



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"**

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Y MATEMÁTICAS**



ESCUELA PROFESIONAL DE MATEMÁTICAS

**"Métodos de Interpolación de Lagrange y
Diferencias Divididas en una serie de tiempo para
determinar funciones polinómicas en la estimación
del crecimiento poblacional de la Región Lambayeque"**

TESIS

**Para optar el título profesional de
Licenciado en Matemáticas**

Presentado por:

**Bach. Mat. Mimbela Sánchez Rosa Yessenia
Bach. Mat. Santos Santamaría Jannet**

Asesor:

Dr. Enrique Wilfredo Cárpene Velásquez

**LAMBAYEQUE - PERÚ
2015**



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MATEMÁTICA



**"Métodos de Interpolación de Lagrange y
Diferencias Divididas en una serie de tiempo para
determinar funciones polinómicas en la estimación
del crecimiento poblacional de la Región Lambayeque"**

TESIS

**Para optar el título profesional de
Licenciado en Matemáticas**

Presentado por:

Bach. Mat. Mimbela Sánchez Rosa Yessenia

Bach. Mat. Santos Santamaría Jannet

Asesor:

Dr. Enrique Wilfredo Cárpene Velásquez

LAMBAYEQUE – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL“ PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MATEMÁTICA

Los firmantes, por la presente certifican que han leído y recomiendan a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas la aceptación de la tesis titulada “ Métodos de Interpolación de Lagrange y Diferencias Divididas en una serie de tiempo para determinar funciones polinómicas en la estimación del crecimiento poblacional de la Región Lambayeque ”, presentada por los Bachilleres en Matemáticas, Mimbela Sánchez Rosa Yessenia y Santos Santamaría Jannet, en el cumplimiento parcial de los requisitos necesarios para la obtención del título profesional de Licenciado en Matemáticas.



Mg. Dolores Sánchez García
Presidente Jurado de Tesis



Mg. Alcides Raúl Cuti Gutiérrez
Secretario Jurado de Tesis



Mg. Segundo Leonardo Valdivia Velásquez
Vocal Jurado de Tesis

Fecha de Defensa: Enero - 2015

UNIVERSIDAD NACIONAL“ PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MATEMÁTICA

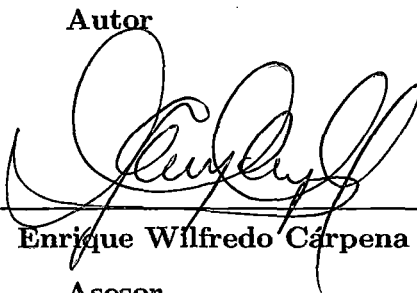
“ Métodos de Interpolación de Lagrange y Diferencias Divididas en una serie de tiempo para determinar funciones polinómicas en la estimación del crecimiento poblacional de la Región Lambayeque ”



Bach. Mat. Mimbelá Sánchez Rosa Yessenia
Autor



Bach. Mat. Santos Santamaría Jannet
Autor



Dr. Enrique Wilfredo Carpena Velásquez
Asesor

Lambayeque – Perú
Enero - 2015

Agradecimiento

A Dios, gracias de todo corazón, por la sabiduría y bendición que nos ha dado para culminar nuestra tesis.

A nuestro asesor Dr. Enrique Wilfredo Cárpena Velásquez, por su permanente apoyo, logrando de esta manera la meta trazada y por la cual estamos comprometidas a cumplir sus enseñanzas para alcanzar el éxito profesional.

Dedicatoria

*A mis padres Luis y Rosa, por ser ellos los que
me brindan su constante ayuda
y debo todo lo que soy .*

*A mi hermana Alhely que estuvo a mi lado
y por cuyo motivo la recuerdo siempre.*

ROSA YESSENIA

*A mis padres Román y Mercedes
por ser ellos los que
me brindan su esfuerzo y sacrificio
en beneficio de mi formación.
A mis hermanos por su valiosa
ayuda moral y apoyo desinteresado.*

JANNET

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo determinar una función polinómica que permita estimar el crecimiento poblacional en la región Lambayeque, utilizando los métodos de interpolación de Lagrange y Diferencias Divididas en una serie de tiempo. Esta investigación se justifica porque va permitir determinar funciones polinómicas en la estimación del crecimiento poblacional en alguna fecha del pasado o en alguna fecha del futuro cercano de la región Lambayeque, para este trabajo se ha utilizado datos de los censos poblacionales de los años 1981, 1993, 2005 y 2007 cuya fuente de información ha sido el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), también se ha utilizado el software matemático MATLAB para simplificar el proceso de desarrollo de los métodos de interpolación de Lagrange y diferencias divididas para la obtención de funciones polinómicas.

Los resultados obtenidos muestran un crecimiento poblacional de la región Lambayeque, puesto que la interpolación polinomial nos permite encontrar una estimación en los años no censados, teniendo en cuenta la población nominalmente censada según sexo y grandes grupos de edad en 1981, 1993, 2005 y 2007.

Finalmente, concluimos que utilizando los métodos detallados, se puede estimar la población en el período de años no censados y hacer la aproximación en un futuro cercano utilizando la extrapolación.

Abstract

This thesis aims to determine a polynomial function to estimate population growth in the Lambayeque region, using the Lagrange interpolation methods and Divided Differences in a time series. This research is justified because it will allow to determine polynomial functions in the estimation of population growth at some date in the past or at some date in the near future of the Lambayeque region, this study used data from population censuses of 1981, 1993 , 2005y 2007 whose source of information was the National Institute of Statistics and Informatics (INEI), has also been used mathematical software MATLAB to simplify the development process of interpolation methods of Lagrange and divided differences to obtain polynomial functions . The results show a population growth of the Lambayeque region, since the polynomial interpolation allows us to find an estimate for the years unregistered, considering the population nominally registered according to sex and broad age groups in 1981, 1993, 2005 and 2007 . Finally, we conclude that using the detailed methods, we can estimate the population in the period are not counted and make the approach in the near future using extrapolation.

Introducción

En análisis numérico se presentan técnicas de aproximación de funciones donde se encuentra la interpolación polinómica la cual concierne a la necesidad de hacer cálculos basándose en un número limitado de puntos tabulados que proceden muchas veces de resultados experimentales y que se desconoce la función matemática que los define. En estos casos es necesario buscar procedimientos que permitan construir modelos matemáticos, que describan el comportamiento de los puntos tabulados, con el objeto de hacer estimaciones de otros valores que no se encuentran tabulados. En el presente trabajo se desarrollan los métodos de interpolación de Lagrange y diferencias divididas y su aplicación para determinar funciones polinómicas en la estimación del crecimiento poblacional de la región Lambayeque en una serie de Tiempo.

El problema científico de la presente investigación es: ¿En qué forma los métodos de interpolación de Lagrange y Diferencias Divididas aplicados en una serie de tiempo, permitirán determinar funciones polinómicas en la estimación del crecimiento poblacional de la región Lambayeque?

El objetivo es: Determinar una función polinómica que permita estimar el crecimiento poblacional de la Región Lambayeque, utilizando los métodos de Interpolación de Lagrange y Diferencias Divididas en una serie de tiempo.

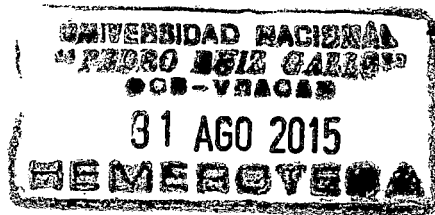
La hipótesis es: Si se aplica los métodos de interpolación de Lagrange y Diferencias Divididas en una serie de tiempo, entonces se determinará una función polinómica en la estimación del crecimiento poblacional de la región Lambayeque.

En el primer capítulo se presenta de forma detallada los datos generales de la región Lambayeque: Ubicación, Límites, Extensión territorial, Relieve y clima, División Administrativa, Población y la Historia de los Censos en el Perú, que incluye los cuadros estadísticos de los censos en el Departamento de Lambayeque.

En el segundo capítulo se desarrolla las nociones preliminares de interpolación polinomial considerando $(n+1)$ puntos $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$; nuestro problema consiste en hallar un polinomio de grado menor o igual a n que pase por todos los puntos, $P(x_i) = y_i, i = 0, 1, \dots, n$.

También se incluye los métodos de interpolación de Lagrange y Diferencias Divididas que nos permite determinar un polinomio en base de valores equidistantes y no equidistantes.

En el tercer capítulo se presenta estimaciones del crecimiento poblacional a través de ejemplos ilustrados empleando los cuadros estadísticos de los censos del departamento de Lambayeque desde el año 1981 hasta el 2007, para hallar una función polinómica que nos permita obtener una mejor estimación poblacional en una serie de tiempo, para una mejor precisión en los resultados y simplificar el proceso operativo se utiliza el software MATLAB.



Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Introducción	III
1. Datos Generales	4
1. Ubicación	4
2. Limites	4
3. Extensión Territorial	5
4. Relieve y Clima	5
5. División Administrativa	8
6. Población	9
7. Reseña Histórica de Lambayeque	10
8. Historia de los Censos en el Perú	11
9. Cuadros Estadísticos del Departamento de Lambayeque	16
2. Interpolación Polinomial	20
1. Aproximación Polinomial	20
2. Interpolación Polinomial	21
3. Interpolación de Lagrange	26
4. Interpolación por Diferencias Divididas	34
5. Matlab	39
3. Estimaciones del Crecimiento Poblacional	41
1. Interpolaciones utilizando el Método de Lagrange y Diferencias Divididas	41

2. Extrapolaciones utilizando el Método de Diferencias Divididas	91
Conclusiones	141
Sugerencias	142
Anexos	144
Bibliografía	147

Capítulo 1

Datos Generales

1.1. Ubicación

El departamento de Lambayeque está ubicado al nor oeste de América del Sur y del territorio Peruano; al Suroeste de la ex-Región Nororiental del Marañón ; su capital Chiclayo , dista 770 Km de Lima.

Puntos extremos y Coordenadas

- a) **Extremo Norte :** Se encuentra en el cerro Ñaupe a los $5^{\circ}31'46''$ de latitud sur y $79^{\circ}57'53''$ de longitud occidental .
- b) **Extremo Sur:** Se halla en la punta de Chérrepe a orillas del mar a los $7^{\circ}10'27''$ de latitud sur y $79^{\circ}41'18''$ de longitud occidental
- c) **Extremo Occidental:** Se encuentra en Cabo Verde a los $6^{\circ}22'12''$ de latitud sur y los $80^{\circ}37'24''$ de longitud occidental .
- d) **Extremo Oriental:** Se encuentra en el cerro Colpayaco a los $79^{\circ}07'09''$ de longitud occidental y $06^{\circ}46'30''$ de latitud sur.

1.2. Limites

El departamento de Lambayeque limita por el oeste con el océano pacífico ; por el norte con el departamento de Piura (provincias de Sechura , Piura y Morropón); por el este con el departamento de Cajamarca (provincias de Jaen, Cutervo, Chota, Santa

Cruz y San Miguel); por el sur con el departamento de la Libertad (provincias de San Miguel y Chepén).

1.3. Extensión Territorial

El territorio del departamento de Lambayeque es el segundo más pequeño de la República del Perú después del Departamento de Tumbes . Está integrado por un sector continental y un sector insular .

La superficie del sector continental mide $14213,30 \text{ Km}^2$ y está conformada por las tres provincias de la Región .De ellos corresponden 3161.48 Km^2 a la Provincia de Chiclayo, 1705 Km^2 a la Provincia de Ferreñafe y 9346.63 Km^2 a la Provincia de Lambayeque .

La superficie del sector insular mide 18.00 Km^2 y está conformda por dos islas : la Islas Lobos de Afuera (2.36 Km^2) y la Isla lobos de Tierra (16.00 Km^2), que forman parte de la Provincia de Lambayeque .

La superficie total de todo el departamento de lambayeque , sumados ambos sectores continental e insular hace un total de $14.231,30 \text{ Km}^2$.

1.4. Relieve y Clima

Según la clasificación del geógrafo Pulgar Vidal , el departamento de Lambayeque que tiene las regiones naturales de Costa o Chala, Yunga Marítima y Fluvial, Kechua, Jalca o Suni y Puna.

1.1.4.1 Región Natural Costa : Es la región natural más extensa del departamento de Lambayeque comprende entre los 0 m.s.n.m. y 500 m.s.n.m.

- a) **Relieve :** Es la región más llana , se caracteriza por ser una , de las más amplias del territorio peruano , sólo la costa del departamento de Piura la ventaja en amplitud constituye aproximadamente el 80% del territorio departamental.
 - b) **Clima:** Es cálido templado , sin lluvias , de vientos suaves y buen sol la mayor parte del año, con nubosidad baja y fuertes vientos en los cambios lunares.
-

1.1.4.2 **Región Natural Yunga :** El departamento de Lambayeque tiene pequeñas partes de su territorio ubicados en la Yunga Marítima y una aún más pequeña en la Yunga Fluvial.

A) **Yunga Marítima :** Son sectores del territorio lambayecano ubicados entre los 500 y 2,300 m.s.n.m. en la vertiente occidental de los Andes y comprende fracciones de los distritos de Nanchoc , Bolivar , La Florida, Niepos, Llama, Miracosta y Toccoche en la Subregión y Chongoyape, Oyotún, Incahuasi, Salas, Olmos, Motupe y Chóchope dentro del Departamento.

a) **Relieve de la Yunga Marítima.-** El relieve de la Yunga Marítima, es complejo .Predominan los contrafuertes y cerros, de pendientes unas veces suaves y onduladas pero la más de las veces de pendientes agresivas, con numerosas quebradas profundas y estrechas, con crestas, aristas, barrancos, gargantas, valles estrechos casi carente de superficie llana, si la hay son pequeñas.

b) **Clima de la Yunga Marítima :** Es predominante seco, de abundante sol durante casi todo el año y fuerte calor a mediodía; las tardes, noches y madrugadas son frescas, debido a las corrientes de aire frío que vienen de la altura; tiene pocas lluvias, la evaporación y escurrimiento son rápidos. No hay heladas ni garantizadas y las condiciones ambientales permiten hasta 3 cosechas al año, en las partes irrigadas. No se garantiza las cosechas de secano.

B) **Yunga Fluvial Lambayecana :** Consta de una pequeña parte del territorio del departamento de Lambayeque ubicado en los distritos de Cañaris y Salas, en la vertiente oriental del ramal externo de la Cordillera Occidental de los Andes .

a) **Relieve:** Está constituida por laderas ásperas y rocosas quebradas profundas , peñascos y asentamientos

b) **Clima:** Su clima es templado , de pocas lluvias las que escurren y se evaporan rápido , de total ausencia de granizadas y heladas . En los pocos sectores habitados y aptos para la agricultura , en pequeña escala se cultiva una gran variedad de productos .

1.1.4.3 Región Natural de la Kechwa o Quichua La Quichua Lambayecana está comprendida entre los 2,300 y los 3,500 m.s.n.m. Es una región natural discontinua que se ubica en su mayor extensión en la vertiente occidental del ramal andino externo y una pequeña parte en la vertiente oriental o del Atlántico .

En esta región natural están ciertos sectores de los distritos de Salas, Cañaris, Incahuasi, Tocmoche, Miracosta, San Juan de Licupís, Llam, Niepos y Bolívar.

- a) **Relieve de la Quichua Lambayecana:** El relieve es complejo, primando el gran declive o gran gradiente por estar situada mayormente en el flanco Occidental del ramal externo de los andes; entre los occidentes están : los múltiples, contrafuertes, cerros, lechos de quebradas y ríos, asentamientos, pequeños planicies, laderas, cumbres onduladas, etc. Entre otros cerros de la región Quichua mencionamos Cotilla (3,053), Calabozo, Huandoaca (3,455) y otros , en Cañaris; Shinchin (3,455), Chocopico, Rumichaca, Yanacaga, entre otros, en el distrito de Miracosta; Pichucirca (2,470), en el distrito de Tocmoche; El Auque (3,458), La punta, Llipta (2,820) y otros, en Llama; Punta de Laja, Los Verdes, Pozo Colorado y otros, en San Juan de Licupís; Redondo, Cruz del Rollo, Ponga la Mesa (3,658), en Niepos; Miraflores en el distrito de Bolívar.
- b) **Clima :** Es predominante frío, templado y seco, de suaves vientos fríos y buen sol la mayor parte del año, con lluvias por lo general de diciembre a fines de marzo . Sea pueden presentar ocasionalmente algunas granizadas y heladas; ls nubes son bajas e interceptan los rayos solares generalmente en la época de lluvias y cambios de luna . La temperatura media oscila entre 11 y 16°C, pero las mayores variaciones se presentan en el correr del día, entre 20°C al mediodía, a los 0°C en los descensos bruscos por las noches y madrugadas.

1.1.4.4 Regiones Naturales Jalca o Suni y Puna : La Jalca es una región que esta entre los 3,500 y los 4,500 m.s.n.m constituye un espacio geográfico pequeño y discontinua, con fracciones ubicadas entre los distritos de Incahuasi y Cañaris; y entre Miracosta, San Juan de Licupís; ocupa la parte alta del Ramal externo de la Cordillera Occidental y, en algunos sectores, la divisoria continental de las aguas .

La Puna son espacios pequeños sobre los 4,000 m.s.n.m se encuentra en el distrito de san Juan de Licupís y en las cumbres del cerro Andamarca, Tembladera y otros.

a) **Relieve:** La topografía del territorio de la Jalca y la Puna es menos agreste y compleja que el de las regiones Yunga y Quichua; las quebradas no son muy profundas, hay onduladas pampas o mesetas y cerros de cumbres aplanadas, pero también agrestes .

Entre los cerros de Jalca y la Puna están : Choicopico , Lipiac y Tembladera entre Incahuasi y Cañaris ; Verdes de la Montaña, Pozo Negro, Mishahuanga 4,118 y Peña Negra, en San Juan de Licupís; Puquican 3,810 , San Lorenzo 4,061 en Incahuasi ; Chapunís 3,616 en Miracosta.

b) **Clima** Es frígido y de vientos hirientes ; sus lluvias son más abundantes que las de la Quichua; su escurrimiento y evaporación, más lentos; y las granizadas y heladas son más frecuentes : El cielo se ve azul y con sol en los días sin nubes, pero bajos niveles térmicos, debido al enrarecimiento del aire . Es poco poblada por sus difíciles condiciones de vida, pero de gran utilidad para la regulación de las aguas que descienden a los pisos bajos .

1.5. División Administrativa

El departamento de Lambayeque es jurisdicción del Gobierno Regional de Lambayeque y tiene sede en la ciudad de Chiclayo por ser la capital del Departamento . Es dirigida por un Presidente Regional (Jefe de Gobierno) y un Concejo Regional , los cuales sirven por un periodo de cuatro años.

Se divide en tres provincias : Chiclayo, Lambayeque y Ferreñafe.

Cada provincia es gobernada civilmente por una Municipalidad Provincial , encabezada por un alcalde , elegido por sufragio universal cada cuatro años , quien dirige la política provincial.

■ **Provincia de Chiclayo**

Chiclayo	La Victoria	Pátapo	Puerto Eten
Cayaltí	Lagunas (Mocupe)	Picsi	Reque
Chongoyape	Monsefú	Pimentel	Santa Rosa
Eten	Nueva Arica	Pomalca	Tumán
José Leonardo Ortiz	Oyotún	Pucalá	Zaña

■ **Provincia de Lambayeque**

Motupe	Jayanca	Pacora
Lambayeque	Mochumí	Salas
Chóchope	Mórrope	San José
Íllimo	Olmos	Túcume

■ **Provincia de Ferreñafe**

Ferreñafe
Cañaris
Incahuasi
Mesones Muro
Pítipo
Pueblo Nuevo

1.6. Población

En los censos nacionales 2007 XI de Población y VI de Vivienda, la población total del departamento de Lambayeque, fue de 1 millón 142 mil 757 habitantes (población censada más omitida).

En el periodo intercensal 1993-2007 la población se incremento en 191 mil 915 habitantes, lo que significa un crecimiento de 13 mil habitantes por año.

La tasa de crecimiento promedio anual es 1.3 %, observandose una tendencia decreciente

desde el censo de 1972.

Desde el censo de 1940 hasta el censo 2007 la población total creció en 5.7 veces, es decir, pasó de 199 mil 660 personas en 1940 a 1 millón 142 mil 757 personas en 2007.

1.7. Reseña Histórica de Lambayeque

El origen de la palabra “Lambayeque”, se deriva de las voces aborígenes quechuas “Lambac” y “Yacu”, que se traducen como “agua desabrida”; se cree cierto este nombre, porque la característica del agua del área departamental es, generalmente de sabor salobre o algo salada, y los estudiosos de la lengua mochica o yunga, se creó con profundidad en el origen mochica de este vocablo, desvirtuando categóricamente su origen quechua. Los apuntes revisados del historiador Don Marco Aurelio Caverio dice al respecto al origen de la palabra “Lambayeque”. En este departamento son muy raros los nombres geográficos pertenecientes a la lengua quechua, y no es el río el que, ha dado nombre a esa población, pues cuando el pueblo tuvo ya el nombre de Lambayeque, el río que por aquella población corre era, ya conocido con el de : “Río de Collique”, nombre que recibía de una antigua e importante población por cuyo confines pasaba .

Así aparece en el expediente “Querrela o demanda de juicio”, de los indios caciques y principales contra los encomenderos de la Colonia, desde el callejón de “Huaylas”.^{al} pueblo “Copís” de Olmos, que se formó en 1578, y que fojas mil, conservo original entre mis manuscritos, desde el siglo XVI.

“Los habitantes de Collique que se asentaban en Zaña fueron después reducidos en Chiclayo, y por algún tiempo, éste territorio era conocido con el nombre dual de “Cynto-Collique”, o “Chiclayo-Collique”, hasta que prevaleció el que hoy tiene. Una vez que se extinguió el pueblito de Collique, desapareció también el nombre de su río para cambiarlo con el que hoy lleva de “Lambayeque”; más el nombre antiguo de Lambayeque fue muy conocido con el vocabulario nativo como el de “Ñanpaccllec”; otras voces lo pronunciaban, por lo difícil que es contruir esta voz, como “Lambac-yacu”.

Miguel Cabello de Balboa, un gran cronista en su época, nos ha transmitido la traducción de la fundación de Lambayeque, informando : “En los tiempos remotos llegó a la desembocadura de un río que se conocía con el nombre de “Faquisllanga”, una flotilla de balsas de totora mandada por su poderoso Jefe Naylamp; éste fabricó a media legua de la desembocadura del río, un templo al que llamó “Chot”; en cuyo templo puso un

ídolo de piedra color verde esmeralda que había traído, y al cual denominaba “ Ñampaccllec” que significaba la imagen del mismo Naylamp ”.

Los indígenas de la villa de Eten , que conservan en su mayoría, el antiguo idioma Mochica - yunga , llaman en su pronunciación a Lambayeque, como “Ñampásec”; es un sinónimo que les satisface : “ Ñam”, en la lengua mochica -yunga, significa, “humo”; y “Pasec”, es el nombre que le dan a la “tinaja ”; y desde 1575, comienzan por conocerse con el nombre de “Lambayeque ”. En los documentos oficiales que hemos visto en la biblioteca Nacional.

El cura Carrera de Reque, en su gramática -silabario, “Arte de la lengua Yunga ”, la denomina como “Ñampaccllec”; y el célebre investigador de la lengua mochica - yunga don Enrique Brüning aseguraba que en sus estudios no había sido posible encontrar la palabra Lambayeque . El Antiguo Lambayeque fundado por Naylamp, se encontraba en el sitio que todavía, algunas ruinas, y en sus inmediaciones, se halla precisamente la huaca Chotuna, idéntica con el antiguo templo “Chot”, cuyo nombre se conocía desde 1573.

Creación del Departamento de Lambayeque

- EL 1° de diciembre de 1874 , el gobierno de Manuel Pardo creó el departamento de Lambayeque , desmembrándola de la Libertad , designado a la ciudad de Chiclayo como su capital y a las provincias de Chiclayo y Lambayeque como sus conformantes .
- El 17 de febrero de 1951 , por ley N° 11590 , se creó la provincia de Ferreñafe , desmembrándola de la provincia de Lambayeque e integrada por 6 distritos . Con ello se alcanzó el número de 3 provincias que actualmente tiene el departamento .

1.8. Historia de los Censos en el Perú

Los Censos han existido en todas las civilizaciones del mundo. Cada una de ellas llevaron, de acuerdo a sus costumbres y calendarios, los registros de población y producción, para satisfacer sus necesidades. En Latinoamérica existe una tradición censal que se remonta a épocas anteriores a su independencia. En la Época Pre-Hispánica, los últimos aborígenes realizaban recuentos de su población para fines básicos y de distribución de alimentos. Durante la Época Colonial, también se realizaron Censos, básicamente para

conocer la población indígena con fines tributarios y de evangelización. Posteriormente, el desarrollo de los Censos avanzó de manera irregular en el continente, hasta 1950 en que se introdujeron puntos que permitieron la sistematización y la comparabilidad de los resultados censales. Los Censos en el Perú se enmarcan en tales antecedentes; es decir, hasta la Época Colonial, la cuantificación de la población tiene fines fundamentalmente tributarios. Los Censos Nacionales se registran en un total de 11 Censos de Población y 6 de Vivienda.

- **El Primer Censo de Población** de la Época Republicana, se levantó en 1836 durante el Gobierno del General Don Andrés de Santa Cruz, cuyo resultado indicó una población de 1'873,736 habitantes.
 - **El Segundo Censo de Población** durante la República se efectuó en 1850, en la gestión del primer Gobierno del Mariscal Don Ramón Castilla, obteniéndose una población de 2'001,203 habitantes. Los resultados de los empadronamientos efectuados en los primeros años de la República, además de tener explicables limitaciones de orden técnico, estuvieron afectados por la inestabilidad, o crisis de carácter político y económico imperante en dicha época. Dichos Censos respondían, fundamentalmente, a fines tributarios, siguiendo la tradición colonial, electoral y militar, de acuerdo a las necesidades de la época.
 - **El Tercer Censo de Población** se realizó en 1862 durante el segundo gobierno del Mariscal Ramón Castilla, obteniéndose una población de 2'487,916 habitantes. Este Censo se levantó en virtud a la Ley del Censo y Registro Cívico del 24 de mayo de 1861, que ordenó la ejecución del Censo de Población. Sin embargo, esta ley se ocupó más del Registro Cívico para efectos electorales, que del aspecto propiamente estadístico. Esta Ley también disponía que cada 8 años se levantara un censo y se rectificara cada dos. Los datos solicitados en el censo de 1862 fueron: lugar de nacimiento, sexo, condición civil, profesión, instrucción y pago de contribuciones.
 - **El Cuarto Censo de Población Republicano**, se efectuó en 1876, dispuesto por Don Manuel Prado, empadronándose 2'699,105 habitantes. Se le considera como el más importante del Siglo XIX. Por Ley de 30 de Abril de 1873, se reorganizó el Ministerio de Gobierno, creándose - de acuerdo con el Decreto del 31 de octubre de ese año - la Dirección de Estadística, que entre sus atribuciones
-

específicas, tenía la de levantar el Censo de la República. Las labores preparatorias del cuarto Censo se iniciaron en noviembre de 1875, llamándose a oficiales del Ejército para participar en la operación censal, encontrándose entre ellos el Coronel Francisco Bolognesi, quien tuvo a su cargo el empadronamiento de la provincia de Tarapacá. En este Censo, efectuado el domingo 28 de Mayo de 1876, se solicitaron los siguientes datos: nombres, sexo, edad, religión, estado civil, instrucción, propiedad territorial e industrial. Los datos sobre nacionalidad y profesión u ocupación, que no fueron consignados en el formulario, tuvieron que ser anotados en la columna de observaciones. Las críticas que se hicieron a este censo, estuvieron referidas principalmente a la cédula, a la labor de algunos de los delegados que dejaron de empadronar pueblos y caseríos y a su ejecución en forma muy apresurada y sin la debida organización.

- **El Quinto Censo de Población**, se realizó en 1940, después de 64 años del Censo anterior, durante el primer Gobierno del Dr. Manuel Prado Ugarteche. Su resultado fue un total de 7'023,111 habitantes.
 - **El Sexto Censo de Población**, que se levantó simultáneamente con el Primero de Vivienda y Primer Censo Agropecuario, se realizó en el año de 1961 en cumplimiento de la Ley N° 13248, "Ley de Censos", considerada como Ley Orgánica de los Censos en el Perú. Esta norma dispone que a partir de 1960 los Censos Nacionales de Población y Vivienda deberán levantarse cada 10 años, y los Censos Económicos, Agropecuarios, Industria, Comercial y de Servicios, cada cinco años. Los resultados de estos Censos mostraron una población de 10'420,357 habitantes y 1'985,859 viviendas. La ejecución de estos Censos se caracterizó por su buena organización, un personal técnico debidamente preparado y distribuido a nivel nacional y sobre todo, por la participación dinámica de los maestros y la población en general.
 - **El Séptimo Censo de Población**, que se realizó conjuntamente con el Segundo Censo de Vivienda, se levantó el 4 de Junio de 1972. Los resultados oficiales de estos Censos indicaron que la población total del Perú fue de 14'121,564 habitantes y que se censaron 3'014,844 viviendas.
 - **El Octavo Censo Nacional de Población y el Tercero de Vivienda**, se le-
-

vantaron el 12 de Julio de 1981. Sus resultados definitivos indicaron una población de 17'762,231 habitantes y 3'651,976 viviendas. Las principales variables consideradas en la Cédula Censal de Población fueron: sexo, edad, nivel de instrucción, idioma o dialecto, profesión u oficio y ocupación; mientras que en la Cédula Censal de Viviendas: tipo de viviendas, materiales de construcción, régimen de tenencia, disponibilidad de servicios higiénicos y número de cuartos. En estos Censos, se introdujeron innovaciones metodológicas y de procedimientos en relación a los Censos anteriores, referidas principalmente al uso de muestreo en la recopilación de la información y la utilización del método audiovisual en la capacitación del personal de campo.

