que otros modelos como el modelo de crecimiento de Gompertz, no alcanzó convergencia para su solución numérica.

Inmigración (1.251.566 personas) y por la parsimonia que entrega un modelo logístico en este tipo de estimaciones, se optó por escoger como modelo final para la estimación de población inmigrante, el correspondiente al del modelo logístico de 4 parámetros.

El modelo seleccionado tiene como función de media a una función logística de cuatro parámetros, la cual tiene el siguiente detalle<sup>15</sup>:

$$f(x, A, B, xmid, scal) = A + \frac{B - A}{1 + e^{(xmid-x)/scal}}$$

Donde, estos corresponden a:

*x*: vector numérico de valores donde se evalúa el modelo.

*A*: parámetro que representa la asíntota horizontal (izquierda).

*B*: parámetro que representa la asíntota horizontal (derecha).

*xmid*: parámetro que representa la valor de *x* en el punto de inflexión de la curva.

*scal*: parámetro de escala numérica en el eje de la variable *x*.

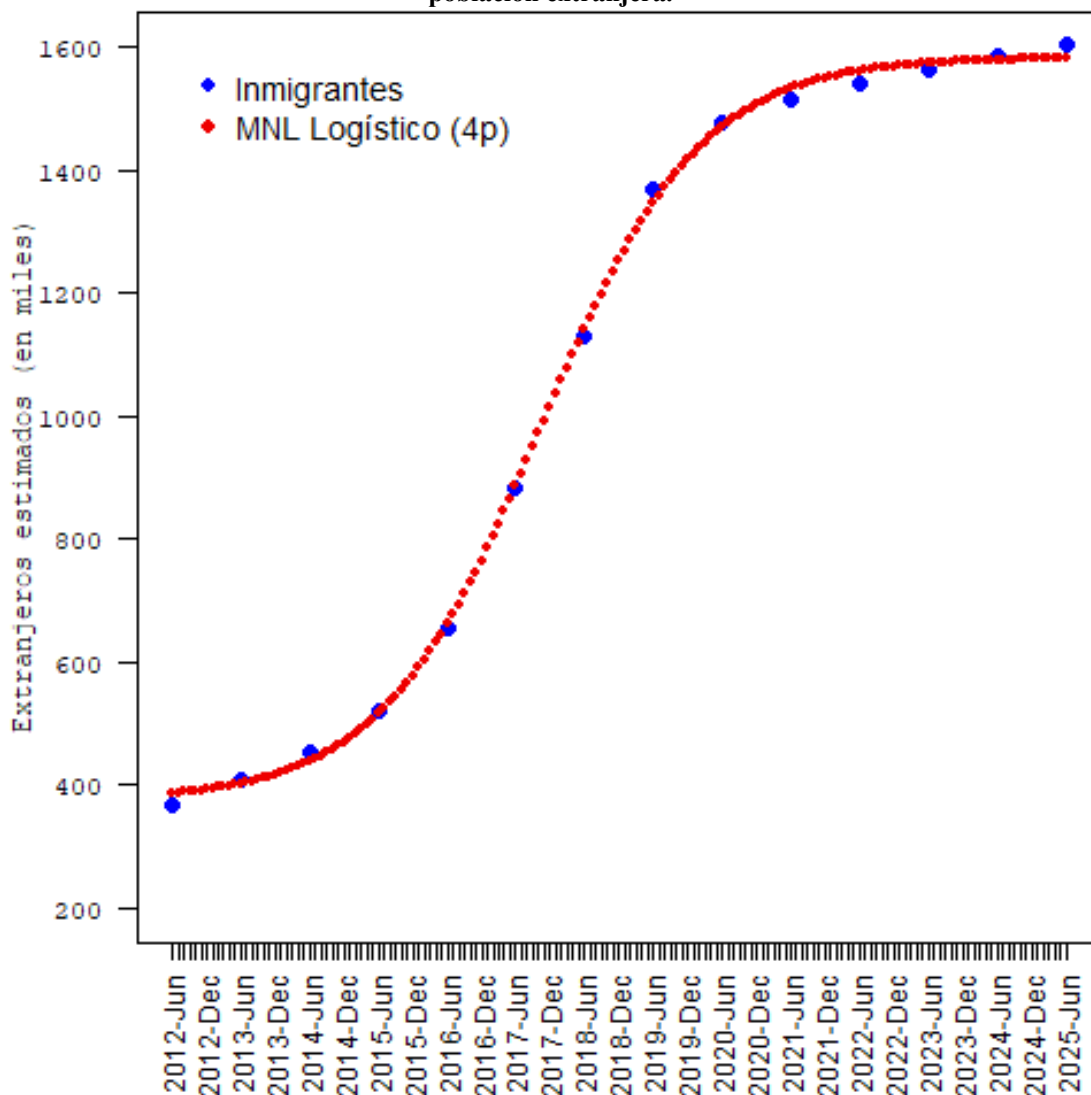
Los resultados del ajuste del modelo seleccionado se presentan en la Figura , la cual ilustra la estimación para la serie comprendida entre 2012 y 2025.

