

Análisis proyectivo de la talla media de los españoles

POR EL SERVICIO DE ESTUDIOS DE ESTA FUNDACIÓN

1. INTRODUCCION

En este artículo se compendia una aplicación de los métodos de análisis proyectivo (elaborados por el Servicio de Estudios) a la evolución futura de la talla de los españoles en el período 1987-2000.

Las variables antropométricas y en particular la talla, han sido objeto de moderna consideración por investigadores españoles y extranjeros que examinan su vinculación al ritmo de la economía, y a este respecto, cabe mencionar el trabajo de A. Gómez Mendoza y B. Pérez Moreda, publicado en el número 174 de la Revista *Moneda y Crédito* (setiembre de 1985).

Según los datos estadísticos publicados en el Anuario Estadístico de España elaborado por el INE, la talla media de los jóvenes españoles, llamados al Servicio militar, experimentó un aumento muy significativo entre 1966 y 1985. Su valor medio ascendió de 167,8 cm a 172,3 cm, lo que significa un incremento medio anual de 2,368 mm.

Si se compara con otros parámetros antropométricos, como el perímetro torácico y el peso, la evolución es muy diferente. Así en el mismo período de tiempo el peso medio ascendió de 65,3 kg a 66,7 kg, mientras que el perímetro torácico se mantuvo prácticamente invariable. Sin embargo, en los diez años anteriores a 1966, las variables antropométricas tienen un comportamiento algo distinto. La talla experimenta un crecimiento de 1,4 mm/año. El perímetro torácico también crece a un valor medio de 1,3 mm/año y el peso medio crece 250 g/año, lo que muestra una progresión paralela de las tres variables, cosa que no ocurre en el período siguiente, en el que el perímetro torácico se estabiliza y el peso medio avanza lentamente, mientras la talla aumenta a un ritmo mayor.

El cambio más prolongado de estas medidas sistemáticas corresponde a la talla y puede resultar interesante comparar su evolución a lo largo del tiempo con algunos parámetros económicos o sociales, tratando de examinar su funcionalidad mutua y establecer ecuaciones que permitan una prolongación cronológica para estimar las situaciones futuras, según resulte de considerar distintos estadios del desarrollo económico.

2. EVOLUCION CRONOLOGICA

2.1. COMPARACIÓN DE LAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS

Refiriéndose al período 1966-1985, se ha resumido en el cuadro C.2.1. la evolución cronológica de las tres variables antropométricas, talla, perímetro torácico y peso, así como la relación peso/talla.

El examen de la estadística pone de manifiesto muy claramente la evolución progresiva de la talla, cuyo ascenso y cambio de estructura será examinado en detalle.

El perímetro torácico se mantiene prácticamente invariable, con un mínimo de 88,2 cm en 1974 y un máximo de 89,1 en 1969. El valor medio de la serie es de 88,5 cm y su distribución es prácticamente aleatoria. En consecuencia, cabe afirmar que está estabilizado en el período.

El peso oscila entre un mínimo de 64,3 kg en 1972 y un máximo de 66,7 en 1984 y 1985. El valor medio de la serie es de 65,9 kg. La serie histórica presenta un cierto crecimiento como se deduce al comprobar que a partir de 1976, todos los pesos son superiores a 66 kg, mientras que en el primer período están comprendidos entre 65,3 y 66 kg.

La relación peso/talla varía entre un mínimo de 0,382 en 1972 y un máximo de 0,391 en 1969 y su tendencia es ligeramente decreciente, como consecuencia de la mayor rapidez de crecimiento de la talla.

Se ha examinado la funcionalidad entre ambas series por medio de una ecuación logarítmica de la forma siguiente:

C.2.1. Evolución de las variables antropométricas

Años	Talla cm	Tórax cm	Peso kg	Peso/Talla kg/cm
1966	167,8	88,7	65,3	0,389
1967	168,1	88,8	65,5	0,389
1968	168,2	89,0	65,7	0,390
1969	168,3	89,1	65,8	0,391
1970	168,1	88,3	65,4	0,389
1971				
1972	167,9	87,3	64,3	0,382
1973	169,3	88,4	65,8	0,388
1974	169,4	88,2	65,7	0,387
1975	169,8	88,4	65,8	0,387
1976	170,1	88,3	66,0	0,388
1977	170,4	88,5	66,0	0,387
1978	170,8	88,6	66,5	0,389
1979	170,9	88,5	66,3	0,387
1980	171,3	88,5	66,5	0,388
1981	171,4	88,5	66,3	0,386
1982	171,7	88,5	66,4	0,386
1983	171,9	88,5	66,4	0,386
1984	172,1	88,8	66,7	0,387
1985	172,3	88,6	66,7	0,387

$$LP = a + bLT$$

siendo P el peso expresado en kg y T la talla expresada en cm.