- **El Noveno Censo Nacional de Población y el Cuarto de Vivienda**, se levantaron el 11 de Julio de 1993 y arrojó una población de 22'639,443 y 5'099,592 viviendas. La ejecución de dichos Censos se caracterizó por que se establecieron un conjunto de principios básicos que comprometieron la participación ciudadana así como de entidades públicas y privadas. Tales principios estuvieron referidos a : Apoyo Gubernamental, Equilibrio Económico y Financiero, Seguridad Censal, Participación Ciudadana, Máxima Discreción, Versatilidad Estratégica, Costo Mínimo, Comparabilidad y Homogeneidad, Imagen Integradora, Inmediata y Plena Difusión de los Resultados Censales. Estos Censos se realizaron en momentos de crisis social en el país, especialmente motivado por grupos subversivos, por lo que estableció una estrategia especial de ejecución que permitió el normal desarrollo de las tareas relacionadas con el Empadronamiento Nacional. Es necesario precisar que el Gobierno realizó un gran esfuerzo y logró financiar, casi la totalidad del censo, con fondos del Tesoro Público.
 - **El Décimo Censo Nacional de Población y Quinto de Vivienda**, se ejecutaron del 18 de julio al 20 de agosto de 2005 en lo que constituyó el primer Censo de Derecho realizado en el Perú. En esta clase de censo la persona es enumerada en el lugar donde reside habitualmente. Autorizado mediante Decreto Supremo N° 023-2005-PCM durante el gobierno del Presidente Constitucional, Dr. Alejandro Toledo Manrique siendo Jefe del Instituto Nacional de Estadística e Informática, el Sr. Farid Matuk Castro. Los resultados censales dieron una población total de 27
-

millones 219 mil 264 personas donde el 49,95 % son hombres y el 50,05 % mujeres así como 7 millones 271 mil 387 viviendas. Además, el 29,9 % de los habitantes vivía en Lima y Callao y el 70,1 % al interior del país. Esta información se obtuvo luego de 32 días de empadronamiento nacional, 37 días de escaneo y otros 31 días de procesamiento de los datos.

- **Los Censos Nacionales 2007, XI de Población y VI de Vivienda**, se ejecutaron en todo el territorio nacional el día 21 de octubre en el área urbana y del 21 de octubre al 4 de noviembre en el área rural. Declarado por el Gobierno peruano como prioridad nacional a través del Decreto Supremo N° 093-2006-PCM, el cual fue publicado el 27 de diciembre del año 2006 siendo Presidente Constitucional, el Dr. Alan García Pérez y Jefe del Instituto Nacional de Estadística e Informática, el Sr. Renán Quispe Llanos. La población total registrada fue de 28 millones 220 mil 764 habitantes de los cuales 75,9 % habitan en el área urbana y el 24,1 % en el área rural mientras que se observa la existencia de 7 millones 566 mil 142 viviendas. Además, el 30,5 % de la población es menor de 15 años. En esta investigación estadística intervinieron más de 490 mil empadronadores para visitar las viviendas de todo el Perú, así como cerca de 590 mil funcionarios censales tanto en la zona urbana, rural como el empadronamiento especial. Las referencias históricas de los Censos Nacionales de Población y Vivienda se presentan en el cuadro siguiente, que contiene además el incremento poblacional y de viviendas, calculado con los datos de un Censo con respecto al anterior.
-

1.9. Cuadros Estadísticos del Departamento de Lambayeque

1.1 LAMBAYEQUE : POBLACIÓN NOMINALMENTE CENSADA , SEGÚN SEXO Y GRANDES GRUPOS DE EDAD , 1972 , 1981,1993,2005 Y 2007 (Habitantes)

Sexo/grandes grupos de edad	1972		1981		1993		2005		2007	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Total	514 602	100,0	674 442	100,0	920 795	100,0	1 091 535	100,0	1 112 868	100,0
Menor de 15 años	238 556	46,4	287 531	42,6	342 544	37,2	337 267	30,9	340 295	30,6
De 15 a 64 años	259 281	50,4	361 688	53,6	536 673	58,3	686 395	62,9	698 969	62,8
De 65 y mas años	16 765	3,3	25 223	3,7	41 578	4,5	67 873	6,2	73 604	6,6
Hombre	257 944	100,0	332 172	100,0	449 573	100,0	537 632	100,0	541 944	100,0
Menor de 15 años	120 289	46,6	144 931	43,6	173 804	38,7	171 325	31,9	172 770	31,9
De 15 a 64 años	129 071	50,0	174 308	52,5	254 653	56,6	332 401	61,8	332 944	61,4
De 65 y mas años	8 584	3,3	12 933	3,9	21 116	4,7	33 906	6,3	36 230	6,7
Mujer	256 658	100,0	342 270	100,0	471 222	100,0	553 903	100,0	570 924	100,0
Menor de 15 años	118 267	46,1	142 600	41,7	168 740	35,8	165 942	30,0	167 525	29,3
De 15 a 64 años	130 210	50,7	187 380	54,7	282 020	59,8	353 994	63,9	366 025	64,1
De 65 y mas años	8 181	3,2	12 290	3,6	20 462	4,3	33 967	6,1	37 374	6,5

Fuente: INEI-Lambayeque “Resultados Definitivos de los Censos Nacionales ”

1.2 LAMBAYEQUE: POBLACIÓN TOTAL , INCREMENTO Y TASA DE CRECIMIENTO INTERCENSAL

Censos nacionales 1940,1961,1972,1981,1993,2005 y 2007

Censos	Población (habitantes)					Incremento	Tasa de
	Nominalmente censada					intercensal	crecimiento
	Total	Total	Urbana	Rural	No censada	(habitantes) 1/	intercensal a/
09/06/1940	199660	192890	98501	94389	6770	-	-
02/07/1961	353657	342446	211616	130830	11211	153997	2,8
04/06/1972	533266	514602	373990	140612	18664	179609	3,8
12/07/1981	708820	674442	518631	155811	34378	175554	3,2
11/07/1993	950842	920795	709608	211187	30047	242022	2,5
11.0720.08.2005	1122421	1091535	854871	236664	30886	171579	1,4
21/10/2007	1142757	1112868	885234	227634	29889	20336	1,3

1/ Incremento poblacional calculada en base a la población total .

Tasa de crecimiento corresponde al periodo intercensal 1993-2007

Nota: Población total del año 2007 es calculada con Tasa de Omisión Censal de 2,62 %

Fuente: INEI- Lambayeque : “Resultados Definitivos de los Censos Nacionales”.

1.3 LAMBAYEQUE :POBLACIÓN NOMINALMENTE CENSADA URBANA Y RURAL , SEGÚN DISTRITO ,1972,1981,1993 Y 2007 (habitantes)

provincia y	1972		1981		1993		2007	
distrito	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Total	373990	140612	518631	155811	709608	211187	885234	227634
Prov. Chiclayo	296034	39373	409324	36684	566027	51854	708279	49173
Chiclayo	147313	7409	208464	4631	234023	5864	260794	154
Chongoyape	9398	5071	11347	3881	12876	4448	13438	4102
Eten	8929	123	10033	167	10978	217	10419	254
Eten Puerto	2517	-	2465	7	2472	-	2838	-
José L. Ortiz	40496	38	71063	474	118466	967	161110	607
La victoria 1/	-	-	-	-	59047	1202	74779	2920
Lagunas	3296	2347	4175	2367	5434	2719	6548	2803
Monsefú	14247	5241	16726	6397	20609	7377	22165	7958
Nueva Arica	1482	1497	1546	1601	1809	853	1733	687
Oyotún	4072	3664	4274	4061	5075	5377	5518	4436
Pícsi	20350	6289	25990	4214	34962	6332	7689	1253
Pimentel	8474	2509	11470	2986	12468	6056	27759	4587
Reque	5055	1284	6322	1193	7863	1620	9626	2980
Zaña	26884	3901	30306	4674	31427	8699	9408	2605
Santa Rosa	3521	-	5143	31	8518	123	10827	138
Cayaltí 2/	-	-	-	-	-	-	13681	2876
Pátapo 2/	-	-	-	-	-	-	17734	3142
Pomalca 2/	-	-	-	-	-	-	20273	2819
Pucallá 2/	-	-	-	-	-	-	6999	2273
Tumán	-	-	-	-	-	-	25541	2579
Prov. Ferreñafe	23587	24289	39973	30372	50469	41908	51661	44481
Ferreñafe	16190	1314	23245	1406	27544	1341	31777	888
Cañaris	112	6009	113	8244	170	10948	323	12715
Incahuasi	387	8623	226	10032	817	12499	1164	13066
M.A.M.Muro	82	2745	7932	2842	9657	4185	1483	2600
Pitipo	1595	4912	1920	7241	2283	11938	5786	14294
Pueblo Nuevo	5221	686	6537	607	9998	997	11128	918
Prov. Lambayeque	54369	76950	69334	88755	93112	117425	125294	133980
Lambayeque	717951	4481	24713	6071	35042	10048	48273	15113
Chóchoepe	155	669	223	369	246	1219	294	937
Illimo	3406	3986	3693	4759	4416	4556	4699	4408
Jayanca	5701	3380	6308	3545	6770	4911	7282	7760
Mochumí	4134	7561	4866	9039	5981	10647	6963	11080
Mórrope	2181	13435	3316	16325	5341	24561	9050	30124
Motupe	6702	7308	7864	8186	10968	9770	13382	10629
Olmos	4400	13792	5738	16971	7857	23188	9807	26788
Pacora	2045	2378	2482	2948	3187	3135	3599	3196
Salas	1137	9384	1956	9146	1698	11670	3248	9750
San José	3474	1420	4053	1343	5960	1259	10781	1297
Túcume	3083	9156	4122	10053	5656	12461	7916	12898

1/ Distrito creado mediante Ley N° 23926 del 12.09.1984.

2/ Distrito creados por Ley N° 26921 del 29.01.1998.

Fuente: INEI- Lambayeque : “Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 1972,1981,1993,2007”

1.4 LAMBAYEQUE :POBLACIÓN NOMINALMENTE CENSADA , POR SEXO,SEGÚN PROVINCIA Y DISTRITO ,1993 ,2005 Y 2007 (habitantes)

provincia y distrito	1993			2005			2007		
	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer
Total	920795	449573	471222	1091535	537632	553903	1112868	541944	570924
Prov. Chiclayo	617881	298866	319015	738057	360243	377814	757452	365468	391984
Chiclayo	239887	113444	126443	251407	119447	131960	260948	122853	138095
Chongoyape	17324	8801	8523	17758	8989	8769	17540	8860	8680
Eten	11195	5444	5751	11119	5400	5719	10673	5079	5594
Eten Puerto	2472	1326	1146	2395	1142	1253	2238	1073	1165
José L. Ortiz	119433	57282	62151	153472	75145	78327	161717	77987	83730
La victoria	60249	28973	31276	75729	37262	38467	77699	37535	40164
Lagunas	8153	4045	4108	8831	4498	4333	9351	4768	4583
Monsefú	27986	13403	14583	30591	14917	15674	30123	14481	15642
Nueva Arica	2662	1362	1300	2625	1350	1275	2420	1199	1221
Oyotún	10452	5475	4977	10302	5345	4957	9954	5076	4878
Picsi	41294	20897	20397	8346	4530	3816	8942	5019	3923
Pimentel	18524	9222	9302	29622	14528	15094	32346	15832	16514
Reque	9483	4799	4684	12690	6266	6424	12606	6154	6452
Zaña	40126	19907	20219	11972	5999	5973	12013	5968	6045
Santa Rosa	8641	4486	4155	10935	5507	5428	10965	5381	5584
Cayaltí 1/	-	-	-	17224	8603	8621	16557	8213	8344
Pátapo 1/	-	-	-	20874	10455	10419	20876	10388	10488
Pomalca 1/	-	-	-	23134	11470	11664	23092	11313	11779
Pucallá 1/	-	-	-	10113	5062	5051	9272	4601	4671
Tumán	-	-	-	28918	14328	14590	28120	13688	14432
Prov. Ferreñafe	92377	45801	46576	94731	47628	47103	96142	47669	48473
Ferreñafe	28885	13922	14963	32030	15829	16201	32665	15853	16812
Cañaris	11118	5517	5601	12691	6430	6261	13038	6609	6429
Incahuasi	13316	6440	6876	14884	7431	7453	14230	6850	7380
M.A.M.Muro	13842	7129	6713	4211	2239	1972	4083	2142	1941
Pítipo	14221	7323	6898	18466	9460	9006	20080	10265	9815
Pueblo Nuevo	10995	5470	5525	12449	6239	6210	12046	5950	6096
Prov. Lambayeque	210537	104906	105631	258747	129761	128986	259274	128807	130467
Lambayeque	45090	21932	23158	61025	29801	31224	63386	30682	32704
Chóchocpe	1465	787	678	1107	564	543	1231	636	595
Illimo	8972	4483	4489	9578	4857	4721	9107	4568	4539
Jayaunca	11681	5762	5919	14206	7165	7041	15042	7550	7492
Mochumí	16628	8419	8209	19050	9661	9389	18043	9075	8968
Mórrope	29902	15031	14871	38464	19472	18992	39174	19648	19526
Motupe	20738	10374	10364	24532	12392	12140	24011	12073	11938
Olmos	31045	15675	15370	36548	18585	17963	36595	18440	18155
Pacora	6322	3221	3101	7095	3580	3515	6795	3419	3376
Salas	13368	6753	6615	14035	7198	6837	12998	6526	6472
San José	7219	3555	3664	12156	6016	6140	12078	5891	6187
Túcume	18107	8914	9193	20951	10470	10481	20814	10299	10515

1/ Distritos por Ley N°26921 del 29 de Enero de 1998

Fuente: INEI-Lambayeque : " Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 1972,1981,1993,2007"

Censos Nacionales : XI de Población y VI de Vivienda -Sistema de Consulta de Datos con R+SP Xplan

Capítulo 2

Interpolacion Polinomial

2.1. Aproximación Polinomial

Si tenemos un número limitado de puntos tabulados para los cuales se desconoce la función que los define. En estos casos es necesario buscar procedimientos que permitan construir modelos matemáticos, que describan el comportamiento de los puntos tabulados, con el objeto de hacer estimaciones de otros valores que no se encuentran tabulados. Dentro de estas técnicas de aproximación de funciones se encuentran los de interpolación polinómica.

Interpolación :

Si se tiene un conjunto de $(n + 1)$ puntos del plano a los cuales denominaremos $(x_0, y_0), \dots, (x_n, y_n)$ nuestro problema consiste en hallar un polinomio $P(x)$ de grado menor o igual a n , el cual pase por todo los puntos, es decir $P(x_i) = y_i, i = 0, 1, 2, \dots, n$. Además se desea conocer en un punto x_p cualesquiera, diferentes a los ya conocidos, el valor correspondiente para $P(x_p)$

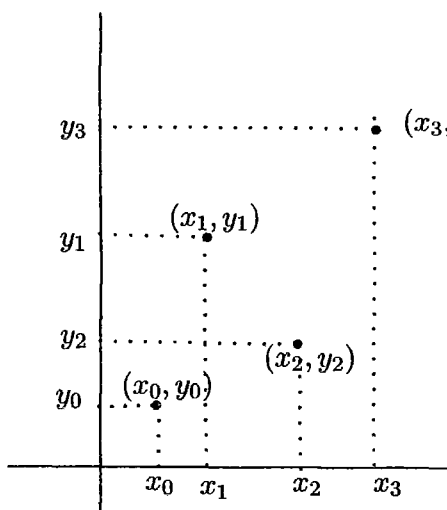


FIG. N°1

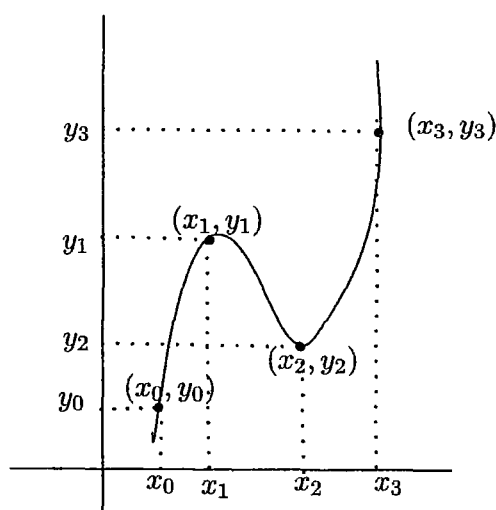


FIG. N°2

En la figura N°2 se observa como el polinomio $P(x)$ pasa por los puntos (x_0, y_0) , (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) .

2.2. Interpolación Polinomial

La interpolación polinómica es un método usado para conocer valores que toma cierta función de la cual sólo se conoce su imagen en un número finito de abscisas.

Una función de interpolación es aquella que pasa a través de puntos dados como datos, los cuales se muestran por medio de una tabla de valores o se toma directamente de una función dada.

Supóngase que se tienen “ $n+1$ ” puntos $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ de la curva $y = f(x)$. Se desea encontrar un polinomio $P_n(x)$ de grado menor o igual que n que pase por estos “ $n+1$ ” puntos:

$$P_n(x_i) = y_i, \quad \forall i$$

Es decir que $P_n(x_i)$ pasa por todos los puntos (x_i, y_i) para $i = 0, 1, \dots, n$. Para construir dicho polinomio, se escoge primero una base de polinomios de la forma

$B = \{1, x, x^2, \dots, x^n\}$. Al conjunto de valores: $x_0 < x_1 < \dots < x_n$ se llama el soporte de la interpolación y el conjunto y_0, y_1, \dots, y_n constituye los puntos para interpolar. El polinomio de interpolación queda como:

$$P_n(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$$

en donde los parámetros a_i ; $i = 0, 1, \dots, n$ se determinan evaluando $P_n(x)$ en cada uno de los valores del soporte e igualándolo al dato correspondiente :

$$\begin{aligned} P_n(x_0) &= a_0 + a_1x_0 + a_2x_0^2 + \dots + a_nx_0^n = y_0 \\ P_n(x_1) &= a_0 + a_1x_1 + a_2x_1^2 + \dots + a_nx_1^n = y_1 \\ &\vdots = \vdots \\ P_n(x_n) &= a_0 + a_1x_n + a_2x_n^2 + \dots + a_nx_n^n = y_n \end{aligned}$$

El sistema anterior representa un conjunto de $n+1$ ecuaciones lineales con $n+1$ incógnitas .Este sistema se puede escribir en forma matricial como :

$$A \cdot X = b \quad ; \text{donde}$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \vdots & & & & \\ 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{bmatrix} ; x = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} ; b = \begin{bmatrix} y_0 \\ y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$$

La matriz de este sistema especial y se denomina como matriz de Vandermonde. Presenta la característica de que su determinante :

$$\det(A) = \prod_{i>j} (X_i - X_j)$$

Es diferente de cero para cualquier soporte que cumpla $x_0 < x_1 < \dots < x_n$ ya que con este caso los valores del soporte son todos distintos .Por lo tanto , la matriz de Vandermonde siempre tiene inversa y el conjunto de coeficientes $\{a_i\}$; $i = 0, 1, 2, \dots, n$ del sistema tiene solución única .

Por ejemplo para $i = 0, 1, 2, 3$.Luego los coeficientes buscados $\{a_0, a_1, a_2, a_3\}$ vienen dados como la solución del siguiente sistema lineal de cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas :

$$\begin{aligned} a_0 + a_1x_0 + a_2x_0^2 + a_3x_0^3 &= y_0 \\ a_0 + a_1x_1 + a_2x_1^2 + a_3x_1^3 &= y_1 \\ a_0 + a_1x_2 + a_2x_2^2 + a_3x_2^3 &= y_2 \\ a_0 + a_1x_3 + a_2x_3^2 + a_3x_3^3 &= y_3 \end{aligned}$$

O equivalente , en forma matricial $Ax = b$ donde

$$A = \begin{bmatrix} 1 & x_0 & x_0^2 & x_0^3 \\ 1 & x_1 & x_1^2 & x_1^3 \\ 1 & x_2 & x_2^2 & x_2^3 \\ 1 & x_3 & x_3^2 & x_3^3 \end{bmatrix}; x = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} \quad y \quad b = \begin{bmatrix} y_0 \\ y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix}$$

El determinante del sistema anterior es de Vandermonde :

$$\det(A) = \begin{vmatrix} 1 & x_0 & x_0^2 & x_0^3 \\ 1 & x_1 & x_1^2 & x_1^3 \\ 1 & x_2 & x_2^2 & x_2^3 \\ 1 & x_3 & x_3^2 & x_3^3 \end{vmatrix} = \prod_{i>j} (x_i - x_j)$$

$$\det(A) = (x_3 - x_2)(x_3 - x_1)(x_3 - x_0)(x_2 - x_1)(x_2 - x_0)(x_1 - x_0)$$

Así , los puntos $\{x_0, x_1, x_2, x_3\}$ son distintos , entonces $\det(A) \neq 0$, por lo que existe una única solución $\{a_0, a_1, a_2, a_3\}$ para cualquier valor de $\{y_0, y_1, y_2, y_3\}$

Ejemplo 2.1. Sean los datos referentes a la demanda de un cierto artículo en función de su precio .El soporte y los datos son los siguientes (no se proporcionan las unidades de cada variable):

Precio	x:	5,6,7,8,9,10	soporte
Demanda	y:	5500,3800,2100,1400,500,0	datos

Solución

Establecemos la siguiente tabla :

X	5	6	7	8	9	10
Y	5500	3800	2100	1400	500	0

Sean los datos referentes :

$$P_n(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n = y_n(x)$$

Para

$$P_n(x_0) = P_n(5) = a_0 + 5a_1 + 5^2a_2 + 5^3a_3 + 5^4a_4 + 5^5a_5 = 5500$$

$$P_n(x_1) = P_n(6) = a_0 + 6a_1 + 6^2a_2 + 6^3a_3 + 6^4a_4 + 6^5a_5 = 3800$$

$$P_n(x_2) = P_n(7) = a_0 + 7a_1 + 7^2a_2 + 7^3a_3 + 7^4a_4 + 7^5a_5 = 2100$$

$$P_n(x_3) = P_n(8) = a_0 + 8a_1 + 8^2a_2 + 8^3a_3 + 8^4a_4 + 8^5a_5 = 1400$$

$$P_n(x_4) = P_n(9) = a_0 + 9a_1 + 9^2a_2 + 9^3a_3 + 9^4a_4 + 9^5a_5 = 500$$

$$P_n(x_5) = P_n(10) = a_0 + 10a_1 + 10^2a_2 + 10^3a_3 + 10^4a_4 + 10^5a_5 = 0$$

El sistema anterior se escribe en forma matricial como:

$$\begin{bmatrix} 1 & 5 & 5^2 & 5^3 & 5^4 & 5^5 \\ 1 & 6 & 6^2 & 6^3 & 6^4 & 6^5 \\ 1 & 7 & 7^2 & 7^3 & 7^4 & 7^5 \\ 1 & 8 & 8^2 & 8^3 & 8^4 & 8^5 \\ 1 & 9 & 9^2 & 9^3 & 9^4 & 9^5 \\ 1 & 10 & 10^2 & 10^3 & 10^4 & 10^5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5500 \\ 3800 \\ 2100 \\ 1400 \\ 500 \\ 0 \end{bmatrix}$$

La inversa de la matriz de Vandemonde es :

$$\begin{bmatrix} 252 & -1050 & 1800 & -1575 & 700 & -126 \\ \frac{-1627}{10} & \frac{8555}{12} & -1265 & 1135 & \frac{-3085}{6} & \frac{1879}{20} \\ \frac{125}{3} & \frac{-1523}{8} & \frac{1048}{3} & \frac{-3863}{12} & 149 & \frac{-665}{24} \\ \frac{-127/24}{24} & \frac{601}{24} & \frac{-569}{12} & \frac{539}{12} & \frac{-511}{24} & \frac{97}{24} \\ \frac{1}{3} & \frac{-13}{8} & \frac{19}{6} & \frac{-37}{12} & \frac{3}{2} & \frac{-7}{24} \\ \frac{-1}{120} & \frac{1}{24} & \frac{-1}{12} & \frac{1}{12} & \frac{-1}{24} & \frac{1}{120} \end{bmatrix}$$

y los coeficientes a_i se calculan por medio del producto

$$a = A^{-1} \cdot b$$

$$\begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 252 & -1050 & 1800 & -1575 & 700 & -126 \\ \frac{-1627}{10} & \frac{8555}{12} & -1265 & 1135 & \frac{-3085}{6} & \frac{1879}{20} \\ \frac{125}{3} & \frac{-1523}{8} & \frac{1048}{3} & \frac{-3863}{12} & 149 & \frac{-665}{24} \\ \frac{-127/24}{24} & \frac{601}{24} & \frac{-569}{12} & \frac{539}{12} & \frac{-511}{24} & \frac{97}{24} \\ \frac{1}{3} & \frac{-13}{8} & \frac{19}{6} & \frac{-37}{12} & \frac{3}{2} & \frac{-7}{24} \\ \frac{-1}{120} & \frac{1}{24} & \frac{-1}{12} & \frac{1}{12} & \frac{-1}{24} & \frac{1}{120} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5500 \\ 3800 \\ 2100 \\ 1400 \\ 500 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -679000 \\ 489650 \\ \frac{-410525}{3} \\ \frac{56150}{3} \\ \frac{-3775}{3} \\ \frac{100}{3} \end{bmatrix}$$

El polinomio correspondiente es :

$$P(x) = -679000 + 489650x - \frac{410525}{3}x^2 + \frac{56150}{3}x^3 - \frac{3775}{3}x^4 + \frac{100}{3}x^5$$

Una tabla de valores de $f(x)$ puede ser vista como un conjunto de puntos en el plano:

$$P_i(x_i, f_i) \text{ donde } f_i = f(x_i)$$

x_i	\cdots	x_{k-1}	x_k	x_{k+1}	\cdots	x_{m-1}	x_m	x_{m+1}	\cdots
f_i	\cdots	f_{k-1}	f_k	f_{k+1}	\cdots	f_{m-1}	f_m	f_{m+1}	\cdots

La tabla de valores x_i, f_i son puntos correspondientes $P_i(x_i, f_i)$ y el polinomio que interpola los puntos consecutivos P_k, P_{k+1}, \dots, P_m es $P_{k,m}(x)$ es equivalente a las ecuaciones de interpolación

$$P_{k,m}(x) = f_k, P_{k,m}(x_{k+1}) = f_{k+1}, \dots, P_{k,m}(x_m) = f_m$$

El polinomio interpolante $P_{k,m}(x)$ tiene a P_k, P_{k+1}, \dots, P_m como sus puntos interpolados y a x_k, x_{k+1}, \dots, x_m como sus nodos interpolados .

2.3. Interpolación de Lagrange

Definición 2.1. Sean $(n + 1)$ puntos $x_0, x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ todos diferentes entre si , definimos inicialmente una expresión polinomial de la siguiente forma :

$$g_i(x) = (x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) \cdots (x - x_{i-1})(x - x_{i+1}) \cdots (x - x_n) = \prod_{j=0, j \neq i}^n (x - x_j)$$

podemos observar que dicha expresión es evidente diferente de cero en el punto x_i

$$g_i(x_i) = (x_i - x_0)(x_i - x_1)(x_i - x_2) \cdots (x_i - x_{i-1})(x_i - x_{i+1}) \cdots (x_i - x_n) = \prod_{j=0, j \neq i}^n (x_i - x_j) \quad i \neq j$$

consideremos además

$$L_i(x) = \frac{g_i(x)}{g_i(x_i)} = \frac{\prod_{j=0, j \neq i}^n (x - x_j)}{\prod_{j=0, j \neq i}^n (x_i - x_j)} \quad i \neq j$$

Observación 2.1.

$$L_i(x_j) = \begin{cases} 1 & , si \ i = j \\ 0 & , si \ i \neq j \end{cases}$$

Luego el polinomio interpolante de Lagrange queda definido por :

$$P(x) = \sum_{i=0}^n y_i L_i(x)$$

Teorema 2.1. *Dados $(n + 1)$ puntos (x_j, y_j) distintos $j = 0, 1, 2, \dots, n$ entonces existe y es único el polinomio de grado menor o igual a n tal que :*

$$P(x_j) = y_j \quad , \quad j = 0, 1, 2, \dots, n$$

Demostración.

Procedemos a construir el polinomio $P(x)$ y a probar su unicidad previamente determinaremos las funciones

$$L_i(x) = c(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) \cdots (x - x_{i-1})(x - x_{i+1}) \cdots (x - x_n); \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (*_1)$$

$L_i(x)$ es tal que :

$$\begin{cases} L_i(x_j) = 1 & , \text{ si } i = j \\ L_i(x_j) = 0 & , \text{ si } i \neq j \end{cases}$$

si definimos la constante c por :

$$c = [(x_i - x_0)(x_i - x_1)(x_i - x_2) \cdots (x_i - x_{i-1})(x_i - x_{i+1}) \cdots (x_i - x_n)]^{-1} \quad (*_2)$$

Si reemplazamos $(*_1)$ en $(*_2)$ se tiene :

$$L_i(x) = \frac{(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) \cdots (x - x_{i-1})(x - x_{i+1}) \cdots (x - x_n)}{(x_i - x_0)(x_i - x_1)(x_i - x_2) \cdots (x_i - x_{i-1})(x_i - x_{i+1}) \cdots (x_i - x_n)}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, n$$

$$L_i(x) = \frac{\prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n (x - x_j)}{\prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n (x_i - x_j)} = \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n \frac{(x - x_j)}{(x_i - x_j)} \quad i = 0, 1, 2, \dots, n$$

$$\text{Definamos ahora } P(x) = \sum_0^n y_i L_i(x) \quad i = 0, 1, 2, \dots, n$$

$$P(x_j) = y_0 L_0(x_j) + y_1 L_1(x_j) + y_2 L_2(x_j) + \cdots + y_j L_j(x_j) + \cdots + y_n L_n(x_j)$$

$$P(x_j) = y_0(0) + y_1(0) + y_2(0) + \cdots + y_j(1) + \cdots + y_n L_n(x_j)$$

$$P(x_j) = y_j \quad j = 0, 1, 2, \dots, n$$

Unicidad : Supongamos que $Q(x)$ es otro polinomio de grado menor o igual que n . Tal que $Q(x_i) = y_i \quad i = 0, 1, 2, \dots, n$. Sea $R(x) = P(x) - Q(x)$. Luego $R(x)$ es un polinomio de grado menor o igual que n y además

$$\begin{aligned} R(x_i) &= P(x_i) - Q(x_i) \\ &= y_i - y_i \\ \longrightarrow R(x_i) &= 0, \quad \forall i = 0, 1, \dots, n \\ \longrightarrow P(x) &= Q(x) \\ &\longrightarrow P(x) \text{ es } \text{único} \end{aligned}$$

Observación 2.2.

