

**SECRETARÍA DE CONTROL Y MONITOREO AMBIENTAL  
MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

**PROYECTO EJECUTIVO DE SEIS (6) CENTROS  
AMBIENTALES DISTRIBUIDOS EN EL NORTE  
DEL TERRITORIO ARGENTINO**

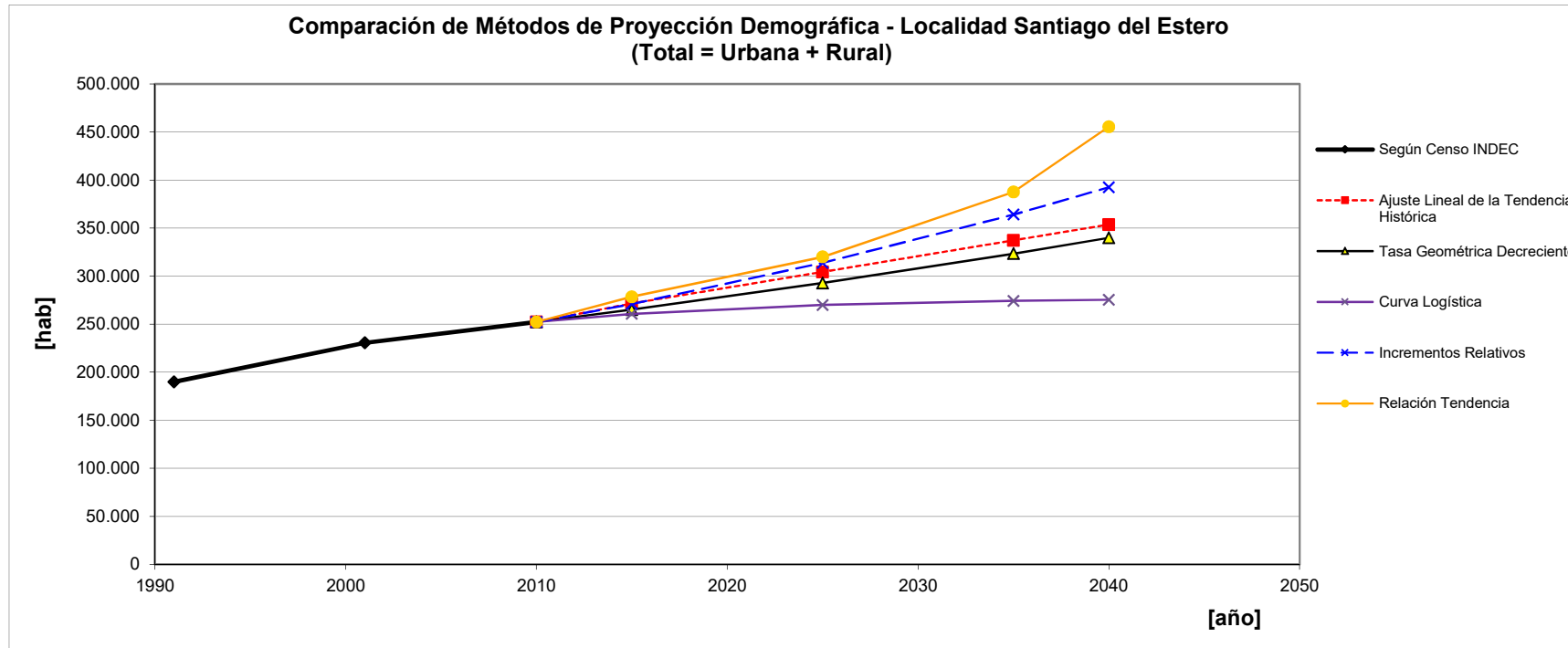
**ANEXO 4.9.1 (ACTIVIDAD 1.9) –  
PROYECCIONES DE POBLACIÓN**

**Versión 1.0 – noviembre 2020**

**Comparación entre los distintos Métodos de Proyección Demográfica evaluados**

**Localidad Santiago del Estero**

Año	Según Censo INDEC	Ajuste Lineal de la Tendencia Histórica	Tasa Geométrica Decreciente	Curva Logística	Incrementos Relativos	Relación Tendencia	ADOPTADA (TGD)
1991	189.947						
2001	230.614						
2010	<b>252.192</b>	<b>252.192</b>	<b>252.192</b>	<b>252.192</b>	<b>252.192</b>	<b>252.192</b>	252.192
2015		271.417	265.040	260.722	271.105	278.427	265.040
2025		304.323	292.735	269.924	313.846	320.006	292.735
2035		337.230	323.322	274.200	364.094	387.714	323.322
2040		353.683	339.795	275.358	392.437	455.543	339.795



**Proyección Demográfica por Ajuste Lineal de la Tendencia Histórica**

La proyección demográfica por ajuste lineal de tendencia histórica para una localidad se efectúa aplicando la recta de ajuste resultante de la regresión lineal de los valores de población total registrados en los últimos tres censos.

La población futura se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

$$P_n = a + b \cdot n$$

Donde

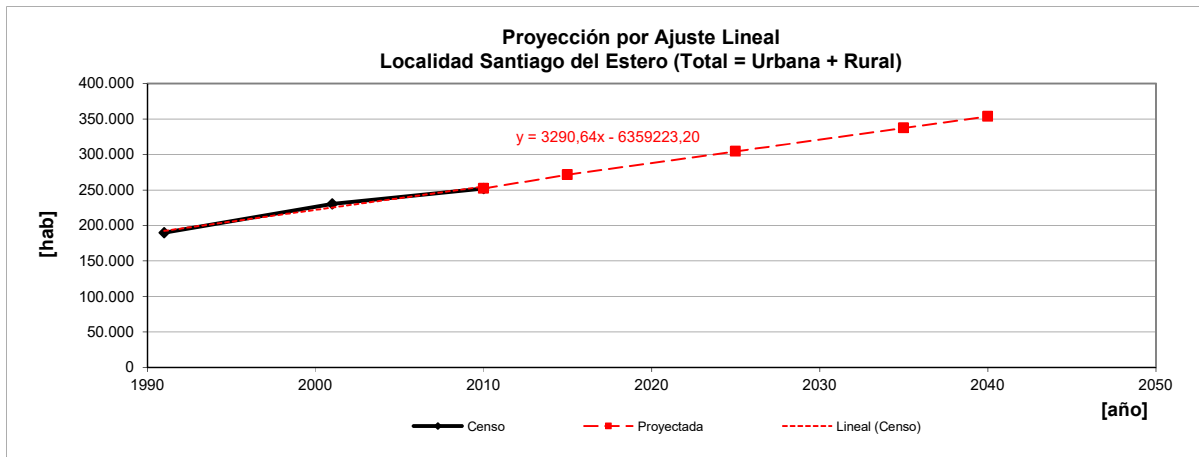
- $P_n$  Población total al año  $n$
- $n$  Número del año en análisis
- $a$  y  $b$  Coeficientes de la recta (obtenidos aplicando el método de mínimos cuadrados)

**Datos**

Localidad	Población total según Censo		
	Año 1991	Año 2001	Año 2010
	(hab)	(hab)	(hab)
Santiago del Estero	189.947	230.614	252.192

Cálculo de coeficientes  
**a** -6359223,2  
**b** 3290,6

Localidad	Población total según Censo			Población PROYECTADA			
	Año 1991	Año 2001	Año 2010	Año 2015	Año 2025	Año 2035	Año 2040
	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)
Santiago del Estero	189.947	230.614	252.192	271.417	304.323	337.230	353.683



**Proyección Demográfica por Tasa Geométrica Decreciente**

El método utiliza para la proyección futura la expresión geométrica que se define a continuación, observándose que la misma es similar a la expresión del interés compuesto.

$$P_n = P_0 \cdot (1 + i)^n$$

Donde

- $P_n$  Población total al año n
- $P_0$  Población total al año 0 - población base (último censo)
- $i$  Tasa media anual de proyección
- $n$  Número de años transcurridos entre la población base y el año de proyección

**Cálculo de Tasas medias anuales decrecientes**

Este método define la tasa media anual a emplear basándose en un análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensales, por lo tanto se toman como punto de partida los valores extraídos de los tres últimos censos del INDEC.