El análisis correlativo conduce al siguiente resultado:

$$LP = 0,7109 + 0,6774 LT \quad cc = 0,9648$$

Según esta funcionalidad el peso medio de los jóvenes españoles seguiría creciendo lentamente en los próximos años, de acuerdo con la tendencia general que aparece en el crecimiento de la talla.

2.2. LA EVOLUCIÓN ENTRE 1956-1965

El comportamiento que muestran las variables antropométricas en el período anterior es algo diferente. La evolución histórica es la siguiente:

Años	Talla cm	Tórax cm	Peso kg
1956	166,3	87,1	62,6
1957	166,4	87,3	62,8
1958	166,4	87,4	62,8
1959	166,6	87,5	63,3
1960	166,7	87,4	63,4
1961	166,9	87,5	63,4
1962	167,2	88,2	64,0
1963	167,4	88,1	64,4
1964	167,6	88,2	65,0
1965	167,7	88,4	65,3

En términos relativos las variaciones entre la situación final e inicial es la siguiente:

	Unidad: %
Talla	0,84
Tórax	1,49
Peso	4,31

La menor corresponde a la talla y la mayor al peso, cuyo avance es muy notable.

Los 20 años anteriores que corresponden a nacimientos de los jóvenes llamados al servicio militar se sitúan entre 1936 y 1945, en los que transcurren la Guerra Civil y la difícil situación económica de la post-guerra, por lo que resulta muy incierto examinar vinculaciones estadísticas de estas variables antropométricas con los parámetros del crecimiento económico.

El hecho de que sea el peso la variable de mayor crecimiento puede significar que es una consecuencia del estado de subalimentación de aquellos años y que a medida que fueron mejorando las posibilidades de la dieta familiar, fue creciendo el peso medio de la población española.

La renta nacional experimentó un retroceso entre 1935 y 1940. Expresada en términos constantes, no recuperó el valor que tenía en 1935 hasta 1951, y en 1955 había crecido con respecto a 1935 por un factor de 1,236, equivalente a una variación media anual del 1,33%.

Entre 1955 y 1965 creció a una tasa media anual del 4,50%. Los años de recuperación posteriores a 1945 permitieron ir normalizan-

do el equilibrio en el régimen alimenticio medio de las familias españolas.

La relación peso/talla evolucionó en la siguiente forma:

Años	Peso/talla kg/cm
1956	0,376
1957	0,377
1958	0,377
1959	0,379
1960	0,378
1961	0,379
1962	0,382
1963	0,384
1964	0,387
1965	0,389

La relación va aumentando lentamente hasta alcanzar el valor de equilibrio que se sitúa en el entorno de 0,39.

2.3. ANÁLISIS FUNCIONAL ENTRE LA TALLA Y EL PIB

En términos muy generales cabe pensar que puede existir una funcionalidad entre el nivel de ingreso y el desarrollo físico de la población y como en España se ha registrado un crecimiento muy significativo del PIB, parámetro económico representativo del ingreso medio nacional entre 1947 y 1975, podría conjeturarse que ha de existir una vinculación estadística entre las series históricas del PIB expresado en unidades monetarias constantes y la talla media. La dificultad intrínseca de examinar esta posible funcionalidad reside en la correspondencia cronológica que debe establecerse entre ambas series y así cabría admitir que tiene más significación o importancia en el crecimiento físico los primeros años de la infancia que la adolescencia o el tiempo posterior.

Si se toma como referencia una edad media de los españoles llamados al servicio militar de 20 años, la comparación de las series podría hacerse con una diferencia cronológica, entre la serie representativa de la talla y la serie representativa del PIB de 20 ó 18 años, buscando un mejor encaje funcional. Pero como las series estadísti-

cas del PIB, por su dificultad de elaboración adolecen de deficiencias estadísticas, es muy verosímil que el análisis estadístico no pueda precisar estas diferencias cronológicas.