- Si tenemos un determinado número de puntos y luego agregamos un punto o más las funciones $L_i(x)$ deben construirse nuevamente.
- El siguiente teorema del error del polinomio de Lagrange muestra que en el caso de la aproximación de la función $f(x)$ por el polinomio de Lagrange, que x debería estar cercano de algún punto de interpolación es decir para $x \in [a, b]$.

Ejemplo 2.2. Dado los siguientes valores

x	1.5	2	3
f(x)=y	0.405465	0.693147	1.0986123

Con tres puntos se puede construir el polinomio de Lagrange de grado menor o igual a 2 :

$$P_2(x) = f(x_0)L_0(x) + f(x_1)L_1(x) + f(x_2)L_2(x)$$

Donde :

$$L_0(x) = \frac{(x - x_1)(x - x_2)}{(x_0 - x_1)(x_0 - x_2)} = \frac{(x - 2)(x - 3)}{(-0.5)(-1.5)} = \frac{4}{3}(x - 2)(x - 3)$$

$$L_1(x) = \frac{(x - x_0)(x - x_2)}{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2)} = \frac{(x - 1.5)(x - 3)}{(0.5)(-1)} = -2(x - 1.5)(x - 3)$$

$$L_2(x) = \frac{(x - x_0)(x - x_1)}{(x_2 - x_0)(x_2 - x_1)} = \frac{(x - 1.5)(x - 2)}{(1.5)(1)} = \frac{2}{3}(x - 1.5)(x - 2)$$

Entonces :

$$P_2(x) = (0.405465)\left(\frac{4}{3}\right)(x-2)(x-3) - 2(0.693147)(x-1.5)(x-3) + \left(\frac{2}{3}\right)(1.0986123)(x-1.5)(x-2)$$

$$P_2(x) = -0.1132658 x^2 + 0.9717943 x - 0.7973784$$

Ejemplo 2.3. Dado los siguientes valores:

x	2	2.5	4
f(x)	0.5	0.4	0.25

Hallar el polinomio interpolante que pase por estos puntos ; luego establecer el valor aproximado de $f(3)$

Solución

Aplicando interpolación de Lagrange , tenemos:

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^2 f(x_k)L_{2,k} &= f(x_0)L_{2,0}(x) + f(x_1)L_{2,1}(x) + f(x_2)L_{2,2}(x) \\ &= (0.5) \frac{(x-2)(x-4)}{(2-2 \cdot 5)(2-4)} + (0.4) \frac{(x-2 \cdot 5)(x-4)}{(2 \cdot 5-2)(2 \cdot 5-4)} + (0.25) \frac{(x-2)(x-2 \cdot 5)}{(4-2)(4-2 \cdot 5)} \\ &= 0.05x^2 - 0.425x + 1.15 \end{aligned}$$

Una aproximación a $f(3) = \frac{1}{3}$

$$f(3) = p(3) \approx 0.325$$

Teorema 2.2. Sean $x_0, x_1, \dots, x_n, (n+1)$ puntos distintos en el intervalo $[a, b]$ y $f \in C_{[a,b]}^{(n+1)}$ Entonces :

$$f(x) = P_n(x) + R_n(x)$$

donde $P_n(x) = \sum_{j=0}^n f(x_j)L_j(x)$ polinomio de interpolación de Lagrange y

$$R_n(x) = \frac{f^{(n+1)}(\epsilon(x))}{(n+1)!} \prod_{i=0}^n (x - x_i), \text{ con } \epsilon(x) \in (a, b)$$

para cada $x \in [a, b]$

Demostración.

Debemos de probar que $\forall x \in [a, b]$,

$$f(x) - P_n(x) = \frac{f^{(n+1)}(\epsilon(x))}{(n+1)!} (x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) \cdots (x - x_n) = R_n(x)$$

si $x = x_i$; $i = 0, 1, 2, \dots, n$ es decir es uno de los puntos de interpolación , entonces $R_n(x) = 0$ y $f(x_i) = P_n(x_i)$ lo que es cierto .

Sea $x \in [a, b]$, pero $x \neq x_i$, $i = 0, 1, 2, \dots, n$ construimos una función :

$$F(t) = f(t) - P_n(t) - C \prod_{i=0}^n (t - x_i)$$

donde

$$C = \frac{f(x) - P_n(x)}{\prod_{i=0}^n (x - x_i)}$$

si $t=x$

$$F(x) = f(x) - P_n(x) - \frac{f(x) - P_n(x) \prod_{i=0}^n (x - x_i)}{\prod_{i=0}^n (x - x_i)} = 0$$

$$F(x) = f(x) - P_n(x) - \frac{[f(x) - P_n(x)](x-x_0)(x-x_1)(x-x_2)\cdots(x-x_n)}{(x-x_0)(x-x_1)(x-x_2)\cdots(x-x_n)}$$

$$F(x) = f(x) - P_n(x) - f(x) + P_n(x)$$

$$F(x) = 0$$

lo mismo para $t = x_0$

$$F(x_0) = f(x_0) - P_n(x_0) - \frac{[f(x) - P_n(x)](x_0-x_0)(x_0-x_1)(x_0-x_2)\cdots(x_0-x_n)}{(x-x_0)(x-x_1)(x-x_2)\cdots(x-x_n)}$$

$$F(x_0) = f(x_0) - P_n(x_0)$$

$$F(x_0) = 0$$

Si $t = x_1$

$$F(x_1) = f(x_1) - P_n(x_1) - \frac{[f(x) - P_n(x)](x_1-x_0)(x_1-x_1)(x_1-x_2)\cdots(x_1-x_n)}{(x-x_0)(x-x_1)(x-x_2)\cdots(x-x_n)}$$

$$F(x_1) = f(x_1) - P_n(x_1)$$

$$F(x_1) = 0$$

\vdots

si $t = x_n$

$$F(x_n) = f(x_n) - P_n(x_n) - \frac{[f(x) - P_n(x)](x_n-x_0)(x_n-x_1)(x_n-x_2)\cdots(x_n-x_n)}{(x-x_0)(x-x_1)(x-x_2)\cdots(x-x_n)}$$

$$F(x_n) = f(x_n) - P_n(x_n)$$

$$F(x_n) = 0$$

vemos que para $t = x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$, $F(t) = 0$, es decir, la función $F(t)$ tiene al menos $(n+2)$ -ceros distintos en $[a, b]$. Aplicando el teorema de Rolle, podemos afirmar que :

- La primera derivada $F'(t)$ debe tener por lo menos $(n+1)$ -ceros
- La segunda derivada $F''(t)$ debe tener no menos de n ceros

- La derivada de orden $(n+1)$, $F^{n+1}(t)$ debe tener por lo menos un cero.

Sea $\epsilon(x)$ tal cero.

Entonces, derivando $(n+1)$ veces:

$$F^{(n+1)}(t) = f^{(n+1)}(t) - P_n^{(n+1)}(t) - C \frac{d^{n+1}}{dt^{n+1}} \prod_{i=0}^n (t - x_i)$$

tomando $t = \epsilon(x)$, se tiene que:

$$0 = F^{(n+1)}(t) = C_n^{(n+1)}(\epsilon(x)) - c(n+1)$$

y de aquí $C = \frac{f^{(n+1)}(\epsilon(x))}{(n+1)!}$

y como:

$$f(x) - P_n(x) = C \prod_{i=0}^n (x - x_i)$$

se tiene que:

$$f(x) - P_n(x) = \frac{f^{(n+1)}(\epsilon(x))}{(n+1)!} \prod_{i=0}^n (x - x_i)$$

Ejemplo 2.4. Dada la siguiente tabla:

x	1	2	3	4	5
f(x)	-5	28	137	394	895

hallar aproximaciones a $f(3.5)$

- Como 3.5 esta entre 3 y 4 el polinomio utilizará $x_0 = 3$ y $x_1 = 4$

$$P_1(x) = \frac{x - x_1}{x_0 - x_1} f(x_0) + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} f(x_1)$$

$$P_1(3.5) = \frac{(3.5 - 4)}{3 - 4} (137) + \frac{(3.5 - 3)}{4 - 3} (394) = 265.5$$

- Ahora asumimos: $x_0 = 3$; $x_1 = 4$ y $x_2 = 5$

$$P_2(x) = \frac{(x - x_1)(x - x_2)}{(x_0 - x_1)(x_0 - x_2)} f(x_0) + \frac{(x - x_0)(x - x_2)}{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2)} f(x_1) + \frac{(x - x_0)(x - x_1)}{(x_2 - x_0)(x_2 - x_1)} f(x_2)$$

$$P_2(3.5) = \frac{(3.5 - 4)(3.5 - 5)}{(3 - 4)(3 - 5)} (137) + \frac{(3.5 - 3)(3.5 - 5)}{(4 - 3)(4 - 5)} (394) + \frac{(3.5 - 3)(3.5 - 4)}{(5 - 3)(5 - 4)} (895)$$

$$P_2(3.5) = 235$$

- Ahora asumimos: $x_0 = 2$; $x_1 = 3$; $x_2 = 4$ y $x_3 = 5$

$$\begin{aligned}
 P_3(x) &= \frac{(x-x_1)(x-x_2)(x-x_3)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)(x_0-x_3)}f(x_0) + \frac{(x-x_0)(x-x_2)(x-x_3)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)(x_1-x_3)}f(x_1) + \\
 &\quad \frac{(x-x_0)(x-x_1)(x-x_3)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)(x_2-x_3)}f(x_2) + \frac{(x-x_0)(x-x_1)(x-x_2)}{(x_3-x_0)(x_3-x_1)(x_3-x_2)}f(x_3) \\
 P_3(3 \cdot 5) &= \frac{(3 \cdot 5 - 3)(3 \cdot 5 - 4)(3 \cdot 5 - 5)}{(2 - 3)(2 - 4)(2 - 5)}(28) + \frac{(3 \cdot 5 - 2)(3 \cdot 5 - 4)(3 \cdot 5 - 5)}{(3 - 2)(3 - 4)(3 - 5)}(137) + \\
 &\quad \frac{(3 \cdot 5 - 2)(3 \cdot 5 - 3)(3 \cdot 5 - 5)}{(4 - 2)(4 - 3)(4 - 5)}(394) + \frac{(3 \cdot 5 - 2)(3 \cdot 5 - 3)(3 \cdot 5 - 4)}{(5 - 2)(5 - 3)(5 - 4)}(985) \\
 P_3(3 \cdot 5) &= 241
 \end{aligned}$$

- Ahora asumimos: $x_0 = 1$; $x_1 = 2$; $x_2 = 3$; $x_3 = 4$ y $x_4 = 5$

$$\begin{aligned}
 P_4(x) &= \frac{(x-x_1)(x-x_2)(x-x_3)(x-x_4)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)(x_0-x_3)(x_0-x_4)}f(x_0) + \frac{(x-x_0)(x-x_2)(x-x_3)(x-x_4)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)(x_1-x_3)(x_1-x_4)}f(x_1) + \\
 &\quad \frac{(x-x_0)(x-x_1)(x-x_3)(x-x_4)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)(x_2-x_3)(x_2-x_4)}f(x_2) + \frac{(x-x_0)(x-x_1)(x-x_2)(x-x_4)}{(x_3-x_0)(x_3-x_1)(x_3-x_2)(x_3-x_4)}f(x_3) + \\
 &\quad \frac{(x-x_0)(x-x_1)(x-x_2)(x-x_3)}{(x_4-x_0)(x_4-x_1)(x_4-x_2)(x_4-x_3)}f(x_4) \\
 P_4(3 \cdot 5) &= \frac{(3 \cdot 5 - 2)(3 \cdot 5 - 3)(3 \cdot 5 - 4)(3 \cdot 5 - 5)}{(1 - 2)(1 - 3)(1 - 4)(1 - 5)}(-5) + \frac{(3 \cdot 5 - 1)(3 \cdot 5 - 3)(3 \cdot 5 - 4)(3 \cdot 5 - 5)}{(2 - 1)(2 - 3)(2 - 4)(2 - 5)}(28) + \\
 &\quad \frac{(3 \cdot 5 - 1)(3 \cdot 5 - 2)(3 \cdot 5 - 3)(3 \cdot 5 - 5)}{(3 - 1)(3 - 2)(3 - 4)(3 - 5)}(137) + \frac{(3 \cdot 5 - 1)(3 \cdot 5 - 2)(3 \cdot 5 - 3)(3 \cdot 5 - 5)}{(4 - 1)(4 - 2)(4 - 3)(4 - 5)}(394) \\
 &\quad \frac{(3 \cdot 5 - 1)(3 \cdot 5 - 2)(3 \cdot 5 - 3)(3 \cdot 5 - 4)}{(5 - 1)(5 - 2)(5 - 3)(5 - 4)}(394) \\
 P_4(3 \cdot 5) &= 241.5625
 \end{aligned}$$

Los valores asumidos en la tabla dada es :

$$f(x) = x^4 + 2x^3 + x^2 + x - 10 \quad y \quad f(3 \cdot 5) = 241 \cdot 5625$$

se puede apreciar que:

$$\begin{aligned}
 |P_1(3 \cdot 5) - f(3 \cdot 5)| &= 23.9375 \\
 |P_2(3 \cdot 5) - f(3 \cdot 5)| &= 6.5625 \\
 |P_3(3 \cdot 5) - f(3 \cdot 5)| &= 0.5625 \\
 |P_4(3 \cdot 5) - f(3 \cdot 5)| &= 0
 \end{aligned}$$

Se observa que $P_4(3 \cdot 5)$ es la aproximación más exacta, pero no se conociera el valor real de $f(3 \cdot 5)$, se podría haber asumido cualquier otro $P(x)$; por eso es necesario asumir todos los valores que se dan en las tablas referenciales para llegar a una mayor aproximación del valor que queremos hallar .

2.4. Interpolación por Diferencias Divididas

Consideremos que $P_n(x)$ es el n -ésimo polinomio de Lagrange que concuerda con la función f en los números distintos x_0, x_1, \dots, x_n . Las Diferencias Divididas de f respecto x_0, x_1, \dots, x_n se usan para expresar $P_n(x)$ en la forma :

$$P_n(x) = a_0 + (x - x_0)a_1 + \dots + (x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1})a_n \quad \dots \dots \quad (2.1)$$

para las constantes apropiadas a_0, a_1, \dots, a_n .

Esta ecuación se escribe con x igual a x_0, x_1, \dots, x_n en sucesión con lo que se obtiene :

$$x = x_0 : P_n(x_0) = a_0$$

$$x = x_1 : P_n(x_1) = a_0 + (x_1 - x_0)a_1$$

$$x = x_2 : P_n(x_2) = a_0 + (x_2 - x_0)a_1 + (x_2 - x_0)(x_2 - x_1)a_2$$

\vdots

$$x = x_n : P_n(x) = a_0 + (x - x_0)a_1 + \dots + (x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1})a_n$$

Se escogen de modo que $P_n(x) = f(x)$ en los $n+1$ puntos conocidos

$(x_i, f(x_i))$, $i = 0, 1, \dots, n$, entonces $P_n(x)$ ha de ser un polinomio de interpolación .

Si el $P_n(x_i)$ en cada ecuación se reemplaza por $f(x_i)$, se obtiene un sistema triangular y cada a_i puede calcularse a su vez ; entonces al evaluar $P_n(x)$ en x_0 queda solo el término constante a_0 ; es decir:

$$a_0 = P_n(x_0) = f(x_0)$$

Cuando se evalúa $P(x)$ en x_1 , los únicos términos no cero en la evaluación de $P_n(x_1)$ son los términos constantes y lineal ,

$$f(x_0) + a_1(x_1 - x_0) = P_n(x_1) = f(x_1);$$

así que :

$$a_1 = \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} \quad (2.2)$$

De manera similar , se evalúa $P(x)$ en x_2 ; entonces :

$$f(x_0) + a_1(x_1 - x_0) + (x_2 - x_0)(x_2 - x_1)a_2 = P_n(x_2) = f(x_2)$$

donde:

$$a_2 = \frac{\frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1} - \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}}{x_2 - x_0}$$

Puede demostrarse de manera semejante que cada $P_n(x)$ es igual a $f(x_i)$; si $a_i = f[x_0, x_1, \dots, x_i]$.

Ahora es necesario presentar la notación de diferencias divididas. La diferencia dividida cero de la función f respecto a x_i , que se denota como $f[x_i]$, es simplemente el valor de f en x_i :

$$f[x_i] = f(x_i)$$

El resto de las diferencias divididas se definen en forma inductiva. La primera diferencia dividida de f respecto a x_i y x_{i+1} se denota $f[x_i, x_{i+1}]$ y se denota así:

$$f[x_i, x_{i+1}] = \frac{f[x_{i+1}] - f[x_i]}{x_{i+1} - x_i}$$

La segunda diferencia dividida $f[x_i, x_{i+1}, x_{i+2}]$ se define como sigue :

$$f[x_i, x_{i+1}, x_{i+2}] = \frac{f[x_{i+1}, x_{i+2}] - f[x_i, x_{i+1}]}{x_{i+2} - x_i}$$

En forma análoga, después de determinar los primeros $(k-1)$ diferencias divididas, $f[x_i, x_{i+1}, x_{i+2}, \dots, x_{i+k-1}]$ y $f[x_{i+1}, x_{i+2}, \dots, x_{i+k-1}, x_{i+k}]$ la k -ésima diferencia dividida relativa a $x_i, x_{i+1}, x_{i+2}, \dots, x_{i+k}$ está dada por :

$$f[x_i, x_{i+1}, \dots, x_{i+k-1}, x_{i+k}] = \frac{f[x_{i+1}, x_{i+2}, \dots, x_{i+k}] - f[x_i, x_{i+1}, \dots, x_{i+k-1}]}{x_{i+k} - x_i}$$

Con esta notación, podemos reexpresar la ecuación (2.2) como $a_1 = f[x_0, x_1]$ y el polinomio interpolante de la ecuación (2.1) es:

$$P_n(x) = f[x_0] + f[x_0, x_1](x - x_0) + a_2(x - x_0)(x - x_1) + \dots + a_n(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1})$$

Como cabe suponer tras evaluar a_0 y a_1 , las constantes requeridas son :

$$a_k = f[x_0, x_1, x_2, \dots, x_k]; \text{ para cada } k = 0, 1, \dots, n.$$

Por tanto, podemos reescribir $P_n(x)$ como :

$$P_n(x) = f[x_0] + \sum_{k=0}^n f[x_0, x_1, x_2, \dots, x_k](x - x_0) \dots (x - x_{k-1})$$

Representación gráfica de las diferencias divididas para $i = 0, \dots, 5$

x	f(x)	primeras diferencias divididas	Segundas diferencias divididas	Terceras diferencias divididas
x_0	$f[x_0]$			
		$f[x_0, x_1] = \frac{f[x_1] - f[x_0]}{x_1 - x_0}$		
x_1	$f[x_1]$		$f[x_0, x_1, x_2] = \frac{f[x_1, x_2] - f[x_0, x_1]}{x_2 - x_0}$	
		$f[x_1, x_2] = \frac{f[x_2] - f[x_1]}{x_2 - x_1}$		$f[x_0, x_1, x_2, x_3] = \frac{f[x_1, x_2, x_3] - f[x_0, x_1, x_2]}{x_3 - x_0}$
x_2	$f[x_2]$		$f[x_1, x_2, x_3] = \frac{f[x_2, x_3] - f[x_1, x_2]}{x_3 - x_1}$	
		$f[x_2, x_3] = \frac{f[x_3] - f[x_2]}{x_3 - x_2}$		$f[x_1, x_2, x_3, x_4] = \frac{f[x_2, x_3, x_4] - f[x_1, x_2, x_3]}{x_4 - x_1}$
x_3	$f[x_3]$		$f[x_2, x_3, x_4] = \frac{f[x_3, x_4] - f[x_2, x_3]}{x_4 - x_2}$	
		$f[x_3, x_4] = \frac{f[x_4] - f[x_3]}{x_4 - x_3}$		$f[x_2, x_3, x_4, x_5] = \frac{f[x_3, x_4, x_5] - f[x_2, x_3, x_4]}{x_5 - x_2}$
x_4	$f[x_4]$		$f[x_3, x_4, x_5] = \frac{f[x_4, x_5] - f[x_3, x_4]}{x_5 - x_3}$	
		$f[x_4, x_5] = \frac{f[x_5] - f[x_4]}{x_5 - x_4}$		
x_5	$f[x_5]$			

En esta tabla se tiene que construir las cuartas y quintas diferencias divididas.

Ejemplo 2.5. Dado los siguientes valores.

x	0	5	15	30
f(x)	63	89	173	429

Establecemos

x	f[x]	f[x,x]	f[x,x,x]	f[x,x,x,x]
$x_0=0$	$f[x_0]=63$			
$x_1=5$	$f[x_1]=89$	$f[x_0, x_1]=5.2$		
$x_2=15$	$f[x_2]=173$	$f[x_1, x_2]=8.4$	$f[x_0, x_1, x_2]=0.213$	
$x_3=30$	$f[x_3]=429$	$f[x_2, x_3]=17.0667$	$f[x_1, x_2, x_3]=0.3466$	$f[x_0, x_1, x_2, x_3]=0.00445$

Entonces :

$$P(x)=f(x)= f[x_0] + f[x_1, x_0](x - x_0) + f[x_2, x_1, x_0](x - x_0)(x - x_1) + f[x_3, x_2, x_1, x_0](x - x_0)(x - x_1)(x - x_2)$$

$$P(x)=f(x)= 0.00445x^3 + 0.124x^2 + 4.46875x + 63$$

Teorema 2.3. Si $f(x) \in C^n_{[a,b]}$, con x_0, x_1, \dots, x_n son números distintos en $[a, b]$. entonces existe un número $\xi \in]a, b[$ con, :

$$f[x_0, x_1, \dots, x_n] = \frac{f^n(\xi)}{n!}$$

Demostración.

Sea

$$g(x) = f(x) - P_n(x)$$

puesto que $f(x_i) = P_n(x_i)$ para cada $i = 1, 2, \dots, n$, la función g tiene $n + 1$ ceros distintos en $[a, b]$. Conforme al teorema generalizado de Rolle, existe en (a, b) un número ξ con $g^n(\xi) = 0$, tal que

$$0 = f^n(\xi) - P_n^n(\xi)$$

Por ser $P_n(x)$ un polinomio de grado n cuyo coeficiente principal es $f[x_0, x_1, \dots, x_n]$,

$$P_n^n(x) = n!f[x_0, x_1, \dots, x_n]$$

para todo los valores de x . En consecuencia,

$$f[x_0, x_1, \dots, x_n] = \frac{f^n(\xi)}{n!}$$

Ejemplo 2.6. Sea la función : $f(x) = \sin x$

en la siguiente tabla se muestran algunos de sus valores

i	0	1	2	3
x_i	0.1	0.5	0.9	1.3
$f(x_i)$	0.099833	0.47942553	0.7833269	0.96355818

Estimar $f(0.3)$ en (0.3) , por medio de un polinomio de grado 2

Solución

El polinomio de Newton de grado dos estará dado por :

$$P_2(x) = \sum_{i=0}^2 f[x_0, \dots, x_i] \prod_{j=0}^i (x - x_j)$$

hallaremos las diferencias divididas que intervienen en la construcción del polinomio :

$$f[x_0] = f(x_0) = 0.099833$$

$$f[x_0, x_1] = \frac{f[x_1] - f[x_0]}{x_1 - x_0} = 0.948981$$

$$f[x_1, x_2] = \frac{f[x_2] - f[x_1]}{x_2 - x_1} = 0.759753$$

$$f[x_2, x_3] = \frac{f[x_3] - f[x_2]}{x_3 - x_2} = 0.4505781895$$

$$f[x_0, x_1, x_2] = \frac{f[x_1, x_2] - f[x_0, x_1]}{x_2 - x_0} = -0.2365349312$$

$$f[x_1, x_2, x_3] = \frac{f[x_2, x_3] - f[x_1, x_2]}{x_3 - x_1} = -0.3864685131$$

$$f[x_0, x_1, x_2, x_3] = \frac{f[x_1, x_2, x_3] - f[x_0, x_1, x_2]}{x_3 - x_0} = -0.124945059$$

por lo tanto el polinomio de Newton es

$$P_2(x) = \sum_{i=0}^2 f[x_0, \dots, x_i] \prod_{j=0}^{i-1} (x - x_j) = 0.099833 + 0.948981(x - 0.1) - 0.2365349312(x - 0.1)(x - 0.5)$$

La tabla de diferencias divididas será :

i	X_i	$f[x]$	$f[x, x]$	$f[x, x, x]$	$f[x, x, x, x]$
0	0.1	0.099833			
			0.948981		
1	0.5	0.47942553		-0.2365349312	
			0.759758		-0.1249450599
2	0.9	0.7833269		-0.3864685131	
			0.4505781895		
3	1.3	0.96355818			

El valor estimado es $f(0.3) \simeq P_2(0.3) = 0.2990906668$ y

El valor exacto es $f(0.3) = 0.2955202067$

El error aproximado es :

$$\text{Error} = f[x_0, x_1, x_2, x_3] \prod_{j=0}^2 (x - x_j) = 2.998681438 \times 10^{-3} < 5 \times 10^{-3}$$

2.5. Matlab

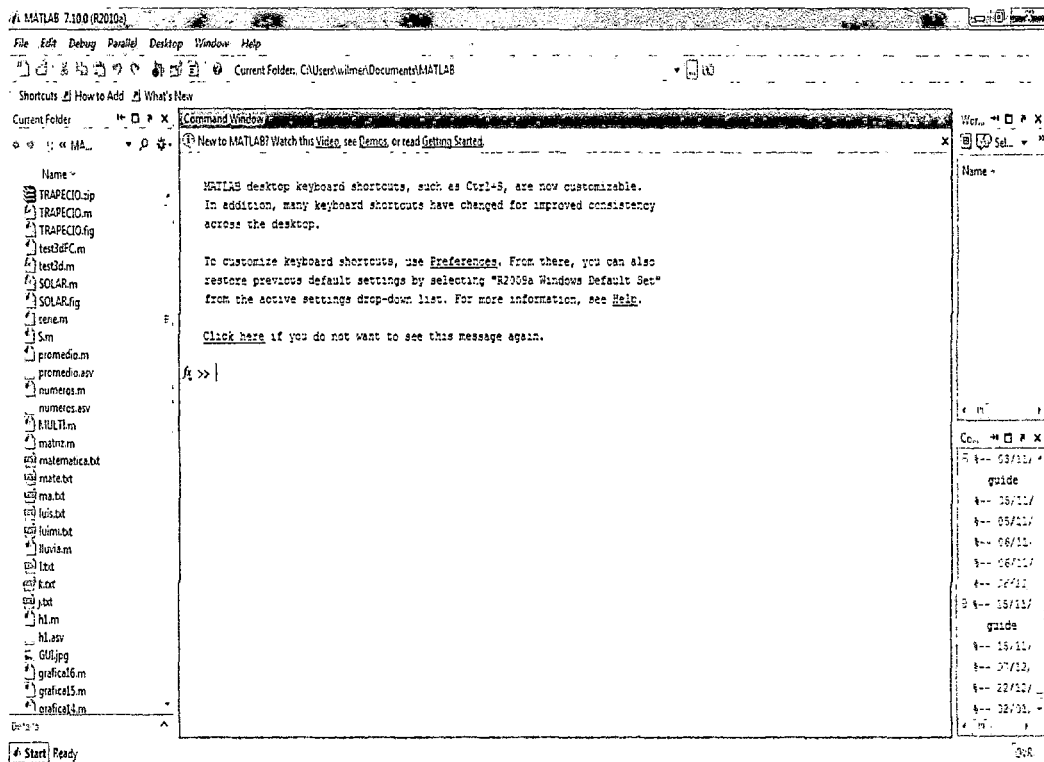
MATLAB es un lenguaje de alto nivel y un entorno interactivo para el cálculo numérico, la visualización y la programación. Mediante MATLAB, es posible analizar datos, desarrollar algoritmos y crear modelos o aplicaciones. El lenguaje, las herramientas y las funciones matemáticas incorporadas permiten explorar diversos enfoques y llegar a una solución antes que con hojas de cálculo o lenguajes de programación tradicionales, como pueden ser C/C++ o JavaT M

MATLAB se puede utilizar en una gran variedad de aplicaciones, tales como procesamiento de señales y comunicaciones, procesamiento de imagen y vídeo, sistemas de control, pruebas y medidas, enseñanzas computacionales y biología computacional. Más de un millón de ingenieros y científicos de la industria y la educación utilizan MATLAB, el lenguaje del cálculo técnico.

En el Cálculo numérico

MATLAB proporciona una serie de métodos de cálculo numérico para analizar datos, desarrollar algoritmos y crear modelos. El lenguaje de MATLAB incluye funciones matemáticas que permiten las operaciones científicas y de ingeniería habituales. Las funciones matemáticas principales utilizan librerías optimizadas por procesador aun de permitir una ejecución rápida de los cálculos de vectores y matrices. Entre los métodos disponibles se encuentran:

- Interpolación y regresión
 - Diferenciación e integración
 - Sistemas lineales de ecuaciones
 - Análisis de Fourier
 - Valores propios y valores singulares
 - Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO)
-



Capítulo 3

Estimaciones del Crecimiento Poblacional

3.1. Interpolaciones utilizando el Método de Lagrange y Diferencias Divididas

En esta sección hallaremos los polinomios de la población nominalmente censada según sexo y grandes grupos de edad durante los años 1981,1993,2005 y 2007 ,utilizando el método de interpolación de Lagrange y diferencias divididas; siendo posible obtener estimaciones razonables de la población en los años no censados en una serie de tiempo desarrollandose en forma manual y utilizando el software Matlab.