**Datos**

Localidad	Población total según Censo		
	Año 1991	Año 2001	Año 2010
	(hab)	(hab)	(hab)
Santiago del Estero	189.947	230.614	252.192

$i_I$	$i_{II}$	$i_{adoptada}$
0,020	0,010	<b>0,010</b>

Las tasas medias anuales históricas se calculan a través de las siguientes expresiones:

$$i_I = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1$$

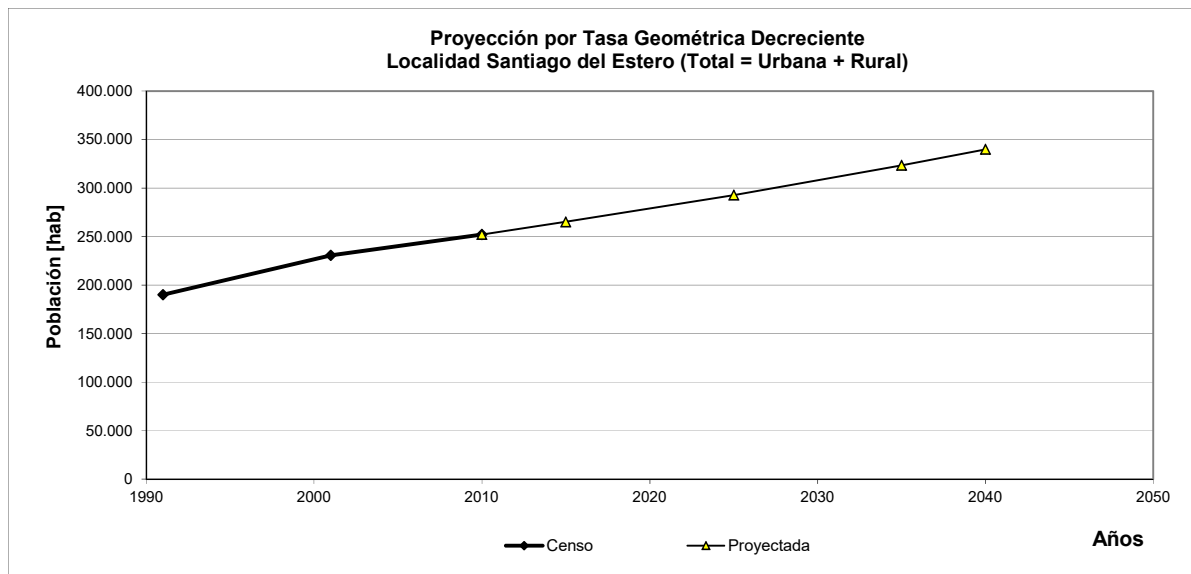
$$i_{II} = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1$$

Siendo

- $i_I$  Tasa media anual de variación de la población durante el penúltimo período censal
- $i_{II}$  Tasa media anual de variación de la población durante el último período censal
- $P_1$  Número de habitantes correspondientes al primer Censo en estudio
- $P_2$  Número de habitantes correspondientes al penúltimo Censo en estudio
- $P_3$  Número de habitantes correspondientes al último Censo en estudio
- $n_1$  Número de años del período censal entre el primero y el segundo Censo
- $n_2$  Número de años del período censal entre el segundo y el último Censo

Para definir la tasa con que se proyectará: Se compararán las tasas en cada período  $i_I$  e  $i_{II}$ . Si  $i_{II}$  es mayor que  $i_I$ , se adopta el promedio de ambas. Pero en el caso de ser menor, se adopta el valor de la tasa  $i_{II}$ .

Localidad	Población total según Censo			Población PROYECTADA			
	Año 1991	Año 2001	Año 2010	Año 2015	Año 2025	Año 2035	Año 2040
	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)
Santiago del Estero	189.947	230.614	252.192	265.040	292.735	323.322	339.795



**Proyección Demográfica por Curva Logística**

El método define una curva de crecimiento demográfico que al principio se presenta acelerado, bastante semejante a la expresión del interés compuesto, para luego presentar un punto de inflexión como consecuencia de una disminución de la tasa de crecimiento y por último tiende a hacerse asintótica, lo que representa la saturación.

La curva se ajusta a la siguiente expresión general para períodos anuales:

$$P_n = \frac{K}{1 + e^{(b-an)}}$$

Donde

- $P_n$  Población total al año n
- $K$  Constante que representa el valor máximo de  $P_n$ , valor de saturación
- $a$  Constante que determina la forma de la curva
- $b$  Constante que determina la forma de la curva
- $e$  Base de los logaritmos neperianos
- $n$  Número de años considerados

El ajuste de una curva logística a una serie numérica se hace por medio de los "puntos elegidos", para lo cual se toman tres puntos de la curva que estén en la línea de la tendencia. De este modo se obtiene un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas que permiten determinar los tres parámetros de la curva.

Para simplificar la resolución del sistema de ecuaciones se toman tres puntos que se encuentren equidistantes en el tiempo. Es decir:

**Datos del Censo**

Localidad	Población total según Censo		
	Año 1991	Año 2001	Año 2010
	(hab)	(hab)	(hab)
Santiago del Estero	189.947	230.614	252.192

*Nota:* Como la aplicación del método exige períodos iguales de tiempo, se podrá estimar la población del año 2011 a través de la aplicación del crecimiento geométrico con los datos de los Censos Nacionales.

Localidad	Población total según Censo		
	Año 1991	Año 2001	Año 2010
	(hab)	(hab)	(hab)
Santiago del Estero	189.947	230.614	252.192

Tasa Geométrica de Crecimiento		
$i_I$	$i_{II}$	$i_{adoptada}$
0,020	0,010	<b>0,010</b>

Es decir que nos queda como datos de entrada al Método de Curva Logística lo siguiente:

Localidad	Población total según Censo		
	Año 1991	Año 2001	Año 2011
	(hab)	(hab)	(hab)
Santiago del Estero	189.947	230.614	254.711

Aplicando logaritmos a la expresión general de la curva y transformando, se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$b = \ln\left(\frac{K - P_1}{P_1}\right)$$

$$K = \frac{2 \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 - P_2^2 \cdot (P_1 + P_3)}{P_1 \cdot P_3 - P_2^2}$$

$$a = \frac{\ln\left(\frac{(K - P_2) \cdot P_3}{(K - P_3) \cdot P_2}\right)}{t}$$

Siendo

- $P_1$  Número de habitantes correspondientes al primer Censo en estudio
- $P_2$  Número de habitantes correspondientes al penúltimo Censo en estudio
- $P_3$  Número de habitantes correspondientes al último Censo en estudio
- $t$  10 años Número de años equidistantes entre los tres puntos considerados

Conviene destacar que al utilizar este método para que la curva logística sea aplicable a los datos, deben verificarse las siguientes condiciones:

$$P_1 \cdot P_3 < P_2^2 \quad \text{y} \quad P_1 \cdot P_3 < P_2^2 \cdot (P_1 + P_3) / 2$$

**Localidad Santiago del Estero**

$P_1 \cdot P_3$  48.381.566.570  
 $P_2^2$  53.182.816.996

1ª Condición:  $P_1 \cdot P_3 < P_2^2$   
 2ª Condición:  $P_1 \cdot P_3 < P_2^2 \cdot (P_1 + P_3) / 2$

Cumple  
 Cumple

**El método es aplicable en este caso**

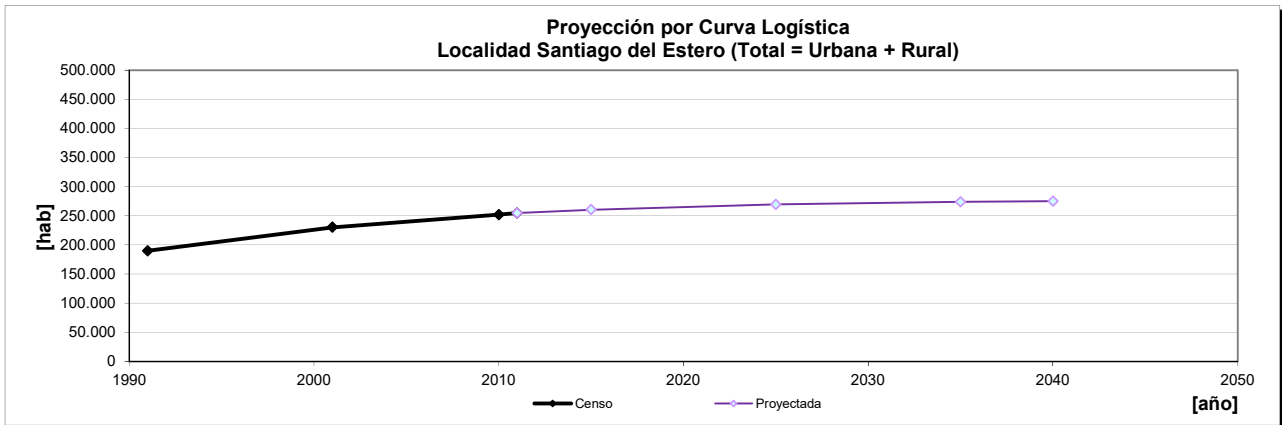
Calculando

Localidad Santiago del Estero  
 $K$  277682,9  
 $b$  -0,7724  
 $a$  0,0817

**Proyección Demográfica por Curva Logística**

Realizando la proyección de población, se obtiene que:

			Localidad Santiago del Estero
Según Censo	Año 1991	(hab)	189.947
	Año 2001	(hab)	230.614
	Año 2010	(hab)	252.192
	Año 2011	(hab)	254.711
Proyectada	Año 2015	(hab)	260.722
	Año 2025	(hab)	269.924
	Año 2035	(hab)	274.200
	Año 2040	(hab)	275.358



**Proyección Demográfica por Incrementos Relativos**

Este método se fundamenta en la proporción del crecimiento absoluto de un área mayor, que corresponde a áreas menores en un determinado período de referencia.

