

# CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO

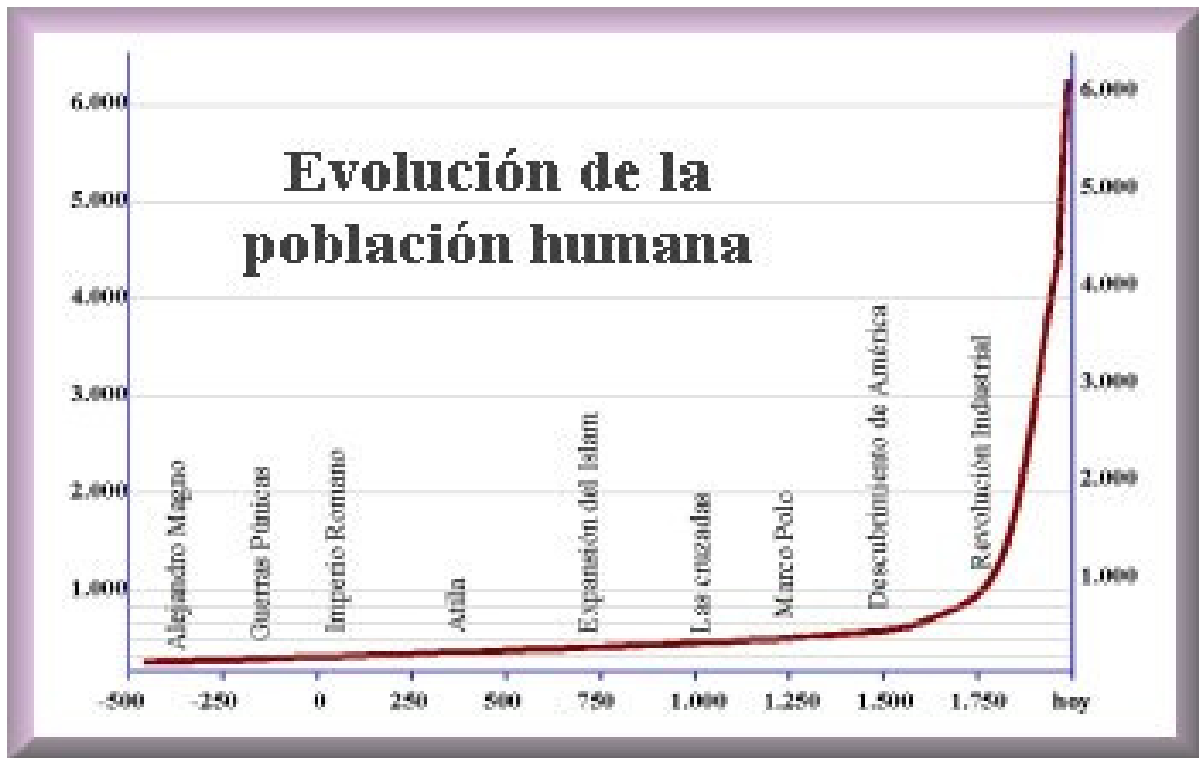
Todo el mundo sabe que desde la edad media y después de las grandes pestes como la peste negra la población mundial se multiplico en varias ocasiones y datos que hace 200 años parecían imposibles hoy en día son muy normales.

Así sabemos que en la actualidad existen en el mundo 600 millones de personas y que esta cantidad va a variar en los próximos años por eso este trabajo está enfocado desde dos puntos de vista uno el social y otro el matemático.

A lo largo de las siguientes páginas estudiaremos por tanto cómo evolucionará la población en los próximos años así como adjuntaremos pirámides de edad que nos indicaran cómo evoluciona el crecimiento y en qué grupo son más numerosos, para hacer este estudio usaremos de base las matemáticas (estadística), por lo tanto estas predicciones pueden variar dependiendo de cómo evolucione en los próximos años el mundo. Así pues contaremos con 3 variables para hacer este estudio el primero es la población mundial. El segundo la que es hoy en día la primera potencia mundial Estados Unidos de América, y el tercero es nuestro país España.

Empezaremos comentando la situación actual en el mundo con una cifra a día siete de enero del año dos mil ocho y según la comisión

Estadounidense es de **6,673,660,154**. En el siguiente grafico adjunto se observa cómo evoluciona la población a lo largo de los años, comenzando en el 500 antes de Cristo y hasta nuestros días.



Para comprender la gravedad del fenómeno del crecimiento actual de la población hay que comparar el tamaño de la población de nuestro siglo con la que ha estado manteniendo nuestro planeta en los últimos milenios. Se comprueba así que estamos viviendo un episodio demográfico único e irrepetible en la historia de la humanidad.

La población aumenta en el mundo de una manera asombrosa, pero eso será algo que trataremos posteriormente. Ahora trataremos lo relacionado con las predicciones de futuro para los tres casos ya expuestos, para ello utilizamos datos estadísticos proporcionados por fuentes oficiales. Los cálculos usados para la realización de estas predicciones son las rectas de regresión lineal proporcionadas por la parte de las matemáticas que es denominada estadística.

Una manera de resolver este problema del crecimiento demográfico es sin duda la recta de regresión por la cual a través de unos datos ya conocidos podemos hallar la fórmula según la cual teniendo como variante los años podemos resolver nuestra otra variable que sería la población este será el método que utilizaremos para resolver nuestro problema, pero antes un poco de teoría sobre el método que utilizamos:

La forma de relacionar dos variables puede ser diversa, en la mayoría de los casos se utilizan modelos matemáticos que expresan una variable en función de la otra.