También se puede realizar aproximaciones en un futuro cercano.

Se toma como referencia el siguiente cuadro.

LAMBAYEQUE: Población nominalmente censada , según sexo y grandes grupos de edad: 1981,1993,2005 y 2007

Sexo/ grandes grupos de edad	1981 Total	1993 Total	2005 Total	2007 Total
TOTAL	674442	920795	1091535	1112868
Menor de 15 años	287531	342544	337267	430295
De 15 a 64 años	361688	536673	686395	698969
De 65 y más años	25223	41578	67873	73604
HOMBRE	332172	449573	537632	541944
Menor de 15 años	144931	173804	171325	172770
De 15 a 64 años	174308	254653	332401	332944
De 65 y más años	12933	21116	33906	36230
MUJER	342270	471222	553903	570924
Menor de 15 años	142600	168740	165942	167525
De 15 a 64 años	187380	282020	353994	366025
De 65 y más años	12290	20462	33967	37374

Fuente: INEI - Lambayeque

LAMBAYEQUE: Población Total , Incremento y Tasa de crecimiento Intercensal

Censos	Población (habitantes)					Incremento	Tasa de
	Nominalmente censada					intercensal	crecimiento
	Total	Total	Urbana	Rural	No censada	(habitantes) 1/	intercensal a/
09/06/1940	199660	192890	98501	94389	6770	-	-
02/07/1961	353657	342446	211616	130830	11211	153997	2,8
04/06/1972	533266	514602	373990	140612	18664	179609	3,8
12/07/1981	708820	674442	518631	155811	34378	175554	3,2
11/07/1993	950842	920795	709608	211187	30047	242022	2,5
11.0720.08.2005	1122421	1091535	854871	236664	30886	171579	1,4
21/10/2007	1142757	1112868	885234	227634	29889	20336	1,3

Para realizar estimaciones del crecimiento poblacional en la región lambayeque y una extrapolación cercana de los años tomados en el intervalo [1981,2007].

Población Censada: Sexo Masculino - Menor de 15 años , durante los años 1981,1993,2005 y 2007

x=años	1981	1993	2005	2007
y= población	144931	173804	171325	172770

Hallaremos el polinomio que pasen por estos puntos , utilizando el método de Lagrange y diferencias Divididas.

Método de Lagrange:

Utilizamos la siguiente fórmula:

$$P_n(x) = \frac{y_0(x-x_1)(x-x_2)(x-x_3)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)(x_0-x_3)} + \frac{y_1(x-x_0)(x-x_2)(x-x_3)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)(x_1-x_3)} +$$

$$\frac{y_2(x-x_0)(x-x_1)(x-x_3)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)(x_2-x_3)} + \frac{y_3(x-x_0)(x-x_1)(x-x_2)}{(x_3-x_0)(x_3-x_1)(x_3-x_2)}$$

Ahora reemplazando con los puntos ya establecidos en la tabla y simplificando se obtiene el polinomio :

$$P_n(x) = 6 \cdot 73939259x^3 - 40403 \cdot 68941x^2 + 80741642 \cdot 46x - 5 \cdot 378349633 \times 10^{10}$$

Método de Diferencia Divididas Utilizamos la siguiente tabla de diferencias divididas:

x	f[x]	f[x,x]	f[x,x,x]	f[x,x,x,x]
1981	$f[x_0]=144931$	$f[x_1, x_0] = 2406 \cdot 083333$	$f[x_2, x_1, x_0] = -108 \cdot 8611111$	$f[x_3, x_2, x_1, x_0] = 6 \cdot 739392552$
1993	$f[x_1]=173804$			
2005	$f[x_2]=171325$	$f[x_2, x_1] = -206 \cdot 5833333$		
2007	$f[x_3]=172770$	$f[x_3, x_2] = 722 \cdot 5$	$f[x_3, x_2, x_1] = 66 \cdot 36309524$	

Luego reemplazamos los valores obtenidos en la siguiente fórmula

$$P_n(x) = f[x_0] + f[x_1, x_0](x - x_0) + f[x_2, x_1, x_0](x - x_0)(x - x_1) + f[x_3, x_2, x_1, x_0](x - x_0)(x - x_1)(x - x_2)$$

Operando y simplificando obtenemos el siguiente polinomio

$$P_n(x) = 6 \cdot 739392552x^3 - 40403 \cdot 68918x^2 + 80741642 \cdot 01x - 5 \cdot 378349603 \times 10^{10}$$

■ ESTIMACIONES

- Se desea estimar la población en el año 1982 hasta el año 2007

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
P(1982)=150223	P(1982)= 150239
P(1983)=154870	P(1983)= 154885
P(1984)=158894	P(1984)= 158909
P(1985)=162336	P(1985)= 162352
P(1986)=165237	P(1986)=165253
P(1987)=167637	P(1987)=167653
P(1988)=169577	P(1988)=169593
P(1989)=171098	P(1989)=171113
P(1990)=172238	P(1990)=172254
P(1991)=173040	P(1991)=173056
P(1992)=173543	P(1992)=173559
P(1993)=173788	P(1993)=173804
P(1994)=173815	P(1994)=173831
P(1995)=173665	P(1995)=173681
P(1996)=173378	P(1996)=173394
P(1997)=172994	P(1997)=173010
P(1998)=172555	P(1998)=172571
P(1999)= 172100	P(1999)=172116
P(2000)= 171670	P(2000)=171686
P(2001)= 171305	P(2001)=171321
P(2002)= 171046	P(2002)=171062
P(2003)= 170934	P(2003)=170950
P(2004)=171008	P(2004)=171024
P(2005)=171309	P(2005)=171325
P(2006)=171877	P(2006)=171893
P(2007)=172754	P(2007)=172770

■ ESTIMACIONES EN MATLAB:

- Se desea interpolar la población en los años 1982 al 2007

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
TOTAL DE POBLACION CENSADA HOMBRES Y MUJERES MENOR DE 15 AÑOS	TOTAL DE POBLACION CENSADA HOMBRES Y MUJERES MENOR DE 15 AÑOS
<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[287531 342544 337267 340295]; >> [C,L]=Lagrange(x,y) C= 1.0e + 011* 0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0706 L = 1.0e + 007* -0.0000 0.0000 -0.0002 0.1071 0.0000 -0.0000 0.0006 -0.3954 -0.0000 0.0000 -0.0021 1.3757 0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0874 >> polyval(C,1982) ans = 2.9781e + 005 >> polyval(C,1983) ans = 3.0679e + 005 >> polyval(C,1984) ans = 3.1455e + 005 >> polyval(C,1985) ans = 3.2116e + 005 >> polyval(C,1986) ans = 3.2670e + 005 >> polyval(C,1987) ans = 3.3127e + 005 >> polyval(C,1988) ans = 3.3493e + 005 >> polyval(C,1989) ans = 3.3778e + 005 >> polyval(C,1990) ans = >> polyval(C,1991) ans = 3.3988e + 005 3.4132e + 005</pre>	<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[287531 342544 337267 340295]; >> [C,D]=newpoly(x,y) C 1.0e + 011* 0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0706 D = 1.0e + 005* 2.8753 0 0 0 3.4254 0.0458 0 0 3.3727 -0.0044 -0.0021 0 3.4030 0.0151 0.0014 0.0001 >> polyval(C,1982) ans = 2.9781e + 005 >> polyval(C,1983) ans = 3.0679e + 005 >> polyval(C,1984) ans = 3.1455e + 005 >> polyval(C,1985) ans = 3.2116e + 005 >> polyval(C,1986) ans = 3.2670e + 005 >> polyval(C,1987) ans = 3.3127e + 005 >> polyval(C,1988) ans = 3.3493e + 005 >> polyval(C,1989) ans = 3.3778e + 005 >> polyval(C,1990) ans = >> polyval(C,1991) ans = 3.3988e + 005 3.4132e + 005</pre>

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
TOTAL DE POBLACION CENSADA HOMBRES Y MUJERES MENOR DE 15 AÑOS	TOTAL DE POBLACION CENSADA HOMBRES Y MUJERES MENOR DE 15 AÑOS
>> polyval(C,1992)	>> polyval(C,1992)
ans =	ans =
3,4218e + 005	3,4218e + 005
>> polyval(C,1993)	>> polyval(C,1993)
ans =	ans =
3,4254e + 005	3,4254e + 005
>> polyval(C,1994)	>> polyval(C,1994)
ans =	ans =
3,4249e + 005	3,4249e + 005
>> polyval(C,1995)	>> polyval(C,1995)
ans =	ans =
3,4209e + 005	3,4209e + 005
>> polyval(C,1996)	>> polyval(C,1996)
ans =	ans =
3,4144e + 005	3,4144e + 005
>> polyval(C,1997)	>> polyval(C,1997)
ans =	ans =
3,4061e + 005	3,4061e + 005
>> polyval(C,1998)	>> polyval(C,1998)
ans =	ans =
3,3969e + 005	3,3969e + 005
>> polyval(C,1999)	>> polyval(C,1999)
ans =	ans =
3,3875e + 005	3,3875e + 005
>> polyval(C,2000)	>> polyval(C,2000)
3,3787e + 005	3,3787e + 005
>> polyval(C,2001)	>> polyval(C,2001)
ans =	ans =
3,3714e + 005	3,3714e + 005
>> polyval(C,2002)	>> polyval(C,2002)
ans =	ans =
3,3663e + 005	3,3663e + 005
>> polyval(C,2003)	>> polyval(C,2003)
ans =	ans =
3,3643e + 005	3,3643e + 005
>> polyval(C,2004)	>> polyval(C,2004)
ans =	ans =
3,3661e + 005	3,3661e + 005
>> polyval(C,2005)	>> polyval(C,2005)
ans =	ans =
3,3727e + 005	3,3727e + 005
>> polyval(C,2006)	>> polyval(C,2006)
ans =	ans =
3,3847e + 005	3,3847e + 005
>> polyval(C,2007)	>> polyval(C,2007)
ans =	ans =
3,4029e + 005	3,4029e + 005

Población Censada: Sexo Masculino - De 15 a 64 años , durante los años 1981,1993,2005 y 2007

x	1981	1993	2005	2007
y	174308	254653	332401	332944

Hallaremos el polinomio que pasen por estos puntos , utilizando el método de Lagrange y diferencias Divididas.

Método de Lagrange:

Utilizamos la fórmula dada anteriormente ; y reemplazamos con los puntos ya establecidos en la tabla :

$$P_n(x) = \frac{174308(x-1993)(x-2005)(x-2007)}{(1981-1993)(1981-2005)(1981-2007)} + \frac{254653(x-1981)(x-2005)(x-2007)}{(1993-1981)(1993-2005)(1993-2007)} +$$

$$\frac{332401(x-1981)(x-1993)(x-2007)}{(2005-1981)(2005-1993)(2005-2007)} + \frac{332944(x-1981)(x-1993)(x-2005)}{(2007-1981)(2007-1993)(2007-2005)}$$

Operando y simplificando se obtiene el siguiente polinomio :

$$P_n(x) = -16 \cdot 70674987x^3 + 99880 \cdot 64011x^2 - 199035151 \cdot 2x + 1 \cdot 322020523 \times 10^{11}$$

Método de Diferencia Divididas Utilizamos la tabla de diferencias divididas y reemplazando los valores obtenidos a la fórmula dada anteriormente , tenemos:

$$P_n(x) = 174308 + 6695 \cdot 41666(x - 1981) - 9 \cdot 017361125(x - 1981)(x - 1993) - 16 \cdot 70674985x - 1981)(x - 1993)(x - 2005)$$

simplificando obtenemos el siguiente polinomio:

$$P_n(x) = -16 \cdot 70674985x^3 + 99880 \cdot 63999x^2 - 199035150 \cdot 9x + 1 \cdot 322020521 \times 10^{11}$$

■ ESTIMACIONES:

- Se desea estimar la población en el año 1982 hasta el año 2007

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
P(1982)=176825	P(1982)=176904
P(1983)=180477	P(1983)=180556
P(1984)=185114	P(1984)=185193
P(1985)=190635	P(1985)=190714
P(1986)=196940	P(1986)=197019
P(1987)=203928	P(1987)=204007
P(1988)=211500	P(1988)=211579
P(1989)=219555	P(1989)=219634
P(1990)=227993	P(1990)=228072
P(1991)=236713	P(1991)=236793
P(1992)=245616	P(1992)=245696
P(1993)=254602	P(1993)=254681
P(1994)=263569	P(1994)=263649
P(1995)=272418	P(1995)=272498
P(1996)=281048	P(1996)=281128
P(1997)=289360	P(1997)=289440
P(1998)=297253	P(1998)=297332
P(1999)=304626	P(1999)=304706
P(2000)=311380	P(2000)=311460
P(2001)=317414	P(2001)=317494
P(2002)=322629	P(2002)=322709
P(2003)=326923	P(2003)=327003
P(2004)=330196	P(2004)=330276
P(2005)=332349	P(2005)=332429
P(2006)=333281	P(2006)=333362
P(2007)=332892	P(2007)=332973

■ ESTIMACIONES EN MATLAB:

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
HOMBRE DE 15-64 AÑOS	HOMBRE DE 15-64 AÑOS
<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[174308 254653 332401 332944]; >> [C,L]=Lagrange(x,y) C= 1.0e + 011* -0.0000 0.0000 -0.0020 1.3220 L= 1.0e + 007* -0.0000 0.0000 -0.0002 0.1071 0.0000 -0.0000 0.0006 -0.3954 -0.0000 0.0000 -0.0021 1.3757 0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0874 >> polyval(C,1981) ans = 1.7431e+005 >> polyval(C,1982) ans = 1.7688e+005 >> polyval(C,1983) ans = 1.8053e+005 >> polyval(C,1984) ans = 1.8516e+005 >> polyval(C,1985) ans = 1.9069e+005 >> polyval(C,1986) ans = 1.9699e+005 >> polyval(C,1987) ans = 2.0398e+005 >> polyval(C,1988) ans = 2.1155e+005 >> polyval(C,1989) ans = 2.1961e+005 >> polyval(C,1990) ans = 2.2804e+005 >> polyval(C,1991) ans = 2.3676e+005</pre>	<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[174308 254653 332401 332944]; >> [C,D]=newpoly(x,y) C= 1.0e + 011* -0.0000 0.0000 -0.0020 1.3220 D= 1.0e + 005* 1.7431 0 0 0 2.5465 0.0670 0 0 3.3240 0.0648 -0.0001 0 3.3294 0.0027 -0.0044 -0.0002 >> polyval(C,1981) ans = 1.7431e+005 >> polyval(C,1982) ans = 1.7688e+005 >> polyval(C,1983) ans = 1.8053e+005 >> polyval(C,1984) ans = 1.8516e+005 >> polyval(C,1985) ans = 1.9069e+005 >> polyval(C,1986) ans = 1.9699e+005 >> polyval(C,1987) ans = 2.0398e+005 >> polyval(C,1988) ans = 2.1155e+005 >> polyval(C,1989) ans = 2.1961e+005 >> polyval(C,1990) ans = 2.2804e+005 >> polyval(C,1991) ans = 2.3676e+005</pre>

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
HOMBRE DE 15-64 AÑOS	HOMBRE DE 15-64 AÑOS
>> polyval(C,1992)	>> polyval(C,1992)
ans =	ans =
2.4567e+005	2.4567e+005
>> polyval(C,1993)	>> polyval(C,1993)
ans =	ans =
2.5465e+005	2.5465e+005
>> polyval(C,1994)	>> polyval(C,1994)
ans =	ans =
2.6362e+005	2.6362e+005
>> polyval(C,1995)	>> polyval(C,1995)
ans =	ans =
2.7247e+005	2.7247e+005
>> polyval(C,1996)	>> polyval(C,1996)
ans =	ans =
2.8110e+005	2.8110e+005
>> polyval(C,1997)	>> polyval(C,1997)
ans =	ans =
2.8941e+005	2.8941e+005
>> polyval(C,1998)	>> polyval(C,1998)
ans =	ans =
2.9730e+005	2.9730e+005
>> polyval(C,1999)	>> polyval(C,1999)
ans =	ans =
3.0468e+005	3.0468e+005
>> polyval(C,2000)	>> polyval(C,2000)
ans =	ans =
3.1143e+005	3.1143e+005
>> polyval(C,2001)	>> polyval(C,2001)
ans =	ans =
3.1747e+005	3.1747e+005
>> polyval(C,2001)	>> polyval(C,2001)
ans =	ans =
3.1747e+005	3.1747e+005
>> polyval(C,2002)	>> polyval(C,2002)
ans =	ans =
3.2268e+005	3.2268e+005
>> polyval(C,2003)	>> polyval(C,2003)
ans =	ans =
3.2697e+005	3.2697e+005
>> polyval(C,2004)	>> polyval(C,2004)
ans =	ans =
3.3025e+005	3.3025e+005
>> polyval(C,2005)	>> polyval(C,2005)
ans =	ans =
3.3240e+005	3.3240e+005
>> polyval(C,2006)	>> polyval(C,2006)
ans =	ans =
3.3333e+005	3.3333e+005
>> polyval(C,2007)	>> polyval(C,2007)
ans =	ans =
3.3294e+005	3.3294e+005

Población Censada: Sexo Masculino - De 65 y más años , durante los años 1981,1993,2005 y 2007

x	1981	1993	2005	2007
y	12933	21116	33906	36230

Hallaremos el polinomio que pasen por estos puntos , utilizando el método de Lagrange y diferencias Divididas.

Método de Lagrange:

Utilizamos la fórmula dada anteriormente ; y reemplazamos con los puntos ya establecidos :

$$P_n(x) = \frac{12933(x-1993)(x-2005)(x-2007)}{(1981-1993)(1981-2005)(1981-2007)} + \frac{21116(x-1981)(x-2005)(x-2007)}{(1993-1981)(1993-2005)(1993-2007)} +$$

$$\frac{33906(x-1981)(x-1993)(x-2007)}{(2005-1981)(2005-1993)(2005-2007)} + \frac{36230(x-1981)(x-1993)(x-2005)}{(2007-1981)(2007-1993)(2007-2005)}$$

Operando y simplificando se obtiene el siguiente polinomio :

$$P_n(x) = -0.351056922x^3 + 2114.965864x^2 - 4246083.62x + 2840787410$$

Método de Diferencia Divididas

Utilizamos la tabla de diferencias divididas y reemplazando los valores obtenidos a la fórmula dada anteriormente , tenemos:

$$P_n(x) = 12933 + 681 \cdot 9166667(x - 1981) + 15 \cdot 99652776(x - 1981)(x - 1993) - 0.3510569276(x - 1981)(x - 1993)(x - 2005)$$

simplificando obtenemos el siguiente polinomio:

$$P_n(x) = -0.3510569276x^3 + 2114.965898x^2 - 4246083.687x + 2840787454$$

■ **ESTIMACIONES:**

- Se desea estimar la población en el año 1982 hasta el año 2007

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
P(1982)=13350	P(1982)=13351
P(1983)=13822	P(1983)=13823
P(1984)=14347	P(1984)=14349
P(1985)=14924	P(1985)=14925
P(1986)=15549	P(1986)=15550
P(1987)=16221	P(1987)=16222
P(1988)=16937	P(1988)=16938
P(1989)=17696	P(1989)=17697
P(1990)=18496	P(1990)=18497
P(1991)=19334	P(1991)=19335
P(1992)=20208	P(1992)=20209
P(1993)=21116	P(1993)=21117
P(1994)=22056	P(1994)=22057
P(1995)=23026	P(1995)=23027
P(1996)=24023	P(1996)=24025
P(1997)= 25047	P(1997)=25048
P(1998)= 26094	P(1998)=26095
P(1999)= 27162	P(1999)=27163
P(2000)= 28250	P(2000)=28251
P(2001)= 29355	P(2001)=29356
P(2002)= 30475	P(2002)=30476
P(2003)= 31608	P(2003)=31610
P(2004)= 32753	P(2004)=32754
P(2005)= 33906	P(2005)=33907
P(2006)= 35065	P(2006)=35066
P(2007)= 36230	P(2007)=36231

■ ESTIMACIONES EN MATLAB:

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
HOMBRE- DE 65 Y MÁS AÑOS	HOMBRE- DE 65 Y MÁS AÑOS
<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[12933 21116 33906 36230]; >> [C,L]=Lagrange(x,y) C= 1.0e + 009* -0.0000 0.0000 -0.0042 2.8408 L= 1.0e + 007* -0.0000 0.0000 -0.0002 0.1071 0.0000 -0.0000 0.0006 -0.3954 -0.0000 0.0000 -0.0021 1.3757 0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0874 >> polyval(C,1981) ans = 1.2933e + 004 >> polyval(C,1982) ans = 1.3350e + 004 >> polyval(C,1983) ans = 1.3822e + 004 >> polyval(C,1984) ans = 1.4348e + 004 >> polyval(C,1985) ans = 1.4924e + 004 >> polyval(C,1986) ans = 1.5549e + 004 >> polyval(C,1987) ans = 1.6221e + 004 >> polyval(C,1988) ans = 1.6938e + 004 >> polyval(C,1989) ans = 1.7697e + 004 >> polyval(C,1990) ans = 1.8496e + 004 >> polyval(C,1991) ans = 1.9334e + 004</pre>	<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[12933 21116 33906 36230]; >> [C,D]=newpoly(x,y) C= 1.0e + 009* -0.0000 0.0000 -0.0042 2.8408 D= 1.0e + 004* 1.2933 0 0 0 2.1116 0.0682 0 0 3.3906 0.1066 0.0016 0 3.6230 0.1162 0.0007 -0.0000 >> polyval(C,1981) ans = 1.2933e + 004 >> polyval(C,1982) ans = 1.3350e + 004 >> polyval(C,1983) ans = 1.3822e + 004 >> polyval(C,1984) ans = 1.4348e + 004 >> polyval(C,1985) ans = 1.4924e + 004 >> polyval(C,1986) ans = 1.5549e + 004 >> polyval(C,1987) ans = 1.6221e + 004 >> polyval(C,1988) ans = 1.6938e + 004 >> polyval(C,1989) ans = 1.7697e + 004 >> polyval(C,1990) ans = 1.8496e + 004 >> polyval(C,1991) ans = 1.9334e + 004</pre>

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
HOMBRE- DE 65 Y MÁS AÑOS	HOMBRE- DE 65 Y MÁS AÑOS
>> polyval(C,1992)	>> polyval(C,1992)
ans =	ans =
2,0208e + 004	2,0208e + 004
>> polyval(C,1993)	>> polyval(C,1993)
ans =	ans =
2,1116e + 004	2,1116e + 004
>> polyval(C,1994)	>> polyval(C,1994)
ans =	ans =
2,2056e + 004	2,2056e + 004
>> polyval(C,1995)	>> polyval(C,1995)
ans =	ans =
2,3026e + 004	2,3026e + 004
>> polyval(C,1996)	>> polyval(C,1996)
ans =	ans =
2,4024e + 004	2,4024e + 004
>> polyval(C,1997)	>> polyval(C,1997)
ans =	ans =
2,5047e + 004	2,5047e + 004
>> polyval(C,1998)	>> polyval(C,1998)
ans =	ans =
2,6094e + 004	2,6094e + 004
>> polyval(C,1999)	>> polyval(C,1999)
ans =	ans =
2,7163e + 004	2,7163e + 004
>> polyval(C,2000)	>> polyval(C,2000)
ans =	ans =
2,8250e + 004	2,8250e + 004
>> polyval(C,2001)	>> polyval(C,2001)
ans =	ans =
2,9355e + 004	2,9355e + 004
>> polyval(C,2002)	>> polyval(C,2002)
ans =	ans =
3,0476e + 004	3,0476e + 004
>> polyval(C,2003)	>> polyval(C,2003)
ans =	ans =
3,1609e + 004	3,1609e + 004
>> polyval(C,2004)	>> polyval(C,2004)
ans =	ans =
3,2753e + 004	3,2753e + 004
>> polyval(C,2005)	>> polyval(C,2005)
ans =	ans =
3,3906e + 004	3,3906e + 004
>> polyval(C,2006)	>> polyval(C,2006)
ans =	ans =
3,5066e + 004	3,5066e + 004
>> polyval(C,2007)	>> polyval(C,2007)
ans =	ans =
3,6230e + 004	3,6230e + 004

Población Censada: Sexo Masculino - Total, durante los años 1981,1993,2005 y 2007

x	1981	1993	2005	2007
y	332172	449573	537632	541944

Hallaremos el polinomio que pasen por estos puntos , utilizando el método de Lagrange y diferencias Divididas.

Método de Lagrange:

Utilizamos la fórmula dada anteriormente ; y reemplazamos con los puntos ya establecidos :

$$P_n(x) = \frac{332172(x-1993)(x-2005)(x-2007)}{(1981-1993)(1981-2005)(1981-2007)} + \frac{449573(x-1981)(x-2005)(x-2007)}{(1993-1981)(1993-2005)(1993-2007)} +$$

$$\frac{537632(x-1981)(x-1993)(x-2007)}{(2005-1981)(2005-1993)(2005-2007)} + \frac{541944(x-1981)(x-1993)(x-2005)}{(2007-1981)(2007-1993)(2007-2005)}$$

Operando y simplificando se obtiene el siguiente polinomio :

$$P_n(x) = -10 \cdot 31841422x^3 + 61591 \cdot 91668x^2 - 122539592 \cdot 5x + 8 \cdot 125934349 \times 10^{10}$$

Método de Diferencia Divididas

Utilizamos la tabla de diferencias divididas y reemplazando los valores obtenidos a la fórmula dada anteriormente , tenemos:

$$P_n(x) = 332172 + 9783 \cdot 416667(x - 1981) - 101 \cdot 8819445(x - 1981)(x - 1993) - 10 \cdot 3184142(x - 1981)(x - 1993)(x - 2005)$$

resolviendo y simplificando obtenemos el siguiente polinomio:

$$P_n(x) = -10 \cdot 31841422x^3 + 61591 \cdot 91668x^2 - 122539592 \cdot 5x + 8 \cdot 166158696 \times 10^{10}$$

■ ESTIMACIONES:

- Se desea estimar la población en el año 1982 hasta el año 2007

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
P(1982)=340546	P(1982)=340556
P(1983)=349317	P(1983)=349327
P(1984)=358503	P(1984)=358513
P(1985)=368043	P(1985)=368053
P(1986)=377874	P(1986)=377884
P(1987)=387935	P(1987)=387945
P(1988)=398163	P(1988)=398173
P(1989)=408498	P(1989)=408508
P(1990)=418876	P(1990)=418886
P(1991)=429236	P(1991)=429246
P(1992)=439516	P(1992)=439526
P(1993)=449654	P(1993)=449664
P(1994)=459589	P(1994)=459599
P(1995)=469258	P(1995)=469268
P(1996)=478599	P(1996)=478609
P(1997)= 487551	P(1997)=487561
P(1998)= 496051	P(1998)=496061
P(1999)= 504038	P(1999)=504048
P(2000)= 511450	P(2000)=511460
P(2001)= 518225	P(2001)=518235
P(2002)= 524300	P(2002)=524310
P(2003)= 529615	P(2003)=529625
P(2004)= 534107	P(2004)=534117
P(2005)= 537714	P(2005)=537724
P(2006)= 540374	P(2006)=540384
P(2007)= 542026	P(2007)=542036

■ ESTIMACIONES EN MATLAB:

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
TOTAL DE HOMBRES	TOTAL DE HOMBRES
<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[332172 449573 537632 541944]; >> [C,L]=Lagrange(x,y) C= 1.0e + 010* -0.0000 0.0000 -0.0123 8.1259 L= 1.0e + 007* -0.0000 0.0000 -0.0002 0.1071 0.0000 -0.0000 0.0006 -0.3954 -0.0000 0.0000 -0.0021 1.3757 0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0874 >> polyval(C,1981) ans = 3.3217e+005 >> polyval(C,1982) ans = 3.4047e+005 >> polyval(C,1983) ans = 3.4924e+005 >> polyval(C,1984) ans = 3.5842e+005 >> polyval(C,1985) ans = 3.6796e+005 >> polyval(C,1986) ans = 3.7779e+005 >> polyval(C,1987) ans = 3.8785e+005 >> polyval(C,1988) ans = 3.9808e+005 >> polyval(C,1989) ans = 4.0842e+005 >> polyval(C,1990) ans = 4.1879e+005 >> polyval(C,1991) ans = 4.2915e+005</pre>	<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[332172 449573 537632 541944]; >> [C,D]=newpoly(x,y) C= 1.0e + 010* -0.0000 0.0000 -0.0123 8.1259 D= 1.0e + 005* 3.3217 0 0 0 4.4957 0.0978 0 0 5.3763 0.0734 -0.0010 0 5.4194 0.0216 -0.0037 -0.0001 >> polyval(C,1981) ans = 332172 >> polyval(C,1982) ans = 3.4047e+005 >> polyval(C,1983) ans = 3.4924e+005 >> polyval(C,1984) ans = 3.5842e+005 >> polyval(C,1985) ans = 3.6796e+005 >> polyval(C,1986) ans = 3.7779e+005 >> polyval(C,1987) ans = 3.8785e+005 >> polyval(C,1988) ans = 3.9808e+005 >> polyval(C,1989) ans = 4.0842e+005 >> polyval(C,1990) ans = 4.1879e+005 >> polyval(C,1991) ans = 4.2915e+005</pre>

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
TOTAL DE HOMBRES	TOTAL DE HOMBRES
>> polyval(C,1992)	>> polyval(C,1992)
ans =	ans =
4.3943e+005	4.3943e+005
>> polyval(C,1993)	>> polyval(C,1993)
ans =	ans =
4.4957e+005	449573
>> polyval(C,1994)	>> polyval(C,1994)
ans =	ans =
4.5951e+005	4.5951e+005
>> polyval(C,1995)	>> polyval(C,1995)
ans =	ans =
4.6918e+005	4.6918e+005
>> polyval(C,1996)	>> polyval(C,1996)
ans =	ans =
4.7852e+005	4.7852e+005
>> polyval(C,1997)	>> polyval(C,1997)
ans =	ans =
4.8747e+005	4.8747e+005
>> polyval(C,1998)	>> polyval(C,1998)
ans =	ans =
4.9597e+005	4.9597e+005
>> polyval(C,1999)	>> polyval(C,1999)
ans =	ans =
5.0396e+005	5.0396e+005
>> polyval(C,2000)	>> polyval(C,2000)
ans =	ans =
5.1137e+005	5.1137e+005
>> polyval(C,2001)	>> polyval(C,2001)
ans =	ans =
5.1814e+005	5.1814e+005
>> polyval(C,2002)	>> polyval(C,2002)
ans =	ans =
5.2422e+005	5.2422e+005
>> polyval(C,2003)	>> polyval(C,2003)
ans =	ans =
5.2953e+005	5.2953e+005
>> polyval(C,2004)	>> polyval(C,2004)
ans =	ans =
5.3403e+005	5.3403e+005
>> polyval(C,2005)	>> polyval(C,2005)
ans =	ans =
5.3763e+005	5.3763e+005
>> polyval(C,2006)	>> polyval(C,2006)
ans =	ans =
5.4029e+005	5.4029e+005
>> polyval(C,2007)	>> polyval(C,2007)
ans =	ans =
5.4194e+005	5.4194e+005

Población Censada: Sexo Femenino - Menor de 15 años , durante los años 1981,1993,2005 y 2007

x	1981	1993	2005	2007
y	142600	168740	165942	167525

Hallaremos el polinomio que pasen por estos puntos , utilizando el método de Lagrange y diferencias Divididas.

