

# Proyecciones de Población para los Municipios de Puerto Rico 2020-2030

Hernando Mattei, Ph.D.

Programa de Demografía  
Escuela Graduada de Salud Pública  
Recinto de Ciencias Médicas

y

Grupo de Demografía Probabilística y Bayesiana  
Centro de Bioestadística y Bioinformática  
Facultad de Ciencias Naturales  
Recinto de Río Piedras  
Universidad de Puerto Rico

Octubre, 2022

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Proyecciones de población</b>	<b>2</b>
2.1. Cohort Change Ratios . . . . .	3
2.2. Proyección de la población con los CCR . . . . .	4
2.3. Evaluando la calidad de la proyección: MAPE y MALPE . . . . .	5
<b>3. Resultados</b>	<b>6</b>

## 1. Introducción

Las proyecciones de población son una herramienta esencial para la planificación económica y social y la toma de decisiones en un país. Las proyecciones ayudan a prever cambios en la demanda futura de servicios tales como agua, electricidad, vivienda, desperdicios sólidos, escuelas, servicios de salud y la fuerza de trabajo entre otros.

El Negociado del Censo ha proyectado que para el 2030 la población de Puerto Rico puede reducirse a 2.8, millones de personas y para el 2040 y 2050 a 2.5 y 2.2 millones respectivamente. Esto es una reducción de más de un millón de personas en tan solo 30 años y una pérdida de la mitad de la población entre el 2000 y el 2050. No es tan solo la pérdida de población lo que debe ser causa de preocupación, es también el cambio en la estructura de edad que acompaña este despoblamiento. Estas tendencias demográficas son claramente insostenibles. Muchos menos niños, muchos más viejos y una población en edad de trabajar mucho más pequeña.

Las tendencias demográficas que se observan a nivel de la población total de Puerto Rico también se reflejan a nivel municipal. Entre el 2010 y el 2020 todos los municipios perdieron población, 43 perdieron 10 por ciento o más y de éstos tres perdieron más del 20 por ciento de su población durante la última década. En el 2019 hubo 74 municipios con crecimiento natural negativo (más defunciones que nacimientos). Hay 56 municipios con 20 por ciento o más de su población con 65 años o más. En 24 municipios la mediana de edad fluctúa entre los 45 y los 49. Esta situación abre la posibilidad de que algunos municipios enfrenten serias crisis económicas o fiscales lo que añade urgencia a tener proyecciones de población a nivel municipal.

Por esta razón es urgente tener proyecciones de población para los municipios y otras áreas pequeñas como barrios. Sin embargo las proyecciones de población para áreas pequeñas presentan varios retos. Muchas veces los datos no están disponibles o su calidad es dudosa. Por esto frecuentemente los métodos que se usan para proyectar la población de áreas pequeñas son distintos a los que se usarn para proyectar la pobalción de áreas más grandes.

Todas las proyecciones tienen un margen de incertidumbre. Se sabe que la precisión de las proyecciones es menor para áreas pequeñas que para áreas grandes, y que su precisión se reduce mientras más largo es el período de la proyección.

## 2. Proyecciones de población

El método de componentes es el método más comunmente usado para hacer proyecciones de poblaciones grandes tales como todo un país o sus regiones. Para este método se indica la trayectoria futura de la fecundidad, mortalidad y migración neta por edad. Para las personas ya nacidas se sobrevive la población y se le agrega la migración neta para cada grupo de edad.

Sin embargo este método no es conveniente de usar para proyecciones pequeñas como lo es el caso de los municipios de Puerto Rico. El mayor inconveniente es que los estimados de fecundidad y mortalidad futura están sujetos a una gran incertidumbre, o es difícil de conseguir los datos tales como los de migración neta por edad o no existen.

Un método que ha levantado un gran interés en los últimos años es el método de los *Cohort Change Ratios* (CCR), que fue desarrollado originalmente por Hamilton y Perry en el 1962 para hacer proyecciones de población de áreas pequeñas.

Este método es una versión simplificada del método de componentes donde solo necesitamos la estructura por edad y sexo para dos fechas separadas por cinco o 10 años de la población que queremos proyectar. Usualmente se usan los últimos dos censos disponibles. Si usamos dos fechas apartadas 10 años, podemos calcular los Cohort Change Ratios para los grupos de 10 años y mayores, y para los menores de 10 años y el grupo de la edad máximo se usan métodos especiales. Este método ha probado ser adecuado para proyectar poblaciones por períodos relativamente cortos tales como 10 ó 20 años. No se aconseja usarlos para períodos más largos.