El modo más sencillo para la representación de dos variables es una recta:  $Y=a+bX$ , entonces tenemos varias incógnitas debemos averiguar la forma y la intensidad de de la relación entre las variables implicadas.

El problema de la covarianza como medida de relación es que cambiando la unidad lo hace también la magnitud.

Una medida alternativa sin unidades es el coeficiente de correlación lineal  $r=COV(X,Y)/\sigma_x\sigma_y$ , el cuadrado del coeficiente de correlación se llama coeficiente de determinación  $r^2$

El coeficiente de correlación está entre  $-1$  y  $1$ , cuanto más se acerque a ellos más intensa será la relación entre las variables  $X$  e  $Y$ . Una relación al valor  $0$  del coeficiente de correlación indica una falta de relación lineal entre las variables.

### ***Método del ajuste analítico***

Se aplica cuando disponemos de una única unidad temporal. Consiste en obtener la recta de regresión (ajuste lineal) que aproxime la variable de interés.

$Z_t$  en función del tiempo.

Recta de regresión

En general, dadas las variables  $X$  e  $Y$ , se trata de obtener dos valores  $a$  y  $b$  tales que:

$$Y^*=a+bx$$

Siendo  $*$  aproximadamente.

$$B = \frac{S_{xy}}{S^2_x} \rightarrow \text{covarianza}$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{n} - \text{media } x * \text{media } y$$

$$S^2_x = \frac{\sum x^2}{n} - \bar{x}^2$$

↓

Pendiente

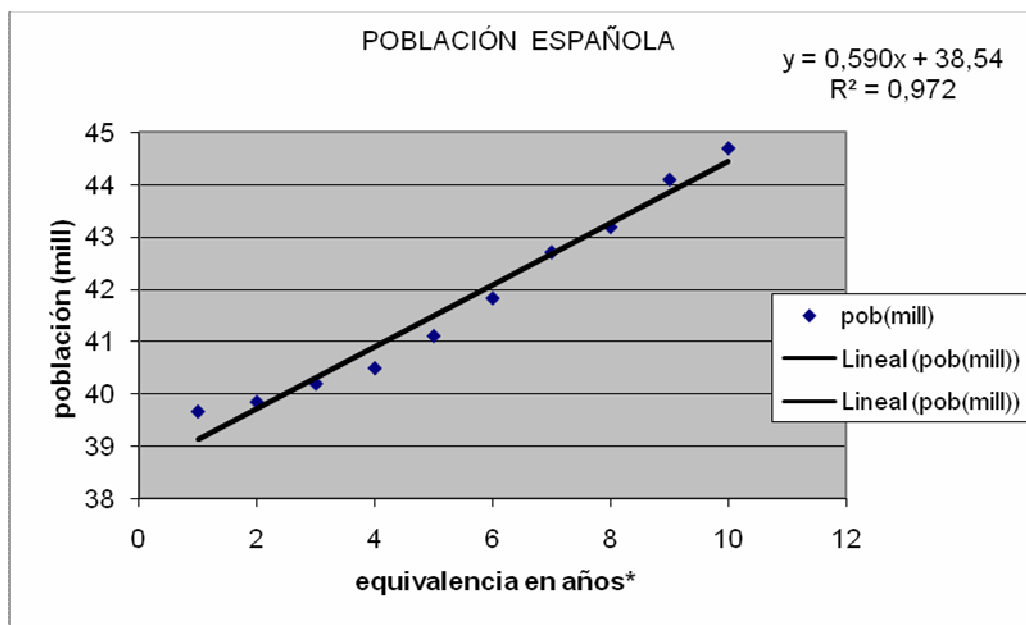
$$A = \text{media } y - b \text{media } x$$

↓

Término independiente.

$$S_{xy} \rightarrow \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n} = \frac{\sum x_i y_i}{n} - \bar{x} \bar{y}$$

### POBLACIÓN EN ESPAÑA



En este gráfico que representa en el eje y (variable independiente) aparecen la población en millones de personas, en el eje x (variable dependiente) observamos números que representan índices, los cuales son substitutos de los años para que las cuentas sean más sencillas cuando se hacen a mano. En la siguiente tabla podemos observar la equivalencia.  $R$ =coeficiente de determinación.

año real(x)	año x	Pob (mill)y
1996	1	39,669
1998	2	39,852
1999	3	40,202
2000	4	40,499
2001	5	41,116
2002	6	41,837
2003	7	42,717
2004	8	43,197
2005	9	44,108
2006	10	44,708

Se puede hacer a mano mediante la representación de una gráfica plasmando en el eje x los años y en el eje Y los millones de personas que representan la población, además se puede resolver como se demuestra en este documento, mediante el programa de Microsoft Excel.

Para resolverlo con el ordenador abrimos un archivo de Excel y seguimos los siguientes pasos

- 1) escribimos los datos y los marcamos.
- 2) pulsamos insertar en el menú y aquí pulsamos la opción gráfico.
- 3) en esta ventana pulsamos la opción tabla de dispersión y de estas elegimos la superior. Pulsamos- siguiente dos veces y elegimos la de la tabla ubicación para finalizar
- 4) en este punto ya está finalizada la gráfica y hacemos clic encima .en el menú pulsamos la opción gráfico/línea de tendencia/tipo lineal/aceptar.

5) repetimos el proceso anterior pero esta vez pulsamos opciones en lugar de tipo y marcamos las dos opciones inferiores y luego hacemos clic en aceptar

Este procedimiento puede variar dependiendo si se trata del programa del 2003 o el 2007 en nuestro caso es adaptado al Excel 2003.