En un primer ensayo se han representado, utilizando escalas adecuadas, las dos series históricas para examinar su evolución morfológica y su mejor encaje, lo que se logra con una diferencia de 19 ó 20 años, que corresponde aproximadamente a la edad de la muestra estadística.

El análisis correlativo por medio de una funcionalidad logarítmica conduce al siguiente resultado:

$$LT(t) = 2,973 + 0,7218 LR \quad cc = 0,9223$$

El grado de vinculación es relativamente satisfactorio. La función R de la renta nacional está expresada en 10^9 pk (1970). La función T de la talla está expresada en la siguiente forma:

$$T(t) = \text{Talla} - 162$$

2.4. FUNCIÓN PROYECTIVA DE LA TALLA

Cuando se comparan las series estadísticas de la función de la talla y la función de la renta, se observa que esta última presenta entre 1945 y 1985 diversas inflexiones y a partir de 1974 declina fuertemente su ritmo.

Aunque, según se ha deducido del análisis estadístico, existe una buena correspondencia entre la evolución $T(t)$ y $R(t-20)$, es evidente que a lo largo de la infancia y del desarrollo posterior la talla que alcancen los adultos estará influida por la circunstancia económica, el régimen alimenticio y el ejercicio físico.

Por todo ello, parece consecuente plantear el análisis proyectivo sobre las situaciones medias de R (renta nacional per-cápita) con una diferencia cronológica de aproximadamente 10 años ($t-10$). Se ha ensayado la aplicación del análisis correlativo entre la serie de la talla y la renta nacional per-cápita R diferida en 10 años. Esta última expresada en números índices ha tenido la evolución, sobre la base $1940 = 100$, que se indica a continuación:

Años	Renta nacional per-cápita	Años	Renta nacional per-cápita
1956	182,1	1966	255,7
1957	184,9	1967	264,7
1958	195,4	1968	280,4
1959	185,1	1969	297,0
1960	181,6	1970	311,1
1961	198,9	1971	326,4
1962	219,4	1972	352,4
1963	231,4	1973	379,7
1964	237,7	1974	400,5
1965	240,4	1975	398,4

El resultado de la aplicación de una función logarítmica es el siguiente:

$$LT = 4,936 + 0,0357 LR(t-10) \quad cc = 0,9713$$

Aplicada a los diez años siguientes se obtiene la siguiente proyección:

Años	R-10	Talla
1986	405,9	172,5
1987	409,3	172,6
1988	411,5	172,6
1989	413,0	172,6
1990	413,0	172,6
1991	405,7	172,5
1992	405,4	172,5
1993	407,4	172,5
1994	414,4	172,6
1995	419,3	172,7

Como en el período t-10 que va de 1976 a 1985 el crecimiento de la renta per-cápita es muy irregular y lento, estas fluctuaciones atenuadas a través de la ecuación funcional, repercuten en el valor de la talla. La funcionalidad real entre ambas variables es mucho menos vinculante y sólo se manifiesta en la tendencia general que está medida por el coeficiente b.

Admitiendo que entre 1985 y 1990, la renta nacional per-cápita crezca a un valor medio del 2,5 %, en 1990 tendría un índice de 474,4. Aplicado a la ecuación funcional se obtendría como valor de la talla media en el año 2000 el de 173,5 cm, lo que supondría un crecimiento medio en el período de 15 años comprendido entre 1985 y el año 2000 de 0,8 mm/año.

Expresado en % el crecimiento de la talla sería de 0,046 % anual, mientras que el de la renta se ha supuesto del 2,5 %.

A título ilustrativo se han calculado los valores de la talla media en el año 2000 para distintos escenarios del crecimiento económico expresado en % anual de evolución de la renta per-cápita:

<u>Renta per-cápita</u>	<u>Talla en cm</u>
2,0	173,3
2,5	173,4
3,0	173,6
3,5	173,7
4,0	173,9
4,5	174,0

Parece evidente que la dependencia entre $T(t)$ y $R(t)$ ha de evolucionar en un sentido asintótico a medida que se alcance el equilibrio natural en el desarrollo fisiológico de las generaciones sucesivas de españoles.

2.5. EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL

Puede ser ilustrativo examinar la evolución estructural de la talla por grupos dimensionales, utilizando los datos que ofrece la estadística oficial. La clasificación se basa en considerar las ocho categorías siguientes:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. Menor de 150 cm. | 5. Entre 165 y 170 cm. |
| 2. Entre 150 y 155 cm. | 6. Entre 170 y 175 cm. |
| 3. Entre 155 y 160 cm. | 7. Entre 175 y 180 cm. |
| 4. Entre 160 y 165 cm. | 8. Mayores de 180 cm. |

En el cuadro C.2.2. se presenta la clasificación por categorías expresada en % sobre el total.

