

Informe de San Luis Potosí

Isa Yautl Cortes Lima

Natalia Cruz Noriega

Tabla de contenidos

Comportamiento de la mortalidad.	2
Diagrama de flujo.	2
Obtención y Limpieza de Datos.	2
Obtención	2
Limpieza	4
Años Persona Vividos	5
Implementación en R	5
Calculo de los apv para 2010,2019,2021	5
Gráficas.	7
Defunciones	8
Gráficas	8
Tablas de vida	8
Funcion en R	10
Resultados de la tabla de vida	13
Gráficas	16
Decomposición Por Método de Arriaga.	18
Función en R	19
implemetación e r	20
Gráficas	21

Comportamiento de la mortalidad.

En el estado de San Luis Potosí las principales causas que originan los decesos en el periodo de 2010 a 2021 son las defunciones provocadas por homicidio, suicidio, tumores malignos de próstata registrados en hombres y tumores malignos de mama en registros de mujeres. Sin embargo, las causas registradas con mayores decesos en esta entidad son la diabetes mellitus y las enfermedades del corazón, luego le siguen las muertes con violencia, es decir, por homicidios.

En el año de 2010 hubo 366 muertes por homicidio para 2019 esa cantidad incremento a 522 y en 2019 se vio un aumento a 797 decesos. En el caso de diabetes mellitus, se registraron 1,664 fallecimientos en 2010, para el año de 2019 la cifra aumento a 2,216 y en 2021 hubo 3,165 decesos. La cantidad de fallecimientos relacionados con las otras causas son menores comparadas con homicidios y diabetes mellitus.

Diagrama de flujo.

El proceso de elaboración de este trabajo esta representado en el diagrama de flujo anteriormente mostrado.

Obtención y Limpieza de Datos.

Obtención

Para efectos del siguiente trabajo los datos utilizados se obtuvieron a traves la pagina oficial del el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), los cuales se pueden encontrar en el siguiente link: [INEGI](#).

A continuación se muestran los datos utilizados con su respectivo link:

Datos Poblacionales

Fuente Principal: INEGI– Censos de Población y Vivienda

Link: [Censo 2010](#), [Censo 2020](#)

Datos de defunciones

Fuente Principal: INEGI– Estadísticas de Defunciones Registradas

Período: 1990–2024

Link: [Defunciones](#), [Defunciones por Homicidio](#)

Para el caso de los censos se obtuvieron por edad y sexo del estado en cuestión, mientras que para las defunciones se obtuvieron por edad, sexo, año de registro y año de defunción

Tabla de vida

Isa Yauti Cortés Lima y Natalia Cruz Noriega | November 25, 2025

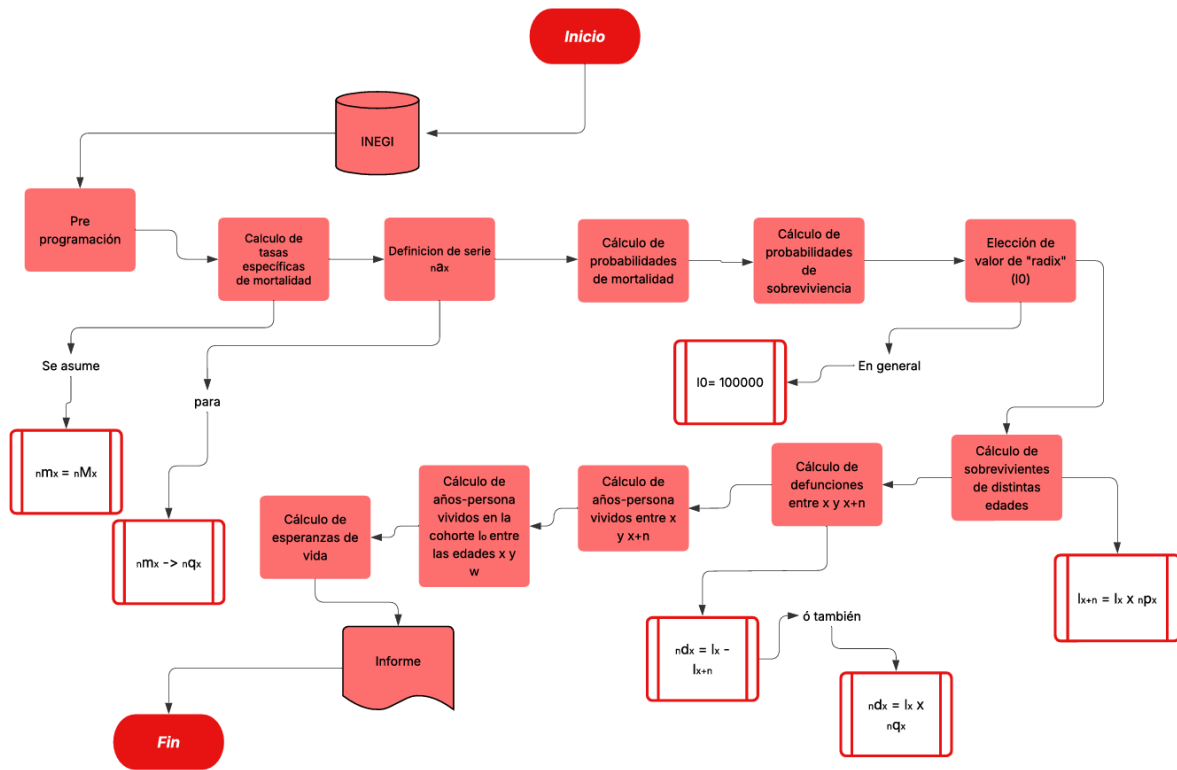


Figura 1: Proceso de construcción de las tablas de vida

Limpieza

Una vez obtenidos los datos de los censos se efectuó una limpieza de datos para asegurar que la base contenga solo los datos numéricos necesarios.

Para el caso de las defunciones se realizó un Proceso de prorratio para los valores perdidos o no especificados (*missing*). A continuación se ilustra los pasos empleados en el prorratio de las defunciones.