Método de Lagrange:

Utilizamos la fórmula dada anteriormente ; y reemplazamos con los puntos ya establecidos :

$$P_n(x) = \frac{142600(x-1993)(x-2005)(x-2007)}{(1981-1993)(1981-2005)(1981-2007)} + \frac{168740(x-1981)(x-2005)(x-2007)}{(1993-1981)(1993-2005)(1993-2007)} +$$

$$\frac{165942(x-1981)(x-1993)(x-2007)}{(2005-1981)(2005-1993)(2005-2007)} + \frac{167525(x-1981)(x-1993)(x-2005)}{(2007-1981)(2007-1993)(2007-2005)}$$

Operando y simplificando se obtiene el siguiente polinomio :

$$P_n(x) = 6 \cdot 67960161x^3 - 40037 \cdot 81719x^2 + 79995635 \cdot 37x - 5 \cdot 327664866 \times 10^{10}$$

Método de Diferencia Divididas

Utilizamos la tabla de diferencias divididas y reemplazando los valores obtenidos a la fórmula dada anteriormente , tenemos:

$$P_n(x) = 142600 + 2178 \cdot 333333(x - 1981) - 100 \cdot 4791667(x - 1981)(x - 1993)$$

$$+ 6 \cdot 67960165(x - 1981)(x - 1993)(x - 2005)$$

simplificando obtenemos el siguiente polinomio:

$$P_n(x) = 6 \cdot 67960165x^3 - 40037 \cdot 81744x^2 + 79995635 \cdot 84x - 5 \cdot 327664897 \times 10^{10}$$

■ ESTIMACIONES:

- Se desea estimar la población en el año 1982 hasta el año 2007

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
P(1982)=147591	P(1982)=147541
P(1983)=151922	P(1983)=151873
P(1984)=155652	P(1984)=155603
P(1985)=158821	P(1985)=158771
P(1986)=161467	P(1986)=161418
P(1987)=163633	P(1987)=163583
P(1988)=165357	P(1988)=165307
P(1989)=166679	P(1989)=166630
P(1990)=167640	P(1990)=167591
P(1991)=168280	P(1991)=168231
P(1992)=168639	P(1992)=168590
P(1993)=168757	P(1993)=168708
P(1994)=168674	P(1994)=168624
P(1995)=168430	P(1995)=168380
P(1996)=168065	P(1996)=168016
P(1997)=167620	P(1997)=167570
P(1998)=167134	P(1998)=167084
P(1999)=166647	P(1999)=166597
P(2000)=166200	P(2000)=166150
P(2001)=165832	P(2001)=165782
P(2002)=165584	P(2002)=165534
P(2003)=165496	P(2003)=165446
P(2004)=165608	P(2004)=165558
P(2005)=165959	P(2005)=165909
P(2006)=166591	P(2006)=166541
P(2007)=167542	P(2007)=167492

■ ESTIMACIONES EN MATLAB:

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
MUJER MENOR DE 15 AÑOS	MUJER MENOR DE 15 AÑOS
>> x=[1981 1993 2005 2007];	>> x=[1981 1993 2005 2007];
>> y=[142600 168740 165942 167525];	>> y=[142600 168740 165942 167525];
>> [C,L]=Lagrange(x,y)	>> [C,D]=newpoly(x,y)
C=	C=
1.0e + 010*	1.0e + 010*
0.0000 -0.0000 0.0080 -5.3277	0.0000 -0.0000 0.0080 -5.3277
L=	D=
1.0e + 007*	1.0e + 005*
-0.0000 0.0000 -0.0002 0.1071	1.4260 0 0 0
0.0000 -0.0000 0.0006 -0.3954	1.6874 0.0218 0 0
1.6594 -0.0023 -0.0010 0	-0.0000 0.0000 -0.0021 1.3757
0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0874	1.6752 0.0079 0.0007 0.0001
>> polyval(C,1981)	>> polyval(C,1981)
ans =	ans =
1.4260e+005	142600
>> polyval(C,1982)	>> polyval(C,1982)
ans =	ans =
1.4757e+005	1.4757e+005
>> polyval(C,1983)	>> polyval(C,1983)
ans =	ans =
1.5191e+005	1.5191e+005
>> polyval(C,1984)	>> polyval(C,1984)
ans =	ans =
1.5564e+005	1.5564e+005
>> polyval(C,1985)	>> polyval(C,1985)
ans =	ans =
1.5880e+005	1.5880e+005
>> polyval(C,1986)	>> polyval(C,1986)
ans =	ans =
1.6145e+005	1.6145e+005
>> polyval(C,1987)	>> polyval(C,1987)
ans =	ans =
1.6362e+005	1.6362e+005
>> polyval(C,1988)	>> polyval(C,1988)
ans =	ans =
1.6534e+005	1.6534e+005
>> polyval(C,1989)	>> polyval(C,1989)
ans =	ans =
1.6666e+005	1.6666e+005
>> polyval(C,1990)	>> polyval(C,1990)
ans =	ans =
1.6762e+005	1.6762e+005
>> polyval(C,1991)	>> polyval(C,1991)
ans =1.6826e+005	ans = 1.6826e+005
>> polyval(C,1992)	>> polyval(C,1992)
ans =1.6862e+005	ans =1.6862e+005

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
MUJER MENOR DE 15 AÑOS	MUJER MENOR DE 15 AÑOS
>> polyval(C,1993)	>> polyval(C,1993)
ans =	ans =
1.6874e+005	1.6874e+005
>> polyval(C,1994)	>> polyval(C,1994)
ans =	ans =
1.6866e+005	1.6866e+005
>> polyval(C,1995)	>> polyval(C,1995)
ans =	ans =
1.6841e+005	1.6841e+005
>> polyval(C,1996)	>> polyval(C,1996)
ans =	ans =
1.6805e+005	1.6805e+005
>> polyval(C,1997)	>> polyval(C,1997)
ans =	ans =
1.6760e+005	1.6760e+005
>> polyval(C,1998)	>> polyval(C,1998)
ans =	ans =
1.6712e+005	1.6712e+005
>> polyval(C,1999)	>> polyval(C,1999)
ans =	ans =
1.6663e+005	1.6663e+005
>> polyval(C,2000)	>> polyval(C,2000)
ans =	ans =
1.6618e+005	1.6618e+005
>> polyval(C,2001)	>> polyval(C,2001)
ans =	ans =
1.6582e+005	1.6582e+005
>> polyval(C,2002)	>> polyval(C,2002)
ans =	ans =
1.6557e+005	1.6557e+005
>> polyval(C,2003)	>> polyval(C,2003)
ans =	ans =
1.6548e+005	1.6548e+005
>> polyval(C,2004)	>> polyval(C,2004)
ans =	ans =
1.6559e+005	1.6559e+005
>> polyval(C,2005)	>> polyval(C,2005)
ans =	ans =
1.6594e+005	1.6594e+005
>> polyval(C,2006)	>> polyval(C,2006)
ans =	ans =
1.6657e+005	1.6657e+005
>> polyval(C,2007)	>> polyval(C,2007)
ans =	ans =
1.6752e+005	167525

Población Censada: Sexo Femenino - De 15 a 64 años , durante los años 1981,1993,2005 y 2007

x	1981	1993	2005	2007
y	187380	282020	353994	366025

Hallaremos el polinomio que pasen por estos puntos , utilizando el método de Lagrange y diferencias Divididas.

Método de Lagrange:

Utilizamos la fórmula dada anteriormente ; y reemplazamos con los puntos ya establecidos :

$$P_n(x) = \frac{187380(x-1993)(x-2005)(x-2007)}{(1981-1993)(1981-2005)(1981-2007)} + \frac{282020(x-1981)(x-2005)(x-2007)}{(1993-1981)(1993-2005)(1993-2007)} +$$

$$\frac{353994(x-1981)(x-1993)(x-2007)}{(2005-1981)(2005-1993)(2005-2007)} + \frac{366025(x-1981)(x-1993)(x-2005)}{(2007-1981)(2007-1993)(2007-2005)}$$

Operando y simplificando se obtiene el siguiente polinomio :

$$P_n(x) = 3 \cdot 07551124x^3 - 18467 \cdot 18309x^2 + 36968447 \cdot 15x - 2 \cdot 467192713 \times 10^{10}$$

Método de Diferencia Divididas

Utilizando la siguiente fórmula usando la tabla de diferencias divididas:

$$P_n(x) = f[x_0] + f[x_1, x_0](x - x_0) + f[x_2, x_1, x_0](x - x_0)(x - x_1) +$$

$$f[x_3, x_2, x_1, x_0](x - x_0)(x - x_1)(x - x_2)$$

ahora reemplazando y simplificando obtenemos el siguiente polinomio:

$$P_n(x) = 3 \cdot 075511296x^3 - 18467 \cdot 18343x^2 + 36968447 \cdot 82x - 2 \cdot 467192758 \times 10^{10}$$

■ ESTIMACIONES:

- Se desea estimar la población en el año 1982 hasta el año 2007

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
P(1982)=196926	P(1982)=196904
P(1983)=206096	P(1983)=206075
P(1984)=214924	P(1984)=214903
P(1985)=223429	P(1985)=223407
P(1986)=231629	P(1986)=231607
P(1987)=239542	P(1987)=239520
P(1988)=247187	P(1988)=247165
P(1989)=254582	P(1989)=254560
P(1990)=261746	P(1990)=261724
P(1991)=268698	P(1991)=268676
P(1992)=275455	P(1992)=275433
P(1993)=282036	P(1993)=282014
P(1994)=288460	P(1994)=288438
P(1995)=294744	P(1995)=294722
P(1996)=300909	P(1996)=300887
P(1997)=306971	P(1997)=306950
P(1998)=312950	P(1998)=312928
P(1999)=318863	P(1999)=318841
P(2000)=324730	P(2000)=324708
P(2001)=330569	P(2001)=330547
P(2002)=336398	P(2002)=336375
P(2003)=342235	P(2003)=342213
P(2004)=348100	P(2004)=348078
P(2005)=354010	P(2005)=353988
P(2006)=359984	P(2006)=359962
P(2007)=366041	P(2007)=366019

■ ESTIMACIONES EN MATLAB:

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
MUJER-DE 15 A 64 AÑOS	MUJER-DE 15 A 64 AÑOS
>> x=[1981 1993 2005 2007];	>> x=[1981 1993 2005 2007];
>> y=[187380 282020 353994 366025];	>> y=[187380 282020 353994 366025];
>> [C,L]=Lagrange(x,y)	>> [C,D]=newpoly(x,y)
C=	C=
1,0e + 010*	1,0e + 010*
0.0000 -0.0000 0.0037 -2.4672	0.0000 -0.0000 0.0037 -2.4672
L=	D=
1,0e + 007*	1,0e + 005*
-0.0900 0.0000 -0.0002 0.1071	1.8738 0 0 0
0.0000 -0.0000 0.0006 -0.3954	2.8202 0.0789 0 0
-0.0000 0.0000 -0.0021 1.3757	3.5399 0.0600 -0.0008 0
0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0874	3.6603 0.0602 0.0000 0.0000
>> polyval(C,1982)	>> polyval(C,1982)
ans =	ans =
1.9691e+005	1.9691e+005
>> polyval(C,1983)	>> polyval(C,1983)
ans =	ans =
2.0608e+005	2.0608e+005
>> polyval(C,1984)	>> polyval(C,1984)
ans =	ans =
2.1491e+005	2.1491e+005
>> polyval(C,1985)	>> polyval(C,1985)
ans =	ans =
2.2341e+005	2.2341e+005
>> polyval(C,1986)	>> polyval(C,1986)
ans =	ans =
2.3161e+005	2.3161e+005
>> polyval(C,1987)	>> polyval(C,1987)
ans =	ans =
2.3953e+005	2.3953e+005
>> polyval(C,1988)	>> polyval(C,1988)
ans =	ans =
2.4717e+005	2.4717e+005
>> polyval(C,1989)	>> polyval(C,1989)
ans =	ans =
2.5457e+005	2.5457e+005
>> polyval(C,1990)	>> polyval(C,1990)
ans =	ans =
2.6173e+005	2.6173e+005
>> polyval(C,1991)	>> polyval(C,1991)
ans =	ans =
2.6868e+005	2.6868e+005
>> polyval(C,1991)	>> polyval(C,1991)
ans =	ans =
2.6868e+005	2.6868e+005

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
MUJER-DE 15 A 64 AÑOS	MUJER-DE 15 A 64 AÑOS
>> polyval(C,1992)	>> polyval(C,1992)
ans =	ans =
2.7544e+005	2.7544e+005
>> polyval(C,1993)	>> polyval(C,1993)
ans =	ans =
2.8202e+005	282020
>> polyval(C,1994)	>> polyval(C,1994)
ans =	ans =
2.8844e+005	2.8844e+005
>> polyval(C,1995)	>> polyval(C,1995)
ans =	ans =
2.9473e+005	2.9473e+005
>> polyval(C,1996)	>> polyval(C,1996)
ans =	ans =
3.0089e+005	3.0089e+005
>> polyval(C,1997)	>> polyval(C,1997)
ans =	ans =
3.0696e+005	3.0696e+005
>> polyval(C,1998)	>> polyval(C,1998)
ans =	ans =
3.1293e+005	3.1293e+005
>> polyval(C,1999)	>> polyval(C,1999)
ans =	ans =
3.1885e+005	3.1885e+005
>> polyval(C,2000)	>> polyval(C,2000)
ans =	ans =
3.2471e+005	3.2471e+005
>> polyval(C,2001)	>> polyval(C,2001)
ans =	ans =
3.3055e+005	3.3055e+005
>> polyval(C,2002)	>> polyval(C,2002)
ans =	ans =
3.3638e+005	3.3638e+005
>> polyval(C,2003)	>> polyval(C,2003)
ans =	ans =
3.4222e+005	3.4222e+005
>> polyval(C,2004)	>> polyval(C,2004)
ans =	ans =
3.4808e+005	3.4808e+005
>> polyval(C,2005)	>> polyval(C,2005)
ans =	ans =
3.5399e+005	3.5399e+005
>> polyval(C,2006)	>> polyval(C,2006)
ans =	ans =
3.5997e+005	3.5997e+005
>> polyval(C,2007)	>> polyval(C,2007)
ans =	ans =
3.6602e+005	366025

Población Censada: Sexo Femenino - De 65 y más años durante los años 1981,1993,2005 y 2007

x	1981	1993	2005	2007
y	12290	20462	33967	37374

Hallaremos el polinomio que pasen por estos puntos , utilizando el método de Lagrange y diferencias Divididas.

Método de Lagrange:

Utilizamos la fórmula dada anteriormente ; y reemplazamos con los puntos ya establecidos :

$$P_n(x) = \frac{12290(x-1993)(x-2005)(x-2007)}{(1981-1993)(1981-2005)(1981-2007)} + \frac{20462(x-1981)(x-2005)(x-2007)}{(1993-1981)(1993-2005)(1993-2007)} +$$

$$\frac{33967(x-1981)(x-1993)(x-2007)}{(2005-1981)(2005-1993)(2005-2007)} + \frac{37374(x-1981)(x-1993)(x-2005)}{(2007-1981)(2007-1993)(2007-2005)}$$

Operando y simplificando se obtiene el siguiente polinomio :

$$P_n(x) = 0 \cdot 875934835x^3 - 5218 \cdot 697017x^2 + 10364735 \cdot 13x - 6862133759$$

Método de Diferencia Divididas

Utilizamos la tabla de diferencias divididas y reemplazando los valores obtenidos a la fórmula dada anteriormente , tenemos:

$$P_n(x) = 1290 + 681(x - 1981) + 18 \cdot 51736113(x - 1981)(x - 1993) + 0 \cdot 8759348273(x - 1981)(x - 1993)(x - 2005)$$

simplificando obtenemos el siguiente polinomio:

$$P_n(x) = 0 \cdot 8759348273x^3 - 5218 \cdot 696971x^2 + 10364735 \cdot 04x - 6862133697$$

■ ESTIMACIONES:

- Se desea estimar la población en el año 1982 hasta el año 2007

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
P(1982)=12993	P(1982)=12997
P(1983)=13670	P(1983)=13675
P(1984)=14333	P(1984)=14338
P(1985)=14986	P(1985)=14990
P(1986)=15633	P(1986)=15637
P(1987)=16281	P(1987)=16285
P(1988)=16934	P(1988)=16938
P(1989)=17598	P(1989)=17602
P(1990)=18277	P(1990)=18282
P(1991)=18979	P(1991)=18983
P(1992)=19706	P(1992)=19711
P(1993)=20466	P(1993)=20470
P(1994)=21262	P(1994)=21267
P(1995)=22101	P(1995)=22105
P(1996)=22987	P(1996)=22992
P(1997)=23926	P(1997)=23931
P(1998)=24923	P(1998)=24928
P(1999)=25984	P(1999)=25988
P(2000)=27113	P(2000)=27117
P(2001)=28316	P(2001)=28320
P(2002)=29598	P(2002)=29602
P(2003)=30964	P(2003)=30969
P(2004)=32420	P(2004)=32424
P(2005)=33971	P(2005)=33975
P(2006)=35622	P(2006)=35626
P(2007)=37378	P(2007)=37382

■ ESTIMACIONES EN MATLAB:

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
MUJER-DE 65 Y MÁS AÑOS	MUJER-DE 65 Y MÁS AÑOS
<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[12290 20462 33967 37374]; >> [C,L]=Lagrange(x,y) C= 1.0e + 009* 0.0000 -0.0000 0.0104 -6.8621 L= 1.0e + 007* -0.0000 0.0000 -0.0002 0.1071 0.0000 -0.0000 0.0006 -0.3954 -0.0000 0.0000 -0.0021 1.3757 0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0874 >> polyval(C,1982) ans = 1.2989e+004 >> polyval(C,1983) ans = 1.3667e+004 >> polyval(C,1984) ans = 1.4330e+004 >> polyval(C,1985) ans = 1.4982e+004 >> polyval(C,1986) ans = 1.5629e+004 >> polyval(C,1987) ans = 1.6277e+004 >> polyval(C,1988) ans = 1.6930e+004 >> polyval(C,1989) ans = 1.7594e+004 >> polyval(C,1990) ans = 1.8274e+004 >> polyval(C,1991) ans = 1.8975e+004 >> polyval(C,1992) ans = 1.9703e+004</pre>	<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[12290 20462 33967 37374]; >> [C,D]=newpoly(x,y) C= 1.0e + 009* 0.0000 -0.0000 0.0104 -6.8621 D= 1.0e + 007* 1.2290 0 0 0 2.0462 0.0681 0 0 3.3967 0.1125 0.0019 0 3.7374 0.1704 0.0041 0.0001 >> polyval(C,1982) ans = 1.2989e+004 >> polyval(C,1983) ans = 1.3667e+004 >> polyval(C,1984) ans = 1.4330e+004 >> polyval(C,1985) ans = 1.4982e+004 >> polyval(C,1986) ans = 1.5629e+004 >> polyval(C,1987) ans = 1.6277e+004 >> polyval(C,1988) ans = 1.6930e+004 >> polyval(C,1989) ans = 1.7594e+004 >> polyval(C,1990) ans = 1.8274e+004 >> polyval(C,1991) ans = 1.8975e+004 >> polyval(C,1992) ans = 1.9703e+004</pre>

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
MUJER-DE 65 Y MÁS AÑOS	MUJER-DE 65 Y MÁS AÑOS
>> polyval(C,1993)	>> polyval(C,1993)
ans =	ans =
2.0462e+004	2.0462e+004
>> polyval(C,1994)	>> polyval(C,1994)
ans =	ans =
2.1258e+004	2.1258e+004
>> polyval(C,1995)	>> polyval(C,1995)
ans =	ans =
2.2097e+004	2.2097e+004
>> polyval(C,1996)	>> polyval(C,1996)
ans =	ans =
2.2984e+004	2.2984e+004
>> polyval(C,1997)	>> polyval(C,1997)
ans =	ans =
2.3923e+004	2.3923e+004
>> polyval(C,1998)	>> polyval(C,1998)
ans =	ans =
2.4920e+004	2.4920e+004
>> polyval(C,1999)	>> polyval(C,1999)
ans =	ans =
2.5980e+004	2.5980e+004
>> polyval(C,2000)	>> polyval(C,2000)
ans =	ans =
2.7109e+004	2.7109e+004
>> polyval(C,2001)	>> polyval(C,2001)
ans =	ans =
2.8312e+004	2.8312e+004
>> polyval(C,2002)	>> polyval(C,2002)
ans =	ans =
2.9594e+004	2.9594e+004
>> polyval(C,2003)	>> polyval(C,2003)
ans =	ans =
3.0960e+004	3.0960e+004
>> polyval(C,2004)	>> polyval(C,2004)
ans =	ans =
3.2416e+004	3.2416e+004
>> polyval(C,2005)	>> polyval(C,2005)
ans =	ans =
3.3967e+004	3.3967e+004
>> polyval(C,2006)	>> polyval(C,2006)
ans =	ans =
3.5618e+004	3.5618e+004
>> polyval(C,2007)	>> polyval(C,2007)
ans =	ans =
3.7374e+004	3.7374e+004

Población Censada: Sexo Femenino Total - durante los años 1981,1993,2005 y 2007

x	1981	1993	2005	2007
y	342270	471222	553903	570924

Hallaremos el polinomio que pasen por estos puntos , utilizando el método de Lagrange y diferencias Divididas.

Método de Lagrange:

Utilizamos la fórmula dada anteriormente ; y reemplazamos con los puntos ya establecidos :

$$P_n(x) = \frac{342270(x-1993)(x-2005)(x-2007)}{(1981-1993)(1981-2005)(1981-2007)} + \frac{471222(x-1981)(x-2005)(x-2007)}{(1993-1981)(1993-2005)(1993-2007)} +$$

$$\frac{553903(x-1981)(x-1993)(x-2007)}{(2005-1981)(2005-1993)(2005-2007)} + \frac{570924(x-1981)(x-1993)(x-2005)}{(2007-1981)(2007-1993)(2007-2005)}$$

Operando y simplificando se obtiene el siguiente polinomio :

$$P_n(x) = 10 \cdot 63104768x^3 - 63723 \cdot 69727x^2 + 127328817 \cdot 6x - 8 \cdot 48107095 \times 10^{10}$$

Método de Diferencia Divididas

Utilizamos la tabla de diferencias divididas y reemplazando los valores obtenidos a la fórmula dada anteriormente , tenemos:

$$P_n(x) = 342270 + 10746(x - 1981) - 160 \cdot 6631945(x - 1981)(x - 1993)$$

$$+ 10 \cdot 63104777(x - 1981)(x - 1993)(x - 2005)$$

simplificando obtenemos el siguiente polinomio:

$$P_n(x) = 10 \cdot 634777x^3 - 63723 \cdot 69781x^2 + 127328818 \cdot 5x - 8 \cdot 481071022 \times 10^{10}$$

■ **ESTIMACIONES:**

- Se desea estimar la población en el año 1982 hasta el año 2007

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
P(1982)=357526	P(1982)=357170
P(1983)=371706	P(1983)=371349
P(1984)=384927	P(1984)=384570
P(1985)=397252	P(1985)=396895
P(1986)=408746	P(1986)=408389
P(1987)=419472	P(1987)=419115
P(1988)=429494	P(1988)=429136
P(1989)=438876	P(1989)=438518
P(1990)=447681	P(1990)=447323
P(1991)=455974	P(1991)=455615
P(1992)=463817	P(1992)=463459
P(1993)=471276	P(1993)=470917
P(1994)=478413	P(1994)=478054
P(1995)=485292	P(1995)=484933
P(1996)=491978	P(1996)=491619
P(1997)=498534	P(1997)=498175
P(1998)=505024	P(1998)=504664
P(1999)=511511	P(1999)=511151
P(2000)=518060	P(2000)=517700
P(2001)=524734	P(2001)=524374
P(2002)=531597	P(2002)=531236
P(2003)=538712	P(2003)=538352
P(2004)=546145	P(2004)=545784
P(2005)=553957	P(2005)=553596
P(2006)=562214	P(2006)=561853
P(2007)=570978	P(2007)=570617

■ ESTIMACIONES CON MATLAB

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
TOTAL DE MUJERES	TOTAL DE MUJERES
ans =	ans =
>> x=[1981 1993 2005 2007];	>> x=[1981 1993 2005 2007];
>> y=[342270 471222 553903 570924];	>> y=[342270 471222 553903 570924];
>> [C,L]=Lagrange(x,y)	>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =	C
1.0e + 010*	1.0e + 010*
0.0000 -0.0000 0.0127 -8.4811	0.0000 -0.0000 0.0127 -8.4811
L =	D=
1.0e + 005*	1.0e + 005*
-0.0000 0.0000 -0.0002 0.1071	3.4227 0 0 0
0.0000 -0.0000 0.0006 -0.3954	4.7122 0.1075 0 0
-0.0000 0.0000 -0.0021 1.3757	5.5390 0.0689 -0.0016 0
0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0874	5.7092 0.0851 0.0012 0.0001
>> polyval(C,1981)	>> polyval(C,1981)
ans =	ans =
342270	342270
>> polyval(C,1982)	>> polyval(C,1982)
ans =	ans =
3.5747e+005	3.5747e+005
>> polyval(C,1983)	>> polyval(C,1983)
ans =	ans =
3.7165e+005	3.7165e+005
>> polyval(C,1984)	>> polyval(C,1984)
ans =	ans =
3.8487e+005	3.8487e+005
>> polyval(C,1985)	>> polyval(C,1985)
ans =	ans =
3.9720e+005	3.9720e+005
>> polyval(C,1986)	>> polyval(C,1986)
ans =	ans =
4.0869e+005	4.0869e+005
>> polyval(C,1987)	>> polyval(C,1987)
ans =	ans =
4.1942e+005	4.1942e+005
>> polyval(C,1988)	>> polyval(C,1988)
ans =	ans =
4.2944e+005	4.2944e+005
>> polyval(C,1989)	>> polyval(C,1989)
ans =	ans =
4.3882e+005	4.3882e+005
>> polyval(C,1990)	>> polyval(C,1990)
ans =	ans =
4.4763e+005	4.4763e+005
>> polyval(C,1991)	>> polyval(C,1991)
ans =	ans =
4.5592e+005	4.5592e+005

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
TOTAL DE MUJERES	TOTAL DE MUJERES
>> polyval(C,1992)	>> polyval(C,1992)
ans =	ans =
4.6376e+005	4.6376e+005
>> polyval(C,1993)	>> polyval(C,1993)
ans =	ans =
4.7122e+005	4.7122e+005
>> polyval(C,1994)	>> polyval(C,1994)
ans =	ans =
4.7836e+005	4.7836e+005
>> polyval(C,1995)	>> polyval(C,1995)
ans =	ans =
4.8524e+005	4.8524e+005
>> polyval(C,1996)	>> polyval(C,1996)
ans =	ans =
4.9192e+005	4.9192e+005
>> polyval(C,1997)	>> polyval(C,1997)
ans =	ans =
4.9848e+005	4.9848e+005
>> polyval(C,1998)	>> polyval(C,1998)
ans =	ans =
5.0497e+005	5.0497e+005
>> polyval(C,1999)	>> polyval(C,1999)
ans =	ans =
5.1146e+005	5.1146e+005
>> polyval(C,2000)	>> polyval(C,2000)
ans =	ans =
5.1801e+005	5.1801e+005
>> polyval(C,2001)	>> polyval(C,2001)
ans =	ans =
5.2468e+005	5.2468e+005
>> polyval(C,2002)	>> polyval(C,2002)
ans =	ans =
5.3154e+005	5.3154e+005
>> polyval(C,2003)	>> polyval(C,2003)
ans =	ans =
5.3866e+005	5.3866e+005
>> polyval(C,2004)	>> polyval(C,2004)
ans =	ans =
5.4609e+005	5.4609e+005
>> polyval(C,2005)	>> polyval(C,2005)
ans =	ans =
5.5390e+005	5.5390e+005
>> polyval(C,2006)	>> polyval(C,2006)
ans =	ans =
5.6216e+005	5.6216e+005
>> polyval(C,2007)	>> polyval(C,2007)
ans =	ans =
570924	570924

Población Censada: Total Hombres y Mujeres menor de 15 años durante los años 1981,1993,2005 y 2007

x=años	1981	1993	2005	2007
y= población	287531	342544	337267	430295

Hallaremos el polinomio que pasen por estos puntos , utilizando el método de Lagrange y diferencias Divididas.

