

# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

**Redactor-Presidente...** Excmo. é Ilmo. Sr. D. Leonardo de Tejada, Inspector general del Cuerpo  
**Redactores.....** Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.  
 D. Antonio Sonier, Profesor de la Escuela de Caminos.  
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.  
**Colaboradores.....** Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

## DISQUISICIONES

### I.—Teorías.

Es una Corporación en la que anualmente ingresan  $p$  individuos de la misma edad  $e$ , los cuales, para sencillez de estas disquisiciones, se admitirá que lo verifican de una manera continua.

Por ley natural, en el transcurso del tiempo, los  $p$  individuos van desapareciendo, reduciéndose su número al que se deduciría de la fórmula

$$y = p + b x + c x^2 \quad (1)$$

en la cual  $y$  representa los supervivientes á la edad  $x + e$ .

Con estos supuestos, cuando se hayan cumplido los años necesarios para que  $y$  se anule, cuando la colectividad adquiera régimen estable y permanente, el número de sus miembros menores de  $x + e$  años, vendrá expresado por las ordenadas de la parábola cúbica

$$n = p x + \frac{1}{2} b x^2 + \frac{1}{3} c x^3 \quad (2)$$

curva integral de la (1).

Por la diferencia entre la  $n_1, n_2$ , correspondientes á  $x_1 + e, x_2 + e$  se encontrará el total de los funcionarios que forman el grupo limitado por las mencionadas edades.

En un lugar cualquiera del escalafón, el ascenso anual, será el incremento de  $n$  que se deduce para  $\Delta x = 1$ ; es el valor de  $y$  relativo al de  $x$  que designa el sitio de la escala para el que desea conocerse la velocidad de la corriente.

Las retribuciones que por su trabajo han de abonarse á los miembros de la Corporación deben basarse en el hecho de ir acreciendo con la edad la importancia de los servicios prestados, efecto de la experiencia adquirida, de la madurez y serenidad de juicio que van ganando los años, cualidades que, desgraciadamente, combate la destrucción incesante del organismo por razones que no hay para qué enumerar. Son dos causas que obran separadamente; pero no con independencia completa, y cuyos efectos pueden ser expresados, para fijar mejor las ideas, poniendo que la primera obedezca á la ley

$$e_1 = a (x + e) \{ b - (x + e) \} \quad (3)$$

y la segunda á la

$$e_2 = c (x + e) \{ d - (x + e) \} \quad (4)$$

que combinados conducen á la ecuación

$$e_1 e_2 = e = a c (x + e)^2 \{ b - (x + e) \} \{ d - (x + e) \} \quad (5)$$

expresión de lo que vale y se debe al individuo de edad  $(x + e)$ ,

y que ha de entenderse limitada á la marcha general del crecimiento de la cantilad  $e$ , sin concederle otro alcance.

El valor de  $e$  es cero al principio, y término de la vida:  $x + e = 0, x + e = d$ . El parámetro  $b$  depende de la ley de adquisición de los conocimientos; cuando el caudal aumenta con los años paralizándose poco á poco su incremento hasta anularse con el individuo, es  $b = 2 d$ . En cuanto á los coeficientes  $a$  y  $c$ , no interesan al objeto que, no requiere determinaciones absolutas; sus valores se fijarian de conformidad con la importancia que en cada caso merezcan, ya la aptitud física  $v_1$ , ó ya el don de consejo y de prudencia  $v_2$ , cualidad dependiente también de  $b$ . Además,  $a$  y  $c$  no alteran el valor de  $x$ , que produce el máximo de  $e$ .

El buen régimen del servicio pide se establezcan categorías de funcionarios, para las cuales han de fijarse plantillas, así como las condiciones que deben reunir los individuos que hayan de llenarlas y los sueldos que se les ofrece.

Entre las cualidades del hombre, considerando un grupo de personas sanas y robustas, sin defecto orgánico y con igual preparación para el cargo, ninguna mejor que la edad define, sin ambigüedades, el grado de aptitud para desempeñar determinada misión, sin que á ello se opongan las excepciones, pues tratándose de colectividades, sabido es que lo cierto para el conjunto no es aplicable en concreto á cada una de sus partes, cayendo en grosero error quien pretendiere combatir lo general por lo particular.