Mediante los cálculos demostraremos lo que se plasma en la gráfica, esta sería la forma de hallarla manualmente, este cuadro se denomina cuadro de datos en el se escriben los datos que se nos dan de forma que  $x^2$  sean los años o sus substitutos que serian en este caso unos índices que nos servirá para facilitar los cálculos los cuales se elevaran al cuadrado.

$y^2$  representa el cuadrado de la población (dato que se nos dan)

$X \times Y$  resulta de multiplicar los datos que se nos dan (población por años o índices substitutorios)

x	y	y cuadrado	x*y
1	1573,62956	1	39,669
4	1588,1819	4	79,704
9	1616,2008	9	120,606
16	1640,169	16	161,996
25	1690,52546	25	205,58
36	1750,33457	36	251,022
49	1824,74209	49	299,019
64	1865,98081	64	345,576
81	1945,51566	81	396,972
100	1998,80526	100	447,08
Total=385	17494,0851		2347,224
media de x		5,5	
media de y	41,7905		

$$Y^* = a + bx$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{n} - \text{media } x * \text{media } y \rightarrow \frac{2347,224}{10} -$$

$$5,5 * 41,7905 = 4,87465$$

$$S^2_x = \frac{\sum x^2}{n} - \text{media}_x^2 \rightarrow \frac{385}{10} - 30.5 = 8,25$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S^2_x} = \frac{4,87465}{8,25} = 0,59086667$$

$$a = \text{media } y - b \text{media } x \rightarrow 5,5 - 41,7905 = 38,5407333$$

Por tanto la recta es  $y = 0,59x + 38,5407$

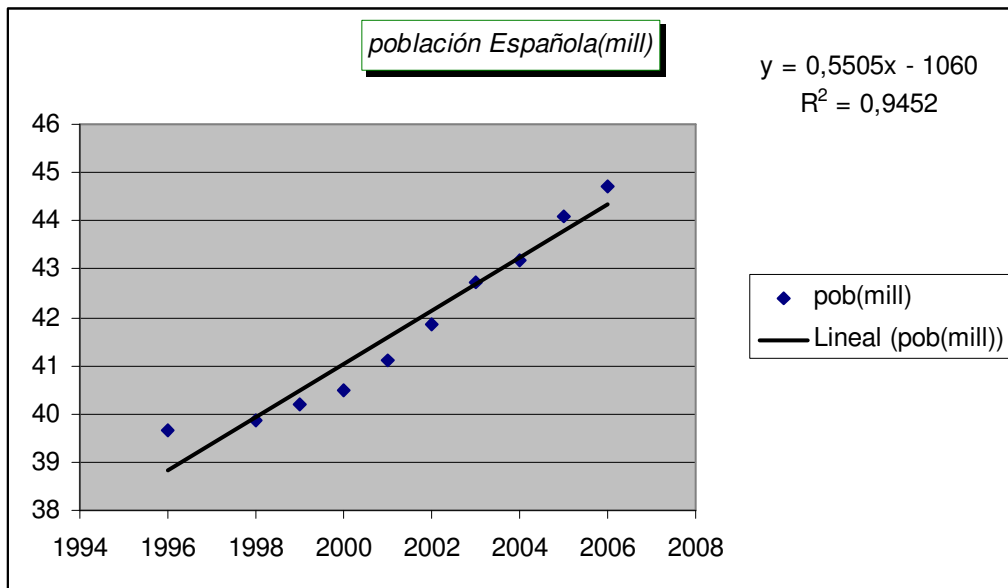
Ahora con todo finalizado podemos hacer las previsiones para los años 2010 y 2050, así pues solo tenemos que poner los datos en la recta propuesta:

$Y =$  población

$$Y = 0,59 * 11 + 38,5407 = 45,0307 \text{ millones de personas para el 2010}$$

$$Y = 0,59 * 7 + 38,5407 = 45,6207 \text{ millones de personas para el 2050}$$

El modo antes expuesto es menos fiable que otros pero es sin embargo uno de los mejores para la realización de los cálculos manuales, usando el otro modo tendríamos que escribir cuadrados de números muy grandes como lo son los años pero se acerca más a la realidad. En este caso la previsión sin cocientes de sustitución está formada por la siguiente recta:

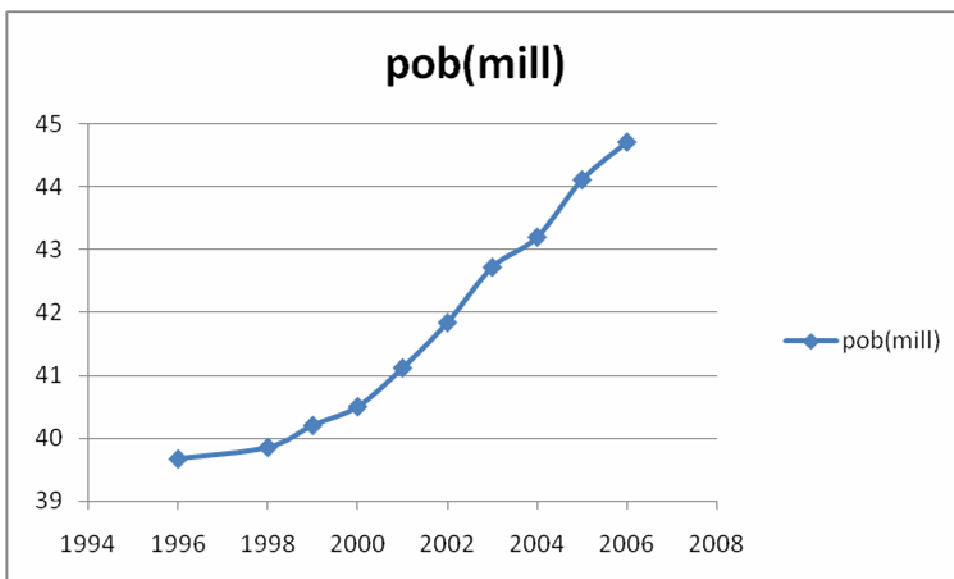


Segundo esta forma sería para o 2010: 46,505millones de personas

E para o 2050: 68,525millones de personas

Comprobamos entonces que las dos previsiones varían un poco respecto a lo que sería la lógica y por tanto los índices de sustitución son más empleados en casos de progresiones continuas ya que son más útiles debido a la progresividad de sus ecuaciones generales, en esta última gráfica sin embargo los resultados se acercan más a los que por lógica serían reales.