Proceso de Prorratio para las defunciones

1.- Limpieza y Estandarización de Edades: En esta parte se extrajeron aquellos datos que no son necesarios para el análisis. También se estandarizaron los grupos de edad, en este caso se tomó la edad 0 como simple y se contruyeron grupos de edad de 5 años para las siguientes edades.

2.- Prorratio por Sexo Para los valores Perdidos por sexo se efectuó un promedio ponderando. La formula es la siguiente:

$$p_{\text{masculina total}} = P_{\text{masculina original}} + \omega_m(p_{\text{no especificado}})$$
$$p_{\text{femenina total}} = P_{\text{femenina original}} + \omega_f(p_{\text{no especificado}})$$

donde

$$\omega_m = \frac{P_{\text{masculina original}}}{P_{\text{masculina original}} + P_{\text{femenina original}}}$$
$$\omega_f = \frac{P_{\text{femenina original}}}{P_{\text{masculina original}} + P_{\text{femenina original}}}$$

3.- Prorratio por Edad de la misma forma para el prorratio de los valores perdidos de la edad se efectuó la siguiente formula:

$$p_x \text{ total} = P_x \text{ original} + \omega_x(p_x \text{ no especificado})$$

donde:

$$\omega_x = \frac{P_x \text{ original}}{\sum_{x=0}^n P_x \text{ original}}$$

4.- Obtencion y Guardado de una base de datos ya procesada.

Una vez completado el prorratio se obtuvieron las bases de datos necesarias para las siguientes etapas del proyecto estas son **censos_pro_sl.csv** y **def_pro_sl.csv**.

Años Persona Vividos

A continuación se describen las formulas para el calculo de los años persona vividos que se aplicó en los datos previamente obtenidos del Estado de San Luis Potosí para los años 2010, 2019 y 2021, permitiendo el análisis de la mortalidad durante un período.

Fórmulas para el Cálculo de Años Persona Vividos

1. Crecimiento Exponencial Poblacional

$$N(t) = N_0 \cdot e^{r \cdot h}$$

2. Tasa de Crecimiento Intrínseco

$$r = \frac{\ln \frac{N_x}{N_0}}{\Delta t}$$

Implementación en R

```
# Crecimiento exponencial
expo <- function(N_0, N_T, t_0, t_T, t){

  dt <- decimal_date(as.Date(t_T)) - decimal_date(as.Date(t_0))
  r <- log(N_T/N_0)/dt

  h <- t - decimal_date(as.Date(t_0))
  N_h <- N_0 * exp(r*h)

  return(N_h)

}
```

Calculo de los apv para 2010,2019,2021

```
# Preambulo ----

## Limpieza de gráficas ----

graphics.off()
```

```

## Limpieza de memoria ----

rm(list = ls())

## Carga de paquetes y Funciones ----
setwd("C:/Users/DELL/Documents/Demografia 2026-1/Proyecto_San_Luis_Postosi_2026_1")
source("scripts/functions.R")
library(readxl)
library(reshape2)
library(lubridate)
library(ggplot2)
library(data.table)
library(dplyr)

# Carga de tablas de datos ----

censos_pro <- fread("data/censos_pro_sl.csv")

# Cálculo de años persona vividos (población a mitad de año)
N <- expo(censos_pro[year==2010] %>% .$pop,
          censos_pro[year==2020] %>% .$pop,
          t_0 = "2010-06-25", t_T = "2020-03-15", t = 2010.5)

apv2010 <- censos_pro[year==2010, .(age, sex, N)]
apv2010[, year := 2010]

# Calculo de APV 2020 ----

# Cálculo de años persona vividos (población a mitad de año)
N <- expo(censos_pro[year==2010] %>% .$pop,
          censos_pro[year==2020] %>% .$pop,
          t_0 = "2010-06-25", t_T = "2020-03-15", t = 2019.5)

apv2020 <- censos_pro[year==2020, .(age, sex, N)]
apv2020[, year := 2019]

# Calculo de APV 2021----

# Cálculo de años persona vividos (población a mitad de año)
N <- expo(censos_pro[year==2010] %>% .$pop,
          censos_pro[year==2020] %>% .$pop,
          t_0 = "2010-06-25", t_T = "2020-03-15", t = 2021.5)

```

```
apv2021 <- censos_pro[year==2020, .(age, sex, N)]
apv2021[, year := 2021]
```

Gráficas.