La información básica necesaria para la aplicación del método es:

- ▶ Proyección de la población del área mayor para el período en estudio.
- ▶ Población de cada una de las áreas menores correspondientes a las dos últimas fechas censales.

Para la estimación de la población total de cada área se acepta que:

$$P_i^{(t)} = a_i \cdot P_T^{(t)} + b_i$$

Siendo:

- $P_i^{(t)}$  La población del área menor (i) en el año (t)
- $P_T^{(t)}$  La población del área mayor en el año (t)

Los coeficientes:

$$a_i = \frac{P_i^{(1)} - P_i^{(0)}}{P_T^{(1)} - P_T^{(0)}}$$

$$b_i = \frac{P_i^{(1)} + P_i^{(0)} - \frac{P_i}{P_T} \cdot (P_T^{(1)} + P_T^{(0)})}{2}$$

Si se parte de considerar como área mayor, a la Republica Argentina, las estimaciones pueden ser extraídas de la publicación que realiza el INDEC-CELADE u otras estimaciones que realice el INDEC. De la misma publicación se pueden extraer las estimaciones para la provincia y aplicar la técnica. Luego se hace necesario conocer las estimaciones correspondientes al departamento utilizando como base de proyección la provincia. Para finalmente llegar al nivel de localidades, considerando como area mayor el departamento.

**Datos**

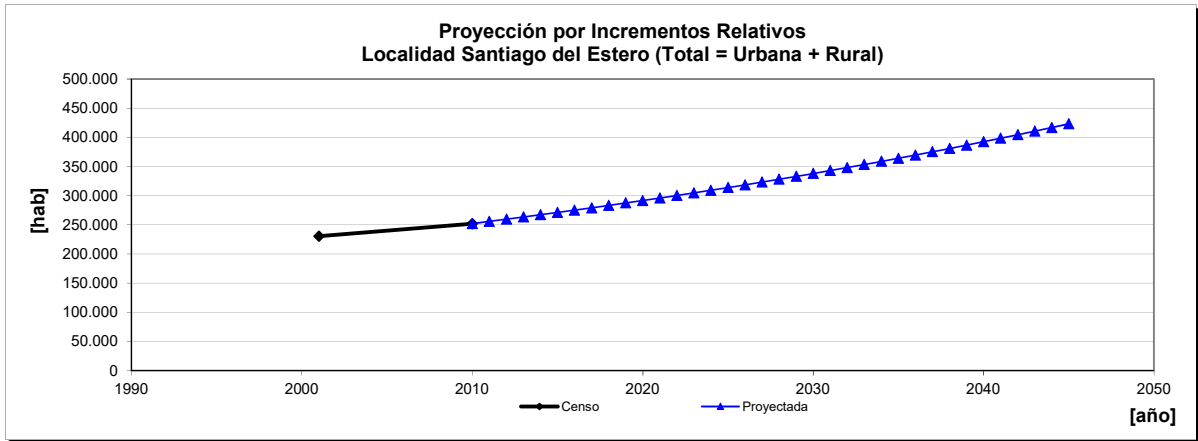
	País	Provincia	Departamento	Localidad
	Argentina	Santiago del Estero	Capital	Santiago del Estero
2001	36.260.130	804.457	244.567	230.614
2010	40.117.096	874.006	267.125	252.192

	Rep-Pcia	Pcia-Dto	Dto-Loc
a	0,0180	0,3243	0,9566
b	150612,6	-16356,1	-3328,1

**Proyección**

	País	Provincia	Partido	Localidad
	Argentina	Santiago del Este	Capital	Santiago del Estero
2010	40.117.096	874.006	267.125	252.192
2011	40.793.211	886.198	271.079	255.975
2012	41.469.326	898.389	275.034	259.757
2013	42.145.440	910.581	278.988	263.540
2014	42.821.555	922.773	282.942	267.322
2015	43.497.670	934.965	286.897	271.105
2016	44.207.232	947.760	291.047	275.074
2017	44.928.369	960.763	295.264	279.109
2018	45.661.270	973.979	299.551	283.209
2019	46.406.126	987.410	303.907	287.376
2020	47.163.133	1.001.060	308.335	291.611
2021	47.932.489	1.014.934	312.834	295.916
2022	48.714.395	1.029.033	317.407	300.290
2023	49.509.056	1.043.362	322.055	304.736
2024	50.316.680	1.057.925	326.779	309.254
2025	51.137.478	1.072.726	331.579	313.846
2026	51.971.666	1.087.768	336.458	318.513
2027	52.819.461	1.103.056	341.417	323.256
2028	53.681.087	1.118.593	346.456	328.076
2029	54.556.767	1.134.383	351.577	332.976
2030	55.446.733	1.150.431	356.783	337.954
2031	56.351.216	1.166.740	362.072	343.015
2032	57.270.453	1.183.316	367.449	348.157
2033	58.204.686	1.200.162	372.913	353.384
2034	59.154.159	1.217.283	378.466	358.696
2035	60.119.120	1.234.683	384.110	364.094
2036	61.099.822	1.252.368	389.845	369.581
2037	62.096.522	1.270.340	395.675	375.157
2038	63.109.481	1.288.606	401.599	380.824
2039	64.138.964	1.307.169	407.620	386.584
2040	65.185.240	1.326.036	413.740	392.437
2041	66.248.584	1.345.210	419.959	398.386
2042	67.329.274	1.364.697	426.279	404.432
2043	68.427.593	1.384.502	432.703	410.577
2044	69.543.828	1.404.630	439.231	416.821
2045	70.678.272	1.425.087	445.866	423.168

Proyección Demográfica por Incrementos Relativos





### Proyección Demográfica por Relación-Tendencia

Este método se basa en el análisis de las relaciones entre la población total del país, de la provincia, del departamento y de la localidad y en las tendencias de evolución de las mismas.

La información básica se puede obtener de la publicación de estimaciones y proyecciones de población total del país INDEC-CELADE u otras estimaciones que realice el INDEC.

Para proyectar la población de la Provincia entre el año cero y el final del período de diseño se siguen los pasos que a continuación se detallan:

- ▶ Se calcula la relación entre la Provincia y el País para los años correspondientes a los últimos tres censos.

$$R_1 = \frac{p_1}{P_{T1}}$$

$$R_2 = \frac{p_2}{P_{T2}}$$

$$R_3 = \frac{p_3}{P_{T3}}$$

Donde:

$P_{T1}$  Población del país según el antepenúltimo censo nacional.

$P_{T2}$  Población del país según el penúltimo censo nacional.

$P_{T3}$  Población del país según el último censo nacional.

$p_1$  Población total de la provincia según el antepenúltimo censo nacional.

$p_2$  Población total de la provincia según el penúltimo censo nacional.

$p_3$  Población total de la provincia según el último censo nacional.

$R_1, R_2$  y  $R_3$  Relaciones entre la población de la Provincia y del País correspondiente a los años censados.

- ▶ Luego se calcula el Logaritmo natural de las relaciones  $R_1, R_2$  y  $R_3$ .
- ▶ Se determina el incremento de los logaritmos a través de la diferencia entre ellos.

$$I_1 = \log(R_2) - \log(R_1) \quad (\text{Para } N_1 = \text{años del primer período intercensal})$$

$$I_2 = \log(R_3) - \log(R_2) \quad (\text{Para } N_2 = \text{años del segundo período intercensal})$$

Se proyecta la relación entre la Provincia y el País en períodos de  $n_i$  años, partiendo del año cero en la siguiente forma:

- ▶ Se calculan los coeficientes de ponderación, que son iguales a la inversa del número de años transcurridos entre el punto medio del período proyectado y el punto medio del período observado.

$$C_{ij} = \frac{1}{(n_j - N_i)}$$

En la siguiente Tabla se encuentran los valores de los coeficientes de ponderación a utilizar.

Períodos intercensales (años)	Período desde el último censo hasta el año inicial	Subperíodos de diseño		
	$n_0 = B_0 - A_3$	$n_1 = B_1 - B_0$	$n_2 = B_2 - B_1$	$n_3 = B_3 - B_2$
$N_1 = A_2 - A_1$	$c_{10} = \frac{1}{(A_3 + n_0/2) - (A_1 + N_1/2)}$	$c_{11} = \frac{1}{(B_0 + n_1/2) - (A_1 + N_1/2)}$	$c_{12} = \frac{1}{(B_1 + n_2/2) - (A_1 + N_1/2)}$	$c_{13} = \frac{1}{(B_2 + n_3/2) - (A_1 + N_1/2)}$
$N_2 = A_3 - A_2$	$c_{20} = \frac{1}{(A_3 + n_0/2) - (A_2 + N_2/2)}$	$c_{21} = \frac{1}{(B_0 + n_1/2) - (A_2 + N_2/2)}$	$c_{22} = \frac{1}{(B_1 + n_2/2) - (A_2 + N_2/2)}$	$c_{23} = \frac{1}{(B_2 + n_3/2) - (A_2 + N_2/2)}$

Siendo:

- $A_1$  Año en que se realizó el antepenúltimo censo nacional.
- $A_2$  Año en que se realizó el penúltimo censo nacional.
- $A_3$  Año en que se realizó el último censo nacional.
- $B_0$  Año previsto para la habilitación de la obra.
- $B_1$  Año en que finaliza el primer subperíodo de  $n_1$ .
- $B_2$  Año en que finaliza el segundo subperíodo de  $n_2$ .
- $B_3$  Año final del período de diseño.