---

<sup>15</sup> Para mayor detalle sobre estimación de modelos no lineales se puede revisar (Bates & Watts, 1988), (Bates & Chambers, 1992), (Crawley, 2013), entre otros.



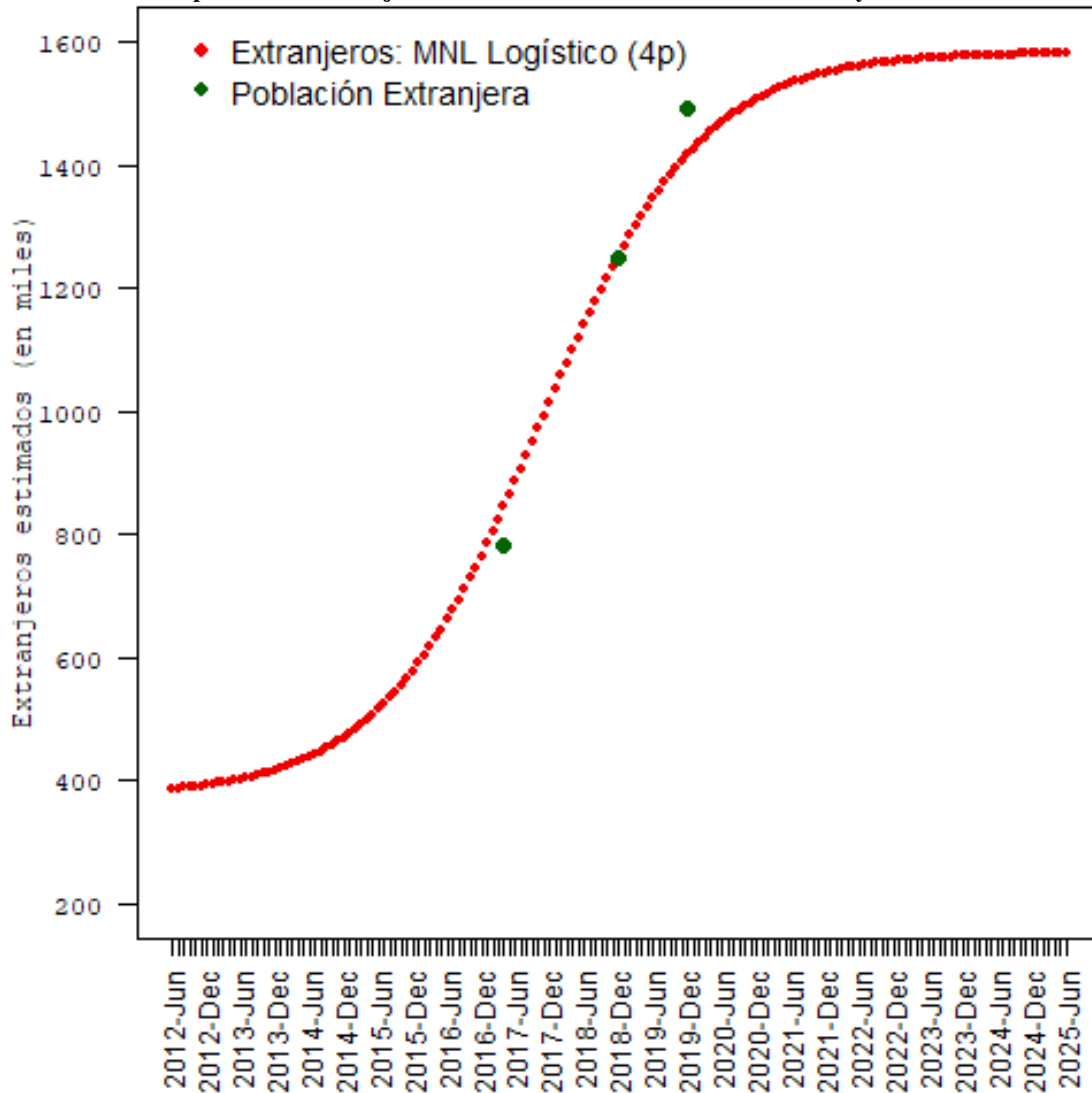
**Figura 3. Población inmigrante de las proyecciones de población base 2017 y estimación de la población extranjera.**