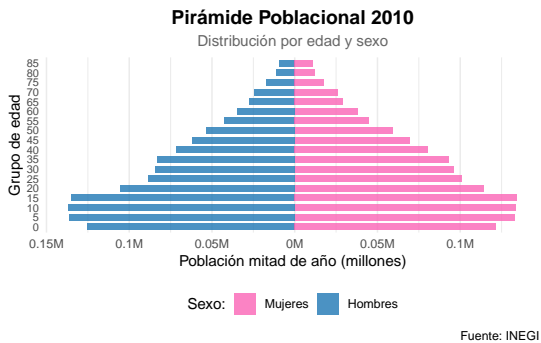


Figura 2: 2010

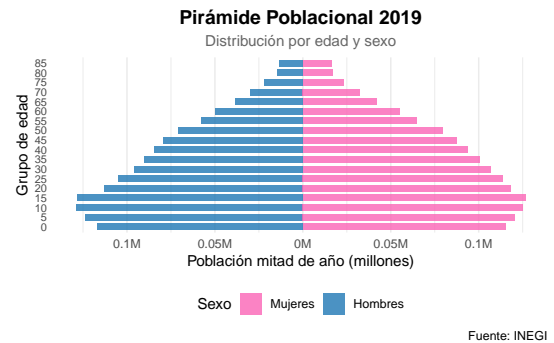
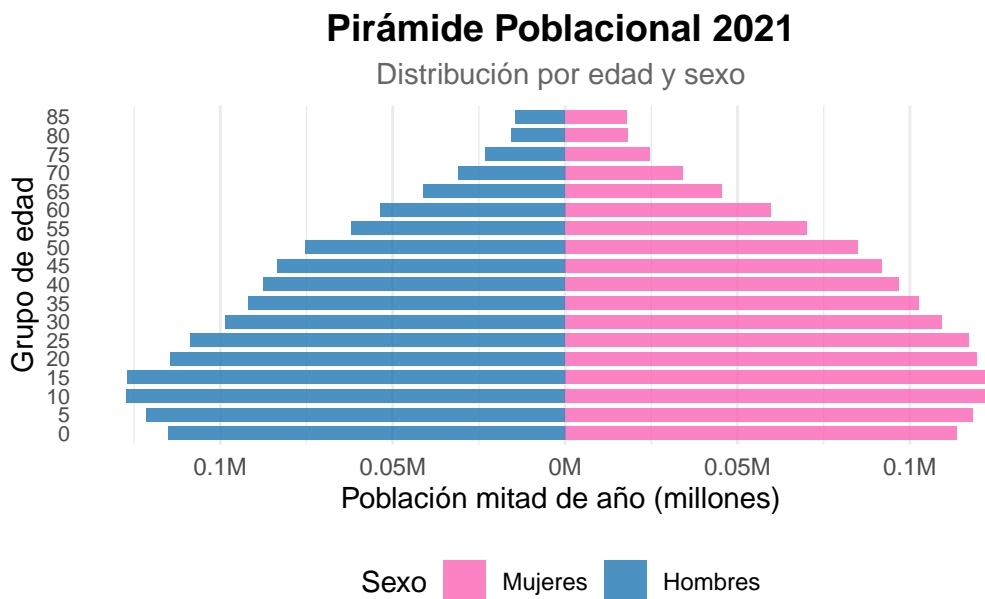


Figura 3: 2020



Fuente: INEGI

Figura 4: 2021
Piramides Poblacionales de San Luis Potosí

Defunciones

```
setwd("C:/Users/DELL/Documents/Demografia 2026-1/Proyecto_San_Luis_Postosi_2026_1")
source("scripts/functions.R")
library(readxl)
library(reshape2)
library(lubridate)
library(ggplot2)
library(data.table)
library(dplyr)
library(knitr)

# Carga de tablas de datos ----
def_pro <- fread("data/def_pro_sl.csv") %>%
  .[year %in% c(2009, 2010, 2011, 2018, 2019,2020,2021,2022)]

## calculo del promedio para el año de referencia
def_pro[ , year_new := ifelse( year %in% 2009:2011,2010,
                              ifelse( year %in% 2018:2019,2019,
                                      ifelse( year %in% 2020:2021,
                                              2021,
                                              year )))]

# datos preparados de defunciones
def <-
  def_pro[ ,
    .( deaths = mean( deaths ) ),
    .( year = year_new, sex, age ) ]
```

Gráficas

Tablas de vida

Formulas Principales para la tabla de vida

1.- Probabilidad de muerte (q_x)