**Proyección Demográfica por Relación-Tendencia**

- ▶ Se calcula el logaritmo de la relación entre la provincia y el país en el año cero, sumando al logaritmo de la relación verificada en el último año el promedio ponderado de los incrementos observados. Siendo el coeficiente de ponderación de estos incrementos la inversa del número de años transcurridos entre el punto medio del período observado y el proyectado.

$$\log(R_4) = \log(R_3) + \frac{I_1 \cdot C_{10} + I_2 \cdot C_{20}}{C_{10} + C_{20}}$$

Siendo:

$R_4$  Relación entre las poblaciones de la Provincia y el País para el año inicial del período de diseño.  $(p_0 / P_{T0})$  para  $n = 0$

$C_{10}$  y  $C_{20}$  Coeficientes de ponderación calculados según la Tabla.

- ▶ Se denomina la relación Provincia/País para los dos subperíodos de diseño de  $n_1$  y  $n_2$  años, por las siguientes expresiones:

$$\log(R_5) = \log(R_4) + \frac{I_1 \cdot C_{11} + I_2 \cdot C_{21}}{C_{11} + C_{21}}$$

$$\log(R_6) = \log(R_5) + \frac{I_1 \cdot C_{12} + I_2 \cdot C_{22}}{C_{12} + C_{22}}$$

$$\log(R_7) = \log(R_6) + \frac{I_1 \cdot C_{13} + I_2 \cdot C_{23}}{C_{13} + C_{23}}$$

Siendo:

$R_5$  Relación entre las poblaciones de la Provincia y el País para el final del primer subperíodo de diseño.  $(p_0 / P_{T0})$  para  $n = 1$

$R_6$  Relación entre las poblaciones de la Provincia y el País para el final del segundo subperíodo de diseño.  $(p_0 / P_{T0})$  para  $n = 2$

$R_7$  Relación entre las poblaciones de la Provincia y el País para el final del período de diseño.  $(p_0 / P_{T0})$  para  $n = 3$

$C_{11}, C_{12}, C_{21}, C_{22}, C_{13}$  y  $C_{23}$  Coeficientes de ponderación calculados según la Tabla.

- ▶ Para las poblaciones de la localidad del departamento o partido de la provincia se definen relaciones similares a las establecidas anteriormente según los coeficientes de ponderación indicados en la Tabla.

$$L_1 = P_1 / p_1$$

$$L_2 = P_2 / p_2$$

$$L_3 = P_3 / p_3$$

$$I'_1 = \log(L_2) - \log(L_1) \quad (\text{para } N_1)$$

$$I'_2 = \log(L_3) - \log(L_2) \quad (\text{para } N_2)$$

$$\log(R_4) = \log(R_3) + \frac{I'_1 \cdot C_{10} + I'_2 \cdot C_{20}}{C_{10} + C_{20}}$$

$$\log(R_5) = \log(R_4) + \frac{I'_1 \cdot C_{11} + I'_2 \cdot C_{21}}{C_{11} + C_{21}}$$

$$\log(R_6) = \log(R_5) + \frac{I'_1 \cdot C_{12} + I'_2 \cdot C_{22}}{C_{12} + C_{22}}$$

$$\log(R_7) = \log(R_6) + \frac{I'_1 \cdot C_{13} + I'_2 \cdot C_{23}}{C_{13} + C_{23}}$$

- ▶ Se obtiene las relaciones de población Provincia/País y Localidad/Provincia para el período de diseño:

$$R_4 = p_0 / P_{T0} = 10^{\log(R_4)} \quad \text{para } n = 0$$

$$R_5 = p_{n1} / P_{Tn1} = 10^{\log(R_5)} \quad \text{para } n = n_1$$

$$R_6 = p_{n2} / P_{Tn2} = 10^{\log(R_6)} \quad \text{para } n = n_2$$

$$R_7 = p_{n3} / P_{Tn3} = 10^{\log(R_7)} \quad \text{para } n = n_3$$

**Proyección Demográfica por Relación-Tendencia**

- Se obtiene los valores de población de la Provincia para el período de diseño:

$$\begin{aligned}
 p_0 &= R_4 \cdot P_{T0} && \text{para } n = 0 \\
 p_{n1} &= R_5 \cdot P_{Tn1} && \text{para } n = n_1 \\
 p_{n2} &= R_6 \cdot P_{Tn2} && \text{para } n = n_2 \\
 p_{n3} &= R_7 \cdot P_{Tn3} && \text{para } n = n_3
 \end{aligned}$$

- De igual manera se procede a proyectar las poblaciones del departamento o partido y localidad, sucesivamente.

**Resolución:**

**Datos**

		Pais	Provincia	Departamento	Localidad
		Argentina	antiago del Este	Capital	Santiago del Estero
A <sub>1</sub>	1991	32.615.528	671.988	201.894	189.947
A <sub>2</sub>	2001	36.260.130	804.457	244.567	230.614
A <sub>3</sub>	2010	40.117.096	874.006	267.125	252.192

Periodos inter-censales	Último censo hasta inicio de periodo	Subperiodos de diseño			
		5	10	10	5
10	0,0606	0,0417	0,0294	0,0241	
9	0,1429	0,0690	0,0408	0,0313	

	Pais-Pcia	Pcia-Dto	Dto-Localidad
R <sub>1</sub>	0,0206	0,3004	0,9408
R <sub>2</sub>	0,0222	0,3040	0,9429
R <sub>3</sub>	0,0218	0,3056	0,9441

log (R <sub>1</sub> )	-1,6861	-0,5222	-0,0265
log (R <sub>2</sub> )	-1,6539	-0,5171	-0,0255
log (R <sub>3</sub> )	-1,6618	-0,5148	-0,0250

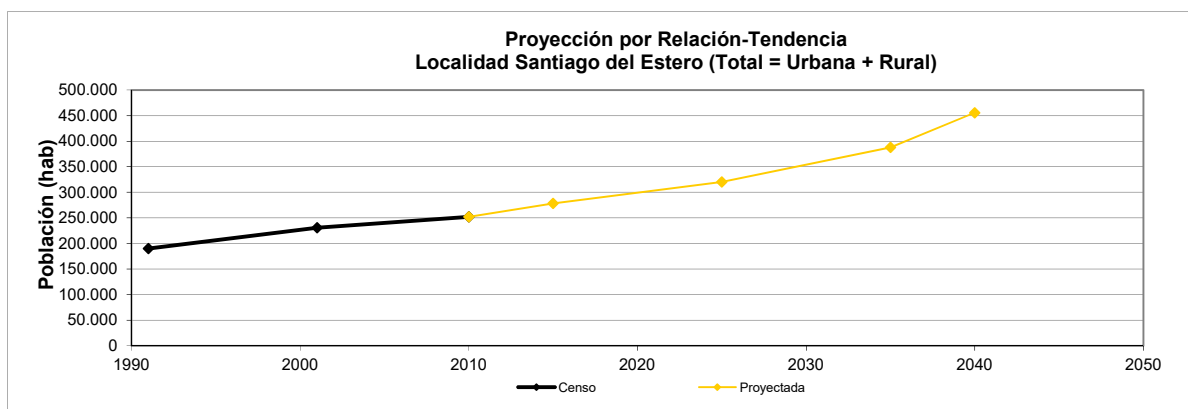
I <sub>1</sub>	0,0321	0,0051	0,0010
I <sub>2</sub>	-0,0079	0,0023	0,0005

log (R <sub>4</sub> )	-1,6578	-0,5117	-0,0243
log (R <sub>5</sub> )	-1,6506	-0,5083	-0,0236
log (R <sub>6</sub> )	-1,6417	-0,5048	-0,0229
log (R <sub>7</sub> )	-1,6322	-0,5013	-0,0222

R <sub>4</sub>	0,0220	0,3079	0,9455
R <sub>5</sub>	0,0224	0,3103	0,9471
R <sub>6</sub>	0,0228	0,3128	0,9486
R <sub>7</sub>	0,0233	0,3153	0,9502