Método de Lagrange:

Utilizamos la fórmula dada anteriormente ; y reemplazamos con los puntos ya establecidos :

$$P_n(x) = \frac{674442(x-1993)(x-2005)(x-2007)}{(1981-1993)(1981-2005)(1981-2007)} + \frac{920795(x-1981)(x-2005)(x-2007)}{(1993-1981)(1993-2005)(1993-2007)} +$$

$$\frac{1091535(x-1981)(x-1993)(x-2007)}{(2005-1981)(2005-1993)(2005-2007)} + \frac{1112868(x-1981)(x-1993)(x-2005)}{(2007-1981)(2007-1993)(2007-2005)}$$

Operando y simplificando se obtiene el siguiente polinomio :

$$P_n(x) = 13 \cdot 41899419x^3 - 80441 \cdot 50654x^2 + 160737277 \cdot 7x - 1 \cdot 070601449 \times 10^{11}$$

Método de Diferencia Divididas

Utilizamos la tabla de diferencias divididas y reemplazando los valores obtenidos a la fórmula dada anteriormente , tenemos:

$$P_n(x) = 28753 + 4584 \cdot 41667(x - 1981) + -209 \cdot 3402778(x - 1981)(x - 1993) + 13 \cdot 418994(x - 1981)(x - 1993)(x - 2005)$$

simplificando obtenemos el siguiente polinomio:

$$P_n(x) = 13 \cdot 4189942x^3 - 80441 \cdot 5066x^2 + 160737277 \cdot 8x - 1 \cdot 07060145 \times 10^{11}$$

■ **ESTIMACIONES:**

- Se desea estimar la población en el año 1982 hasta el año 2007

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
P(1982)=297804	P(1982)=297745
P(1983)=306782	P(1983)=306722
P(1984)=314536	P(1984)=314476
P(1985)=321147	P(1985)=321087
P(1986)=326695	P(1986)=326635
P(1987)=331260	P(1987)=331201
P(1988)=334924	P(1988)=334864
P(1989)=337767	P(1989)=337707
P(1990)=339869	P(1990)=339809
P(1991)=341310	P(1991)=341251
P(1992)=342172	P(1992)=342112
P(1993)=342535	P(1993)=342475
P(1994)=342479	P(1994)=342419
P(1995)=342085	P(1995)=342025
P(1996)=341433	P(1996)=341373
P(1997)=340604	P(1997)=340544
P(1998)=339679	P(1998)=339619
P(1999)=338737	P(1999)=338677
P(2000)=337860	P(2000)=337800
P(2001)=337128	P(2001)=337068
P(2002)=336621	P(2002)=336561
P(2003)=336420	P(2003)=336360
P(2004)=336605	P(2004)=336545
P(2005)=337258	P(2005)=337198
P(2006)=338458	P(2006)=338398
P(2007)=340286	P(2007)=340226

■ ESTIMACIONES EN MATLAB:

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
TOTAL DE POBLACION CENSADA HOMBRES Y MUJERES MENOR DE 15 AÑOS	TOTAL DE POBLACION CENSADA HOMBRES Y MUJERES MENOR DE 15 AÑOS
<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[287531 342544 337267 340295]; >> [C,L]=Lagrange(x,y) C= 1.0e + 011* 0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0706 L = 1.0e + 007* -0.0000 0.0000 -0.0002 0.1071 0.0000 -0.0000 0.0006 -0.3954 -0.0000 0.0000 -0.0021 1.3757 0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0874 >> polyval(C,1982) ans = 2.9781e + 005 >> polyval(C,1983) ans = 3.0679e + 005 >> polyval(C,1984) ans = 3.1455e + 005 >> polyval(C,1985) ans = 3.2116e + 005 >> polyval(C,1986) ans = 3.2670e + 005 >> polyval(C,1987) ans = 3.3127e + 005 >> polyval(C,1988) ans = 3.3493e + 005 >> polyval(C,1989) ans = 3.3778e + 005 >> polyval(C,1990) ans = 3.3988e + 005 >> polyval(C,1991) ans = 3.4132e + 005 >> polyval(C,1992) ans = 3.4218e + 005</pre>	<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[287531 342544 337267 340295]; >> [C,D]=newpoly(x,y) C 1.0e + 011* 0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0706 D = 1.0e + 005* 2.8753 0 0 0 3.4254 0.0458 0 0 3.3727 -0.0044 -0.0021 0 3.4030 0.0151 0.0014 0.0001 >> polyval(C,1982) ans = 2.9781e + 005 >> polyval(C,1983) ans = 3.0679e + 005 >> polyval(C,1984) ans = 3.1455e + 005 >> polyval(C,1985) ans = 3.2116e + 005 >> polyval(C,1986) ans = 3.2670e + 005 >> polyval(C,1987) ans = 3.3127e + 005 >> polyval(C,1988) ans = 3.3493e + 005 >> polyval(C,1989) ans = 3.3778e + 005 >> polyval(C,1990) ans = 3.3988e + 005 >> polyval(C,1991) ans = 3.4132e + 005 >> polyval(C,1992) ans = 3.4218e + 005</pre>

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
TOTAL DE POBLACION CENSADA HOMBRES Y MUJERES MENOR DE 15 AÑOS	TOTAL DE POBLACION CENSADA HOMBRES Y MUJERES MENOR DE 15 AÑOS
>> polyval(C,1993) ans = 3,4254e + 005	>> polyval(C,1993) ans = 3,4254e + 005
>> polyval(C,1994) ans = 3,4249e + 005	>> polyval(C,1994) ans = 3,4249e + 005
>> polyval(C,1995) ans = 3,4209e + 005	>> polyval(C,1995) ans = 3,4209e + 005
>> polyval(C,1996) ans = 3,4144e + 005	>> polyval(C,1996) ans = 3,4144e + 005
>> polyval(C,1997) ans = 3,4061e + 005	>> polyval(C,1997) ans = 3,4061e + 005
>> polyval(C,1998) ans = 3,3969e + 005	>> polyval(C,1998) ans = 3,3969e + 005
>> polyval(C,1999) ans = 3,3875e + 005	>> polyval(C,1999) ans = 3,3875e + 005
>> polyval(C,2000) ans = 3,3787e + 005	>> polyval(C,2000) ans = 3,3787e + 005
>> polyval(C,2001) ans = 3,3714e + 005	>> polyval(C,2001) ans = 3,3714e + 005
>> polyval(C,2002) ans = 3,3663e + 005	>> polyval(C,2002) ans = 3,3663e + 005
>> polyval(C,2003) ans = 3,3643e + 005	>> polyval(C,2003) ans = 3,3643e + 005
>> polyval(C,2004) ans = 3,3661e + 005	>> polyval(C,2004) ans = 3,3661e + 005
>> polyval(C,2005) ans = 3,3727e + 005	>> polyval(C,2005) ans = 3,3727e + 005
>> polyval(C,2006) ans = 3,3847e + 005	>> polyval(C,2006) ans = 3,3847e + 005
>> polyval(C,2007) ans = 3,4029e + 005	>> polyval(C,2007) ans = 3,4029e + 005

Población Censada: TOTAL HOMBRES Y MUJERES / De 15 a 64 años durante los años 1981,1993,2005 y 2007

x	1981	1993	2005	2007
y	361688	536673	686395	698969

Hallaremos el polinomio que pasen por estos puntos , utilizando el método de Lagrange y diferencias Divididas.

Método de Lagrange:

Utilizamos la fórmula dada anteriormente ; y reemplazamos con los puntos ya establecidos :

$$P_n(x) = \frac{361688(x-1993)(x-2005)(x-2007)}{(1981-1993)(1981-2005)(1981-2007)} + \frac{536673(x-1981)(x-2005)(x-2007)}{(1993-1981)(1993-2005)(1993-2007)} +$$

$$\frac{686395(x-1981)(x-1993)(x-2007)}{(2005-1981)(2005-1993)(2005-2007)} + \frac{698969(x-1981)(x-1993)(x-2005)}{(2007-1981)(2007-1993)(2007-2005)}$$

Operando y simplificando se obtiene el siguiente polinomio :

$$P_n(x) = -13 \cdot 63123853x^3 + 81413 \cdot 45642x^2 - 162066702 \cdot 8x + 1 \cdot 075301243 \times 10^{11}$$

Método de Diferencia Divididas

Utilizamos la tabla de diferencias divididas y reemplazando los valores obtenidos a la fórmula dada anteriormente , tenemos:

$$P_n(x) = 174308 + 6695 \cdot 416667(x - 1981)(x - 1993)$$

$$-16 \cdot 70674985(x - 1981)(x - 1993)(x - 2005)$$

simplificando obtenemos el siguiente polinomio:

$$P_n(x) = -13 \cdot 63123854x^3 + 81413 \cdot 45648x^2 - 162066702 \cdot 9x + 1 \cdot 075301244 \times 10^{11}$$

■ ESTIMACIONES:

- Se desea estimar la población en el año 1982 hasta el año 2007

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
P(1982)=373780	P(1982)=373840
P(1983)=386603	P(1983)=386662
P(1984)=400068	P(1984)=400127
P(1985)=414093	P(1985)=414153
P(1986)=428598	P(1986)=428658
P(1987)=443499	P(1987)=443559
P(1988)=458716	P(1988)=458776
P(1989)=474167	P(1989)=474226
P(1990)=489769	P(1990)=489828
P(1991)=505441	P(1991)=505500
P(1992)=521101	P(1992)=521160
P(1993)=536667	P(1993)=536727
P(1994)=552058	P(1994)=552118
P(1995)=567192	P(1995)=567252
P(1996)=581987	P(1996)=582047
P(1997)=596361	P(1997)=596421
P(1998)=610232	P(1998)=610292
P(1999)=623519	P(1999)=623579
P(2000)=636140	P(2000)=636200
P(2001)=648013	P(2001)=648073
P(2002)=659056	P(2002)=659116
P(2003)=669188	P(2003)=669248
P(2004)=678326	P(2004)=678386
P(2005)=686389	P(2005)=686449
P(2006)=693296	P(2006)=693356
P(2007)=698963	P(2007)=699024

■ ESTIMACIONES EN MATLAB:

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
HOMBRES Y MUJERES DE 15 AÑOS A 64 AÑOS	HOMBRES Y MUJERES DE 15 AÑOS A 64 AÑOS
<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[361688 536673 686395 698969]; >> [C,L]=Lagrange(x,y) C= 1.0e + 011* -0.0000 0.0000 -0.0016 1.0753 L= 1.0e + 007* -0.0000 0.0000 -0.0002 0.1071 0.0000 -0.0000 0.0006 -0.3954 -0.0000 0.0000 -0.0021 1.3757 0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0874 >> polyval(C,1982) ans = 3.7379e + 005 >> polyval(C,1983) ans = 3.8661e + 005 >> polyval(C,1984) ans = 4.0007e + 005 >> polyval(C,1985) ans = 4.1410e + 005 >> polyval(C,1986) ans = 4.2860e + 005 >> polyval(C,1987) ans = 4.4351e + 005 >> polyval(C,1988) ans = 4.5872e + 005 >> polyval(C,1989) ans = 4.7417e + 005 >> polyval(C,1990) ans = 4.8977e + 005 >> polyval(C,1991) ans = 5.0545e + 005 >> polyval(C,1992) ans = 5.2111e + 005</pre>	<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007] >> y=[361688 536673 686395 698969]; >> [C,D]=newpoly(x,y) C= 1.0e + 011* -0.0000 0.0000 -0.0016 1.0753 D= 1.0e + 005* 3.6169 0 0 0 5.3667 0.1458 0 0 6.8640 0.1248 -0.0009 0 6.9897 0.0629 -0.0044 -0.0001 >> polyval(C,1982) ans = 3.7379e + 005 >> polyval(C,1983) ans = 3.8661e + 005 >> polyval(C,1984) ans = 4.0007e + 005 >> polyval(C,1985) ans = 4.1410e + 005 >> polyval(C,1986) ans = 4.2860e + 005 >> polyval(C,1987) ans = 4.4351e + 005 >> polyval(C,1988) ans = 4.5872e + 005 >> polyval(C,1989) ans = 4.7417e + 005 >> polyval(C,1990) ans = 4.8977e + 005 >> polyval(C,1991) ans = 5.0545e + 005 >> polyval(C,1992) ans = 5.2111e + 005</pre>

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
HOMBRES Y MUJERES DE 15 AÑOS A 64 AÑOS	HOMBRES Y MUJERES DE 15 AÑOS A 64 AÑOS
>> polyval(C,1993)	>> polyval(C,1993)
ans =	ans =
5,3667e + 005	5,3667e + 005
>> polyval(C,1994)	>> polyval(C,1994)
ans =	ans =
5,5206e + 005	5,5206e + 005
>> polyval(C,1995)	>> polyval(C,1995)
ans =	ans =
5,6720e + 005	5,6720e + 005
>> polyval(C,1996)	>> polyval(C,1996)
ans =	ans =
5,8199e + 005	5,8199e + 005
>> polyval(C,1997)	>> polyval(C,1997)
ans =	ans =
5,9637e + 005	5,9637e + 005
>> polyval(C,1998)	>> polyval(C,1998)
ans =	ans =
6,1024e + 005	6,1024e + 005
>> polyval(C,1999)	>> polyval(C,1999)
ans =	ans =
6,2352e + 005	6,2352e + 005
>> polyval(C,2000)	>> polyval(C,2000)
ans =	ans =
6,3615e + 005	6,3615e + 005
>> polyval(C,2001)	>> polyval(C,2001)
ans =	ans =
6,4802e + 005	6,4802e + 005
>> polyval(C,2002)	>> polyval(C,2002)
ans =	ans =
6,5906e + 005	6,5906e + 005
>> polyval(C,2003)	>> polyval(C,2003)
ans =	ans =
6,6919e + 005	6,6919e + 005
>> polyval(C,2004)	>> polyval(C,2004)
ans =	ans =
6,7833e + 005	6,7833e + 005
>> polyval(C,2005)	>> polyval(C,2005)
ans =	ans =
6,8639e + 005	6,8639e + 005
>> polyval(C,2006)	>> polyval(C,2006)
ans =	ans =
6,9330e + 005	6,9330e + 005
>> polyval(C,2007)	>> polyval(C,2007)
ans =	ans =
6,9897e + 005	6,9897e + 005

Población Censada: TOTAL HOMBRES Y MUJERES / De 65 años y más, durante los años 1981,1993,2005 y 2007

x	1981	1993	2005	2007
y	25223	41578	67873	73604

Hallaremos el polinomio que pasen por estos puntos , utilizando el método de Lagrange y diferencias Divididas.

Método de Lagrange:

Utilizamos la fórmula dada anteriormente ; y reemplazamos con los puntos ya establecidos :

$$P_n(x) = \frac{25223(x-1993)(x-2005)(x-2007)}{(1981-1993)(1981-2005)(1981-2007)} + \frac{41578(x-1981)(x-2005)(x-2007)}{(1993-1981)(1993-2005)(1993-2007)} +$$

$$\frac{67873(x-1981)(x-1993)(x-2007)}{(2005-1981)(2005-1993)(2005-2007)} + \frac{73604(x-1981)(x-1993)(x-2005)}{(2007-1981)(2007-1993)(2007-2005)}$$

Operando y simplificando se obtiene el siguiente polinomio :

$$P_n(x) = 0 \cdot 524877943x^3 - 3103 \cdot 731332x^2 + 6118651 \cdot 866x - 4021346587$$

Método de Diferencia Divididas

Utilizamos la tabla de diferencias divididas y reemplazando los valores obtenidos a la fórmula dada anteriormente , tenemos:

$$P_n(x) = 25223 + 1362 \cdot 916667(x - 1981) + 34 \cdot 51388888(x - 1981)(x - 1993) + 0 \cdot 5248779002(x - 1981)(x - 1993)(x - 2005)$$

simplificando obtenemos el siguiente polinomio:

$$P_n(x) = 0 \cdot 5248779002x^3 - 3103 \cdot 731076x^2 + 6118651 \cdot 355x - 4021346247$$

■ **ESTIMACIONES:**

- Se desea estimar la población en el año 1982 hasta el año 2007

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
P(1982)=26340	P(1982)=26340
P(1983)=27491	P(1983)=27490
P(1984)=28679	P(1984)=28678
P(1985)=29907	P(1985)=29907
P(1986)=31180	P(1986)=31180
P(1987)=32499	P(1987)=32499
P(1988)=33869	P(1988)=33869
P(1989)=35292	P(1989)=35292
P(1990)=36771	P(1990)=36771
P(1991)=38310	P(1991)=38310
P(1992)=39912	P(1992)=39911
P(1993)=41579	P(1993)=41579
P(1994)=43316	P(1994)=43315
P(1995)=45125	P(1995)=45124
P(1996)=47009	P(1996)=47008
P(1997)=48971	P(1997)=48971
P(1998)=51015	P(1998)=51015
P(1999)=53144	P(1999)=53144
P(2000)=55361	P(2000)=55361
P(2001)=57669	P(2001)=57669
P(2002)=60071	P(2002)=60071
P(2003)=62571	P(2003)=62570
P(2004)=65171	P(2004)=65170
P(2005)=67874	P(2005)=67874
P(2006)=70685	P(2006)=70684
P(2007)=73605	P(2007)=73605

■ EN MATLAB:

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
HOMBRES Y MUJERES DE 65 AÑOS Y MAS AÑOS	HOMBRES Y MUJERES DE 65 AÑOS Y MAS AÑOS
<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[25223 41578 67873 73604]; >> [C,L]=Lagrange(x,y) C= 1.0e + 009* 0.0000 -0.0000 0.0061 -4.0213 L= 1.0e + 007* -0.0000 0.0000 -0.0002 0.1071 0.0000 -0.0000 0.0006 -0.3954 -0.0000 0.0000 -0.0021 1.3757 0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0874 >> polyval(C,1982) ans = 2.6339e + 004 >> polyval(C,1983) ans = 2.7490e + 004 >> polyval(C,1984) ans = 2.8677e + 004 >> polyval(C,1985) ans = 2.9906e + 004 >> polyval(C,1986) ans = 3.1179e + 004 >> polyval(C,1987) ans = 3.2498e + 004 >> polyval(C,1988) ans = 3.3868e + 004 >> polyval(C,1989) ans = 3.5291e + 004 >> polyval(C,1990) ans = 3.6770e + 004 >> polyval(C,1991) ans = 3.8309e + 004 >> polyval(C,1992) ans = 3.9910e + 004</pre>	<pre>>> x=[1981 1993 2005 2007]; >> y=[25223 41578 67873 73604]; >> [C,D]=newpoly(x,y) C= 0.0000 -0.0000 0.0061 -4.0213 D= 1.0e + 004* 2.5223 0 0 0 4.1578 0.1363 0 0 6.7873 0.2191 0.0035 0 7.3604 0.2866 0.0048 0.0001 >> polyval(C,1982) ans = 2.6339e + 004 >> polyval(C,1983) ans = 2.7490e + 004 >> polyval(C,1984) ans = 2.8677e + 004 >> polyval(C,1985) ans = 2.9906e + 004 >> polyval(C,1986) ans = 3.1179e + 004 >> polyval(C,1987) ans = 3.2498e + 004 >> polyval(C,1988) ans = 3.3868e + 004 >> polyval(C,1989) ans = 3.5291e + 004 >> polyval(C,1990) ans = 3.6770e + 004 >> polyval(C,1991) ans = 3.8309e + 004 >> polyval(C,1992) ans = 3.9910e + 004</pre>

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
TOTAL HOMBRES Y MUJERES DE 65 AÑOS Y MAS AÑOS	TOTAL HOMBRES Y MUJERES DE 65 AÑOS Y MAS AÑOS
>> polyval(C,1993)	>> polyval(C,1993)
ans =	ans =
4,1578e + 004	4,1578e + 004
>> polyval(C,1994)	>> polyval(C,1994)
ans =	ans =
4,3315e + 004	4,3315e + 004
>> polyval(C,1995)	>> polyval(C,1995)
ans =	ans =
4,5123e + 004	4,5123e + 004
>> polyval(C,1996)	>> polyval(C,1996)
ans =	ans =
4,7007e + 004	4,7007e + 004
>> polyval(C,1997)	>> polyval(C,1997)
ans =	ans =
4,8970e + 004	4,8970e + 004
>> polyval(C,1998)	>> polyval(C,1998)
ans =	ans =
5,1014e + 004	5,1014e + 004
>> polyval(C,1999)	>> polyval(C,1999)
ans =	ans =
5,3143e + 004	5,3143e + 004
>> polyval(C,2000)	>> polyval(C,2000)
ans =	ans =
5,5360e + 004	5,5360e + 004
>> polyval(C,2001)	>> polyval(C,2001)
ans =	ans =
5,7668e + 004	5,7668e + 004
>> polyval(C,2002)	>> polyval(C,2002)
ans =	ans =
6,0070e + 004	6,0070e + 004
>> polyval(C,2003)	>> polyval(C,2003)
ans =	ans =
6,2569e + 004	6,2569e + 004
>> polyval(C,2004)	>> polyval(C,2004)
ans =	ans =
6,5169e + 004	6,5169e + 004
>> polyval(C,2005)	>> polyval(C,2005)
ans =	ans =
6,7873e + 004	6,7873e + 004
>> polyval(C,2006)	>> polyval(C,2006)
ans =	ans =
7,0684e + 004	7,0684e + 004
>> polyval(C,2007)	>> polyval(C,2007)
ans =	ans =
7,3604e + 004	7,3604e + 004

Población Censada: TOTAL HOMBRES Y MUJERES durante los años 1981,1993,2005 y 2007

x	1981	1993	2005	2007
y	674442	920795	1091535	1112868

Hallaremos el polinomio que pasen por estos puntos , utilizando el método de Lagrange y diferencias Divididas.

Método de Lagrange:

Utilizamos la fórmula dada anteriormente ; y reemplazamos con los puntos ya establecidos :

$$P_n(x) = \frac{674442(x-1993)(x-2005)(x-2007)}{(1981-1993)(1981-2005)(1981-2007)} + \frac{920795(x-1981)(x-2005)(x-2007)}{(1993-1981)(1993-2005)(1993-2007)} +$$

$$\frac{1091535(x-1981)(x-1993)(x-2007)}{(2005-1981)(2005-1993)(2005-2007)} + \frac{1112868(x-1981)(x-1993)(x-2005)}{(2007-1981)(2007-1993)(2007-2005)}$$

Operando y simplificando se obtiene el siguiente polinomio :

$$P_n(x) = 0 \cdot 31263306x^3 - 2131 \cdot 778204x^2 + 4789220 \cdot 278x - 3551362844$$

Método de Diferencia Divididas

Utilizamos la tabla de diferencias divididas y reemplazando los valores obtenidos a la fórmula dada anteriormente , tenemos:

$$P_n(x) = 674442 + 20529 \cdot 41667(x - 1981) - 262 \cdot 5451392(x - 1981)(x - 1993)$$

$$+ 0 \cdot 3126336(x - 1981)(x - 1993)(x - 2005)$$

simplificando obtenemos el siguiente polinomio:

$$P_n(x) = 0 \cdot 3126336x^3 - 2131 \cdot 781433x^2 + 4789226 \cdot 716x - 3551367121$$

■ **ESTIMACIONES:**

- Se desea estimar la población en el año 1982 hasta el año 2007

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
P(1982)=697940	P(1982)=697943
P(1983)=720891	P(1983)=720894
P(1984)=743298	P(1984)=743301
P(1985)=765163	P(1985)=765166
P(1986)=786488	P(1986)=786491
P(1987)=807274	P(1987)=807277
P(1988)=827523	P(1988)=827528
P(1989)=847240	P(1989)=847243
P(1990)=866424	P(1990)=866427
P(1991)=885076	P(1991)=885079
P(1992)=903200	P(1992)=903203
P(1993)=920797	P(1993)=920800
P(1994)=937868	P(1994)=937871
P(1995)=954417	P(1995)=954420
P(1996)=970444	P(1996)=970447
P(1997)=985951	P(1997)=985954
P(1998)=1000941	P(1998)=1000944
P(1999)=1015416	P(1999)=1015419
P(2000)=1029376	P(2000)=1029379
P(2001)=1042825	P(2001)=1042828
P(2002)=1055763	P(2002)=1055766
P(2003)=1068193	P(2003)=1068196
P(2004)=1080117	P(2004)=1080120
P(2005)=1091536	P(2005)=1091540
P(2006)=1102453	P(2006)=1102456
P(2007)=1112869	P(2007)=1112873

EN MATLAB:

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
TOTAL HOMBRES Y MUJERES	TOTAL HOMBRES Y MUJERES
>> x=[1981 1993 2005 2007];	>> x=[1981 1993 2005 2007];
>> y=[674442 920795 1091535 1112868];	>> y=[674442 920795 1091535 1112868];
>> [C,L]=Lagrange(x,y)	>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =	C =
1.0e+009*	1.0e+009*
0.0000 -0.0000 0.0048 -3.5514	0.0000 -0.0000 0.0048 -3.5514
L =	D =
1.0e+007*	1.0e+007*
-0.0000 0.0000 -0.0002 0.1071	0.6744 0 0 0
0.0000 -0.0000 0.0006 -0.3954	0.9208 0.0205 0 0
-0.0000 0.0000 -0.0021 1.3757	1.0915 0.0142 -0.0003 0
0.0000 -0.0000 0.0016 -1.0874	1.1129 0.0107 -0.0003 0.0000
>> polyval(C,1982)	>> polyval(C,1982)
ans =	ans =
6.9794e+005	6.9794e+005
>> polyval(C,1983)	>> polyval(C,1983)
ans =	ans =
7.2089e+005	7.2089e+005
>> polyval(C,1984)	>> polyval(C,1984)
ans =	ans =
7.4330e+005	7.4330e+005
>> polyval(C,1985)	>> polyval(C,1985)
ans =	ans =
7.6516e+005	7.6516e+005
>> polyval(C,1985)	>> polyval(C,1985)
ans =	ans =
7.6516e+005	7.6516e+005
>> polyval(C,1986)	>> polyval(C,1986)
ans =	ans =
7.8649e+005	7.8649e+005
>> polyval(C,1987)	>> polyval(C,1987)
ans =	ans =
8.0727e+005	8.0727e+005
>> polyval(C,1988)	>> polyval(C,1988)
ans =	ans =
8.2752e+005	8.2752e+005
>> polyval(C,1989)	>> polyval(C,1989)
ans =	ans =
8.4724e+005	8.4724e+005
>> polyval(C,1990)	>> polyval(C,1990)
ans =	ans =
8.6642e+005	8.6642e+005
>> polyval(C,1991)	>> polyval(C,1991)
ans =	ans =
8.8507e+005	8.8507e+005

LAGRANGE	DIFERENCIAS DIVIDIDAS
TOTAL HOMBRES Y MUJERES	TOTAL HOMBRES Y MUJERES
>> polyval(C,1992)	>> polyval(C,1992)
ans =	ans =
9.0320e+005	9.0320e+005
>> polyval(C,1993)	>> polyval(C,1993)
ans =	ans =
9.2079e+005	9.2079e+005
>> polyval(C,1994)	>> polyval(C,1994)
ans =	ans =
9.3787e+005	9.3787e+005
>> polyval(C,1995) ans =	ans =
9.5442e+005	9.5442e+005
>> polyval(C,1996)	>> polyval(C,1996)
ans =	ans =
9.7044e+005	9.7044e+005
>> polyval(C,1997)	>> polyval(C,1997)
ans =	ans =
9.8595e+005	9.8595e+005
>> polyval(C,1998)	>> polyval(C,1998)
ans =	ans =
1.0009e+006	1.0009e+006
>> polyval(C,1999)	>> polyval(C,1999)
ans =	ans =
1.0154e+006	1.0154e+006
>> polyval(C,2000)	>> polyval(C,2000)
ans =	ans =
1.0294e+006	1.0294e+006
>> polyval(C,2001)	>> polyval(C,2001)
ans =	ans =
1.0428e+006	1.0428e+006
>> polyval(C,2002)	>> polyval(C,2002)
ans =	ans =
1.0558e+006	1.0558e+006
>> polyval(C,2003)	>> polyval(C,2003)
ans =	ans =
1.0682e+006	1.0682e+006
>> polyval(C,2004)	>> polyval(C,2004)
ans =	ans =
1.0801e+006	1.0801e+006
>> polyval(C,2005)	>> polyval(C,2005)
ans =	ans =
1.0915e+006	1.0915e+006
>> polyval(C,2006)	>> polyval(C,2006)
ans =	ans =
1.1025e+006	1.1025e+006
>> polyval(C,2007)	>> polyval(C,2007)
ans =	ans =
1.1129e+006	1.1129e+006

3.2. Extrapolaciones utilizando el Método de Diferencias Divididas

TOTAL DE LA POBLACION CENSADA : HOMBRES Y MUJERES

```
>> x=[1981 1993 2005 2007 2008];
>> y=[674442 920795 1091535 1112868 1.1228e+006];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
    0.0000 -0.0000  0.0000 -0.0038  1.8842
D =
    1.0e + 006*
    0.6744      0      0      0      0
    0.9208  0.0205      0      0      0
    1.0915  0.0142 -0.0003      0      0
    1.1129  0.0107 -0.0003  0.0000      0
    1.1228  0.0099 -0.0002  0.0000  0.0000
>> polyval(C,2009)
ans =
    1.1322e+006
>> x=[1993 2005 2007 2008 2009];
>> y=[920795 1091535 1112868 1.1228e+006 1.1322e+006];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    -0.0000  0.0000 -0.0000  0.0119 -5.9753
```