$$q_x = \frac{n_x \cdot m_x}{1 + (n_x - a_x) \cdot m_x}$$

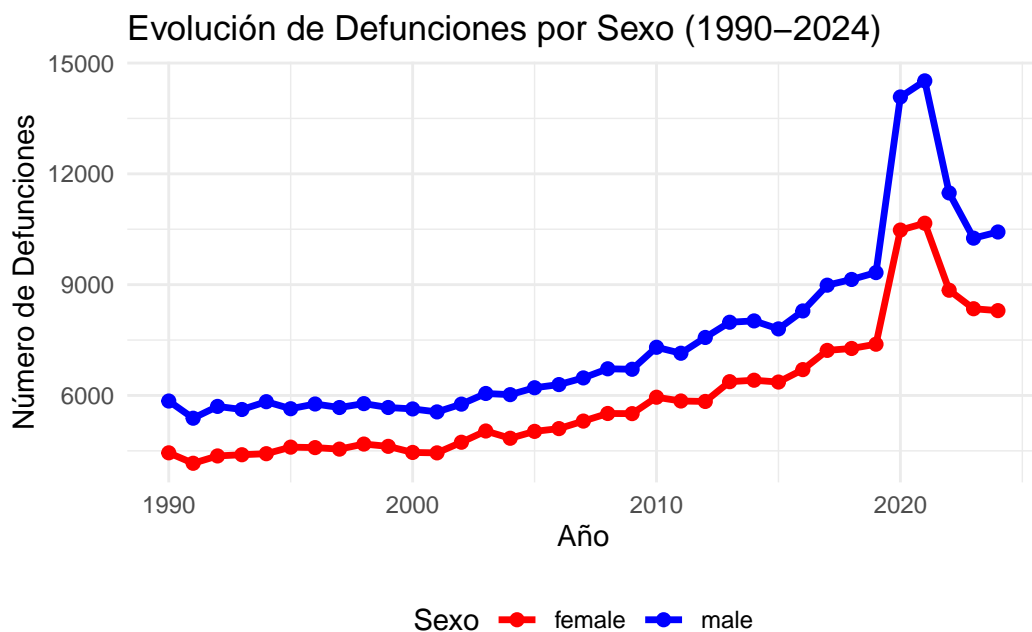


Figura 5: Evolución de defunciones de San Luis Potosí

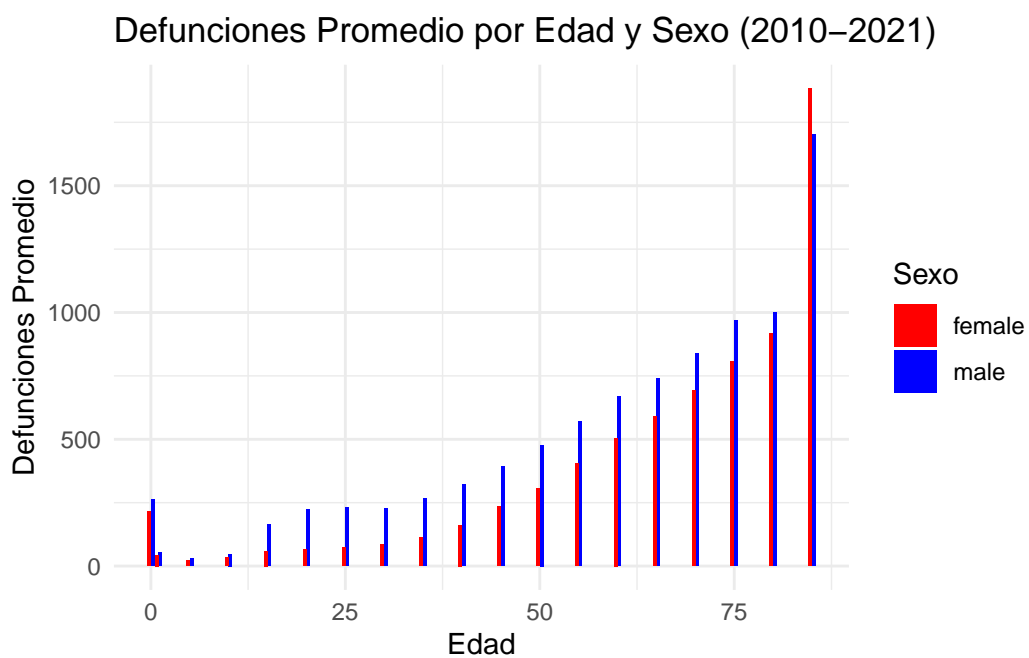


Figura 6: Evolución de defunciones de San Luis Potosí

2.- Probabilidad de supervivencia (p_x)

$$p_x = 1 - q_x$$

3.- Sobrevivientes(l_x)

$$l_0 = 100000$$

$$l_{x+n} = l_x ({}_n p_x)$$

4.- Defunciones

$${}_n d_x = l_x ({}_n q_x) \quad \text{o equivalente} \quad {}_n d_x = l_x - l_{x+n}$$

5.- Años persona vividos (${}_n L_x$)

$${}_n L_x = (n \cdot l_{x+n}) + ({}_n a_x \cdot {}_n d_x)$$

6.- Número total de años Persona vividos (T_x)

$$T_x = \sum_{a=x}^{\omega} {}_n L_a$$

7.- Esperanza de vida(e_x)

$$e_x^0 = \frac{T_x}{l_x}$$

Funcion en R

```
lt_abr <- function(x, mx, sex="f", IMR=NA){  
  
  m <- length(x)  
  n <- c(diff(x), NA)  
  
  ax <- n/2  
  
  # Pag. 4 notas de clase - cuadro  
  
  ## Coale y Demeny edades 0 a 1  
  
  if(sex=="m"){  
    if(mx[1]>=0.107){ ax[1] <- 0.330 }else{  
      ax[1] <- 0.045+2.684*mx[1]  
    }  
  } else if(sex=="f"){
```

```

    if(mx[1]>=0.107){ ax[1] <- 0.350 }else{
      ax[1] <- 0.053+2.800*mx[1]
    }
  }

  ## Coale y Demeny edades 1 a 4
  if(sex=="m"){
    if(mx[1]>=0.107){ ax[2] <- 1.352 }else{
      ax[2] <- 1.651-2.816*mx[1]
    }
  } else if(sex=="f"){
    if(mx[1]>=0.107){ ax[2] <- 1.361 }else{
      ax[2] <- 1.522-1.518*mx[1]
    }
  }
}

# Probabilidad de muerte
qx <- (n*mx)/(1+(n-ax)*mx)
qx[m] <- 1

# Proba de sobrevivir
px <- 1-qx

# l_x
lx <- 100000 * cumprod(c(1,px[-m]))

# Defunciones
dx <- c(-diff(lx), lx[m])

# Años persona vividos
Lx <- n* c(lx[-1], 0) + ax*dx
Lx[m] <- lx[m]/mx[m]

# Años persona vividos acumulados

Tx <- rev(cumsum(rev(Lx)))

# Esperanza de vida
ex <- Tx/lx

return(data.table(x, n, mx, ax, qx, px, lx, dx, Lx, Tx, ex))

```

```

}

# Carga de tablas de datos ----
setwd("C:/Users/DELL/Documents/Demografia 2026-1/Proyecto_San_Luis_Postosi_2026_1")
def <- fread("data/def_sl.csv")
apv <- fread("data/apv_sl.csv")

# Unión de tablas de Años Persona Vividos y Defunciones ----
lt_input <- setDT(left_join(apv, def, by = c("year", "sex", "age")))

# Cálculo de mx ----
lt_input[, mx := deaths/N]
lt_input[, sex := if_else(sex=="male", "m", "f")]
# Tablas de mortalidad nacional - eevv + censales 2010, 2019 ----

lt_output <- data.table()

for( s in c( 'm', 'f' ) ){
  for( y in unique( lt_input$year ) ){

    temp_dt <- lt_input[ sex == s & year == y ]

    temp_lt <-
      lt_abr(x = temp_dt$age,
            mx = temp_dt$mx,
            sex = s) %>%
      setDT %>%
      .[, year := y ] %>%
      .[, sex := s ]

    lt_output <-
      rbind(
        lt_output,
        temp_lt[, .(
          year = y,
          sex,
          age = x,
          mx = round( mx, 6 ),
          qx = round( qx, 6 ),
          ax = round( ax, 2 ),

```

```

        lx = round( lx, 0 ),
        dx = round( dx, 0 ),
        Lx = round( Lx, 0 ),
        Tx = round( Tx, 0 ),
        ex = round( ex, 2 )) ]
    )
}
}