**Proyección**

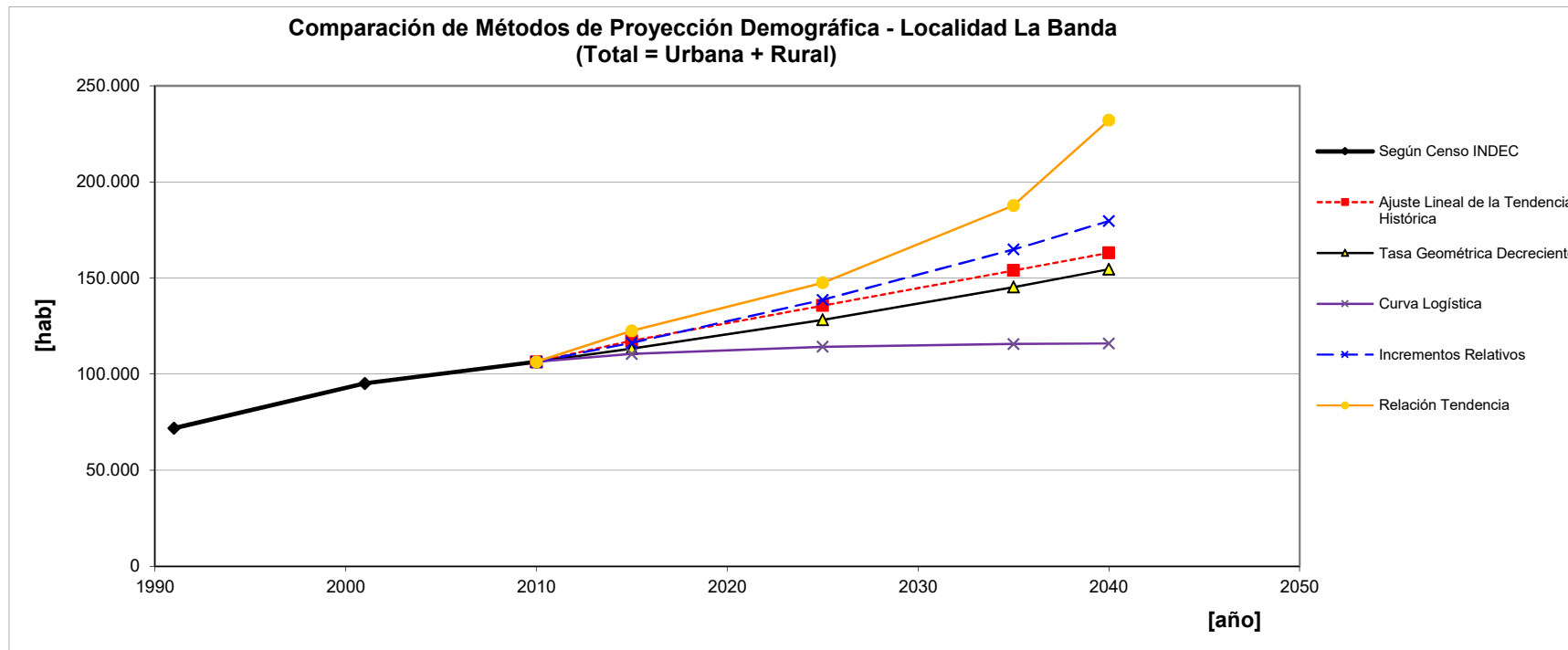
		Pais	Provincia	Departamento	Localidad
		Argentina	antiago del Este	Capital	Santiago del Estero
	2010	40.117.096	874.006	267.125	252.192
B <sub>0</sub>	2015	43.497.670	956.499	294.464	278.427
B <sub>1</sub>	2025	48.714.395	1.089.085	337.893	320.006
B <sub>2</sub>	2035	57.270.453	1.306.800	408.711	387.714
B <sub>3</sub>	2040	65.185.240	1.520.425	479.412	455.543



**Comparación entre los distintos Métodos de Proyección Demográfica evaluados**

**Localidad La Banda**

Año	Según Censo INDEC	Ajuste Lineal de la Tendencia Histórica	Tasa Geométrica Decreciente	Curva Logística	Incrementos Relativos	Relación Tendencia	ADOPTADA (ALTH)
1991	71.877						
2001	95.178						
2010	106.441	106.441	106.441	106.441	106.441	106.441	106.441
2015		117.375	113.264	110.535	116.313	122.503	117.375
2025		135.661	128.252	114.251	138.622	147.520	135.661
2035		153.947	145.222	115.652	164.850	187.778	153.947
2040		163.090	154.531	115.973	179.644	232.041	163.090



**Proyección Demográfica por Ajuste Lineal de la Tendencia Histórica**

La proyección demográfica por ajuste lineal de tendencia histórica para una localidad se efectúa aplicando la recta de ajuste resultante de la regresión lineal de los valores de población total registrados en los últimos tres censos.

La población futura se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

$$P_n = a + b \cdot n$$

Donde

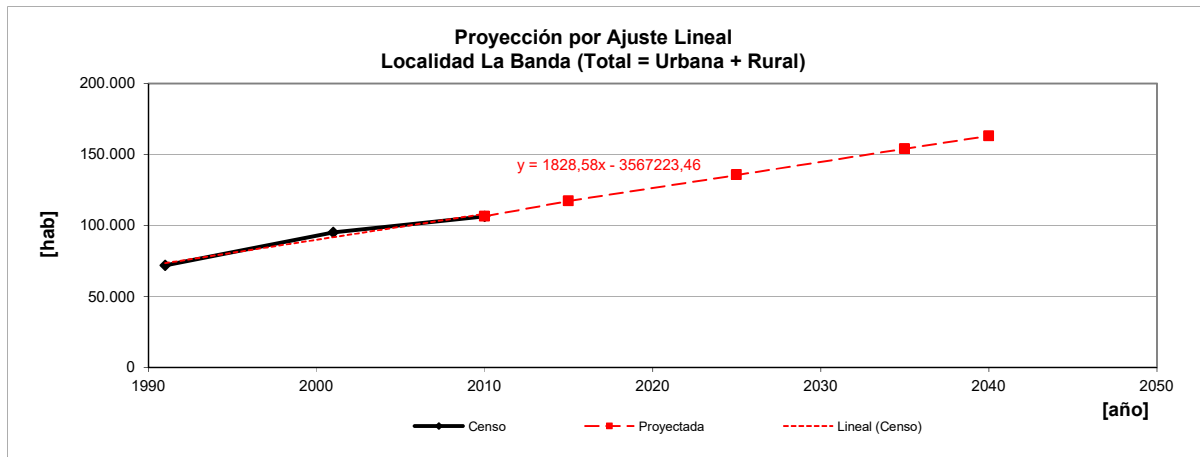
- $P_n$  Población total al año n
- $n$  Número del año en análisis
- $a$  y  $b$  Coeficientes de la recta (obtenidos aplicando el método de mínimos cuadrados)

**Datos**

Localidad	Población total según Censo		
	Año 1991	Año 2001	Año 2010
	(hab)	(hab)	(hab)
La Banda	71.877	95.178	106.441

Cálculo de coeficientes  
**a** -3567223,5  
**b** 1828,6

Localidad	Población total según Censo			Población PROYECTADA			
	Año 1991	Año 2001	Año 2010	Año 2015	Año 2025	Año 2035	Año 2040
	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)
La Banda	71.877	95.178	106.441	117.375	135.661	153.947	163.090



**Proyección Demográfica por Tasa Geométrica Decreciente**

El método utiliza para la proyección futura la expresión geométrica que se define a continuación, observándose que la misma es similar a la expresión del interés compuesto.

$$P_n = P_0 \cdot (1 + i)^n$$

Donde

- $P_n$  Población total al año n
- $P_0$  Población total al año 0 - población base (último censo)
- $i$  Tasa media anual de proyección
- $n$  Número de años transcurridos entre la población base y el año de proyección

**Cálculo de Tasas medias anuales decrecientes**

Este método define la tasa media anual a emplear basándose en un análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensales, por lo tanto se toman como punto de partida los valores extraídos de los tres últimos censos del INDEC.