D =

```

1,0e + 006*
0.9208      0      0      0      0
1.0915 0.0142      0      0      0
1.1129 0.0107 -0.0003      0      0
1.1228 0.0099 -0.0002 0.0000      0
1.1322 0.0094 -0.0003 -0.0000 -0.0000

```

>> polyval(C,2010)

ans =

```
1.1410e+006
```

>> x=[2005 2007 2008 2009 2010];

>> y=[1091535 1112868 1.1228e+006 1.1322e+006 1.1410e+006];

>> [C,D]=newpoly(x,y)

C =

```

1,0e + 013*
-0.0000 0.0000 -0.0000 0.0039 -1.9573

```

D =

```

1,0e + 006*
1.0915      0      0      0      0
1.1129 0.0107      0      0      0
1.1228 0.0099 -0.0002      0      0
1.1322 0.0094 -0.0003 -0.0000      0
1.1410 0.0088 -0.0003 -0.0000 -0.0000

```

>> polyval(C,2011)

ans =

```
1.1491e+006
```

>> x=[2007 2008 2009 2010 2011];

>> y=[1112868 1.1228e+006 1.1322e+006 1.1410e+006 1.1491e+006];

>> [C,D]=newpoly(x,y)

C =

```
1,0e + 013*
-0.0000  0.0000 -0.0000  0.0043 -2.1608
```

D =

```
1,0e + 006*
1.1129      0      0      0      0
1.1228 0.0099      0      0      0
1.1322 0.0094 -0.0003      0      0
1.1410 0.0088 -0.0003 -0.0000      0
1.1491 0.0081 -0.0004 -0.0000 -0.0000
```

```
>> polyval(C,2012)
```

ans =

```
1.1564e+006
```

```
>> x=[2008 2009 2010 2011 2012];
```

```
>> y=[1.1228e+006 1.1322e+006 1.1410e+006 1.1491e+006 1.1564e+006];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

C =

```
1,0e + 011*
0 -0.0000  0.0000 -0.0020  1.3391
```

D =

```
1,0e + 006*
1.1228      0      0      0      0
1.1322 0.0094      0      0      0
1.1410 0.0088 -0.0003      0      0
1.1491 0.0081 -0.0004 -0.0000      0
1.1564 0.0073 -0.0004 -0.0000      0
```

```
>> polyval(C,2013)
```

ans =

```
1.1628e+006
```

```
>> x=[2009 2010 2011 2012 2013];
```

```
>> y=[1.1322e+006 1.1410e+006 1.1491e+006 1.1564e+006 1.1628e+006];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```

C =
    1.0e + 011*
    0 -0.0000  0.0000 -0.0020  1.3391

D =
    1.0e + 006*
    1.1322      0      0      0      0
    1.1410  0.0088      0      0      0
    1.1491  0.0081 -0.0004      0      0
    1.1564  0.0073 -0.0004 -0.0000      0
    1.1628  0.0064 -0.0004 -0.0000      0

>> polyval(C,2014)
ans =
    1.1682e+006

>> x=[2010 2011 2012 2013 2014];
>> y=[1.1410e+006 1.1491e+006 1.1564e+006 1.1628e+006 1.1682e+006];
>> [C,D]=newpoly(x,y)

C =
    1.0e + 011*
    0 -0.0000  0.0000 -0.0020  1.3391

D =
    1.0e + 006*
    1.1410      0      0      0      0
    1.1491  0.0081      0      0      0
    1.1564  0.0073 -0.0004      0      0
    1.1628  0.0064 -0.0004 -0.0000      0
    1.1682  0.0054 -0.0005 -0.0000      0

>> polyval(C,2015)
ans =
    1.1725e+006

```

TOTAL DE LA POBLACION CENSADA: MENOR DE 15 AÑOS

```

>> x=[1981 1993 2005 2007 2008];
>> y=[287531 342544 337267 340295 3.4283e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
    -0.0000  0.0000 -0.0000  0.0020 -1.2688
D =
    1.0e + 005*
    2.8753      0      0      0      0
    3.4254  0.0458      0      0      0
    3.3727 -0.0044 -0.0021      0      0
    3.4030  0.0151  0.0014  0.0001      0
    3.4283  0.0254  0.0034  0.0001 -0.0000
>> polyval(C,2009)
ans =
    3.4615e+005
>> x=[1993 2005 2007 2008 2009];
>> y=[342544 337267 340295 3.4283e+005 3.4615e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
    -0.0000  0.0000 -0.0000  0.0085 -4.5267
D =
    1.0e + 005*
    3.4254      0      0      0      0
    3.3727 -0.0044      0      0      0
    3.4030  0.0151  0.0014      0      0
    3.4283  0.0254  0.0034  0.0001      0
    3.4615  0.0332  0.0039  0.0001 -0.0000
>> polyval(C,2010)
ans =
    3.5033e+005

```

```

>> x=[2005 2007 2008 2009 2010];
>> y=[337267 340295 3.4283e+005 3.4615e+005 3.5033e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    -0.0000  0.0000 -0.0000  0.0037 -1.8626
D =
    1.0e + 005*
    3.3727      0      0      0      0
    3.4030  0.0151      0      0      0
    3.4283  0.0254  0.0034      0      0
    3.4615  0.0332  0.0039  0.0001      0
    3.5033  0.0418  0.0043  0.0001 -0.0000
>> polyval(C,2011)
ans =
    3.5544e+005
>> x=[2007 2008 2009 2010 2011];
>> y=[340295 3.4283e+005 3.4615e+005 3.5033e+005 3.5544e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    -0.0000  0.0000 -0.0000  0.0069 -3.4900
D =
    1.0e + 005*
    3.4030      0      0      0      0
    3.4283  0.0254      0      0      0
    3.4615  0.0332  0.0039      0      0
    3.5033  0.0418  0.0043  0.0001      0
    3.5544  0.0511  0.0046  0.0001 -0.0000
>> polyval(C,2012)
ans =
    3.6155e+005

```

```

>> x=[2008 2009 2010 2011 2012];
>> y=[3.4283e+005 3.4615e+005 3.5033e+005 3.5544e+005 3.6155e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
    0  0.0000 -0.0000  0.0140 -9.2871
D =
    1.0e + 005*
    3.4283      0      0      0      0
    3.4615  0.0332      0      0      0
    3.5033  0.0418  0.0043      0      0
    3.5544  0.0511  0.0046  0.0001      0
    3.6155  0.0611  0.0050  0.0001      0
>> polyval(C,2013)
ans =
    3.6873e+005
>> x=[2009 2010 2011 2012 2013];
>> y=[3.4615e+005 3.5033e+005 3.5544e+005 3.6155e+005 3.6873e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
    0  0.0000 -0.0000  0.0140 -9.2871
D =
    1.0e + 005*
    3.4615      0      0      0      0
    3.5033  0.0418      0      0      0
    3.5544  0.0511  0.0046      0      0
    3.6155  0.0611  0.0050  0.0001      0
    3.6873  0.0718  0.0053  0.0001      0

```

```
>> polyval(C,2014)
ans =
    3.7705e+005
>> x=[2010 2011 2012 2013 2014];
>> y=[3.5033e+005 3.5544e+005 3.6155e+005 3.6873e+005 3.7705e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
    0    0.0000   -0.0000    0.0140   -9.2871
D =
    1.0e + 005*
    3.5033         0         0         0         0
    3.5544    0.0511         0         0         0
    3.6155    0.0611    0.0050         0         0
    3.6873    0.0718    0.0053    0.0001         0
    3.7705    0.0832    0.0057    0.0001         0
>> polyval(C,2015)
ans =
    3.8658e+005
```

**TOTAL DE LA POBLACION CENSADA : HOMBRES Y MUJERES:
DE 15 A 64 AÑOS**

```
>> x=[1981 1993 2005 2007 2008];
>> y=[361688 536673 686395 698969 7.0332e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
    0.0000 -0.0000  0.0000 -0.0026  1.5720
D =
    1.0e + 005*
    3.6169      0      0      0      0
    5.3667  0.1458      0      0      0
    6.8640  0.1248 -0.0009      0      0
    6.9897  0.0629 -0.0044 -0.0001      0
    7.0332  0.0435 -0.0065 -0.0001  0.0000
>> polyval(C,2009)
ans =
    7.0627e+005
>> x=[1993 2005 2007 2008 2009];
>> y=[536673 686395 698969 7.0332e+005 7.0627e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
   -0.0000  0.0000 -0.0000  0.0033 -1.3958
D =
    1.0e + 005*
    5.3667      0      0      0      0
    6.8640  0.1248      0      0      0
    6.9897  0.0629 -0.0044      0      0
    7.0332  0.0435 -0.0065 -0.0001      0
    7.0627  0.0295 -0.0070 -0.0001 -0.0000
```

```
>> polyval(C,2010)
```

```
ans =
```

```
7.0774e+005
```

```
>> x=[2005 2007 2008 2009 2010];
```

```
>> y=[686395 698969 7.0332e+005 7.0627e+005 7.0774e+005];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 012*
```

```
0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0042 2.1380
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
```

```
6.8640      0      0      0      0
```

```
6.9897 0.0629      0      0      0
```

```
7.0332 0.0435 -0.0065      0      0
```

```
7.0627 0.0295 -0.0070 -0.0001      0
```

```
7.0774 0.0147 -0.0074 -0.0001 0.0000
```

```
>> polyval(C,2011)
```

```
ans =
```

```
7.0765e+005
```

```
>> x=[2007 2008 2009 2010 2011];
```

```
>> y=[698969 7.0332e+005 7.0627e+005 7.0774e+005 7.0765e+005];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 011*
```

```
-0.0000 0.0000 -0.0000 0.0119 -5.7430
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
```

```
6.9897      0      0      0      0
```

```
7.0332 0.0435      0      0      0
```

```
7.0627 0.0295 -0.0070      0      0
```

```
7.0774 0.0147 -0.0074 -0.0001      0
```

```
7.0765 -0.0009 -0.0078 -0.0001 -0.0000
```

```

>> polyval(C,2012)
ans =
    7.0592e+005
>> x=[2008 2009 2010 2011 2012];
>> y=[7.0332e+005 7.0627e+005 7.0774e+005 7.0765e+005 7.0592e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
    0 -0.0000  0.0000 -0.0016  1.0512
D =
    1.0e + 005*
    7.0332      0      0      0      0
    7.0627  0.0295      0      0      0
    7.0774  0.0147 -0.0074      0      0
    7.0765 -0.0009 -0.0078 -0.0001      0
    7.0592 -0.0173 -0.0082 -0.0001      0
>> polyval(C,2013)
ans =
    7.0247e+005
>> x=[2009 2010 2011 2012 2013];
>> y=[7.0627e+005 7.0774e+005 7.0765e+005 7.0592e+005 7.0247e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
    0 -0.0000  0.0000 -0.0016  1.0512
D =
    1.0e + 005*
    7.0627      0      0      0      0
    7.0774  0.0147      0      0      0
    7.0765 -0.0009 -0.0078      0      0
    7.0592 -0.0173 -0.0082 -0.0001      0
    7.0247 -0.0345 -0.0086 -0.0001      0

```

```
>> polyval(C,2014)
ans =
    6.9722e+005
>> x=[2010 2011 2012 2013 2014];
>> y=[7.0774e+005 7.0765e+005 7.0592e+005 7.0247e+005 6.9722e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
    0 -0.0000 0.0000 -0.0016 1.0512
D =
    1.0e + 005*
    7.0774      0      0      0      0
    7.0765 -0.0009      0      0      0
    7.0592 -0.0173 -0.0082      0      0
    7.0247 -0.0345 -0.0086 -0.0001      0
    6.9722 -0.0525 -0.0090 -0.0001      0
>> polyval(C,2015)
ans =
    6.9009e+005
```

**TOTAL DE LA POBLACION CENSADA: HOMBRES Y MUJERES
DE 65 Y MAS AÑOS**

```
>> x=[1981 1993 2005 2007 2008];
>> y=[25223 41578 67873 73604 7.6638e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0.0000 -0.0000  0.0000 -0.0043  1.1875
D =
    1.0e + 004*
    2.5223      0      0      0      0
    4.1578  0.1363      0      0      0
    6.7873  0.2191  0.0035      0      0
    7.3604  0.2866  0.0048  0.0001      0
    7.6638  0.3034  0.0056  0.0001  0.0000
>> polyval(C,2009)
ans =
    7.9789e+004
>> x=[1993 2005 2007 2008 2009];
>> y=[41578 67873 73604 7.6638e+004 7.9789e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
    0.0000 -0.0000  0.0000 -0.0093  4.5833
D =
    1.0e + 004*
    4.1578      0      0      0      0
    6.7873  0.2191      0      0      0
    7.3604  0.2866  0.0048      0      0
    7.6638  0.3034  0.0056  0.0001      0
    7.9789  0.3151  0.0059  0.0001  0.0000
```

```

>> polyval(C,2010)
ans =
    8.3061e+004
>> x=[2005 2007 2008 2009 2010];
>> y=[67873 73604 7.6638e+004 7.9789e+004 8.3061e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
    0.0000 -0.0000  0.0000 -0.0053  2.6606
D =
    1.0e + 004*
    6.7873      0      0      0      0
    7.3604  0.2866      0      0      0
    7.6638  0.3034  0.0056      0      0
    7.9789  0.3151  0.0059  0.0001      0
    8.3061  0.3272  0.0060  0.0001  0.0000
>> polyval(C,2011)
ans =
    8.6458e+004
>> x=[2007 2008 2009 2010 2011];
>> y=[73604 7.6638e+004 7.9789e+004 8.3061e+004 8.6458e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0  0.0000 -0.0000  0.0078 -5.1678
D =
    1.0e + 004*
    7.3604      0      0      0      0
    7.6638  0.3034      0      0      0
    7.9789  0.3151  0.0059      0      0
    8.3061  0.3272  0.0060  0.0001      0
    8.6458  0.3397  0.0063  0.0001      0

```

```

>> polyval(C,2012)
ans =
    8.9984e+004
>> x=[2008 2009 2010 2011 2012];
>> y=[7.6638e+004 7.9789e+004 8.3061e+004 8.6458e+004 8.9984e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0  0.0000 -0.0000  0.0078 -5.1678
D =
    1.0e + 004*
    7.6638      0      0      0      0
    7.9789  0.3151      0      0      0
    8.3061  0.3272  0.0060      0      0
    8.6458  0.3397  0.0063  0.0001      0
    8.9984  0.3526  0.0065  0.0001      0
>> polyval(C,2013)
ans =
    9.3643e+004
>> x=[2009 2010 2011 2012 2013];
>> y=[7.9789e+004 8.3061e+004 8.6458e+004 8.9984e+004 9.3643e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0  0.0000 -0.0000  0.0078 -5.1678
D =
    1.0e + 004*
    7.9789      0      0      0      0
    8.3061  0.3272      0      0      0
    8.6458  0.3397  0.0063      0      0
    8.9984  0.3526  0.0065  0.0001      0
    9.3643  0.3659  0.0066  0.0001      0

```

```
>> polyval(C,2014)
ans =
    9.7439e+004
>> x=[2010 2011 2012 2013 2014];
>> y=[8.3061e+004 8.6458e+004 8.9984e+004 9.3643e+004 9.7439e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0  0.0000 -0.0000  0.0078 -5.1678
D =
    1.0e + 004*
    8.3061      0      0      0      0
    8.6458  0.3397      0      0      0
    8.9984  0.3526  0.0065      0      0
    9.3643  0.3659  0.0066  0.0001      0
    9.7439  0.3796  0.0069  0.0001      0
>> polyval(C,2015)
ans =
    1.0138e+005
```

POBLACION CENSADA: MUJER : MENORES DE 15 AÑOS

```
>> x=[1981 1993 2005 2007];
```

```
>> y=[142600 168740 165942 167525];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 010*
```

```
0.0000 -0.0000 0.0080 -5.3277
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
```

```
1.4260      0      0      0
```

```
1.6874 0.0218      0      0
```

```
1.6594 -0.0023 -0.0010      0
```

```
1.6752 0.0079 0.0007 0.0001
```

```
>> polyval(C,2008)
```

```
ans =
```

```
1.6884e+005
```

```
>> x=[1981 1993 2005 2007 2008];
```

```
>> y=[142600 168740 165942 167525 1.6884e+005];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 009*
```

```
0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0077 -9.5176
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
```

```
1.4260      0      0      0      0
```

```
1.6874 0.0218      0      0      0
```

```
1.6594 -0.0023 -0.0010      0      0
```

```
1.6752 0.0079 0.0007 0.0001      0
```

```
1.6884 0.0132 0.0017 0.0001 0.0000
```

```

>> polyval(C,2009)
ans =
    1.7056e+005
>> x=[1993 2005 2007 2008 2009];
>> y=[168740 165942 167525 1.6884e+005 1.7056e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
    0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0041 1.9376
D =
    1.0e + 005*
    1.6874      0      0      0      0
    1.6594 -0.0023      0      0      0
    1.6752 0.0079 0.0007      0      0
    1.6884 0.0132 0.0017 0.0001      0
    1.7056 0.0172 0.0020 0.0001 0.0000
>> polyval(C,2010)
ans =
    1.7273e+005
>> x=[2005 2007 2008 2009 2010];
>> y=[165942 167525 1.6884e+005 1.7056e+005 1.7273e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0032 1.5675
D =
    1.0e + 005*
    1.6594      0      0      0      0
    1.6752 0.0079      0      0      0
    1.6884 0.0132 0.0017      0      0
    1.7056 0.0172 0.0020 0.0001      0
    1.7273 0.0217 0.0022 0.0001 0.0000

```

```
>> polyval(C,2011)
```

```
ans =
```

```
1.7540e+005
```

```
>> x=[2007 2008 2009 2010 2011];
```

```
>> y=[167525 1.6884e+005 1.7056e+005 1.7273e+005 1.7540e+005];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 012*
```

```
0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0067 3.3305
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
```

```
1.6752      0      0      0      0
```

```
1.6884 0.0132      0      0      0
```

```
1.7056 0.0172 0.0020      0      0
```

```
1.7273 0.0217 0.0022 0.0001      0
```

```
1.7540 0.0267 0.0025 0.0001 0.0000
```

```
>> polyval(C,2012)
```

```
ans =
```

```
1.7862e+005
```

```
>> x=[2008 2009 2010 2011 2012];
```

```
>> y=[1.6884e+005 1.7056e+005 1.7273e+005 1.7540e+005 1.7862e+005];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 010*
```

```
0 0.0000 -0.0000 0.0100 -6.6666
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
```

```
1.6884      0      0      0      0
```

```
1.7056 0.0172      0      0      0
```

```
1.7273 0.0217 0.0022      0      0
```

```
1.7540 0.0267 0.0025 0.0001      0
```

```
1.7862 0.0322 0.0027 0.0001      0
```

```

>> polyval(C,2013)
ans =
>> x=[2009 2010 2011 2012 2013];
>> y=[1.7056e+005 1.7273e+005 1.7540e+005 1.7862e+005 1.8244e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1,0e + 010*
    0 0.0000 -0.0000 0.0100 -6.6666
D =
    1,0e + 005*
    1.7056      0      0      0      0
    1.7273 0.0217      0      0      0
    1.7540 0.0267 0.0025      0      0
    1.7862 0.0322 0.0027 0.0001      0
    1.8244 0.0382 0.0030 0.0001      0
>> polyval(C,2014)
ans =
    1,8691e + 005
>> x=[2010 2011 2012 2013 2014];
>> y=[1.7273e+005 1.7540e+005 1.7862e+005 1.8244e+005 1.8691e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1,0e + 010*
    0 0.0000 -0.0000 0.0100 -6.6666
D =
    1,0e + 005*
    1.7273      0      0      0      0
    1.7540 0.0267      0      0      0
    1.7862 0.0322 0.0027      0      0
    1.8244 0.0382 0.0030 0.0001      0
    1.8691 0.0447 0.0032 0.0001      0
>> polyval(C,2015)
ans =    1.9208e+005

```

POBLACION CENSADA : MUJER : DE 15 A 64 AÑOS

```
>> x=[1981 1993 2005 2007];
>> y=[187380 282020 353994 366025];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
    0.0000 -0.0000  0.0037 -2.4672
D =
    1.0e + 005*
    1.8738      0      0      0
    2.8202  0.0789      0      0
    3.5399  0.0600 -0.0008      0
    3.6603  0.0602  0.0000  0.0000
>> polyval(C,2008)
ans =
    3.7218e+005
>> x=[1981 1993 2005 2007 2008];
>> y=[187380 282020 353994 366025 3.7218e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
   -0.0000  0.0000 -0.0000  0.0107 -5.9764
D =
    1.0e + 005*
    1.8738      0      0      0      0
    2.8202  0.0789      0      0      0
    3.5399  0.0600 -0.0008      0      0
    3.6603  0.0602  0.0000  0.0000      0
    3.7218  0.0616  0.0005  0.0000 -0.0000
```

```

>> polyval(C,2009)
ans =
    3.7845e+005
>> x=[1993 2005 2007 2008 2009];
>> y=[282020 353994 366025 3.7218e+005 3.7845e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
   -0.0000  0.0000 -0.0000  0.0057 -2.9179
D =
    1.0e + 005*
    2.8202     0     0     0     0
    3.5399  0.0600     0     0     0
    3.6603  0.0602  0.0000     0     0
    3.7218  0.0616  0.0005  0.0000     0
    3.7845  0.0627  0.0006  0.0000 -0.0000
>> polyval(C,2010)
ans =
    3.8485e+005
>> x=[2005 2007 2008 2009 2010];
>> y=[353994 366025 3.7218e+005 3.7845e+005 3.8485e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
   -0.0000  0.0000 -0.0000  0.0165 -8.3371
D =
    1.0e + 005*
    3.5399     0     0     0     0
    3.6603  0.0602     0     0     0
    3.7218  0.0616  0.0005     0     0
    3.7845  0.0627  0.0006  0.0000     0
    3.8485  0.0640  0.0006  0.0000 -0.0000

```

```

>> polyval(C,2011)
ans =
    3.9139e+005
>> x=[2007 2008 2009 2010 2011];
>> y=[366025 3.7218e+005 3.7845e+005 3.8485e+005 3.9139e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    -0.0000 0.0000 -0.0000 0.0068 -3.4104
D =
    1.0e + 005*
    3.6603      0      0      0      0
    3.7218 0.0616      0      0      0
    3.7845 0.0627 0.0006      0      0
    3.8485 0.0640 0.0006 0.0000      0
    3.9139 0.0654 0.0007 0.0000 -0.0000
>> polyval(C,2012)
ans =
    3.9807e+005
>> x=[2008 2009 2010 2011 2012];
>> y=[3.7218e+005 3.7845e+005 3.8485e+005 3.9139e+005 3.9807e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    -0.0000 0.0000 -0.0000 0.0135 -6.8075
D =
    1.0e + 005*
    3.7218      0      0      0      0
    3.7845 0.0627      0      0      0
    3.8485 0.0640 0.0006      0      0
    3.9139 0.0654 0.0007 0.0000      0
    3.9807 0.0668 0.0007      0 -0.0000

```

```

>> polyval(C,2013)
ans =    4.0488e+005
>> x=[2009 2010 2011 2012 2013];
>> y=[3.7845e+005 3.8485e+005 3.9139e+005 3.9807e+005 4.0488e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    -0.0000    0.0000   -0.0000    0.0135   -6.8075
D =
    1.0e + 005*
    3.7845         0         0         0         0
    3.8485    0.0640         0         0         0
    3.9139    0.0654    0.0007         0         0
    3.9807    0.0668    0.0007         0         0
    4.0488    0.0681    0.0006   -0.0000   -0.0000
>> polyval(C,2014)
ans =
    4.1180e+005
>> x=[2010 2011 2012 2013 2014];
>> y=[3.8485e+005 3.9139e+005 3.9807e+005 4.0488e+005 4.1180e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    -0.0000    0.0000   -0.0000    0.0135   -6.8075
D =
    1.0e + 005*
    3.8485         0         0         0         0
    3.9139    0.0654         0         0         0
    3.9807    0.0668    0.0007         0         0
    4.0488    0.0681    0.0006   -0.0000         0
    4.1180    0.0692    0.0006   -0.0000   -0.0000
>> polyval(C,2015)
ans =    4.1880e+005

```

POBLACION CENSADA : MUJER : DE 65 Y MAS AÑOS

```
>> x=[1981 1993 2005 2007 2008];
```

```
>> y=[12290 20462 33967 37374 3.9241e+004];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 009*
```

```
0.0000 -0.0000 -0.0000 0.0049 -4.1432
```

```
D =
```

```
1,0e + 004*
```

```
1.2290      0      0      0      0
```

```
2.0462 0.0681      0      0      0
```

```
3.3967 0.1125 0.0019      0      0
```

```
3.7374 0.1704 0.0041 0.0001      0
```

```
3.9241 0.1867 0.0055 0.0001 0.0000
```

```
>> polyval(C,2009)
```

```
ans =
```

```
4.1224e+004
```

```
>> x=[1993 2005 2007 2008 2009];
```

```
>> y=[20462 33967 37374 3.9241e+004 4.1224e+004];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 010*
```

```
-0.0000 0.0000 -0.0000 0.0022 -1.2491
```

```
D =
```

```
1,0e + 004*
```

```
2.0462      0      0      0      0
```

```
3.3967 0.1125      0      0      0
```

```
3.7374 0.1704 0.0041      0      0
```

```
3.9241 0.1867 0.0055 0.0001      0
```

```
4.1224 0.1983 0.0058 0.0001 -0.0000
```

```

>> polyval(C,2010)
ans =
    4.3328e+004
>> x=[2005 2007 2008 2009 2010];
>> y=[33967 37374 3.9241e+004 4.1224e+004 4.3328e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
-0.0000  0.0000 -0.0000  0.0028 -1.4213
D =
    1.0e + 004*
    3.3967         0         0         0         0
    3.7374  0.1704         0         0         0
    3.9241  0.1867  0.0055         0         0
    4.1224  0.1983  0.0058  0.0001         0
    4.3328  0.2104  0.0060  0.0001 -0.0000
>> polyval(C,2011)
ans =
    4.5558e+004
>> x=[2007 2008 2009 2010 2011];
>> y=[37374 3.9241e+004 4.1224e+004 4.3328e+004 4.5558e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0  0.0000 -0.0000  0.0098 -6.5170
D =
    1.0e + 004*
    3.7374         0         0         0         0
    3.9241  0.1867         0         0         0
    4.1224  0.1983  0.0058         0         0
    4.3328  0.2104  0.0060  0.0001         0
    4.5558  0.2230  0.0063  0.0001         0

```

```

>> polyval(C,2012)
ans =
    4.7919e+004
>> x=[2008 2009 2010 2011 2012];
>> y=[3.9241e+004 4.1224e+004 4.3328e+004 4.5558e+004 4.7919e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0  0.0000 -0.0000  0.0098 -6.5170
D =
    1.0e + 004
    3.9241      0      0      0      0
    4.1224  0.1983      0      0      0
    4.3328  0.2104  0.0060      0      0
    4.5558  0.2230  0.0063  0.0001      0
    4.7919  0.2361  0.0066  0.0001      0
>> polyval(C,2013)
ans =
    5.0416e+004
>> x=[2009 2010 2011 2012 2013];
>> y=[4.1224e+004 4.3328e+004 4.5558e+004 4.7919e+004 5.0416e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0  0.0000 -0.0000  0.0098 -6.5170
D =
    1.0e + 004*
    4.1224      0      0      0      0
    4.3328  0.2104      0      0      0
    4.5558  0.2230  0.0063      0      0
    4.7919  0.2361  0.0066  0.0001      0
    5.0416  0.2497  0.0068  0.0001      0

```

```

>> polyval(C,2014)
ans =
    5.3054e+004
>> x=[2010 2011 2012 2013 2014];
>> y=[4.3328e+004 4.5558e+004 4.7919e+004 5.0416e+004 5.3054e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0  0.0000 -0.0000  0.0098 -6.5170
D =
    1.0e + 004*
    4.3328      0      0      0      0
    4.5558  0.2230      0      0      0
    4.7919  0.2361  0.0066      0      0
    5.0416  0.2497  0.0068  0.0001      0
    5.3054  0.2638  0.0070  0.0001      0
>> polyval(C,2015)
ans =
    5.5838e+004
>> x=[1981 1993 2005 2007 2008];
>> y=[12290 20462 33967 37374 3.9241e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0.0000 -0.0000 -0.0000  0.0049 -4.1432
D =
    1.0e + 004*
    1.2290      0      0      0      0
    2.0462  0.0681      0      0      0
    3.3967  0.1125  0.0019      0      0
    3.7374  0.1704  0.0041  0.0001      0
    3.9241  0.1867  0.0055  0.0001  0.0000

```

```

>> polyval(C,2009)
ans =
    4.1224e+004
>> polyval(C,2010)
ans =
    4.3329e+004
>> x=[1993 2005 2007 2008 2010];
>> y=[20462 33967 37374 3.9241e+004 4.3329e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
    0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0026 1.1520
D =
    1.0e + 004*
    2.0462      0      0      0      0
    3.3967 0.1125      0      0      0
    3.7374 0.1704 0.0041      0      0
    3.9241 0.1867 0.0055 0.0001      0
    4.3329 0.2044 0.0059 0.0001 0.0000
>> polyval(C,2011)
ans =
    4.5561e+004
>> polyval(C,2012)
ans =
    4.7925e+004
>> x=[2005 2007 2008 2010 2012];
>> y=[33967 37374 3.9241e+004 4.3329e+004 4.7925e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0 0.0000 -0.0000 0.0107 -7.0563

```

```

D =
    1.0e + 004*
    3.3967      0      0      0      0
    3.7374 0.1704      0      0      0
    3.9241 0.1867 0.0055      0      0
    4.3329 0.2044 0.0059 0.0001      0
    4.7925 0.2298 0.0063 0.0001      0