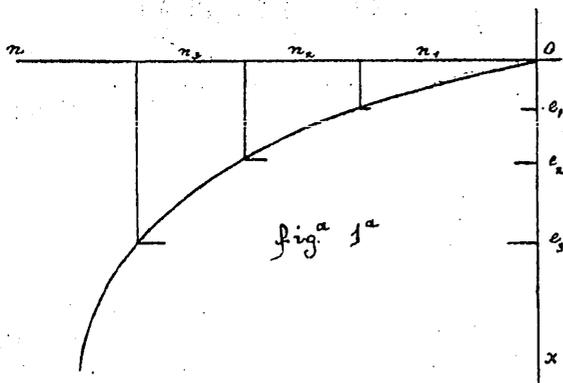
Atendidas todas las circunstancias del servicio para el cual se crea la Corporación, se habrá redactado la plantilla en la forma con que aparece en el siguiente cuadro:

Categorías.	Número de individuos.	Sueldos.	Edades máximas.
A	$n_1$	$S_1$	$e_1$
B	$n_2$	$S_2$	$e_2$
»	»	»	»
Sumas..	$N$	»	»

La máxima edad para el ingreso será la de  $e$  años.

Ya se habrá sospechado que sería pura casualidad que la pauta anterior encajara exactamente en la parábola cúbica, como requiere el aprovechamiento máximo del personal. Si con la suma  $N$  sustituida por  $n$  en la ecuación (2) y con la edad de la categoría superior se determina la promoción  $p$ , podrán luego calcularse los coordenados de la parábola, dibujar la curva (fig. 1.<sup>a</sup>) y

trazar las ordenadas de los puntos que se refieren á las edades  $e_1, e_2, \dots$ ; entre sus pies deberían encontrarse segmentos proporcionales á  $n_1, n_2, \dots$ ; concurso de circunstancias completamente fortuito.

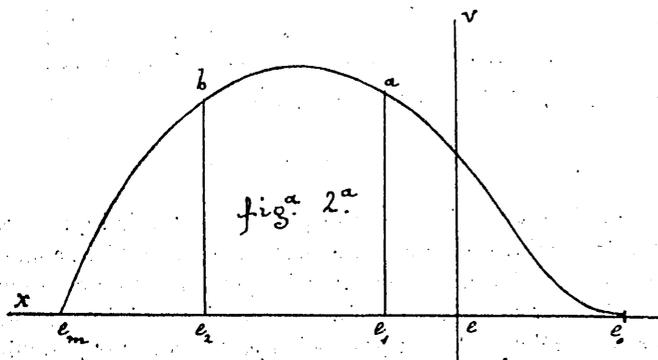


Por lo común, para atenerse á lo presupuesto, deberá modificarse  $p$ , ó habrá que resignarse á prescindir de límites, de edades y aceptar todos los individuos en las condiciones con que lleguen á las diversas categorías.

Supone la primera solución se amplie  $p$  para extender el intervalo de las ordenadas que no abarquen el número  $n$  consigno para el grupo en la plantilla, y se prescinda de los que en otros grupos rebasen de las edades reglamentarias, abonándoles los retiros que sea justo, cuyo importe en buena contabilidad se conceptúa como coste del servicio, de la misma manera que en la industria hay que satisfacer los gastos ocasionados por todas aquellas materias indispensables para la fabricación, pero no transformadas en el producto que se elabora, las cuales, después de surtir efecto, quedan como residuos, á veces aprovechables, para usos distintos del principal á que sirve la industria, otros con escaso ó con ningún valor.

De la separación forzosa del individuo por *conveniencia* del servicio, nace la retribución pasiva que ha de satisfacerle, retribución igualmente aconsejada por consideraciones de equidad y de respeto hacia la persona humana y por el agradecimiento que merecen quienes han consumido luengos años en el trabajo asiduo de la colectividad, así como se deriva la obligación, á la vez que resulta la conveniencia, de aprovechar las facultades de los que, no siendo aptos para el objeto de que han sido alejados, pueden, con beneficio común, desempeñar otras comisiones.