**Datos**

Localidad	Población total según Censo		
	Año 1991	Año 2001	Año 2010
	(hab)	(hab)	(hab)
La Banda	71.877	95.178	106.441

$i_I$	$i_{II}$	$i_{adoptada}$
0,028	0,013	<b>0,013</b>

Las tasas medias anuales históricas se calculan a través de las siguientes expresiones:

$$i_I = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1$$

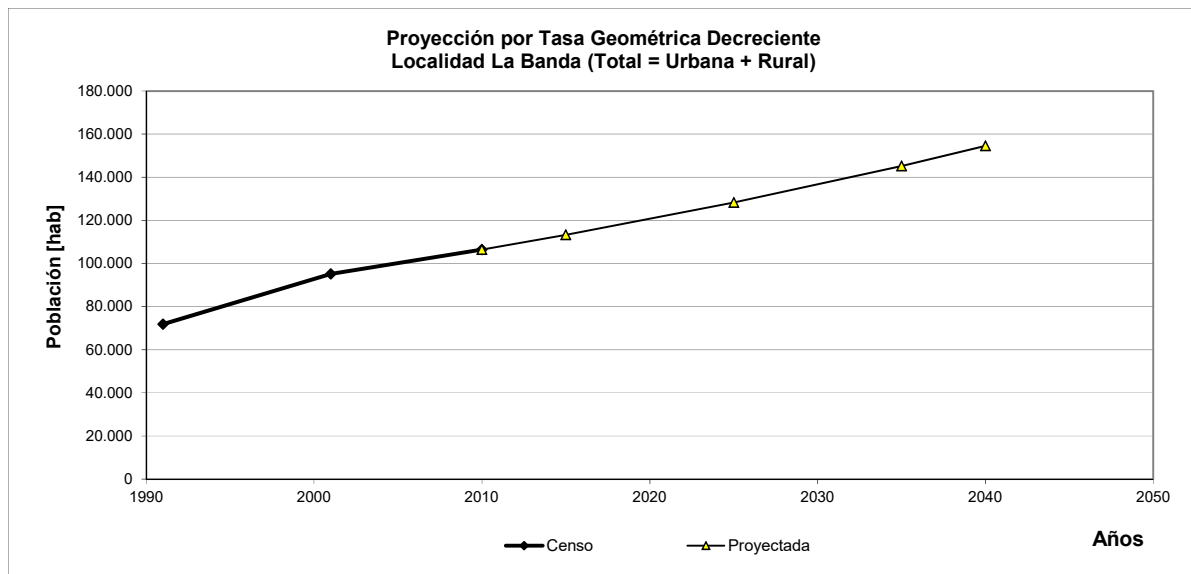
$$i_{II} = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1$$

Siendo

- $i_I$  Tasa media anual de variación de la población durante el penúltimo período censal
- $i_{II}$  Tasa media anual de variación de la población durante el último período censal
- $P_1$  Número de habitantes correspondientes al primer Censo en estudio
- $P_2$  Número de habitantes correspondientes al penúltimo Censo en estudio
- $P_3$  Número de habitantes correspondientes al último Censo en estudio
- $n_1$  Número de años del período censal entre el primero y el segundo Censo
- $n_2$  Número de años del período censal entre el segundo y el último Censo

Para definir la tasa con que se proyectará: Se compararán las tasas en cada período  $i_I$  e  $i_{II}$ . Si  $i_{II}$  es mayor que  $i_I$ , se adopta el promedio de ambas. Pero en el caso de ser menor, se adopta el valor de la tasa  $i_{II}$ .

Localidad	Población total según Censo			Población PROYECTADA			
	Año 1991	Año 2001	Año 2010	Año 2015	Año 2025	Año 2035	Año 2040
	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)
La Banda	71.877	95.178	106.441	113.264	128.252	145.222	154.531



**Proyección Demográfica por Curva Logística**

El método define una curva de crecimiento demográfico que al principio se presenta acelerado, bastante semejante a la expresión del interés compuesto, para luego presentar un punto de inflexión como consecuencia de una disminución de la tasa de crecimiento y por último tiende a hacerse asintótica, lo que representa la saturación.

La curva se ajusta a la siguiente expresión general para períodos anuales:

$$P_n = \frac{K}{1 + e^{(b-an)}}$$

Donde

- $P_n$  Población total al año n
- $K$  Constante que representa el valor máximo de  $P_n$ , valor de saturación
- $a$  Constante que determina la forma de la curva
- $b$  Constante que determina la forma de la curva
- $e$  Base de los logaritmos neperianos
- $n$  Número de años considerados

El ajuste de una curva logística a una serie numérica se hace por medio de los "puntos elegidos", para lo cual se toman tres puntos de la curva que estén en la línea de la tendencia. De este modo se obtiene un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas que permiten determinar los tres parámetros de la curva.

Para simplificar la resolución del sistema de ecuaciones se toman tres puntos que se encuentren equidistantes en el tiempo. Es decir:

**Datos del Censo**

Localidad	Población total según Censo		
	Año 1991	Año 2001	Año 2010
	(hab)	(hab)	(hab)
La Banda	71.877	95.178	106.441

*Nota:* Como la aplicación del método exige períodos iguales de tiempo, se podrá estimar la población del año 2011 a través de la aplicación del crecimiento geométrico con los datos de los Censos Nacionales.

Localidad	Población total según Censo		
	Año 1991	Año 2001	Año 2010
	(hab)	(hab)	(hab)
La Banda	71.877	95.178	106.441

Tasa Geométrica de Crecimiento		
$i_I$	$i_{II}$	$i_{adoptada}$
0,028	0,013	<b>0,013</b>

Es decir que nos queda como datos de entrada al Método de Curva Logística lo siguiente:

Localidad	Población total según Censo		
	Año 1991	Año 2001	Año 2011
	(hab)	(hab)	(hab)
La Banda	71.877	95.178	107.772

Aplicando logaritmos a la expresión general de la curva y transformando, se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$b = \ln\left(\frac{K - P_1}{P_1}\right)$$

$$K = \frac{2 \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 - P_2^2 \cdot (P_1 + P_3)}{P_1 \cdot P_3 - P_2^2}$$

$$a = \frac{\ln\left(\frac{(K - P_2) \cdot P_3}{(K - P_3) \cdot P_2}\right)}{t}$$

Siendo

- $P_1$  Número de habitantes correspondientes al primer Censo en estudio
- $P_2$  Número de habitantes correspondientes al penúltimo Censo en estudio
- $P_3$  Número de habitantes correspondientes al último Censo en estudio
- $t$  10 años Número de años equidistantes entre los tres puntos considerados

Conviene destacar que al utilizar este método para que la curva logística sea aplicable a los datos, deben verificarse las siguientes condiciones:

$$P_1 \cdot P_3 < P_2^2 \quad \text{y} \quad P_1 \cdot P_3 < P_2^2 \cdot (P_1 + P_3) / 2$$

**Localidad La Banda**

- $P_1 \cdot P_3$  7.746.326.863
- $P_2^2$  9.058.851.684
- 1ª Condición:  $P_1 \cdot P_3 < P_2^2$  **Cumple**
- 2ª Condición:  $P_1 \cdot P_3 < P_2^2 \cdot (P_1 + P_3) / 2$  **Cumple**

**El método es aplicable en este caso**

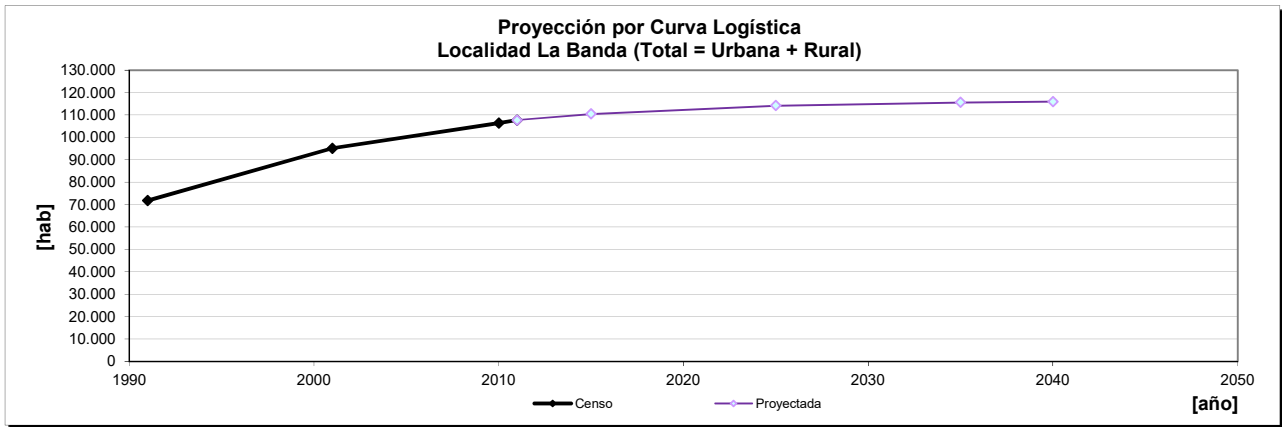
Calculando

- Localidad La Banda
- $K$  116457,8
- $b$  -0,4777
- $a$  0,1020

**Proyección Demográfica por Curva Logística**

Realizando la proyección de población, se obtiene que:

			Localidad La Banda
Según Censo	Año 1991	(hab)	71.877
	Año 2001	(hab)	95.178
	Año 2010	(hab)	106.441
	Año 2011	(hab)	107.772
Proyectada	Año 2015	(hab)	110.535
	Año 2025	(hab)	114.251
	Año 2035	(hab)	115.652
	Año 2040	(hab)	115.973





**Proyección Demográfica por Incrementos Relativos**

Este método se fundamenta en la proporción del crecimiento absoluto de un área mayor, que corresponde a áreas menores en un determinado período de referencia.

La información básica necesaria para la aplicación del método es:

- ▶ Proyección de la población del área mayor para el período en estudio.
- ▶ Población de cada una de las áreas menores correspondientes a las dos últimas fechas censales.