De una manera general cabe afirmar que los primeros grupos tienden a reducir su coeficiente estructural mientras que los últimos grupos lo aumentan como consecuencia del movimiento ascendente de la talla a lo largo del período de 20 años. Para examinar esta evolución en detalle es conveniente hacer la representación gráfica de los grupos por frecuencias acumuladas, o sea clasificando los conjuntos de menor a mayor y expresando el porcentaje global cuya talla no alcance la altura máxima definida por las categorías.

La evolución de las curvas es muy regular y asciende a medida que pasan los años, como consecuencia del movimiento general de la talla. Como las clasificaciones extremas no están detalladas, lo que sería de gran interés desde el punto de vista de la distribución marginal, las curvas terminan en el valor de 180. Su prolongación hasta el máximo tiene que ser estimada, ajustándose a una distribución de Gauss.

C.2.2. Evolución estructural de la talla media de los españoles

Años	Categorías								Unidad: %
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1966	0,4	1,7	8,2	23,4	29,9	23,3	9,9	3,2	
1967	0,4	1,6	7,7	21,9	30,9	23,5	10,5	3,5	
1968	0,3	1,6	7,4	21,5	30,5	24,5	10,7	3,5	
1969	0,3	1,5	7,3	21,4	30,4	24,2	11,2	3,8	
1970	0,4	1,3	6,8	20,4	30,3	24,9	11,6	4,3	
1971	—	—	—	—	—	—	—	—	
1972	0,3	1,5	5,0	24,0	31,2	23,5	10,8	3,7	
1973	0,0	0,1	4,4	18,3	30,1	27,4	14,0	5,7	
1974	0,2	0,8	4,6	16,7	29,2	27,7	14,6	6,2	
1975	0,2	0,7	4,1	15,5	28,5	28,5	15,7	6,8	
1976	0,1	0,6	3,8	14,5	28,1	28,7	16,6	7,6	
1977	0,1	0,5	3,5	13,8	27,4	29,2	17,4	8,1	
1978	0,0	0,1	3,1	13,0	26,8	29,7	18,4	8,9	
1979	0,1	0,4	2,9	12,3	26,0	30,1	18,9	9,3	
1980	0,1	0,4	2,6	11,3	24,9	30,4	20,1	10,2	
1981	0,1	0,4	2,5	10,8	24,5	30,8	20,2	10,7	
1982	0,1	0,3	2,2	10,2	23,7	31,2	21,0	11,5	
1983	0,1	0,2	2,3	9,5	23,0	31,8	21,3	11,8	
1984	0,1	0,3	2,0	8,1	22,4	31,7	21,8	12,6	
1985	0,1	0,2	1,8	8,7	22,2	30,8	22,7	13,5	

2.6. ANÁLISIS PROYECTIVO DE LA ESTRUCTURA DIMENSIONAL DE LA TALLA

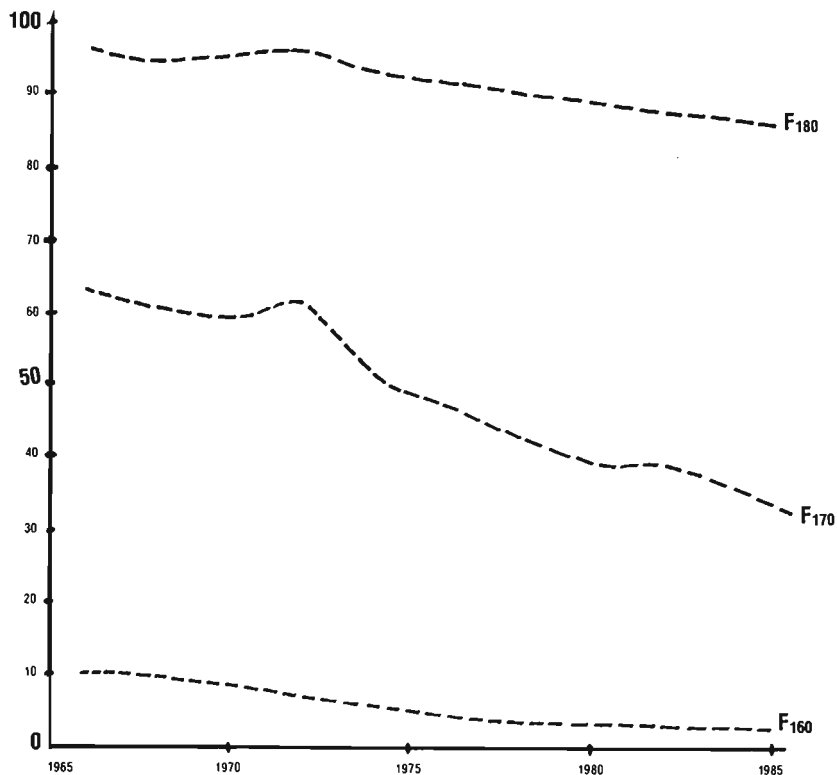
Del mismo modo que se ha practicado el análisis proyectivo sobre el valor medio de la talla, puede realizarse también por grupos dimensionales y categorías para proyectar la estructura media colectiva. A fin de simplificar el método operativo se ha planteado el análisis proyectivo sobre las frecuencias acumuladas hasta 160, 170 y 180 cm. La prolongación analítica de las funciones de proyección permitirán dibujar las curvas de distribución de frecuencias en las situaciones futuras.