La siguiente representación sería la forma continuada hecha con la unión de todos los puntos.



**Para saber la cantidad de población con respecto a su edad usamos las denominadas pirámides de edades (las pirámides de población son**

**representaciones gráficas de la población de un país según sea la edad y el sexo de sus habitantes. Con ellas se pretende analizar de forma rápida los fenómenos demográficos que le afectan, tales como la relación de equilibrio de sexo de un país, la juventud y envejecimiento, la consecuencia sobre la población de guerras catástrofes y otros accidentes demográficos.)**

## **Histograma de frecuencias (Pirámide de población)**

Un histograma es la representación gráfica de una distribución de frecuencias por medio de rectángulos, cuyas anchuras representan intervalos de la clasificación y cuyas alturas representan las correspondientes frecuencias. La pirámide de edades es un histograma doble en el que se representa en la derecha la población masculina y en la izquierda la población femenina. En el eje de abscisas se representa los efectivos de población, normalmente en porcentajes, y en el eje de ordenadas las edades. Como por regla general los efectivos más jóvenes son más numerosos que los viejos, ya que parte de la población muere, el aspecto general adopta una forma triangular o de pirámide. Pero esta es una forma ideal, la realidad modifica su forma, lo que se explica por motivos demográficos e históricos.

### **Tipos de pirámide**

La pirámide, dependiendo de su forma, puede dar una visión general de la juventud, madurez o vejez de una población, y por lo tanto obtener consecuencias sociales de ello.

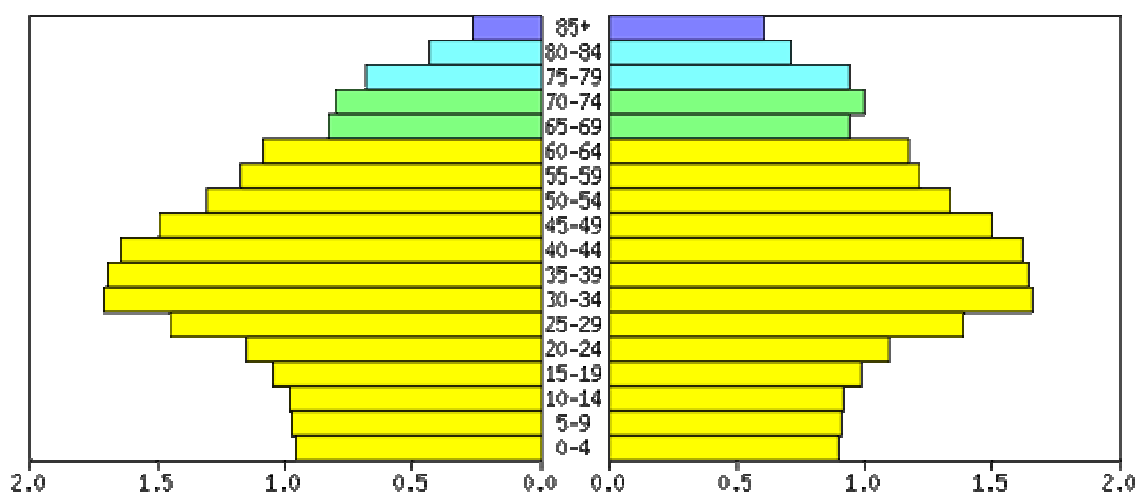
Según su perfil podemos distinguir tres tipos básicos de pirámides:

- ✚ De población expansiva: con una base ancha y una rápida reducción a medida que ascendemos. Es propia de los países del Tercer Mundo en plena transición demográfica con altas tasas de natalidad y mortalidad, y con un crecimiento natural alto.
- ✚ De población regresiva: con una base más estrecha que el cuerpo central y un porcentaje de ancianos relativamente grande. Es propia de los países desarrollados que han terminado la transición demográfica, pero aún están presentes sus últimas generaciones. Se trata de una población envejecida con bajas tasas de natalidad y de mortalidad, y con un crecimiento natural reducido.
- ✚ De población estacionaria: con una notable igualdad entre las generaciones jóvenes y adultas, y una reducción importante en las

ancianas. El crecimiento natural es bajo. Este tipo de pirámide es propia de las poblaciones que no presentan cohortes de la transición demográfica. Pueden responder a países con tasas de natalidad y mortalidad altas, que aún no han comenzado la transición demográfica (sobre todo si se trata de poblaciones históricas) o a países que ya han terminado la transición demográfica y han desaparecido todas sus generaciones. Esto, a comienzos del siglo XXI, no ha sucedido en ninguna parte, aunque los países escandinavos las últimas generaciones de la transición demográfica están en la cima de la pirámide.