## 2.1. Cohort Change Ratios

Si tenemos la población de dos censos podemos calcular

Por ejemplo para el grupo de edad 10-14 en el 2020 podemos calcular el CCR de ese grupo dividiendo el tamaño de la población de 10-14 en el 2020 por el tamaño de la población en el grupo de edad 0-4 en el 2010.

$${}_5CCR_{10,2020} = \frac{{}_5P_{10,2020}}{{}_5P_{0,2010}}$$

En términos más generales

$${}_nCCR_{x,t} = \frac{{}_nP_{x,t}}{{}_nP_{x-k,t-k}} \quad (1)$$

donde,

${}_nCCR_{x,t}$  es el *Cohort Change Ratio* para el grupo de edad de  $x$  hasta  $x+n$  durante el último censo en el año  $t$ ,

${}_nP_{x,t}$  es la población para el grupo de edad de  $x$  hasta  $x+n$  durante el censo más reciente en el año  $t$ ,

${}_nP_{x-k,t-k}$  es la población para el grupo de edad de  $x-k$  hasta  $x+n-k$  del penúltimo censo en el año  $t-k$ , y

$k$  es el número de años entre el último censo en el año  $t$  y el penúltimo censo en el año  $t-k$ .

Cuando los *CCR* se usan para hacer proyecciones por sexo, entonces se calculan para hombres y mujeres por separado.

Para el grupo de edad abierto, que comunmente es *75 años y más* u *85 años y más*, se usa un procedimiento similar al que se utiliza para cerrar la tabla de vida. Por ejemplo, para calcular el *CCR* del grupo de *85 años y más* en el año  $t$  tenemos que dividir por la población de *75 años y más* 10 años antes, i.e. sumamos los grupos de edad *75-79*, *80-84* y *85 y más* del penúltimo censo.

$${}_{\omega}CCR_{85,2020} = \frac{{}_{\omega 5}P_{85,2020}}{{}_{\omega}P_{75,2010}}$$

donde  $\omega$  representa el ancho del intervalo abierto.

En términos generales

$${}_{\omega}CCR_{85,t} = \frac{{}_{\omega}P_{85,t}}{{}_{\omega}P_{75,t-k}} \quad (2)$$

Si el intervalo abierto es 75 años, entonces

$${}_{\omega}CCR_{75,t} = \frac{{}_{\omega}P_{75,t}}{{}_{\omega}P_{65,t-k}}$$

Para calcular el *CCR* para los grupos de edad 0-4 y 5-9 tenemos que usar un procedimiento especial porque esos grupos de edad todavía no han nacido 10 años antes. Para estos grupos en vez de usar los *CCR* se usan Razones de Niño-Mujer *Child-Woman Ratios (CWR)* para cada sexo. Para el grupo de 0-4 se usa la población de mujeres de 20-34 en el denominador y para el grupo de 5-9 la de mujeres de 25-39:

Niños de 0-4

$${}_5CWR_{0,t}^h = \frac{{}_5P_{0,t}^h}{{}_{15}P_{20,t}^m} \quad (3)$$

Niños de 5-9

$${}_5CWR_{5,t}^h = \frac{{}_5P_{5,t}^h}{{}_{15}P_{25,t}^m} \quad (4)$$

Niñas de 0-4

$${}_5CWR_{0,t}^m = \frac{{}_5P_{0,t}^m}{{}_{15}P_{20,t}^m} \quad (5)$$

Niñas de 5-9

$${}_5CWR_{5,t}^m = \frac{{}_5P_{5,t}^m}{{}_{15}P_{25,t}^m} \quad (6)$$

donde

## 2.2. Proyección de la población con los CCR

Para proyectar la población del año t hasta t+10 proyectamos primero la población de mujeres en el siguiente orden

1. Población de mujeres empezando con el grupo de 10-14 años hasta el grupo de edad antes del grupo abierto)

2. Población de mujeres de 0-4 años
3. Población de mujeres de 5-9 años
4. Población de mujeres del grupo abierto

Población de *10 años* y más

$${}_5P_{x+10,t+10} = {}_nCCR_{x,t} \times {}_nP_{x,t} \quad (7)$$

Población de *0-4 años*

$${}_5P_{0,t+10} = {}_5CWR_{0,t} \times {}_{30}Mujeres_{15,t+10} \quad (8)$$

Población de *5-9 años*

$${}_5P_{5,t+10} = {}_5CWR_{5,t} \times {}_{30}Mujeres_{20,t+10} \quad (9)$$

Población del grupo abierto

$${}_{\omega}P_{+,t+10} = {}_{\omega}CCR_{+,t} \times {}_{\omega}P_{+,t} \quad (10)$$