**Fuente:** elaboración propia en base al componente Inmigración de las proyecciones de población base 2017 y la estimación del modelo no lineal logístico de 4 parámetros.

La Figura 4, por su parte, contrasta los resultados del modelo seleccionado y los stocks poblacionales para la población extranjera residente en Chile, reportados en el censo de 2017, incorporando la omisión censal, y la Estimación de población extranjera al 31 de diciembre de 2018 y 2019.

Figura 4. Estimación de población extranjera según modelo logístico, censo 2017 y estimación de la población extranjera residente al 31 de diciembre de 2018 y 2019.



Fuente: elaboración propia en base al censo 2017 (con omisión censal), la Estimación de la población extranjera al 31 de diciembre de 2018 y 2019.

## REFERENCIAS

### Bibliografía

- Alvarado, M., & Pizarro, M. (2019). *Fundamentos de la nueva calibración de los factores de expansión en la ENE*. Santiago: INE.
- Alvarado, M., Guarda, N., & Pizarro, M. (2020). *La nueva metodología de calibración de la Encuesta Nacional de Empleo: método de calibración Raking*. Santiago: INE.
- CEPAL, C. E. (2011). *Observatorio demográfico América Latina y el Caribe N°11 Proyecciones de población a largo plazo*. Santiago de Chile.
- Deville, J. C., & Särndal, C. (1992). *Calibration estimation in survey sampling*. Journal of the American Statistical Association.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2019). *Departamento de Extranjería y Migración (DEM). (2019). Estimaciones de personas extranjeras residentes en Chile, al 31 de Diciembre de 2018*. Santiago: INE.
- Instituto Nacional de Estadísticas. (2018). *Estimaciones y proyecciones de la población en Chile 1992-2050, total país, metodología y principales resultados*. Santiago: INE.
- Instituto Nacional de Estadísticas. (2020). *Documento Metodológico del Diseño muestral de la ENE 2020*. Santiago: INE.
- Maldonado Valera, C., Martínez Pizarro, J., & Martínez, R. (2018). *Protección social y migración: una mirada desde las vulnerabilidades a lo largo del ciclo de la migración y de la vida de las personas*. Santiago: Naciones Unidas.
- Oficina Internacional del Trabajo (OIT). (10-19 de octubre de 2018). 20.<sup>a</sup> *Conferencia Internacional de Estadísticos del Trabajo*. Obtenido de Directrices relativas a las estadísticas de la migración laboral internacional: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---stat/documents/meetingdocument/wcms\\_648953.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---stat/documents/meetingdocument/wcms_648953.pdf)
- United Nations Statistics Division. (1982). *Designing Household Survey Samples: Practical*. New York: United Nations.

## ANEXO

El modelo seleccionado corresponde a un modelo no lineal, cuya función de media es una función logística de cuatro parámetros, la cual tiene el siguiente detalle<sup>16</sup>:

$$f(x, A, B, xmid, scal) = A + \frac{B - A}{1 + e^{(xmind-x)/scal}}$$

Donde, estos corresponden a:

*x*: vector numérico de valores donde se evalúa el modelo.

*A*: parámetro que representa la asíntota horizontal (izquierda).

*B*: parámetro que representa la asíntota horizontal (derecha).

*xmind*: parámetro que representa la valor de *x* en el punto de inflexión de la curva.

*scal*: parámetro de escala numérica en el eje de la variable *x*.