Un ejemplo de estas representaciones gráficas es la de este año:(ver documento adjuntoPIRDINAM)

### Previsión de la población de España 2008



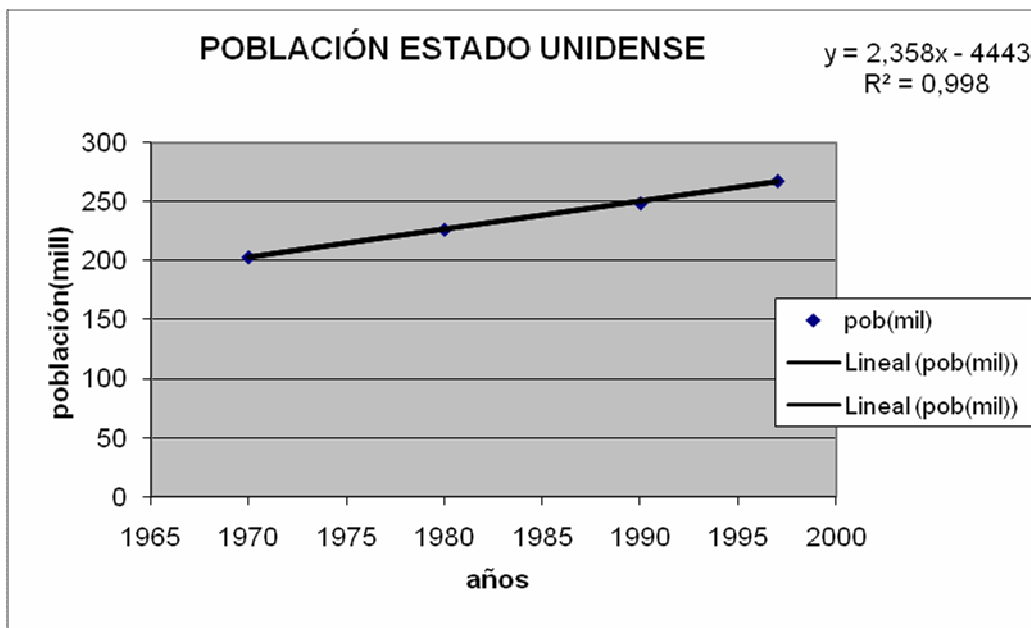
En ella observamos la acusada disminución de los nacimientos y encontramos el baby-boom en la etapa de los 30-40 años, también existe un preocupante número de personas que superan los 65 años lo que causa una demanda social que implica un aumento de la edad mínima de jubilación.

Según lo dicho anteriormente se trata de una pirámide cuya población es regresiva

En España estamos ante un envejecimiento mide la población en parte debido a las bajas tasas de natalidad que se llevan observando a lo largo de los últimos años de esa manera observamos que la pirámide en los grupos de edad más bajos eso es en los que están por edades más

pequeñas tienen menor número de personas que hay en la franja de edad que va de los 25 a los 60.

## POBLACIÓN ESTADO UNIDENSE



En este caso observamos que si aparecen los años esta es una muestra de que con más complicaciones podemos hacer la gráfica.

año	pob(mil)	x cuadrado	y cuadrado	x*y
1970	203,3	3880900	41330,89	400501
1980	226,54	3920400	51320,3716	448549,2
1990	248,76	3960100	61881,5376	495032,4
1997	267,63	3988009	71625,8169	534457,11

7937	946,23	15749409	226158,616	1878539,71
media de x	1984,25			
media de y	236,5575			

$$Y^* = a + bx$$

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{n} - \text{media } x * \text{media } y \rightarrow 245,708125$$

$$S_x^2 = \frac{\sum x^2}{n} - \text{media } x^2 \rightarrow 104,1875$$

$$a = \text{media } y - b \text{media } x \rightarrow -4442,95153$$

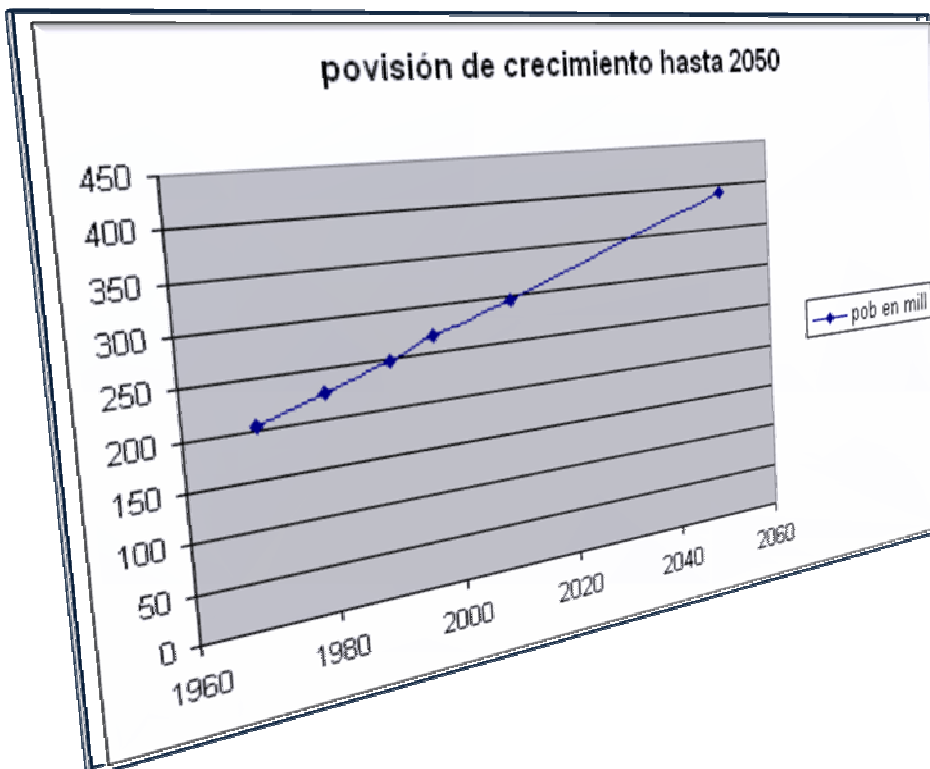
$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 2,35832633$$