### 2.3. Evaluando la calidad de la proyección: MAPE y MALPE

Hay dos medidas básicas el

1. Error porcentual absoluto medio (MAPE)
2. Error porcentual algebraico medio (MALPE)

El MAPE es una medida de la *precisión* de la proyección (cuán cerca está del valor real) y el MALPE del *sesgo* de la proyección (cuanto se equivoca por encima o por debajo del valor real)

Porcentaje de errores

$$PE_i = \frac{P_i - O_i}{O_i} \times 100 \quad (11)$$

donde

$P$  = Población proyectada

$O$  = Población observada

$$\text{MAPE} \quad \sum \frac{|PE_i|}{n} \quad (12)$$

$$\text{MALPE} \quad \sum \frac{PE_i}{n} \quad (13)$$

Se considera que un *MAPE* de menos de 5% tiene una alta precisión y entre 5% y 25% una precisión aceptable. Un *MALPE* entre -10% y 10% tiene un sesgo aceptable (Swanson, 2015; Tayman, Swanson, Baker, 2021).

### 3. Resultados

Antes de hacer la proyección para el 2030 evaluamos el comportamiento de la metodología de los (CCR) con los datos históricos de los municipios de Puerto Rico desde 1950 para proyectar la población para cada década de 1970 a 2020 y poder comparar los resultados de las proyecciones con los resultados de los Censos de esas fechas. Se excluyeron los municipios de Barceloneta, Florida, Loíza y Canóvanas para poder tener los mismos municipios durante todos los censos.

El Cuadro 1 muestra los resultados de los *MAPEs* y *MALPEs*. Los resultados para el *MAPE* (la precisión) varían entre 6.3% y 14.0% lo que es bien satisfactorio y comparable con los resultados obtenidos para otras poblaciones (REFS). En cuanto al *MALPE* (sesgo) los resultados varían entre -9.7% y 10.1% que representa un sesgo aceptable.

Estos resultados nos permite estar confiados que ésta es una metodología aceptable para proyectar la población de los municipios de Puerto Rico.

Antes de proyectar la población de los municipios proyectamos la población de todo Puerto Rico y comparamos nuestra proyección con la proyección de Puerto Rico para el 2030 que preparó el Negociado del Censo en el 2017 (REF). Encontramos que ambas proyecciones coinciden en proyectar una población de 2.81 millones. El Censo proyectó una población total de 2,818,318 para el año 2030 y nuestra proyección es de 2,809,091. Dados estos resultados podemos estar confiados de que las proyecciones para los municipios van a ser razonables.

Las proyecciones anuales para los años 2021 a 2029 se obtuvieron por medio de interpolación lineal entre el 2020 y el 2030.

Cuadro 1: MAPE y MALPE de las proyecciones históricas, 1970-2020

<b>Año</b>	<b>MAPE</b>	<b>MALPE</b>
1970	11.7	-9.7
1980	14.0	-4.9
1990	13.0	9.3
2000	6.3	0.4
2010	11.3	10.4
2020	10.6	10.1

Cuadro 3: Cambio absoluto y porcentual entre 2020 y 2030

<b>Municipio</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>Cambio</b>	<b>Por ciento</b>
Puerto Rico	3,281,538	2,809,091	-472,447	-14.40
Adjuntas	17,999	16,895	-1,104	-6.13
Aguada	38,105	34,825	-3,280	-8.61
Aguadilla	54,988	45,051	-9,937	-18.07
Aguas Buenas	24,191	20,074	-4,117	-17.02
Aibonito	24,584	22,939	-1,645	-6.69
Añasco	25,575	22,483	-3,092	-12.09
Arecibo	87,613	73,649	-13,964	-15.94
Arroyo	15,838	13,065	-2,773	-17.51
Barceloneta	22,686	22,807	121	0.53
Barranquitas	28,983	29,752	769	2.65
Bayamón	184,677	147,149	-37,528	-20.32
Cabo Rojo	47,200	45,340	-1,860	-3.94
Caguas	127,119	111,642	-15,477	-12.18