Para la estimación de la población total de cada área se acepta que:

$$P_i^{(t)} = a_i \cdot P_T^{(t)} + b_i$$

Siendo:

- $P_i^{(t)}$  La población del área menor (i) en el año (t)
- $P_T^{(t)}$  La población del área mayor en el año (t)

Los coeficientes:

$$a_i = \frac{P_i^{(1)} - P_i^{(0)}}{P_T^{(1)} - P_T^{(0)}} \qquad b_i = \frac{P_i^{(1)} + P_i^{(0)} - \frac{P_i}{P_T} \cdot (P_T^{(1)} + P_T^{(0)})}{2}$$

Si se parte de considerar como área mayor, a la Republica Argentina, las estimaciones pueden ser extraídas de la publicación que realiza el INDEC-CELADE u otras estimaciones que realice el INDEC. De la misma publicación se pueden extraer las estimaciones para la provincia y aplicar la técnica. Luego se hace necesario conocer las estimaciones correspondientes al departamento utilizando como base de proyección la provincia. Para finalmente llegar al nivel de localidades, considerando como area mayor el departamento.

**Datos**

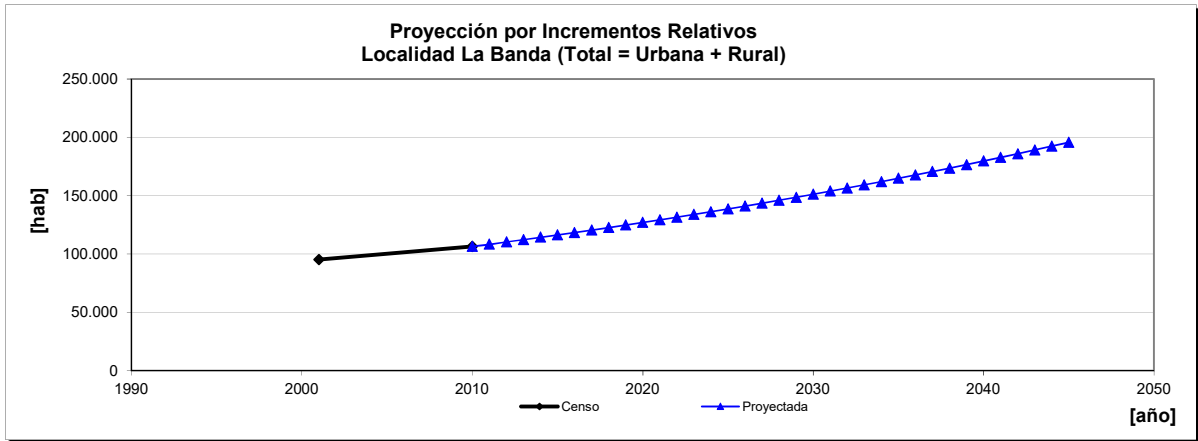
	País	Provincia	Departamento	Localidad
	Argentina	Santiago del Estero	Banda	La Banda
2001	36.260.130	804.457	128.387	95.178
2010	40.117.096	874.006	142.279	106.441

	Rep-Pcia	Pcia-Dto	Dto-Loc
a	0,0180	0,1997	0,8108
b	150612,6	-32298,5	-8912,3

**Proyección**

	País	Provincia	Partido	Localidad
	Argentina	Santiago del Estero	Banda	La Banda
2010	40.117.096	874.006	142.279	106.441
2011	40.793.211	886.198	144.714	108.415
2012	41.469.326	898.389	147.149	110.390
2013	42.145.440	910.581	149.585	112.364
2014	42.821.555	922.773	152.020	114.338
2015	43.497.670	934.965	154.455	116.313
2016	44.207.232	947.760	157.011	118.385
2017	44.928.369	960.763	159.608	120.491
2018	45.661.270	973.979	162.248	122.631
2019	46.406.126	987.410	164.931	124.806
2020	47.163.133	1.001.060	167.657	127.017
2021	47.932.489	1.014.934	170.428	129.263
2022	48.714.395	1.029.033	173.245	131.547
2023	49.509.056	1.043.362	176.107	133.867
2024	50.316.680	1.057.925	179.016	136.226
2025	51.137.478	1.072.726	181.972	138.622
2026	51.971.666	1.087.768	184.977	141.058
2027	52.819.461	1.103.056	188.030	143.534
2028	53.681.087	1.118.593	191.134	146.050
2029	54.556.767	1.134.383	194.288	148.607
2030	55.446.733	1.150.431	197.493	151.206
2031	56.351.216	1.166.740	200.751	153.847
2032	57.270.453	1.183.316	204.062	156.532
2033	58.204.686	1.200.162	207.427	159.260
2034	59.154.159	1.217.283	210.847	162.032
2035	60.119.120	1.234.683	214.322	164.850
2036	61.099.822	1.252.368	217.854	167.714
2037	62.096.522	1.270.340	221.444	170.625
2038	63.109.481	1.288.606	225.093	173.583
2039	64.138.964	1.307.169	228.801	176.589
2040	65.185.240	1.326.036	232.569	179.644
2041	66.248.584	1.345.210	236.399	182.749
2042	67.329.274	1.364.697	240.292	185.905
2043	68.427.593	1.384.502	244.248	189.112
2044	69.543.828	1.404.630	248.268	192.372
2045	70.678.272	1.425.087	252.354	195.685

Proyección Demográfica por Incrementos Relativos



### Proyección Demográfica por Relación-Tendencia

Este método se basa en el análisis de las relaciones entre la población total del país, de la provincia, del departamento y de la localidad y en las tendencias de evolución de las mismas.

La información básica se puede obtener de la publicación de estimaciones y proyecciones de población total del país INDEC-CELADE u otras estimaciones que realice el INDEC.

Para proyectar la población de la Provincia entre el año cero y el final del período de diseño se siguen los pasos que a continuación se detallan:

- ▶ Se calcula la relación entre la Provincia y el País para los años correspondientes a los últimos tres censos.

$$R_1 = \frac{p_1}{P_{T1}}$$

$$R_2 = \frac{p_2}{P_{T2}}$$

$$R_3 = \frac{p_3}{P_{T3}}$$

Donde:

$P_{T1}$  Población del país según el antepenúltimo censo nacional.

$P_{T2}$  Población del país según el penúltimo censo nacional.

$P_{T3}$  Población del país según el último censo nacional.

$p_1$  Población total de la provincia según el antepenúltimo censo nacional.

$p_2$  Población total de la provincia según el penúltimo censo nacional.

$p_3$  Población total de la provincia según el último censo nacional.

$R_1, R_2$  y  $R_3$  Relaciones entre la población de la Provincia y del País correspondiente a los años censados.

- ▶ Luego se calcula el Logaritmo natural de las relaciones  $R_1, R_2$  y  $R_3$ .
- ▶ Se determina el incremento de los logaritmos a través de la diferencia entre ellos.

$$I_1 = \log(R_2) - \log(R_1) \quad (\text{Para } N_1 = \text{años del primer período intercensal})$$

$$I_2 = \log(R_3) - \log(R_2) \quad (\text{Para } N_2 = \text{años del segundo período intercensal})$$

Se proyecta la relación entre la Provincia y el País en períodos de  $n_i$  años, partiendo del año cero en la siguiente forma:

- ▶ Se calculan los coeficientes de ponderación, que son iguales a la inversa del número de años transcurridos entre el punto medio del período proyectado y el punto medio del período observado.

$$C_{ij} = \frac{1}{(n_j - N_i)}$$

En la siguiente Tabla se encuentran los valores de los coeficientes de ponderación a utilizar.

Períodos intercensales (años)	Período desde el último censo hasta el año inicial	Subperíodos de diseño		
	$n_0 = B_0 - A_3$	$n_1 = B_1 - B_0$	$n_2 = B_2 - B_1$	$n_3 = B_3 - B_2$
$N_1 = A_2 - A_1$	$c_{10} = \frac{1}{(A_3 + n_0/2) - (A_1 + N_1/2)}$	$c_{11} = \frac{1}{(B_0 + n_1/2) - (A_1 + N_1/2)}$	$c_{12} = \frac{1}{(B_1 + n_2/2) - (A_1 + N_1/2)}$	$c_{13} = \frac{1}{(B_2 + n_3/2) - (A_1 + N_1/2)}$
$N_2 = A_3 - A_2$	$c_{20} = \frac{1}{(A_3 + n_0/2) - (A_2 + N_2/2)}$	$c_{21} = \frac{1}{(B_0 + n_1/2) - (A_2 + N_2/2)}$	$c_{22} = \frac{1}{(B_1 + n_2/2) - (A_2 + N_2/2)}$	$c_{23} = \frac{1}{(B_2 + n_3/2) - (A_2 + N_2/2)}$

Siendo:

- $A_1$  Año en que se realizó el antepenúltimo censo nacional.
- $A_2$  Año en que se realizó el penúltimo censo nacional.
- $A_3$  Año en que se realizó el último censo nacional.
- $B_0$  Año previsto para la habilitación de la obra.
- $B_1$  Año en que finaliza el primer subperíodo de  $n_1$ .
- $B_2$  Año en que finaliza el segundo subperíodo de  $n_2$ .
- $B_3$  Año final del período de diseño.