```

Resultados de la tabla de vida

Tabla 1: Tabla de vida de San Luis Potosí (2010)

age	sex	mx	qx	ax	lx	dx	Lx	Tx	ex
0	m	0.001960	0.001956	0.05	100000	196	99814	7595102	75.95
1	m	0.000607	0.002426	1.65	99804	242	398648	7495288	75.10
5	m	0.000226	0.001130	2.50	99562	113	497530	7096641	71.28
10	m	0.000376	0.001879	2.50	99450	187	496782	6599110	66.36
15	m	0.001046	0.005216	2.50	99263	518	495020	6102329	61.48
20	m	0.001699	0.008461	2.50	98745	836	491637	5607309	56.79
25	m	0.002126	0.010574	2.50	97910	1035	486960	5115672	52.25
30	m	0.002165	0.010766	2.50	96874	1043	481764	4628712	47.78
35	m	0.002727	0.013543	2.50	95831	1298	475912	4146948	43.27
40	m	0.003453	0.017115	2.50	94534	1618	468623	3671036	38.83
45	m	0.004565	0.022569	2.50	92916	2097	459335	3202413	34.47
50	m	0.006608	0.032501	2.50	90819	2952	446714	2743078	30.20
55	m	0.009371	0.045782	2.50	87867	4023	429277	2296364	26.13
60	m	0.013281	0.064269	2.50	83844	5389	405749	1867087	22.27
65	m	0.019197	0.091592	2.50	78456	7186	374313	1461338	18.63
70	m	0.026800	0.125586	2.50	71270	8950	333972	1087025	15.25
75	m	0.045231	0.203179	2.50	62319	12662	279941	753053	12.08
80	m	0.068813	0.293564	2.50	49657	14578	211842	473112	9.53
85	m	0.134266	1.000000	NA	35080	35080	261270	261270	7.45
0	f	0.001668	0.001666	0.06	100000	167	99843	8025915	80.26
1	f	0.000565	0.002258	1.52	99833	225	398774	7926072	79.39
5	f	0.000188	0.000941	2.50	99608	94	497805	7527298	75.57
10	f	0.000270	0.001351	2.50	99514	134	497235	7029492	70.64
15	f	0.000479	0.002392	2.50	99380	238	496304	6532257	65.73
20	f	0.000567	0.002832	2.50	99142	281	495008	6035953	60.88

age	sex	mx	qx	ax	lx	dx	Lx	Tx	ex
25	f	0.000596	0.002975	2.50	98861	294	493571	5540945	56.05
30	f	0.000588	0.002938	2.50	98567	290	492112	5047374	51.21
35	f	0.001118	0.005576	2.50	98278	548	490018	4555262	46.35
40	f	0.001569	0.007817	2.50	97730	764	486738	4065244	41.60
45	f	0.002584	0.012837	2.50	96966	1245	481717	3578506	36.90
50	f	0.003995	0.019779	2.50	95721	1893	473871	3096789	32.35
55	f	0.006466	0.031816	2.50	93828	2985	461675	2622918	27.95
60	f	0.009660	0.047162	2.50	90842	4284	443501	2161243	23.79
65	f	0.015467	0.074457	2.50	86558	6445	416678	1717741	19.84
70	f	0.022260	0.105431	2.50	80113	8446	379450	1301063	16.24
75	f	0.037655	0.172076	2.50	71667	12332	327504	921612	12.86
80	f	0.063074	0.272414	2.50	59335	16164	256264	594109	10.01
85	f	0.127784	1.000000	NA	43171	43171	337844	337844	7.83

Tabla 2: Tabla de vida de San Luis Potosí (2019)

age	sex	mx	qx	ax	lx	dx	Lx	Tx	ex
0	m	0.001816	0.001813	0.05	100000	181	99828	7544074	75.44
1	m	0.000596	0.002382	1.65	99819	238	398715	7444246	74.58
5	m	0.000258	0.001291	2.50	99581	129	497583	7045531	70.75
10	m	0.000326	0.001629	2.50	99452	162	496857	6547948	65.84
15	m	0.001284	0.006401	2.50	99290	636	494863	6051091	60.94
20	m	0.002180	0.010843	2.50	98655	1070	490600	5556228	56.32
25	m	0.002571	0.012774	2.50	97585	1247	484809	5065629	51.91
30	m	0.002453	0.012192	2.50	96339	1175	478757	4580820	47.55
35	m	0.002857	0.014186	2.50	95164	1350	472445	4102063	43.11
40	m	0.003754	0.018594	2.50	93814	1744	464709	3629618	38.69
45	m	0.004872	0.024067	2.50	92070	2216	454809	3164908	34.38
50	m	0.007090	0.034834	2.50	89854	3130	441444	2710099	30.16
55	m	0.010073	0.049126	2.50	86724	4260	422969	2268655	26.16
60	m	0.013062	0.063247	2.50	82464	5216	399279	1845686	22.38
65	m	0.018551	0.088642	2.50	77248	6847	369121	1446407	18.72
70	m	0.027582	0.129015	2.50	70401	9083	329296	1077286	15.30
75	m	0.041583	0.188335	2.50	61318	11548	277719	747990	12.20
80	m	0.068673	0.293053	2.50	49770	14585	212385	470271	9.45
85	m	0.136434	1.000000	NA	35184	35184	257886	257886	7.33
0	f	0.001487	0.001485	0.06	100000	148	99860	8089833	80.90
1	f	0.000469	0.001874	1.52	99852	187	398942	7989973	80.02
5	f	0.000199	0.000994	2.50	99664	99	498074	7591031	76.17
10	f	0.000268	0.001338	2.50	99565	133	497494	7092956	71.24

age	sex	mx	qx	ax	lx	dx	Lx	Tx	ex
15	f	0.000443	0.002213	2.50	99432	220	496611	6595463	66.33
20	f	0.000499	0.002490	2.50	99212	247	495443	6098852	61.47
25	f	0.000646	0.003223	2.50	98965	319	494028	5603409	56.62
30	f	0.000713	0.003557	2.50	98646	351	492353	5109381	51.80
35	f	0.001079	0.005379	2.50	98295	529	490154	4617028	46.97
40	f	0.001756	0.008744	2.50	97766	855	486695	4126874	42.21
45	f	0.002580	0.012819	2.50	96912	1242	481452	3640179	37.56
50	f	0.003620	0.017940	2.50	95669	1716	474056	3158727	33.02
55	f	0.006532	0.032135	2.50	93953	3019	462217	2684671	28.57
60	f	0.009120	0.044584	2.50	90934	4054	444534	2222454	24.44
65	f	0.013642	0.065962	2.50	86880	5731	420071	1777920	20.46
70	f	0.021259	0.100931	2.50	81149	8190	385268	1357849	16.73
75	f	0.033682	0.155329	2.50	72958	11333	336461	972581	13.33
80	f	0.055996	0.245599	2.50	61626	15135	270291	636120	10.32
85	f	0.127083	1.000000	NA	46491	46491	365828	365828	7.87