*Continúa en la próxima página*

Cuadro 3 – *Continúa de la página anterior*

<b>Municipio</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>Cambio</b>	<b>Por ciento</b>
Camuy	32,815	30,191	-2,624	-8.00
Canóvanas	42,396	41,063	-1,333	-3.14
Carolina	154,462	124,668	-29,794	-19.29
Cataño	23,135	18,048	-5,087	-21.99
Cayey	41,620	35,754	-5,866	-14.09
Ceiba	11,285	7,469	-3,816	-33.81
Ciales	16,954	14,993	-1,961	-11.57
Cidra	39,958	37,525	-2,433	-6.09
Coamo	34,730	32,460	-2,270	-6.54
Comerio	18,868	17,768	-1,100	-5.83
Corozal	34,538	32,409	-2,129	-6.16
Culebra	1,791	1,700	-91	-5.08
Dorado	35,927	37,055	1,128	3.14
Fajardo	32,035	24,636	-7,399	-23.10
Florida	11,681	10,929	-752	-6.44
Guánica	13,755	8,504	-5,251	-38.18
Guayama	36,578	29,793	-6,785	-18.55
Guayanilla	17,744	13,501	-4,243	-23.91
Guaynabo	89,659	77,850	-11,809	-13.17
Gurabo	40,778	44,732	3,954	9.70
Hatillo	38,524	37,249	-1,275	-3.31
Hormigueros	15,628	13,921	-1,707	-10.92
Humacao	50,839	42,887	-7,952	-15.64
Isabela	42,922	40,031	-2,891	-6.74
Jayuya	14,763	12,831	-1,932	-13.09
Juana Díaz	46,503	43,021	-3,482	-7.49
Juncos	37,074	37,389	315	0.85
Lajas	23,279	19,687	-3,592	-15.43
Lares	28,036	22,629	-5,407	-19.29
Las Marías	8,851	7,042	-1,809	-20.44
Las Piedras	35,232	35,544	312	0.89
Loíza	23,639	18,291	-5,348	-22.62
Luquillo	17,763	15,642	-2,121	-11.94
Manatí	39,436	33,378	-6,058	-15.36
Maricao	4,751	3,630	-1,121	-23.60

*Continúa en la próxima página*

Cuadro 3 – *Continúa de la página anterior*

<b>Municipio</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>Cambio</b>	<b>Por ciento</b>
Maunabo	10,578	8,779	-1,799	-17.01
Mayagüez	72,856	50,993	-21,863	-30.01
Moca	37,457	35,327	-2,130	-5.69
Morovis	28,745	28,492	-253	-0.88
Naguabo	23,418	22,872	-546	-2.33
Naranjito	29,240	29,167	-73	-0.25
Orocovis	21,413	19,727	-1,686	-7.87
Patillas	15,951	12,578	-3,373	-21.15
Peñuelas	20,337	15,849	-4,488	-22.07
Ponce	137,007	98,451	-38,556	-28.14
Quebradillas	23,622	21,601	-2,021	-8.56
Rincón	15,185	15,053	-132	-0.87
Río Grande	47,057	41,542	-5,515	-11.72
Sabana Grande	22,698	19,373	-3,325	-14.65
Salinas	25,743	21,091	-4,652	-18.07
San Germán	31,812	26,050	-5,762	-18.11
San Juan	341,257	258,307	-82,950	-24.31
San Lorenzo	37,670	34,395	-3,275	-8.69
San Sebastián	39,274	33,539	-5,735	-14.60
Santa Isabel	20,291	19,187	-1,104	-5.44
Toa Alta	67,015	71,212	4,197	6.26
Toa Baja	75,130	59,667	-15,463	-20.58
Trujillo Alto	67,624	59,747	-7,877	-11.65
Utuado	28,231	22,290	-5,941	-21.04
Vega Alta	35,386	32,516	-2,870	-8.11
Vega Baja	54,322	46,907	-7,415	-13.65
Vieques	8,242	7,265	-977	-11.85
Villalba	22,044	18,426	-3,618	-16.41
Yabucoa	30,364	23,908	-6,456	-21.26
Yauco	34,062	24,889	-9,173	-26.93