El análisis se ha planteado sobre variables cronológicas, considerando la función F_i , como dependiente del tiempo, es decir, aplicando un criterio simplemente inercial. Las series históricas de F_{160} , F_{170} y F_{180} son las siguientes:

Años	F_{160}	F_{170}	F_{180}
1966	10,3	63,6	96,8
1968	9,3	61,3	96,5
1970	8,5	59,2	95,7
1972	6,8	62,0	96,3
1974	5,6	51,5	93,8
1976	4,5	47,1	92,4
1978	3,2	43,0	91,1
1980	3,1	39,3	89,8
1982	2,6	26,5	88,5
1985	2,1	33,0	86,5

En el gráfico G.2.3. se ha dibujado la evolución de las funciones F_{160} , F_{170} y F_{180} , en el período 1966-1985.

G.2.3. Evolución cronológica de las frecuencias acumuladas



De acuerdo con la morfología de F_{160} se ha ensayado una función parabólica inversa de la forma siguiente:

$$F = a + \frac{b}{(t-h)^2}$$

$$h = 1950$$

El resultado del análisis estadístico es el siguiente:

$$a = + 0,1093$$

$$b = + 2.896,8$$

$$cc = 0,9744$$

Proyectada a la situación futura, se obtiene:

<u>Años</u>	<u>F₁₆₀</u>
1990	1,91
1995	1,53
2000	1,26

Para la función F₁₇₀ cuya evolución ha sido rápidamente descendente se ha considerado la función logarítmica inversa.

$$F_i = a + \frac{b}{L(t-h)}$$

$$h = 1950$$

El análisis estadístico conduce al siguiente resultado:

$$F_{170} = -82,255 + \frac{418,816}{L(t-1950)} \quad cc = 0,9451$$

Del mismo modo para F₁₈₀ por tratarse de una función decreciente, se aplicará la ecuación logarítmica inversa.

$$F_{180} = 51,055 + \frac{132,35}{L(t-1950)} \quad cc = 0,9328$$

Con arreglo a las ecuaciones anteriores, se han proyectado los valores de las funciones en las situaciones de 1990, 1995 y 2000.

<u>Años</u>	<u>Unidad: %</u>	
	<u>F₁₇₀</u>	<u>F₁₈₀</u>
1990	31,27	86,93
1995	27,76	85,82
2000	24,80	84,88

La curva de distribución de frecuencias se puede apoyar en los puntos F_{160} , F_{170} y F_{180} que marcan las frecuencias acumuladas para las tallas hasta 160; hasta 170 y hasta 180. Los valores intermedios pueden calcularse por interpolación, según funciones de Gauss.

A título de ejemplo se presentan los valores de las frecuencias acumuladas por categorías, correspondientes a la situación del año 2000.

<u>Categorías</u>	<u>Frecuencias en %</u>	<u>Frecuencias Acumuladas</u>
1	0,050	—
2	0,135	0,14
3	1,120	1,26
4	5,610	6,87
5	17,930	24,80
6	28,530	54,33
7	31,550	84,88
8	45,120	100,00

Según los resultados anteriores la proporción de estaturas inferiores a 150 cm sería del 0,05 % y la de superiores a 180 cm del 15,12 %.