La estimación de los cuatro parámetros de la función de media, arriba descrita, fue realizada utilizando el software R, a partir del *package nls()* y la siguiente rutina.

```
library(foreign)
library(NISTnls)
library(proto)
library(nls2)
library(nlrwr)
library(NRAIA)
library(nlstools)
library(nlsMicrobio)

rm(list = objects())
setwd("C:// ")
inm2012 <- read.csv(file = "Inmigrantes2012.csv", header = TRUE, dec = ",")
attach(inm2012)
set.seed(5782)
NLlog4_2012 <- nls(immigration ~ SSfpl(t, A, B, xmid, scal), data = inm2012)
summary(NLlog4_2012)
```

Los resultados descritos en la Figura A.1, muestran que los cuatro parámetros estimados, presentan coeficientes con un nivel de significancia al 1%, por cuanto, se rechaza la hipótesis nula de coeficientes nulos, esto es, los parámetros estimados son estadísticamente significativos.

---

<sup>16</sup> Para mayor detalle sobre estimación de modelos no lineales se puede revisar (Bates & Watts, 1988), (Bates & Chambers, 1992), (Crawley, 2013), entre otros.

**Figura A.1. Resultados modelo no lineal logístico de 4 parámetros**

```
> summary(NLlog4_2012)

Formula: inmigracion ~ SSfp1(t, A, B, xmid, scal)

Parameters:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
A  3.751e+05  1.261e+04   29.75 4.31e-11 ***
B  1.583e+06  8.661e+03  182.72 < 2e-16 ***
xmid 6.435e+01  6.348e-01  101.37 < 2e-16 ***
scal 1.400e+01  5.801e-01   24.13 3.41e-10 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

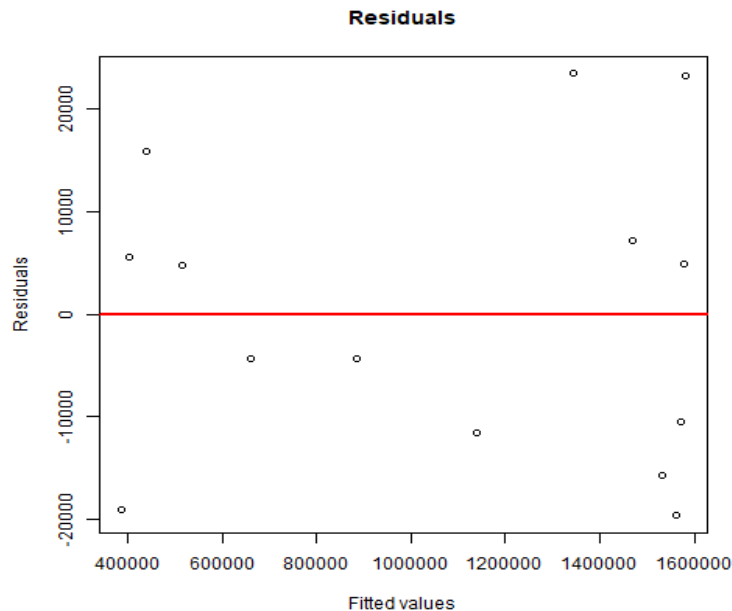
Residual standard error: 16580 on 10 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 0
Achieved convergence tolerance: 2.741e-06
```

Fuente: elaboración propia en base al componente Inmigración de las Proyecciones de Población base 2017

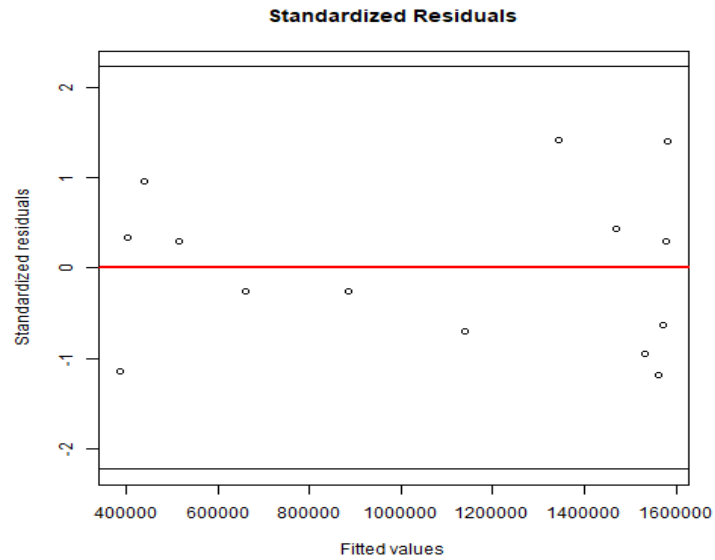
Finalmente, como señalan (Ritz & Streibig, 2008), se deben validar los supuestos detrás del modelo de regresión no lineal. Para esto, se debe verificar que: la función de media sea la correcta, homoscedasticidad (con los residuos estandarizados), distribución normal de los residuos y, por último, independencia de los residuos, lo cuales se cumplen en el modelo ajustado.