Cuadro 4: Municipios en orden de pérdida de población

<b>Municipio</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>Cambio</b>	<b>Por ciento</b>
Puerto Rico	3,281,538	2,809,091	-472,447	-14.40
Guánica	13,755	8,504	-5,251	-38.18
Ceiba	11,285	7,469	-3,816	-33.81
Mayagüez	72,856	50,993	-21,863	-30.01
Ponce	137,007	98,451	-38,556	-28.14
Yauco	34,062	24,889	-9,173	-26.93
San Juan	341,257	258,307	-82,950	-24.31
Guayanilla	17,744	13,501	-4,243	-23.91
Maricao	4,751	3,630	-1,121	-23.60
Fajardo	32,035	24,636	-7,399	-23.10
Loíza	23,639	18,291	-5,348	-22.62
Peñuelas	20,337	15,849	-4,488	-22.07
Cataño	23,135	18,048	-5,087	-21.99
Yabucoa	30,364	23,908	-6,456	-21.26
Patillas	15,951	12,578	-3,373	-21.15
Utuado	28,231	22,290	-5,941	-21.04
Toa Baja	75,130	59,667	-15,463	-20.58
Las Marías	8,851	7,042	-1,809	-20.44
Bayamón	184,677	147,149	-37,528	-20.32
Carolina	154,462	124,668	-29,794	-19.29
Lares	28,036	22,629	-5,407	-19.29
Guayama	36,578	29,793	-6,785	-18.55
San Germán	31,812	26,050	-5,762	-18.11
Aguadilla	54,988	45,051	-9,937	-18.07
Salinas	25,743	21,091	-4,652	-18.07
Arroyo	15,838	13,065	-2,773	-17.51
Aguas Buenas	24,191	20,074	-4,117	-17.02
Maunabo	10,578	8,779	-1,799	-17.01
Villalba	22,044	18,426	-3,618	-16.41
Arecibo	87,613	73,649	-13,964	-15.94

*Continúa en la próxima página*

Cuadro 4 – *Continúa de la página anterior*

<b>Municipio</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>Cambio</b>	<b>Por ciento</b>
Humacao	50,839	42,887	-7,952	-15.64
Lajas	23,279	19,687	-3,592	-15.43
Manatí	39,436	33,378	-6,058	-15.36
Sabana Grande	22,698	19,373	-3,325	-14.65
San Sebastián	39,274	33,539	-5,735	-14.60
Cayey	41,620	35,754	-5,866	-14.09
Vega Baja	54,322	46,907	-7,415	-13.65
Guaynabo	89,659	77,850	-11,809	-13.17
Jayuya	14,763	12,831	-1,932	-13.09
Caguas	127,119	111,642	-15,477	-12.18
Añasco	25,575	22,483	-3,092	-12.09
Luquillo	17,763	15,642	-2,121	-11.94
Vieques	8,242	7,265	-977	-11.85
Río Grande	47,057	41,542	-5,515	-11.72
Trujillo Alto	67,624	59,747	-7,877	-11.65
Ciales	16,954	14,993	-1,961	-11.57
Hormigueros	15,628	13,921	-1,707	-10.92
San Lorenzo	37,670	34,395	-3,275	-8.69
Aguada	38,105	34,825	-3,280	-8.61
Quebradillas	23,622	21,601	-2,021	-8.56
Vega Alta	35,386	32,516	-2,870	-8.11
Camuy	32,815	30,191	-2,624	-8.00
Orocovis	21,413	19,727	-1,686	-7.87
Juana Díaz	46,503	43,021	-3,482	-7.49
Isabela	42,922	40,031	-2,891	-6.74
Aibonito	24,584	22,939	-1,645	-6.69
Coamo	34,730	32,460	-2,270	-6.54
Florida	11,681	10,929	-752	-6.44
Corozal	34,538	32,409	-2,129	-6.16
Adjuntas	17,999	16,895	-1,104	-6.13
Cidra	39,958	37,525	-2,433	-6.09
Comerio	18,868	17,768	-1,100	-5.83
Moca	37,457	35,327	-2,130	-5.69
Santa Isabel	20,291	19,187	-1,104	-5.44
Culebra	1,791	1,700	-91	-5.08