la recta en este caso sería  $y = 2,358x - 4442,95$

Siendo y la población, la estimación para los años 2010 y 2050 sería

$$y = 2,358 * 2010 - 4442,95 = 296,63 \text{ millones de personas}$$

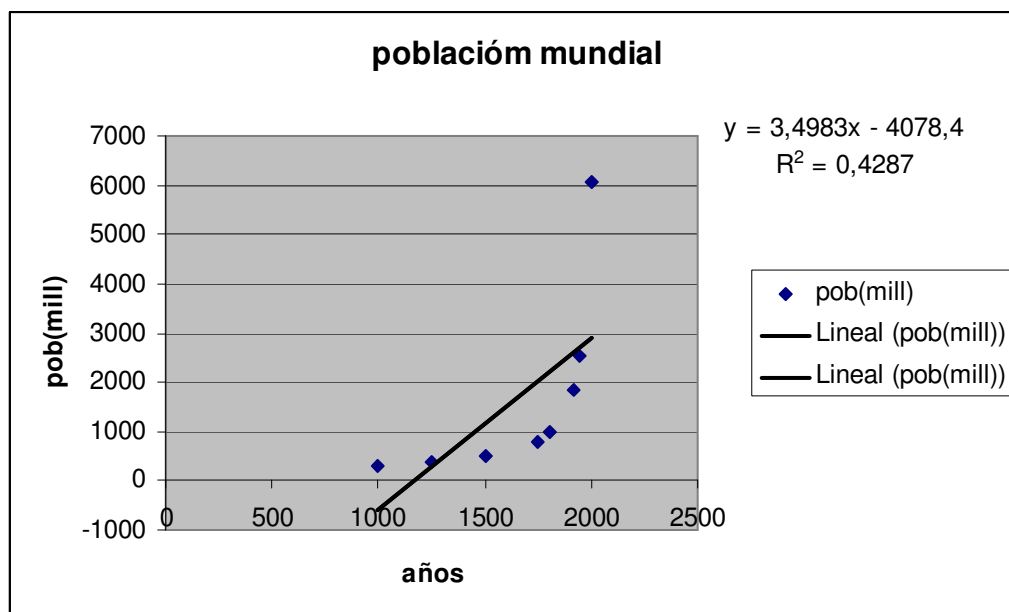
$$y = 2,358 * 2050 - 4442,95 = 390,95 \text{ millones de personas}$$



Este gráfico a diferencia de los otros no presenta una curva exponencial muy pronunciada si no que es menos pronunciada, esto nos indica por tanto que el crecimiento va a ser más moderado que en otros lugares y no como en el caso de España que es más pronunciado, aquí incluimos las provisiones para saber cómo crecería a lo largo de los próximos años hasta la mitad de este siglo

## POBLACIÓN MUNDIAL

Usando la recta de regresión observamos la tendencia lineal de crecimiento.



## Datos :

año	pob(mill)	x cuadrado	y cuadrado	x*y
1000	310	1000000	96100	310000
1250	400	1562500	160000	500000
1500	500	2250000	250000	750000
1750	790	3062500	624100	1382500
1800	980	3240000	960400	1764000
1920	1860	3686400	3459600	3571200
1950	2520	3802500	6350400	4914000
2000	6086	4000000	37039396	12172000
		22603900	48939996	25363700

$$Y^* = a + bx$$

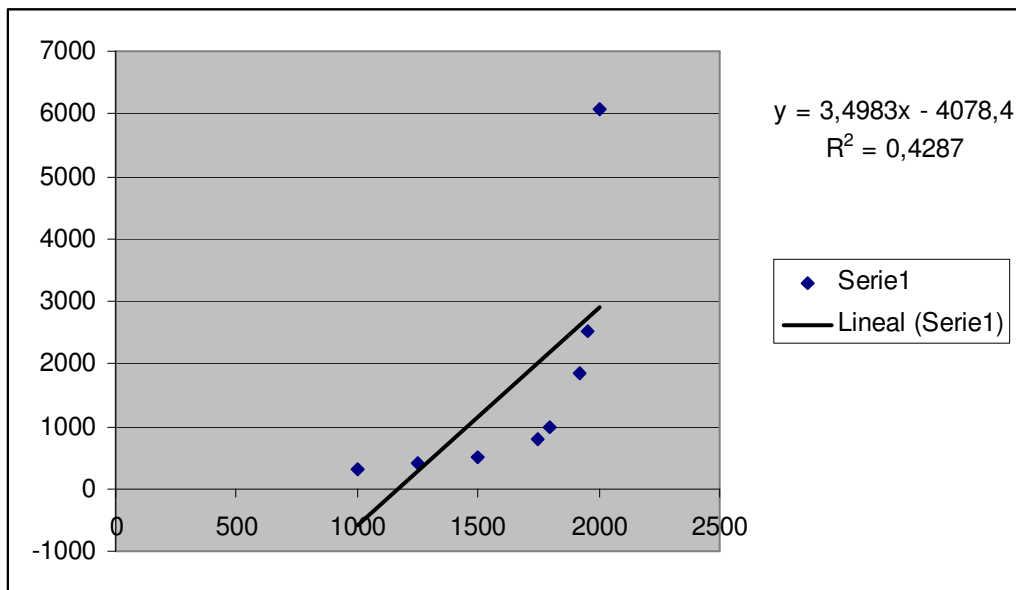
$$S_{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{n} - \text{media } x * \text{media } y \rightarrow 403527,8125$$