Tabla 3: Tabla de vida de San Luis Potosí (2021)

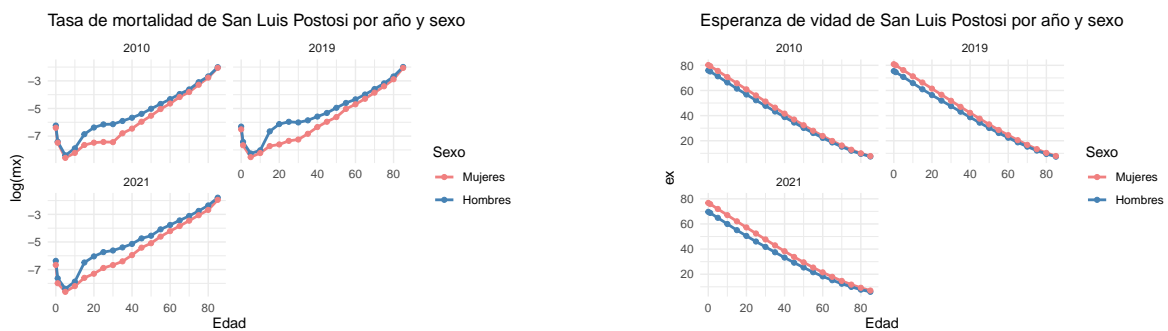
age	sex	mx	qx	ax	lx	dx	Lx	Tx	ex
0	m	0.001715	0.001712	0.05	100000	171	99837	6962659	69.63
1	m	0.000483	0.001929	1.65	99829	193	398862	6862822	68.75
5	m	0.000227	0.001133	2.50	99636	113	497899	6463960	64.88
10	m	0.000382	0.001906	2.50	99523	190	497142	5966061	59.95
15	m	0.001524	0.007589	2.50	99334	754	494783	5468919	55.06
20	m	0.002372	0.011788	2.50	98580	1162	489994	4974136	50.46
25	m	0.003241	0.016074	2.50	97418	1566	483174	4484142	46.03
30	m	0.003635	0.018010	2.50	95852	1726	474943	4000968	41.74
35	m	0.004537	0.022430	2.50	94125	2111	465349	3526025	37.46
40	m	0.005844	0.028797	2.50	92014	2650	453447	3060676	33.26
45	m	0.008724	0.042690	2.50	89364	3815	437285	2607229	29.18
50	m	0.010604	0.051653	2.50	85549	4419	416700	2169944	25.36
55	m	0.016786	0.080551	2.50	81131	6535	389315	1753244	21.61
60	m	0.023111	0.109241	2.50	74595	8149	352605	1363929	18.28
65	m	0.032080	0.148492	2.50	66447	9867	307566	1011324	15.22
70	m	0.044373	0.199709	2.50	56580	11299	254650	703758	12.44
75	m	0.063879	0.275411	2.50	45280	12471	195225	449108	9.92
80	m	0.094944	0.383656	2.50	32810	12588	132579	253883	7.74
85	m	0.166705	1.000000	NA	20222	20222	121304	121304	6.00
0	f	0.001272	0.001271	0.06	100000	127	99880	7673044	76.73
1	f	0.000339	0.001357	1.52	99873	135	399156	7573164	75.83

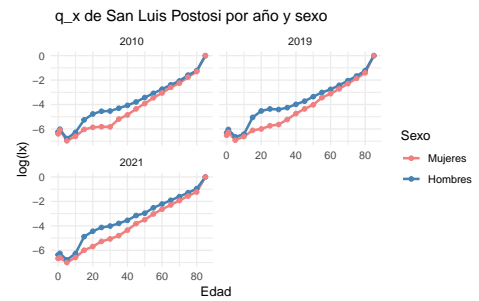
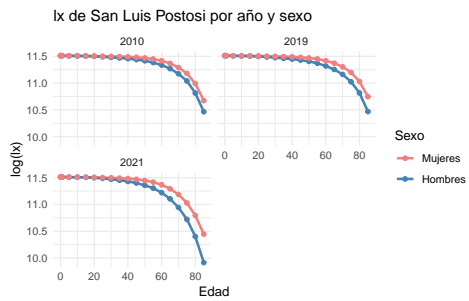
age	sex	mx	qx	ax	lx	dx	Lx	Tx	ex
5	f	0.000182	0.000910	2.50	99737	91	498460	7174008	71.93
10	f	0.000276	0.001377	2.50	99647	137	497890	6675548	66.99
15	f	0.000501	0.002503	2.50	99509	249	496925	6177657	62.08
20	f	0.000675	0.003368	2.50	99260	334	495466	5680733	57.23
25	f	0.001026	0.005117	2.50	98926	506	493365	5185266	52.42
30	f	0.001264	0.006299	2.50	98420	620	490550	4691901	47.67
35	f	0.001655	0.008241	2.50	97800	806	486985	4201351	42.96
40	f	0.002602	0.012925	2.50	96994	1254	481836	3714366	38.29
45	f	0.004461	0.022057	2.50	95740	2112	473423	3232529	33.76
50	f	0.006158	0.030321	2.50	93629	2839	461046	2759106	29.47
55	f	0.009944	0.048515	2.50	90790	4405	442937	2298060	25.31
60	f	0.014817	0.071441	2.50	86385	6171	416497	1855123	21.48
65	f	0.021396	0.101549	2.50	80214	8146	380704	1438626	17.93
70	f	0.031485	0.145936	2.50	72068	10517	334047	1057922	14.68
75	f	0.046845	0.209669	2.50	61551	12905	275490	723875	11.76
80	f	0.068754	0.293347	2.50	48645	14270	207552	448384	9.22
85	f	0.142736	1.000000	NA	34375	34375	240832	240832	7.01