*Continúa en la próxima página*

Cuadro 4 – *Continúa de la página anterior*

<b>Municipio</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>Cambio</b>	<b>Por ciento</b>
Cabo Rojo	47,200	45,340	-1,860	-3.94
Hatillo	38,524	37,249	-1,275	-3.31
Canóvanas	42,396	41,063	-1,333	-3.14
Naguabo	23,418	22,872	-546	-2.33
Morovis	28,745	28,492	-253	-0.88
Rincón	15,185	15,053	-132	-0.87
Naranjito	29,240	29,167	-73	-0.25
Barceloneta	22,686	22,807	121	0.53
Juncos	37,074	37,389	315	0.85
Las Piedras	35,232	35,544	312	0.89
Barranquitas	28,983	29,752	769	2.65
Dorado	35,927	37,055	1,128	3.14
Toa Alta	67,015	71,212	4,197	6.26
Gurabo	40,778	44,732	3,954	9.70

Cuadro 2: Proyección Población Total de los Municipios, 1 de julio de 2030

<b>Municipio</b>	<b>Total</b>	<b>Municipio</b>	<b>Total</b>	<b>Municipio</b>	<b>Total</b>
Puerto Rico	2,809,091				
Adjuntas	16,895	Fajardo	24,636	Naguabo	22,872
Aguada	34,825	Florida	10,929	Naranjito	29,167
Aguadilla	45,051	Guánica	8,504	Orocovis	19,727
Aguas Buenas	20,074	Guayama	29,793	Patillas	12,578
Aibonito	22,939	Guayanilla	13,501	Peñuelas	15,849
Añasco	22,483	Guaynabo	77,850	Ponce	98,451
Arecibo	73,649	Gurabo	44,732	Quebradillas	21,601
Arroyo	13,065	Hatillo	37,249	Rincón	15,053
Barceloneta	22,807	Hormigueros	13,921	Río Grande	41,542
Barranquitas	29,752	Humacao	42,887	Sabana Grande	19,373
Bayamón	147,149	Isabela	40,031	Salinas	21,091
Cabo Rojo	45,340	Jayuya	12,831	San Germán	26,050
Caguas	111,642	Juana Díaz	43,021	San Juan	258,307
Camuy	30,191	Juncos	37,389	San Lorenzo	34,395
Canóvanas	41,063	Lajas	19,687	San Sebastián	33,539
Carolina	124,668	Lares	22,629	Santa Isabel	19,187
Cataño	18,048	Las Marías	7,042	Toa Alta	71,212
Cayey	35,754	Las Piedras	35,544	Toa Baja	59,667
Ceiba	7,469	Loíza	18,291	Trujillo Alto	59,747
Ciales	14,993	Luquillo	15,642	Utua	22,290
Cidra	37,525	Manatí	33,378	Vega Alta	32,516
Coamo	32,460	Maricao	3,630	Vega Baja	46,907
Comerio	17,768	Maunabo	8,779	Vieques	7,265
Corozal	32,409	Mayagüez	50,993	Villalba	18,426
Culebra	1,700	Moca	35,327	Yabucoa	23,908
Dorado	37,055	Morovis	28,492	Yauco	24,889

## Referencias

- [1] Jack Baker, David A. Swanson, Jeff Tayman, and Lucky M. Tedrow. *Cohort change ratios and their applications*. Springer, Dordrecht, 2017.
- [2] C. H. Hamilton and J. Perry. A short method for projecting population by age from one decennial census to another. *Social Forces*, 41, 1962.
- [3] M. E. Hauer. Population projections for U.S. counties by age, sex, and race controlled to shared socioeconomic pathway. *Sci Data*, 2019.
- [4] Samuel H. Preston, Patrick Heuveline, and Michel Guillot. *Demography: Measuring and Modeling Population Processes*. Blackwell, Malden, Massachusetts, 2001.
- [5] S. K. Smith, J. Tayman, and D. A. Swanson. *A practitioner's guide to state and local population projection*. Springer, Dordrecht, 2013.
- [6] David A. Swanson. On the relationship among values of the same summary measure of error when it is used across multiple characteristics at the same point in time: An examination of MALPE and MAPE. *Review of Economics and Finance*, 5, 2015.
- [7] David A. Swanson, Alan Schlottmann, and Bob Schmidt. Forecasting the Population of Census Tracts by Age and Sex: An Example of the Hamilton–Perry Method in Action. *Population Research and Policy Review*, 29(1):47–63, February 2010.
- [8] Jeff Tayman, David A Swanson, and Jack Baker. Using synthetic adjustments and controlling to improve county population forecasts from the hamilton–perry method. *Population Research and Policy Review*, 40(6):1355–1383, 2021.
- [9] Tom Wilson. Forecast accuracy and uncertainty of Australian Bureau of Statistics state and territory population projections. *International Journal of Population Research*, 2012, 2012.