$$S_x^2 = \frac{\sum x^2}{n} - \text{media } x^2 \rightarrow 115348,4375$$

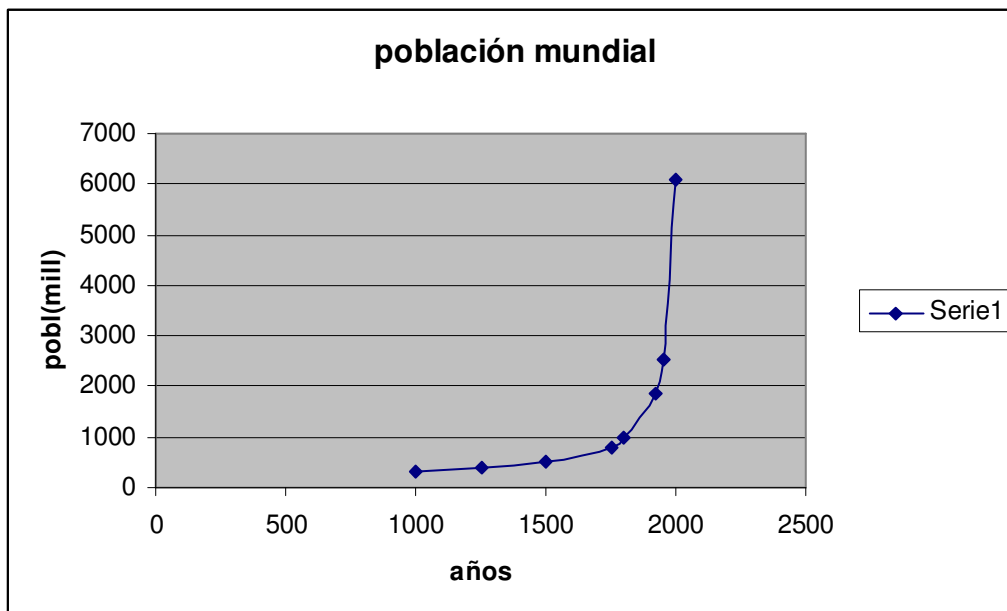
$$a = \text{media } y - b \text{media } x \rightarrow -4078,388795$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = 3,498337916$$

**Por tanto la recta sería  $Y=3,4983X-4078,389$ ,**



**Pero en realidad la representación del crecimiento de población es una función exponencial, como se observa en la siguiente representación.**

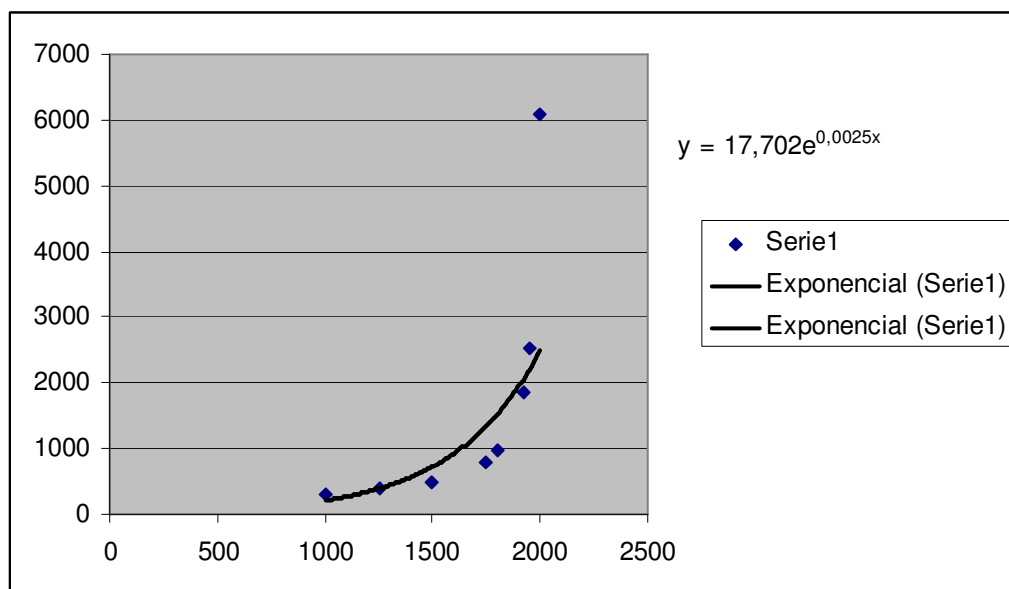


**Se observa con solo contemplar los datos que a partir de 1750 el crecimiento es casi una perpendicular a los años esto quiere decir que el crecimiento es muy grande y casi el mayor posible que sería la perpendicular**

completa, lo que indicaría que la población supuestamente tenderá al infinito.

Al observar detenidamente la gráfica en la que se incluye la recta de regresión podemos comprobar que la relación entre el año 2000 y la población es de aproximadamente 2600 millones de personas esto no es un error sino que es una manera errónea de usar la recta de regresión con los datos que poseemos ya que esta fórmula estadística está diseñada para progresiones moderadas, aún así si incluimos más datos desde el 2000 hasta el 2008 podremos encontrar una ecuación que se acerca bastante a los datos supuestos reales para los años propuestos.

Otra forma sería con una exponencial



que

como en el caso anterior los resultados no serían del todo lógicos ya que el programa Microsoft Excel lo soluciona de esta manera.