Tabla 4: Esperanzas de vida al nacer

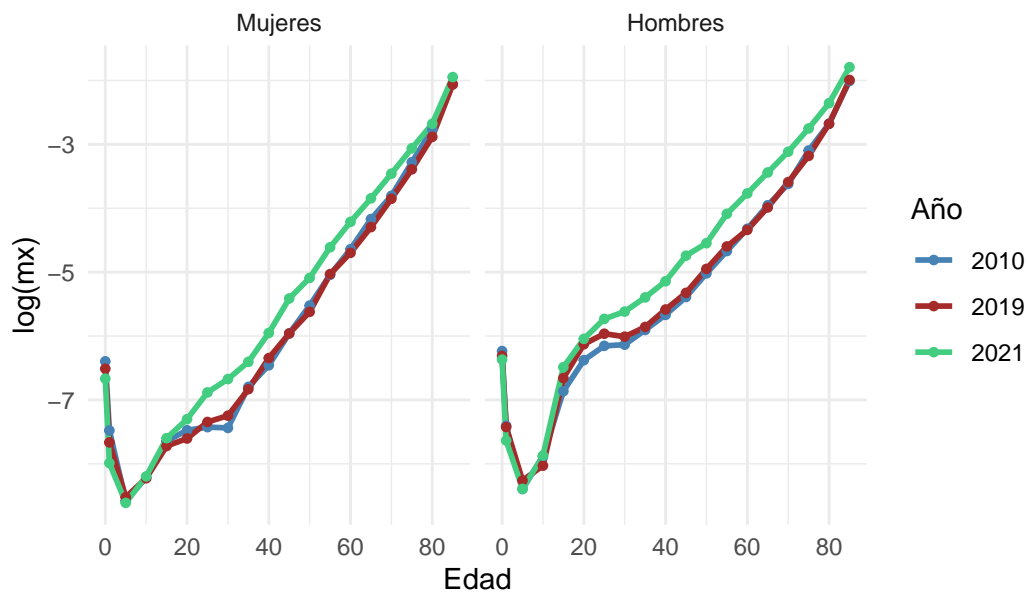
year	f	m
2010	80.26	75.95
2019	80.90	75.44
2021	76.73	69.63

Gráficas





Evolución de la tasa de mortalidad de San Luis Potosi



Descomposición Por Método de Arriaga.

Como se obtuvieron tres tablas de mortalidad, se pueden descomponer sus diferencias, y estimar la contribución de los diferentes grupos de edad, en la diferencia observada.

El método de descomposición de la esperanza de vida al nacer es útil para explicar los cambios de la población de San Luis Potosí en el tiempo.

A continuación se exponen las formulas utilizadas para el calculo de dicho método.

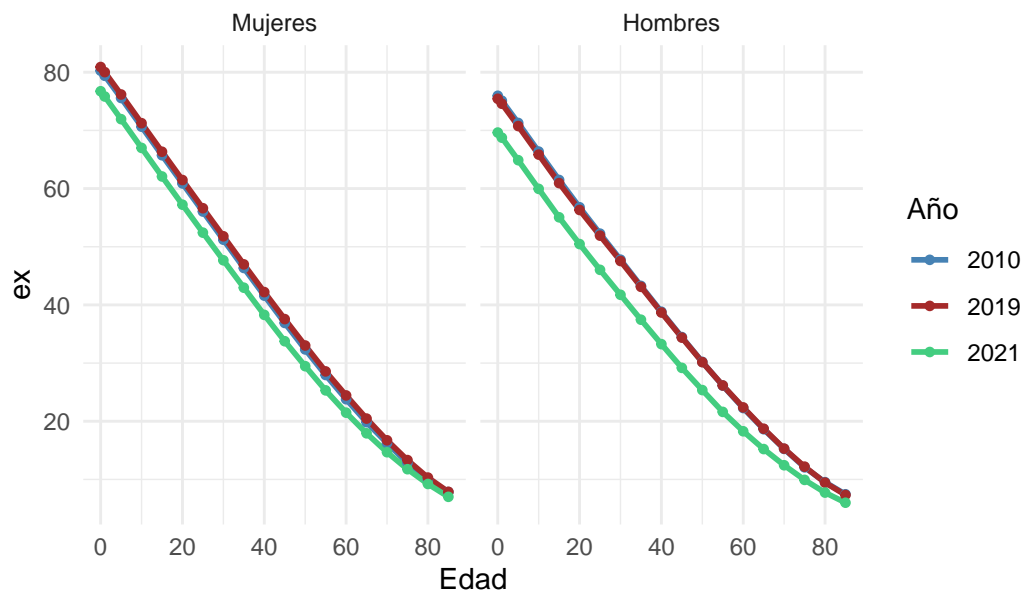
1. Contribución por edad x a la diferencia en esperanza de vida

$${}_n\Delta_x = \frac{l_x^1}{l_0^1} \cdot \left(\frac{{}_nL_x^2}{l_x^2} - \frac{{}_nL_x^1}{l_x^1} \right) + \frac{T_{x+n}^2}{l_0^1} \cdot \left(\frac{l_x^1}{l_x^2} - \frac{l_{x+n}^1}{l_{x+n}^2} \right)$$

2. Para el ultimo grupo de edad.

$${}_{\infty}\Delta_x = \frac{l_x^1}{l_0^1} \cdot \left(\frac{T_x^2}{l_x^2} - \frac{T_x^1}{l_x^1} \right)$$