2.7. COMPARACIÓN ENTRE LAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS Y BIOMÉTRICAS

Se ha examinado complementariamente la funcionalidad o vinculación que pueda existir entre la principal variable biométrica, la esperanza de vida y la talla media (variable antropométrica). La serie evolutiva de la esperanza de vida a la edad de 20 años es la siguiente:

<u>Años</u>	<u>Esperanza de vida en años</u>
1900	38,87
1930	44,53
1940	43,39
1950	49,57
1960	53,82
1970	54,59
1975	55,36
1980	57,24

La esperanza de vida crece muy significativamente a lo largo del siglo con bastante regularidad. En los primeros 50 años aumenta por un factor de 1,272 y en los 30 años siguientes lo hace por un factor de 1,154. Las variaciones medias respectivas son:

Primer período	0,48 %
Segundo período	0,47 %

Admitiendo que este crecimiento medio anual se mantenga en los próximos años, se tendría la siguiente proyección:

	<u>años</u>
1990	59,58
1995	61,40
2000	62,85

Se ha aplicado una funcionalidad logarítmica de la forma:

$$y = a + b L(t-h)$$

El valor de h se sitúa en 1925 y el análisis funcional se ha planteado según la variable cronológica, obteniéndose el siguiente resultado:

$$\begin{aligned} \text{Esperanza de vida} &= 16,579 + 10,113 L(t-h) \\ cc &= 0,9880 \end{aligned}$$

Con esta función se han calculado los valores de la esperanza de vida entre 1966 y 1985:

<u>Años</u>	<u>Esperanza de vida en años</u>	<u>Talla cm</u>	<u>Relación Esperanza de vida/Talla</u>
1966	54,13	167,8	0,322
1968	54,61	168,2	0,324
1970	55,07	168,1	0,327
1972	55,51	167,9	0,330
1974	55,94	169,4	0,330
1976	56,34	170,1	0,331
1978	56,73	170,8	0,332
1980	57,10	171,3	0,333
1982	57,46	171,7	0,334
1985	57,98	172,3	0,336

La relación entre ambas variables varía muy poco con una cierta tendencia al crecimiento, lo que pone de manifiesto una mayor rapidez en la esperanza de vida.

El análisis correlativo entre las dos series anteriores por medio de una funcionalidad bilogarítmica:

$$L_y = a + b L_x$$

conduce al siguiente resultado:

$$LE = -7,0036 + 2,1483 LT \qquad cc = 0,9604$$

Siendo E la esperanza de vida expresada en años y T la talla medida en cm.

Con esta ecuación se puede deducir la esperanza de vida en función de la talla media o viceversa la talla media en función de la esperanza de vida. La funcionalidad entre ambas variables es relativamente estrecha.

Si se prolonga la función de la esperanza de vida

$$E = 16,579 + 10,113 L(t-1925)$$

a las situaciones de los años 1990, 1995 y 2000, se obtienen las siguientes proyecciones:

<u>Años</u>	<u>Esperanza de vida en años</u>	<u>Talla en cm</u>
1990	58,79	173,54
1995	59,54	174,57
2000	60,24	175,52

Los resultados anteriores son puramente ilustrativos de los métodos que pueden aplicarse, examinando en detalle las vinculaciones entre las variables antropométricas y biométricas. No pretenden ser una previsión ajustada de la realidad futura y además difieren notablemente de la proyección obtenida en el punto 2.4. establecida en función del crecimiento de la renta.

2.8. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Proyectándose a la situación cronológica del año 2000, se han realizado diversos ejercicios de análisis funcional para evaluar la talla media de los españoles a los 20 años aproximadamente. El análisis proyectivo entre la función de la talla $T(t)$ y la función de la renta nacional $R(t-10)$ da un valor que varía entre 173,3 y 174,0 cm, según los supuestos que se formulen sobre el crecimiento de la renta nacional per-cápita en el período comprendido entre 1985-1990.

El análisis de la evolución estructural ha permitido establecer la clasificación por categorías y de acuerdo con ella, la talla media en el año 2000 será de 174,0 cm.

El análisis funcional entre la esperanza de vida, variable biométrica y la talla, variable antropométrica, conduce a un resultado superior, 175,5 cm, aunque los datos de base aplicados para evaluar la esperanza de vida se han calculado por extrapolación de una función logarítmica y no corresponden a una información estadística ajustada.