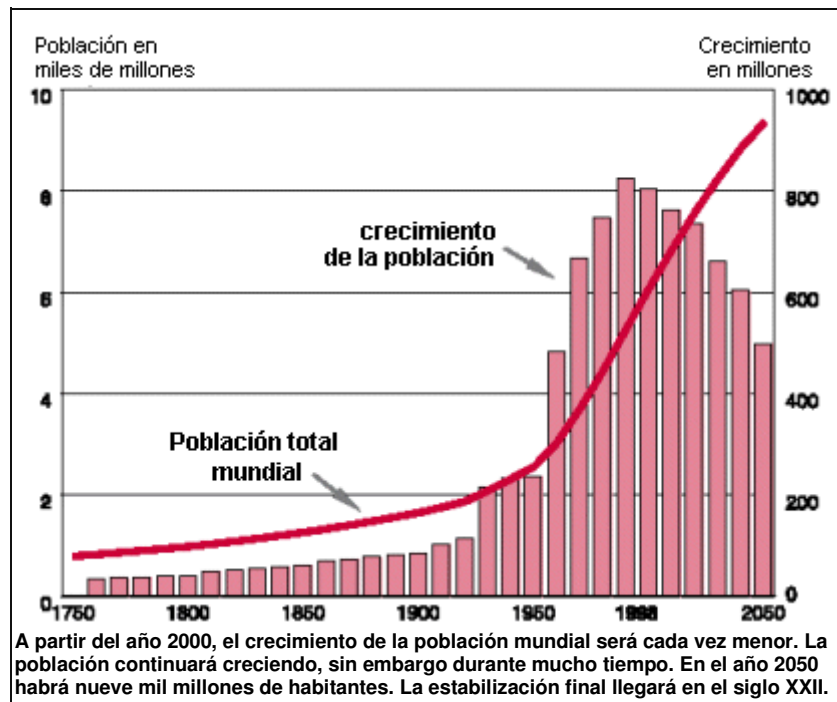
**De esta manera solo podemos hacer caso de las organizaciones internacionales que optan por dejar la previsión de crecimiento para el 2010 en cerca de siete mil millones de personas y acercando a nueve mil la población para el 2050.**

**Podemos comprobar además la evolución de la población en la historia.**

Posiblemente la **población total del Paleolítico** oscilaría entre los seis y los diez millones de seres humanos.

La **revolución neolítica**, hace diez mil años, mediante la aplicación de técnicas agrícolas y ganaderas permitió la primera gran expansión de la especie humana; se calcula que a partir de entonces la población empezó a crecer a un ritmo que la duplicaba cada mil setecientos años. Al comienzo de nuestra era se calcula que vivían unos ciento cincuenta millones de personas: una tercera parte en el **Imperio Romano**, otra tercera parte en el **Imperio Chino** y el resto diseminado.

La crisis del Imperio Romano estuvo acompañada de las primeras grandes epidemias que provocaron despoblación. En el año 1348 se extiende por Europa la **Peste Negra** que se estima redujo la población europea en un tercio. A pesar de ello, hacia el año 1600 la Tierra había alcanzado los quinientos millones de habitantes. A partir de ese momento se produce la explosión demográfica y la población empieza a duplicarse cada doscientos años. En 1800, se alcanzan los novecientos millones de habitantes. El ritmo se sigue acelerando; en 1900 se alcanzan los mil seiscientos millones; en 1960 había tres mil millones. A mediados de 1999 se superaron los 6.000 millones. Afortunadamente la tasa de fertilidad está disminuyendo en todo el mundo y aunque la población continuará aumentando por el acceso a la edad fértil de las generaciones jóvenes, mucho más numerosas, la prolongación de las tendencias actuales permite predecir que la población mundial alcanzará la estabilidad en el año 2110, cuando vivan 10.529 millones de personas. Pero hasta entonces la situación de desequilibrio demográfico mundial continuará inevitablemente su deterioro.



**Como podemos observar la población mundial asciende a un ritmo frenético esto lo plasman los grandes sociólogos en sus escritos como T.R.Malthus en su libro “Primer Ensayo sobre el principio de la población” o en el siguiente escrito con el que despedimos este informe Muchas gracias y esperamos que fuese de su agrado.**

*Si la población terrestre continúa duplicando su número cada treinta y cinco años (como lo está haciendo ahora) cuando llegue el año 2.600 se habrá multiplicado por 100.000 (..) ¡La población alcanzará los 630.000.000.000! Nuestro planeta sólo nos ofrecerá espacio para mantenernos de pie, pues se dispondrá únicamente de 3 cm<sup>2</sup> por persona en la superficie sólida, incluyendo Groenlandia y la Antártida. Es más, si la especie humana continúa multiplicándose al mismo ritmo, en el 3.550 la masa total de tejido humano será igual a la masa de la Tierra.*

*Si hay quienes ven un escape en la emigración a otros planetas, tendrán materia suficiente para alimentar esos pensamientos con el siguiente hecho: suponiendo que hubiera 1.000.000.000.000 de planetas habitables en el Universo y se pudiera transportar gente a cualquiera de ellos cuando se estimara conveniente, teniendo presente el actual ritmo de crecimiento*

*cuantitativo, cada uno de esos planetas quedaría abarrotado literalmente y sólo ofrecería espacio para estar de pie allá por el año 5.000. ¡En el 7.000 la masa humana sería igual a la masa de todo el Universo conocido!*

*Evidentemente, la raza humana no puede crecer durante mucho tiempo al ritmo actual, prescindiendo de cuanto se haga respecto al suministro de alimentos, agua, minerales y energía. Y conste que no digo "no querrá", "no se atreverá" o "no deberá": digo lisa y llanamente "no puede".*

(Isaac Asimov, Introducción a la Ciencia, Basic Books, 1973)

**Jonatan Reboredo Durán**

*JODA©2004*