>> polyval(C,2013)
ans =
    50427

>> polyval(C,2014)
ans =
    5.3072e+004

>> x=[2007 2008 2010 2012 2014];
>> y=[37374 3.9241e+004 4.3329e+004 4.7925e+004 5.3072e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
    -0.0000 0.0000 -0.0000 0.0030 -1.6758

D =
    1.0e + 004*
    3.7374      0      0      0      0
    3.9241 0.1867      0      0      0
    4.3329 0.2044 0.0059      0      0
    4.7925 0.2298 0.0063 0.0001      0
    5.3072 0.2574 0.0069 0.0001 -0.0000

>> polyval(C,2015)
ans =
    5.5865e+004

```

POBLACION CENSADA : TOTAL DE MUJERES

```
>> x=[1981 1993 2005 2007];
>> y=[342270 471222 553903 570924];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
    0.0000 -0.0000  0.0127 -8.4811
D =
    1.0e + 005*
    3.4227      0      0      0
    4.7122  0.1075      0      0
    5.5390  0.0689 -0.0016      0
    5.7092  0.0851  0.0012  0.0001
>> polyval(C,2008)
ans =
    5.8026e+005
>> x=[1981 1993 2005 2007 2008];
>> y=[342270 471222 553903 570924 5.8026e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
   -0.0000  0.0000 -0.0000  0.0131 -8.6501
D =
    1.0e + 005*
    3.4227      0      0      0      0
    4.7122  0.1075      0      0      0
    5.5390  0.0689 -0.0016      0      0
    5.7092  0.0851  0.0012  0.0001      0
    5.8026  0.0934  0.0028  0.0001 -0.0000
>> polyval(C,2009)
ans =
    5.9023e+005
```

```

>> x=[1993 2005 2007 2008 2009];
>> y=[471222 553903 570924 5.8026e+005 5.9023e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
    -0.0000  0.0000  -0.0000  0.0047  -2.5573
D =
    1.0e + 005*
    4.7122      0      0      0      0
    5.5390  0.0689      0      0      0
    5.7092  0.0851  0.0012      0      0
    5.8026  0.0934  0.0028  0.0001      0
    5.9023  0.0997  0.0032  0.0001  -0.0000
>> polyval(C,2010)
ans =
    6.0090e+005
>> x=[2005 2007 2008 2009 2010];
>> y=[553903 570924 5.8026e+005 5.9023e+005 6.0090e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    0.0000  -0.0000  0.0000  -0.0034  1.6752
D =
    1.0e + 005*
    5.5390      0      0      0      0
    5.7092  0.0851      0      0      0
    5.8026  0.0934  0.0028      0      0
    5.9023  0.0997  0.0032  0.0001      0
    6.0090  0.1067  0.0035  0.0001  0.0000
>> polyval(C,2011)
ans =
    6.1234e+005

```

```

>> x=[2007 2008 2009 2010 2011];
>> y=[570924 5.8026e+005 5.9023e+005 6.0090e+005 6.1234e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012
    0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0053 2.6245
D =
    1.0e + 005*
    5.7092      0      0      0      0
    5.8026 0.0934      0      0      0
    5.9023 0.0997 0.0032      0      0
    6.0090 0.1067 0.0035 0.0001      0
    6.1234 0.1144 0.0039 0.0001 0.0000
>> polyval(C,2012)
ans =
    6.2462e+005
>> x=[2008 2009 2010 2011 2012];
>> y=[5.8026e+005 5.9023e+005 6.0090e+005 6.1234e+005 6.2462e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
    0 0.0000 -0.0000 0.0140 -9.3207
D =
    1.0e + 005*
    5.8026      0      0      0      0
    5.9023 0.0997      0      0      0
    6.0090 0.1067 0.0035      0      0
    6.1234 0.1144 0.0039 0.0001      0
    6.2462 0.1228 0.0042 0.0001      0
>> polyval(C,2013)
ans =
    6.3781e+005

```

```
>> x=[2009 2010 2011 2012 2013];
>> y=[5.9023e+005 6.0090e+005 6.1234e+005 6.2462e+005 6.3781e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 010*
0 0.0000 -0.0000 0.0140 -9.3207
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
5.9023      0      0      0      0
6.0090 0.1067      0      0      0
6.1234 0.1144 0.0039      0      0
6.2462 0.1228 0.0042 0.0001      0
6.3781 0.1319 0.0046 0.0001      0
```

```
>> polyval(C,2014)
```

```
ans =
```

```
6.5198e+005
```

```
>> x=[2010 2011 2012 2013 2014];
```

```
>> y=[ 6.0090e+005 6.1234e+005 6.2462e+005 6.3781e+005 6.5198e+005];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 010*
0 0.0000 -0.0000 0.0140 -9.3207
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
6.0090      0      0      0      0
6.1234 0.1144      0      0      0
6.2462 0.1228 0.0042      0      0
6.3781 0.1319 0.0046 0.0001      0
6.5198 0.1417 0.0049 0.0001      0
```

```
>> polyval(C,2015)
```

```
ans =
```

```
6.6720e+005
```

POBLACION CENSADA: HOMBRE MENOR DE 15 AÑOS

```
>> x=[1981 1993 2005 2007];
```

```
>> y=[144931 173804 171325 172770];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 010*
```

```
0.0000 -0.0000 0.0081 -5.3783
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
```

```
1.4493      0      0      0
```

```
1.7380 0.0241      0      0
```

```
1.7132 -0.0021 -0.0011      0
```

```
1.7277 0.0072 0.0007 0.0001
```

```
>> polyval(C,2008)
```

```
ans =
```

```
1.7399e+005
```

```
>> x=[1981 1993 2005 2007 2008];
```

```
>> y=[144931 173804 171325 172770 1.7399e+005];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 011*
```

```
-0.0000 0.0000 -0.0000 0.0021 -1.1736
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
```

```
1.4493      0      0      0      0
```

```
1.7380 0.0241      0      0      0
```

```
1.7132 -0.0021 -0.0011      0      0
```

```
1.7277 0.0072 0.0007 0.0001      0
```

```
1.7399 0.0122 0.0017 0.0001 -0.0000
```

```
>> polyval(C,2009)
```

```
ans =
```

```
1.7559e+005
```

```

>> x=[1993 2005 2007 2008 2009];
>> y=[173804 171325 172770 1.7399e+005 1.7559e+005 ];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
    -0.0000    0.0000   -0.0000    0.0126   -6.4643
D =
    1.0e + 005
    1.7380         0         0         0         0
    1.7132  -0.0021         0         0         0
    1.7277   0.0072   0.0007         0         0
    1.7399   0.0122   0.0017   0.0001         0
    1.7559   0.0160   0.0019   0.0001  -0.0000
>> polyval(C,2010)
ans =
    1.7761e+005
>> x=[ 2005 2007 2008 2009 2010];
>> y=[ 171325 172770 1.7399e+005 1.7559e+005 1.7761e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    0.0000  -0.0000   0.0000  -0.0040   1.9810
D =
    1.0e + 005*
    1.7132         0         0         0         0
    1.7277   0.0072         0         0         0
    1.7399   0.0122   0.0017         0         0
    1.7559   0.0160   0.0019   0.0001         0
    1.7761   0.0202   0.0021   0.0001   0.0000
>> polyval(C,2011)
ans =
    180093

```

```

>> x=[2007 2008 2009 2010 2011];
>> y=[172770 1.7399e+005 1.7559e+005 1.7761e+005 180093];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0040 1.9810
D =
    1.0e + 005*
    1.7277      0      0      0      0
    1.7399 0.0122      0      0      0
    1.7559 0.0160 0.0019      0      0
    1.7761 0.0202 0.0021 0.0001      0
    1.8009 0.0248 0.0023 0.0001 0.0000
>> polyval(C,2012)
ans =
    1.8308e+005
>> x=[2008 2009 2010 2011 2012];
>> y=[1.7399e+005 1.7559e+005 1.7761e+005 180093 1.8308e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
   -0.0000 0.0000 -0.0000 0.0028 -1.4161
D =
    1.0e + 005*
    1.7399      0      0      0      0
    1.7559 0.0160      0      0      0
    1.7761 0.0202 0.0021      0      0
    1.8009 0.0248 0.0023 0.0001      0
    1.8308 0.0299 0.0025 0.0001 -0.0000
>> polyval(C,2012)
ans =
    1.8308e+005

```

```

>> polyval(C,2013)
ans =    186610
>> x=[2009 2010 2011 2012 2013];
>> y=[1.7559e+005 1.7761e+005 180093 1.8308e+005 186610];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    -0.0000    0.0000   -0.0000    0.0028   -1.4161
D =
    1.0e + 005*
    1.7559         0         0         0         0
    1.7761    0.0202         0         0         0
    1.8009    0.0248    0.0023         0         0
    1.8308    0.0299    0.0025    0.0001         0
    1.8661    0.0353    0.0027    0.0001   -0.0000
>> polyval(C,2014)
ans =
    1.9072e+005
>> x=[2010 2011 2012 2013 2014];
>> y=[ 1.7761e+005 180093 1.8308e+005 186610 1.9072e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    -0.0000    0.0000   -0.0000    0.0028   -1.4161
D =
    1.0e + 005*
    1.7761         0         0         0         0
    1.8009    0.0248         0         0         0
    1.8308    0.0299    0.0025         0         0
    1.8661    0.0353    0.0027    0.0001         0
    1.9072    0.0411    0.0029    0.0001   -0.0000
>> polyval(C,2015)
ans =    1.9545e+005

```

POBLACION CENSADA: HOMBRE DE 15 A 64 AÑOS

```
>> x=[1981 1993 2005 2007];
```

```
>> y=[174308 254653 332401 332944]; >> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 011*
```

```
-0.0000 0.0000 -0.0020 1.3220
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
```

```
1.7431      0      0      0
```

```
2.5465 0.0670      0      0
```

```
3.3240 0.0648 -0.0001      0
```

```
3.3294 0.0027 -0.0044 -0.0002
```

```
>> polyval(C,2008)
```

```
ans =
```

```
3.3113e+005
```

```
>> x=[1981 1993 2005 2007 2008];
```

```
>> y=[174308 254653 332401 332944 3.3113e+005];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 010*
```

```
-0.0000 0.0000 0.0000 -0.0107 8.6205
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
```

```
1.7431      0      0      0      0
```

```
2.5465 0.0670      0      0      0
```

```
3.3240 0.0648 -0.0001      0      0
```

```
3.3294 0.0027 -0.0044 -0.0002      0
```

```
3.3113 -0.0181 -0.0070 -0.0002 -0.0000
```

```
>> polyval(C,2009)
```

```
ans =
```

```
3.2779e+005
```

```

>> x=[1993 2005 2007 2008 2009];
>> y=[254653 332401 332944 3.3113e+005 3.2779e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
    -0.0000    0.0000   -0.0000    0.0149   -4.1711
D =
    1.0e + 005*
    2.5465         0         0         0         0
    3.3240    0.0648         0         0         0
    3.3294    0.0027   -0.0044         0         0
    3.3113   -0.0181   -0.0070   -0.0002         0
    3.2779   -0.0334   -0.0076   -0.0002   -0.0000
>> polyval(C,2010)
ans =
    3.2282e+005
>> x=[2005 2007 2008 2009 2010];
>> y=[332401 332944 3.3113e+005 3.2779e+005 3.2282e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    -0.0000    0.0000   -0.0000    0.0022   -1.0833
D =
    1.0e + 005*
    3.3240         0         0         0         0
    3.3294    0.0027         0         0         0
    3.3113   -0.0181   -0.0070         0         0
    3.2779   -0.0334   -0.0076   -0.0002         0
    3.2282   -0.0497   -0.0081   -0.0002   -0.0000
>> polyval(C,2011)
ans =
    3.1611e+005

```

```

>> x=[2007 2008 2009 2010 2011];
>> y=[332944 3.3113e+005 3.2779e+005 3.2282e+005 3.1611e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    -0.0000  0.0000 -0.0000  0.0079 -3.9312
D =
    1.0e + 005*
    3.3294      0      0      0      0
    3.3113 -0.0181      0      0      0
    3.2779 -0.0334 -0.0076      0      0
    3.2282 -0.0497 -0.0081 -0.0002      0
    3.1611 -0.0671 -0.0087 -0.0002 -0.0000
>> polyval(C,2012)
ans =
    3.0754e+005
>> x=[2008 2009 2010 2011 2012];
>> y=[3.3113e+005 3.2779e+005 3.2282e+005 3.1611e+005 3.0754e+005 ];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    -0.0000  0.0000 -0.0000  0.0133 -6.6489
D =
    1.0e + 005*
    3.3113      0      0      0      0
    3.2779 -0.0334      0      0      0
    3.2282 -0.0497 -0.0081      0      0
    3.1611 -0.0671 -0.0087 -0.0002      0
    3.0754 -0.0857 -0.0093 -0.0002 -0.0000
>> polyval(C,2013)
ans =
    2.9698e+005

```

```
>> x=[2009 2010 2011 2012 2013];
>> y=[3.2779e+005 3.2282e+005 3.1611e+005 3.0754e+005 2.9698e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 012*
-0.0000 0.0000 -0.0000 0.0133 -6.6489
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
3.2779      0      0      0      0
3.2282 -0.0497      0      0      0
3.1611 -0.0671 -0.0087      0      0
3.0754 -0.0857 -0.0093 -0.0002      0
2.9698 -0.1056 -0.0100 -0.0002 -0.0000
```

```
>> polyval(C,2014)
```

```
ans =
```

```
2.8429e+005
```

```
>> x=[2010 2011 2012 2013 2014];
```

```
>> y=[3.2282e+005 3.1611e+005 3.0754e+005 2.9698e+005 2.8429e+005];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 012*
-0.0000 0.0000 -0.0000 0.0133 -6.6489
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
3.2282      0      0      0      0
3.1611 -0.0671      0      0      0
3.0754 -0.0857 -0.0093      0      0
2.9698 -0.1056 -0.0100 -0.0002      0
2.8429 -0.1269 -0.0107 -0.0002 -0.0000
```

```
>> polyval(C,2015)
```

```
ans =
```

```
2.6932e+005
```

POBLACION CENSADA : HOMBRE- DE 65 Y MÁS AÑOS

```
>> x=[1981 1993 2005 2007];
```

```
>> y=[12933 21116 33906 36230];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 009*
```

```
-0.0000 0.0000 -0.0042 2.8408
```

```
D =
```

```
1,0e + 004*
```

```
1.2933      0      0      0
```

```
2.1116 0.0682      0      0
```

```
3.3906 0.1066 0.0016      0
```

```
3.6230 0.1162 0.0007 -0.0000
```

```
>> polyval(C,2008)
```

```
ans =
```

```
3.7397e+004
```

```
>> x=[1981 1993 2005 2007 2008];
```

```
>> y=[12933 21116 33906 36230 3.7397e+004];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 009*
```

```
0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0092 5.3307
```

```
D =
```

```
1,0e + 004*
```

```
1.2933      0      0      0      0
```

```
2.1116 0.0682      0      0      0
```

```
3.3906 0.1066 0.0016      0      0
```

```
3.6230 0.1162 0.0007 -0.0000      0
```

```
3.7397 0.1167 0.0002 -0.0000 0.0000
```

```
>> polyval(C,2009)
```

```
ans =
```

```
3.8565e+004
```

```

>> x=[1993 2005 2007 2008 2009];
>> y=[21116 33906 36230 3.7397e+004 3.8565e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
    0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0115 5.8324
D =
    1.0e + 004*
    2.1116      0      0      0      0
    3.3906 0.1066      0      0      0
    3.6230 0.1162 0.0007      0      0
    3.7397 0.1167 0.0002 -0.0000      0
    3.8565 0.1168 0.0001 -0.0000 0.0000
>> polyval(C,2010)
ans =
    3.9732e+004
>> x=[2005 2007 2008 2009 2010];
>> y=[33906 36230 3.7397e+004 3.8565e+004 3.9732e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
   -0.0000 0.0000 -0.0000 0.0027 -1.3292
D =
    1.0e + 004*
    3.3906      0      0      0      0
    3.6230 0.1162      0      0      0
    3.7397 0.1167 0.0002      0      0
    3.8565 0.1168 0.0001 -0.0000      0
    3.9732 0.1167 -0.0001 -0.0000 -0.0000
>> polyval(C,2011)
ans =
    4.0896e+004

```

```

>> x=[2007 2008 2009 2010 2011];
>> y=[36230 3.7397e+004 3.8565e+004 3.9732e+004 4.0896e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0 -0.0000 0.0000 -0.0040 2.6985
D =
    1.0e + 004*
    3.6230      0      0      0      0
    3.7397 0.1167      0      0      0
    3.8565 0.1168 0.0001      0      0
    3.9732 0.1167 -0.0001 -0.0000      0
    4.0896 0.1164 -0.0001 -0.0000      0
>> polyval(C,2012)
ans =
    4.2055e+004
>> x=[2008 2009 2010 2011 2012];
>> y=[3.7397e+004 3.8565e+004 3.9732e+004 4.0896e+004 4.2055e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0 -0.0000 0.0000 -0.0040 2.6985
D =
    1.0e + 004*
    3.7397      0      0      0      0
    3.8565 0.1168      0      0      0
    3.9732 0.1167 -0.0001      0      0
    4.0896 0.1164 -0.0001 -0.0000      0
    4.2055 0.1159 -0.0003 -0.0000      0
>> polyval(C,2013)
ans =
    4.3207e+004

```

```

>> x=[2009 2010 2011 2012 2013];
>> y=[3.8565e+004 3.9732e+004 4.0896e+004 4.2055e+004 4.3207e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0 -0.0000 0.0000 -0.0040 2.6985
D =
    1.0e + 004*
    3.8565      0      0      0      0
    3.9732 0.1167      0      0      0
    4.0896 0.1164 -0.0001      0      0
    4.2055 0.1159 -0.0003 -0.0000      0
    4.3207 0.1152 -0.0004 -0.0000      0
>> polyval(C,2014)
ans =
    4.4350e+004
>> x=[2010 2011 2012 2013 2014];
>> y=[3.9732e+004 4.0896e+004 4.2055e+004 4.3207e+004 4.4350e+004];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 009*
    0 -0.0000 0.0000 -0.0040 2.6985
D =
    1.0e + 004*
    3.9732      0      0      0      0
    4.0896 0.1164      0      0      0
    4.2055 0.1159 -0.0003      0      0
    4.3207 0.1152 -0.0004 -0.0000      0
    4.4350 0.1143 -0.0004 -0.0000      0
>> polyval(C,2015)
ans =
    4.5482e+004

```

POBLACION CENSADA : TOTAL DE HOMBRES

```
>> x=[1981 1993 2005 2007];
```

```
>> y=[332172 449573 537632 541944];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 010*
```

```
-0.0000 0.0000 -0.0123 8.1259
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
```

```
3.3217      0      0      0
```

```
4.4957 0.0978      0      0
```

```
5.3763 0.0734 -0.0010      0
```

```
5.4194 0.0216 -0.0037 -0.0001
```

```
>> polyval(C,2008)
```

```
ans =
```

```
5.4253e+005
```

```
>> x=[1981 1993 2005 2007 2008];
```

```
>> y=[332172 449573 537632 541944 5.4253e+005];
```

```
>> [C,D]=newpoly(x,y)
```

```
C =
```

```
1,0e + 011*
```

```
0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0025 1.4417
```

```
D =
```

```
1,0e + 005*
```

```
3.3217      0      0      0      0
```

```
4.4957 0.0978      0      0      0
```

```
5.3763 0.0734 -0.0010      0      0
```

```
5.4194 0.0216 -0.0037 -0.0001      0
```

```
5.4253 0.0059 -0.0052 -0.0001      0
```

```
>> polyval(C,2009)
```

```
ans =
```

```
5.4199e+005
```

```

>> x=[1993 2005 2007 2008 2009];
>> y=[449573 537632 541944 5.4253e+005 5.4199e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 011*
    0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0071 3.7716
D =
    1.0e + 005*
    4.4957      0      0      0      0
    5.3763  0.0734      0      0      0
    5.4194  0.0216 -0.0037      0      0
    5.4253  0.0059 -0.0052 -0.0001      0
    5.4199 -0.0054 -0.0056 -0.0001      0
>> polyval(C,2010)
ans =
    5.4027e+005
>> x=[2005 2007 2008 2009 2010];
>> y=[537632 541944 5.4253e+005 5.4199e+005 5.4027e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0060 3.0541
D =
    1.0e + 005*
    5.3763      0      0      0      0
    5.4194  0.0216      0      0      0
    5.4253  0.0059 -0.0052      0      0
    5.4199 -0.0054 -0.0056 -0.0001      0
    5.4027 -0.0172 -0.0059 -0.0001      0
>> polyval(C,2011)
ans =
    5.3732e+005

```

```

>> x=[2007 2008 2009 2010 2011];
>> y=[541944 5.4253e+005 5.4199e+005 5.4027e+005 5.3732e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 012*
    0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0055 2.7829
D =
    1.0e + 005*
    5.4194      0      0      0      0
    5.4253 0.0059      0      0      0
    5.4199 -0.0054 -0.0056      0      0
    5.4027 -0.0172 -0.0059 -0.0001      0
    5.3732 -0.0295 -0.0062 -0.0001      0
>> polyval(C,2012)
ans =
    5.3309e+005
>> x=[2008 2009 2010 2011 2012];
>> y=[5.4253e+005 5.4199e+005 5.4027e+005 5.3732e+005 5.3309e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1.0e + 010*
    0 -0.0000 0.0000 -0.0099 6.5192
D =
    1.0e + 005*
    5.4253      0      0      0      0
    5.4199 -0.0054      0      0      0
    5.4027 -0.0172 -0.0059      0      0
    5.3732 -0.0295 -0.0062 -0.0001      0
    5.3309 -0.0423 -0.0064 -0.0001      0
>> polyval(C,2013)
ans =
    5.2753e+005

```

```

>> x=[2009 2010 2011 2012 2013];
>> y=[5.4199e+005 5.4027e+005 5.3732e+005 5.3309e+005 5.2753e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1,0e + 010*
    0 -0.0000 0.0000 -0.0099 6.5192
D =
    1,0e + 005*
    5.4199      0      0      0      0
    5.4027 -0.0172      0      0      0
    5.3732 -0.0295 -0.0062      0      0
    5.3309 -0.0423 -0.0064 -0.0001      0
    5.2753 -0.0556 -0.0066 -0.0001      0
>> polyval(C,2014)
ans =
    5.2059e+005
>> x=[2010 2011 2012 2013 2014];
>> y=[5.4027e+005 5.3732e+005 5.3309e+005 5.2753e+005 5.2059e+005];
>> [C,D]=newpoly(x,y)
C =
    1,0e + 010*
    0 -0.0000 0.0000 -0.0099 6.5192
D =
    1,0e + 005*
    5.4027      0      0      0      0
    5.3732 -0.0295      0      0      0
    5.3309 -0.0423 -0.0064      0      0
    5.2753 -0.0556 -0.0066 -0.0001      0
    5.2059 -0.0694 -0.0069 -0.0001      0
>> polyval(C,2015)
ans =
    5.1222e+005

```

Conclusiones

- Al utilizar los métodos de interpolación de Lagrange y Diferencias Divididas aplicadas en una serie de tiempo permiten encontrar funciones polinómicas que ayudan a estimar el crecimiento poblacional en un cierto periodo.
- Utilizando los métodos detallados se puede estimar la población nominalmente censada según sexo y edad en el periodo 1981-2007.
- Se demuestra la importancia de utilizar los métodos de Interpolación de Lagrange y Diferencias Divididas para hacer estimaciones de valores no tabulados en base a una tabla de datos censados.
- Utilizando el software **Matlab** simplifica el proceso operativo y se obtiene una mejor precisión de los datos requeridos.
- Se puede proyectar datos censales hasta el año 2015.

Sugerencias

1. Los problemas de interpolación polinómica están siempre presente cuando dado cierto número de puntos obtenidos por muestreo o a partir de un experimento se pretende encontrar un polinomio que pase por todos los puntos. Estas situaciones se producen en muchas áreas de la Matemática aplicada, Física e Ingeniería, como el registro de temperatura promedio en ciertos años, el registro de las ventas de mercancía, costo de ventas de mercancía, gastos de operación y la utilidad bruta de ciertas compañías en distintos años ,etc. Son temas de aplicación muy amplios que podrían ser motivo de otros trabajos de investigación relacionados al tema, por lo que se sugiere continuar con su estudio.
2. La aplicación de los métodos de interpolación de Lagrange y diferencias divididas en una serie de tiempo permiten determinar funciones polinómicas para hallar la estimación del crecimiento poblacional en la Región Lambayeque y se sugiere aplicar el presente trabajo de investigación en la estimación del crecimiento poblacional en otras regiones .
3. El método de diferencias divididas es muy útil para el cálculo de extrapolaciones utilizando el software matemático MATLAB, se sugiere utilizar este método para obtener una mejor aproximación del crecimiento poblacional en un futuro cercano.
4. Debido a que el polinomio interpolador de Lagrange se ajusta a todos los puntos que le son especificados (datos), en aquellas situaciones con una gran cantidad de datos se obtiene un polinomio de grado muy alto, lo cual normalmente resulta poco práctico. Es por esta razón que en la práctica se sugiere ajustar los datos lo mejor posible utilizando un polinomio de menor grado.

5. Se sugiere dar a conocer el presente trabajo de investigación a los estudiantes de la escuela profesional de matemática y otros interesados.

Anexos

Para facilitar el cálculo de los métodos de interpolación de Lagrange y Diferencias Divididas, podemos recurrir al siguiente archivo.m creado en MATLAB. Además se muestra una imagen donde se puede apreciar los pasos a seguir para calcular los polinomios de interpolación de la población nominalmente censada establecidas en los cuadros estadísticos referente a la región Lambayeque.

```
function [C,L]=Lagrange(X,Y)
% X es el vector de abcisas
% Y es el vector de ordenadas
% C es la matriz de coeficientes de interpolacion polinomial
% L es el vector de los coeficientes polinomiales
w=length(X);
n=w-1;
L=zeros(w,w);
for k=1:n+1
V=1;
for j=1:n+1
if k ~=j
V=conv(V,poly(X(j)))/(X(k)-X(j));
end
end
L(k,:)=V;
end
C=Y*L;
```

```

function [C,D]=newpoly(X,Y)
%Datos
% -X es un vector con la lista de las abcisas
% -Y es un vector con la lista de las ordenadas
% Resultados
% - C es un vector que contiene los coeficientes
% del polinomio interpolador de NMewton, escrito de forma habitual,
% en potencias decrecientes de x
% -D es la tebla de diferencias divididas
n=length(X);
D=zeros(n,n);
D(:,1)=Y';
% Usamos la para hallar la tabla de diferencias divididas
for j=2:n
for k=j:n
D(k,j)=(D(k,j-1)-D(k-1,j-1))/(X(k)-X(k-j+1));
end
end
% Calculo del vector que contiene los coeficientes del polinomio
% interpolador de Newton, escrito de forma habitual, en potencias
C=D(n,n);
for k=(n-1):-1:1
C=conv(C,poly(X(k)));
m=length(C);
C(m)=C(m)+D(k,k);
end

```

MATLAB 7.10.0 (R2010a)

File Edit Debug Parallel Desktop Window Help

Current Folder: C:\Users\wlme\Documents\MATLAB

Shortcuts How to Add What's New

Current Folder: New to MATLAB? Watch this video, see Demos, or read Getting Started.

Workspace

Name	Value	Min	Max
C	[0.3126 -2.1318e-014...	-3.551...	4.7892...
L	<4x4 double>	-1.087...	1.3797...
ans	7.6516e-05	7.6516...	7.6516...
x	[1981 1993 2005 2007]	1981	2007
y	[674442 820795 1091535 1112565]	674442	1112565

Command History

```

legend('data', 'pchip', 'spline', 4)
legend('data', 'pchip', 'spline', 4)
clear
x=[1981 1993 2005 2007];
y=[674442 820795 1091535 1112565];
[C,L]=Lagrange(x,y);
polyval(C,1955)
clear
x=[1981 1993 2005 2007];
y=[674442 820795 1091535 1112565];
[C,L]=Lagrange(x,y);
polyval(C,1955)

```

Click here if you do not want to see this message again.

```

>> clear
>> x=[1981 1993 2005 2007];
>> y=[674442 820795 1091535 1112565];
>> [C,L]=Lagrange(x,y)

C =

1.0e-009 *

    0.0000    -0.0000    0.0049    -3.5514

L =

1.0e+007 *

   -0.0000    0.0000   -0.0002    0.1072
    0.0000   -0.0000    0.0006   -0.3954
   -0.0000    0.0000   -0.0021    1.3757
    0.0000   -0.0000    0.0016   -1.0874

>> polyval(C,1955)

ans =

7.6516e-005

```

Start

Bibliografía

- [1] **Curtis F. Gerald** Análisis Numérico con Aplicaciones, sexta edición, Alhambra Mexicana 2001
- [2] **Gerald / Wheatley** Análisis Numérico con Aplicaciones, sexta edición, Pearson Educación, México 2000
- [3] **Kurtis D. Fink** Métodos Numéricos con Matlab, tercera edición, Prentice Hall Iberia S.R.L., Madrid- España 2000
- [4] **Liudmila Chainskaia / Elizabeth Doig** Elementos de Análisis Numérico - Algoritmos y Aplicaciones, Servicio Copias Graficas S.A., Perú 1999.
- [5] **Melvin J. Maron / Robert J. López** Análisis Numérico en un enfoque práctico, tercera edición, Compañía Editorial Continental S.A., 1995
- [6] **Richard L. Burden / J. Douglas Faires** Análisis Numérico, novena edición, International Thomson Editores S.A., México 2011
- [7] **S. D. Conte / Carl de Boor** Análisis Numérico, segunda edición, Mc. Graw- Hill México, 1974
- [8] **Shoichiro Nakamura** Análisis Numérico y Visualización Grafica con Matlab Prentice - Hall Hispanoamericana, México, 1997

Enlaces electrónicos:

- www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0337/cap02.HTM
- http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3400/metodosnumericos.pdf