**Proyección Demográfica por Relación-Tendencia**

- ▶ Se calcula el logaritmo de la relación entre la provincia y el país en el año cero, sumando al logaritmo de la relación verificada en el último año el promedio ponderado de los incrementos observados. Siendo el coeficiente de ponderación de estos incrementos la inversa del número de años transcurridos entre el punto medio del período observado y el proyectado.

$$\log(R_4) = \log(R_3) + \frac{I_1 \cdot C_{10} + I_2 \cdot C_{20}}{C_{10} + C_{20}}$$

Siendo:

$R_4$  Relación entre las poblaciones de la Provincia y el País para el año inicial del período de diseño.  $(p_0 / P_{T0})$  para  $n = 0$

$C_{10}$  y  $C_{20}$  Coeficientes de ponderación calculados según la Tabla.

- ▶ Se denomina la relación Provincia/País para los dos subperíodos de diseño de  $n_1$  y  $n_2$  años, por las siguientes expresiones:

$$\log(R_5) = \log(R_4) + \frac{I_1 \cdot C_{11} + I_2 \cdot C_{21}}{C_{11} + C_{21}}$$

$$\log(R_6) = \log(R_5) + \frac{I_1 \cdot C_{12} + I_2 \cdot C_{22}}{C_{12} + C_{22}}$$

$$\log(R_7) = \log(R_6) + \frac{I_1 \cdot C_{13} + I_2 \cdot C_{23}}{C_{13} + C_{23}}$$

Siendo:

$R_5$  Relación entre las poblaciones de la Provincia y el País para el final del primer subperíodo de diseño.  $(p_0 / P_{T0})$  para  $n = 1$

$R_6$  Relación entre las poblaciones de la Provincia y el País para el final del segundo subperíodo de diseño.  $(p_0 / P_{T0})$  para  $n = 2$

$R_7$  Relación entre las poblaciones de la Provincia y el País para el final del período de diseño.  $(p_0 / P_{T0})$  para  $n = 3$

$C_{11}, C_{12}, C_{21}, C_{22}, C_{13}$  y  $C_{23}$  Coeficientes de ponderación calculados según la Tabla.

- ▶ Para las poblaciones de la localidad del departamento o partido de la provincia se definen relaciones similares a las establecidas anteriormente según los coeficientes de ponderación indicados en la Tabla.

$$L_1 = P_1 / p_1$$

$$L_2 = P_2 / p_2$$

$$L_3 = P_3 / p_3$$

$$I'_1 = \log(L_2) - \log(L_1) \quad (\text{para } N_1)$$

$$I'_2 = \log(L_3) - \log(L_2) \quad (\text{para } N_2)$$

$$\log(R_4) = \log(R_3) + \frac{I'_1 \cdot C_{10} + I'_2 \cdot C_{20}}{C_{10} + C_{20}}$$

$$\log(R_5) = \log(R_4) + \frac{I'_1 \cdot C_{11} + I'_2 \cdot C_{21}}{C_{11} + C_{21}}$$

$$\log(R_6) = \log(R_5) + \frac{I'_1 \cdot C_{12} + I'_2 \cdot C_{22}}{C_{12} + C_{22}}$$

$$\log(R_7) = \log(R_6) + \frac{I'_1 \cdot C_{13} + I'_2 \cdot C_{23}}{C_{13} + C_{23}}$$

- ▶ Se obtiene las relaciones de población Provincia/País y Localidad/Provincia para el período de diseño:

$$R_4 = p_0 / P_{T0} = 10^{\log(R_4)} \quad \text{para } n = 0$$

$$R_5 = p_{n1} / P_{Tn1} = 10^{\log(R_5)} \quad \text{para } n = n_1$$

$$R_6 = p_{n2} / P_{Tn2} = 10^{\log(R_6)} \quad \text{para } n = n_2$$

$$R_7 = p_{n3} / P_{Tn3} = 10^{\log(R_7)} \quad \text{para } n = n_3$$

**Proyección Demográfica por Relación-Tendencia**

- ▶ Se obtiene los valores de población de la Provincia para el período de diseño:

$$\begin{aligned}
 p_0 &= R_4 \cdot P_{T0} && \text{para } n = 0 \\
 p_{n1} &= R_5 \cdot P_{Tn1} && \text{para } n = n_1 \\
 p_{n2} &= R_6 \cdot P_{Tn2} && \text{para } n = n_2 \\
 p_{n3} &= R_7 \cdot P_{Tn3} && \text{para } n = n_3
 \end{aligned}$$

- ▶ De igual manera se procede a proyectar las poblaciones del departamento o partido y localidad, sucesivamente.

**Resolución:**

**Datos**

		Pais	Provincia	Departamento	Localidad
		Argentina	antiago del Este	Banda	La Banda
A <sub>1</sub>	1991	32.615.528	671.988	104.287	71.877
A <sub>2</sub>	2001	36.260.130	804.457	128.387	95.178
A <sub>3</sub>	2010	40.117.096	874.006	142.279	106.441

Periodos inter-censales	Último censo hasta inicio de periodo	Subperiodos de diseño			
		5	10	10	5
10	0,0606	0,0417	0,0294	0,0241	
9	0,1429	0,0690	0,0408	0,0313	

	Pais-Pcia	Pcia-Dto	Dto-Localidad
R <sub>1</sub>	0,0206	0,1552	0,6892
R <sub>2</sub>	0,0222	0,1596	0,7413
R <sub>3</sub>	0,0218	0,1628	0,7481

log (R <sub>1</sub> )	-1,6861	-0,8091	-0,1616
log (R <sub>2</sub> )	-1,6539	-0,7970	-0,1300
log (R <sub>3</sub> )	-1,6618	-0,7884	-0,1260

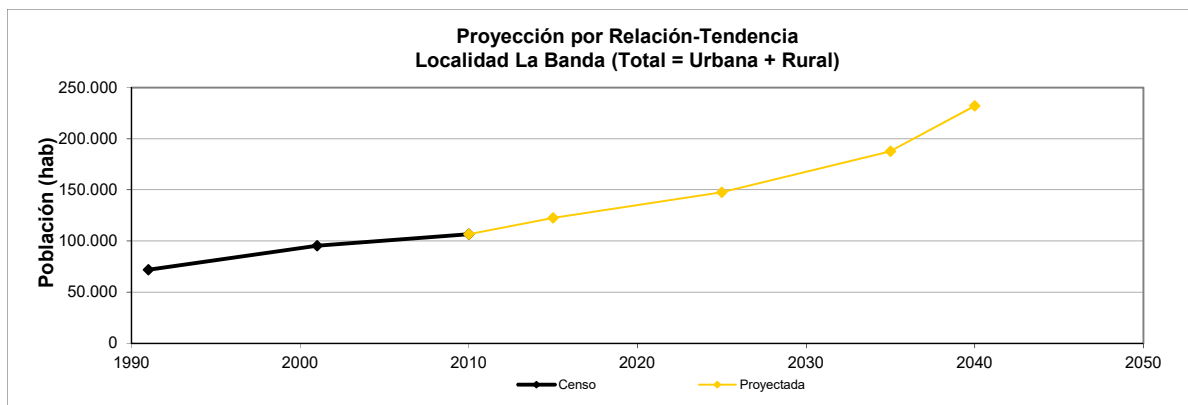
I <sub>1</sub>	0,0321	0,0121	0,0317
I <sub>2</sub>	-0,0079	0,0086	0,0040

log (R <sub>4</sub> )	-1,6578	-0,7787	-0,1138
log (R <sub>5</sub> )	-1,6506	-0,7688	-0,0994
log (R <sub>6</sub> )	-1,6417	-0,7587	-0,0839
log (R <sub>7</sub> )	-1,6322	-0,7485	-0,0679

R <sub>4</sub>	0,0220	0,1665	0,7694
R <sub>5</sub>	0,0224	0,1703	0,7954
R <sub>6</sub>	0,0228	0,1743	0,8244
R <sub>7</sub>	0,0233	0,1784	0,8553

**Proyección**

		Pais	Provincia	Departamento	Localidad
		Argentina	antiago del Este	Banda	La Banda
	2010	40.117.096	874.006	142.279	106.441
B <sub>0</sub>	2015	43.497.670	956.499	159.211	122.503
B <sub>1</sub>	2025	48.714.395	1.089.085	185.478	147.520
B <sub>2</sub>	2035	57.270.453	1.306.800	227.789	187.778
B <sub>3</sub>	2040	65.185.240	1.520.425	271.292	232.041





República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional  
Las Malvinas son argentinas

**Hoja Adicional de Firmas**  
**Informe gráfico**

**Número:**

**Referencia:** Antecedentes - Proyecciones de población - La Banda, Santiago

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 21 pagina/s.