**Figura A.2. Supuestos del modelo de regresión no lineal: función de media correcta**



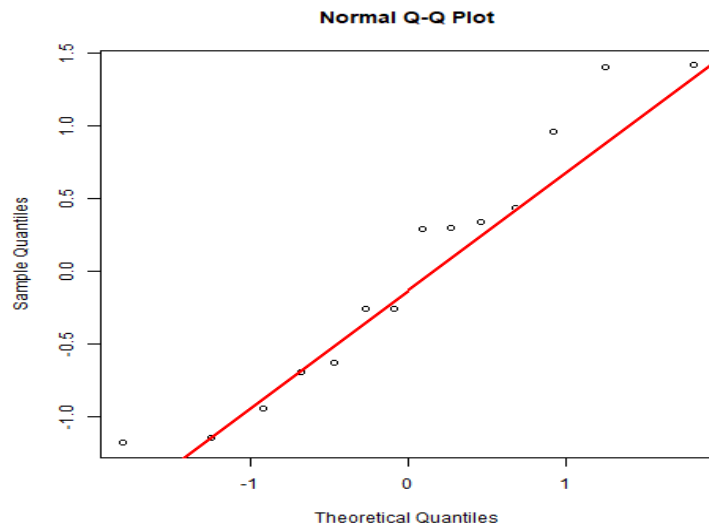
Fuente: elaboración propia en base a los resultados del modelo no lineal ajustado.

**Figura A.3. Supuestos del modelo de regresión no lineal: homoscedasticidad**



Fuente: elaboración propia en base a los resultados del modelo no lineal ajustado.

**Figura A.4. Supuestos del modelo de regresión no lineal: Normalidad**



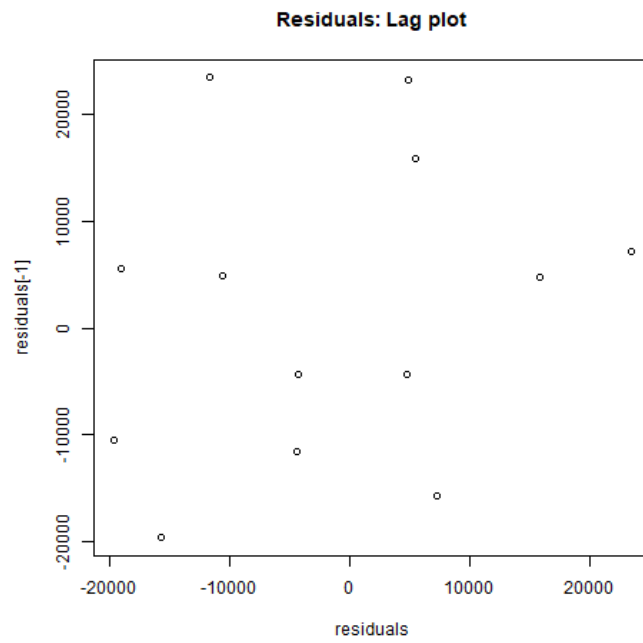
```
> shapiro.test(standardRES)
```

Shapiro-wilk normality test

```
data: standardRES  
w = 0.93438, p-value = 0.3511
```

Fuente: elaboración propia en base a los resultados del modelo no lineal ajustado.

**Figura A.5. Supuestos del modelo de regresión no lineal: Independencia**



**Fuente:** elaboración propia en base a los resultados del modelo no lineal ajustado.