Evolución de la esperanza de vida de San Luis Potosi



Función en R

```
#3 Descomposición por edad de la diferencia de la e_0 entre periodos----

desc <- function(lx1, Lx1, lx2, Lx2, age) {
  Tx1 <- rev(cumsum(rev(Lx1)))
  Tx2 <- rev(cumsum(rev(Lx2)))
  ex1 <- Tx1/lx1
  ex2 <- Tx2/lx2

  # Verificar que los vectores tengan la misma longitud
  if(length(lx1) != length(lx2) | length(Lx1) != length(Lx2)) {
    stop("Los vectores de entrada deben tener la misma longitud")
  }

  n <- length(lx1)
  dif <- numeric(n)

  # contribuciones por edad
  for (i in 1:(n-1) ) {

    # primer sumando
    term1 <- (lx1[i]/lx1[1])*((Lx2[i]/lx2[i]) - (Lx1[i]/lx1[i]))
    # Segundo sumando
    term2 <- (Tx2[i+1]/lx1[1])*((lx1[i]/lx2[i])-(lx1[i+1]/lx2[i+1]))
    dif[i] <- term1 + term2
  }

  # ultimo grupo de edad

  dif[n] <- (lx1[n]/lx1[1]) * ((Tx2[n]/lx2[n]) - (Tx1[n]/lx1[n]))

  return(data.table(age,lx1,Lx1,Tx1,ex1,lx2,Lx2,Tx2,ex2,dif))
}
```

implemetación e r

```
## Carga de paquetes y funciones----
setwd("C:/Users/DELL/Documents/Demografia 2026-1/Proyecto_San_Luis_Postosi_2026_1")
source("scripts/functions.R")
library(readxl)
library(reshape2)
library(lubridate)
library(ggplot2)
library(data.table)
library(dplyr)
library(knitr)

## Carga de tablas de datos ----

lt <- fread("data/lt_sl.csv")

# Preparar datos para la descomposición
descomposicion_datos <- list()

for(s in c('m', 'f')) {

  # Obtener datos para cada año
  lt_2010 <- lt[sex == s & year == 2010]
  lt_2019 <- lt[sex == s & year == 2019]
  lt_2021 <- lt[sex == s & year == 2021]

  # Comparación 2010-2019

  desc_2010_2019 <- desc(
    lx1 = lt_2010$lx,
    Lx1 = lt_2010$Lx,
    lx2 = lt_2019$lx,
    Lx2 = lt_2019$Lx,
    age = lt_2010$age
  )
}
```

```

# Comparación 2019-2021

desc_2019_2021 <- desc(
  lx1 = lt_2019$lx,
  Lx1 = lt_2019$Lx,
  lx2 = lt_2021$lx,
  Lx2 = lt_2021$Lx,
  age = lt_2021$age
)

# Guardar resultados
descomposicion_datos[[paste0(s, "_2010_2019")]] <- desc_2010_2019
descomposicion_datos[[paste0(s, "_2019_2021")]] <- desc_2019_2021
}

# Preparar datos para la gráfica de descomposición

descomp_hombres_2010_2019 <- descomposicion_datos[["m_2010_2019"]]
descomp_mujeres_2010_2019 <- descomposicion_datos[["f_2010_2019"]]
descomp_hombres_2019_2021 <- descomposicion_datos[["m_2019_2021"]]
descomp_mujeres_2019_2021 <- descomposicion_datos[["f_2019_2021"]]

descomp_hombres_2010_2019[,sex=="m"]
descomp_mujeres_2010_2019[,sex=="f"]
descomp_hombres_2019_2021[,sex=="m"]
descomp_mujeres_2019_2021[,sex=="f"]

descomp_hombres_2010_2019[,per=="2010-2019"]
descomp_mujeres_2010_2019[,per=="2010-2019"]
descomp_hombres_2019_2021[,per=="2019-2021"]
descomp_mujeres_2019_2021[,per=="2019-2021"]

datos_descomp <- rbind(descomp_hombres_2010_2019,
  descomp_mujeres_2010_2019,
  descomp_hombres_2019_2021,
  descomp_mujeres_2019_2021)

```

Gráficas

Descomposición de Cambios en Esperanza de Vida
en San Luis Potosí 2010–2019 y 2019–2021

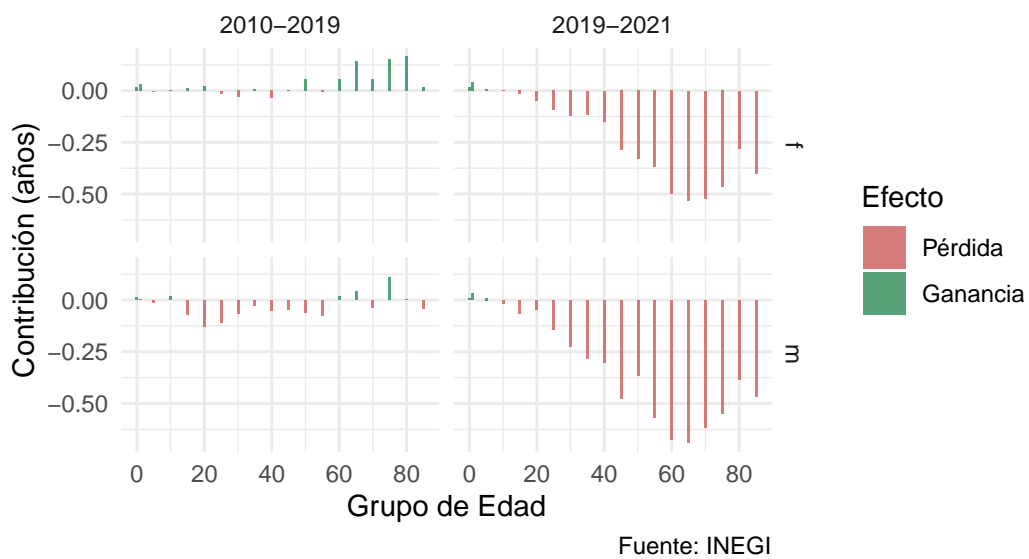


Figura 7: Cambios en la esperanza de vida