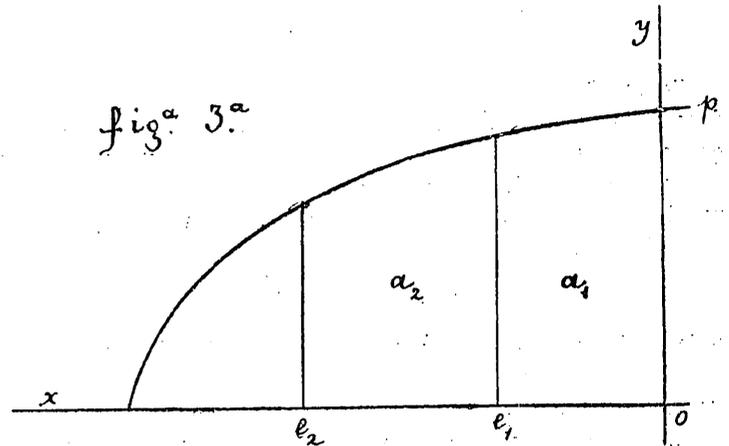
Con la solución segunda se conservan todos los individuos, reduciéndose su contingente y las pensiones; pero esta solución es peor que la examinada. En primer término, por encontrarse absolutamente todos los funcionarios fuera del puesto que deberían ocupar, atendido al mejor servicio, el aprovechamiento de las energías de la colectividad, suma de los que poseen sus miembros, las cuales se medirán por las áreas de la curva (5), encerradas entre la edad de cada uno y la máxima  $d$ , es un mínimo. Para el funcionario de edad  $e_1$  (fig. 2.<sup>a</sup>), la energía potencial está medida por el área  $e_1 a e_m$ ; si le reemplaza en su cargo otro de mayor edad  $e_2$ , retro trayéndole á ejercer funciones que no le corresponden ya, resulta evidente la pérdida para el servicio, representada por el trapecio  $e_1 a b e_2$ , pérdida mayor que la figurada si se consideran, no sólo la resultante  $v$ , sino también



sus factores  $v_1, v_2$ ; pues entonces se ve que hay deficiencia de facultades en el orden físico y derroche de ellas en el intelectual, con lo que se agrava la incongruencia entre el destino y el llamado á desempeñarle. Si además se piensa en que el producto disminuye por el malestar de cada uno, se comprenderá cuánto es el daño á que conduce un sistema tan desconcertado de organizar el trabajo.

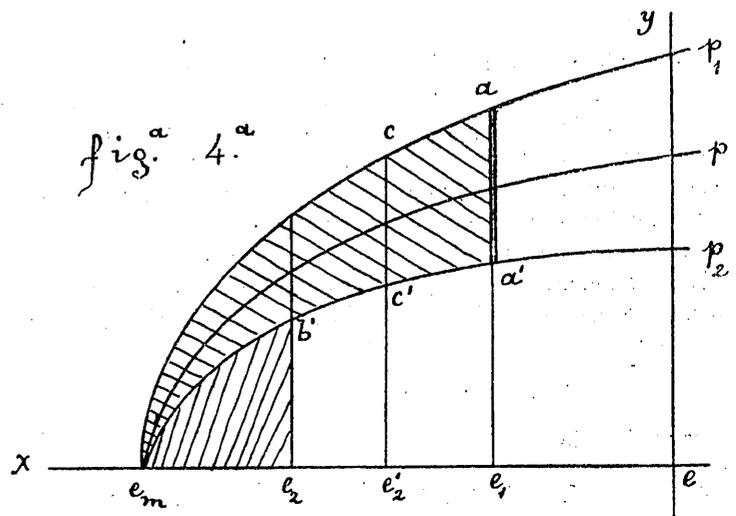
Procede igualmente examinar si debe preferirse la separación única al final de carrera, ó escalonarla en las diversas categorías. Para mayor sencillez se concretará el estudio á dos grupos de  $n_1$  y  $n_2$  individuos, cuyas edades no han de exceder de  $e_1$  y  $e_2$  años.

Mediante la ecuación (2) se habrá determinado la promoción  $p$  que conviene á la suma  $N = n_1 + n_2$  y con aquel valor sustituido en la ecuación (1) podrán calcularse las situaciones de los puntos de la parábola cuadrática. Dibujada la curva (fig. 3.<sup>a</sup>) y las ordenadas  $e_1, e_2$ , habrán de compararse con  $n_1, n_2$  las áreas  $a_1, a_2$  proporcionales á los números de individuos que, dadas las promociones  $p$ , existirán en los períodos  $(e_1 - e_2), (e_2 - e_1)$ .



La igualdad en el cotejo indica un ajuste exacto de la plantilla á la curva, un aprovechamiento máximo. A ser  $n_2 < a_2$ , los individuos ascenderán antes de tiempo, y en ello no habrá de ordinario inconveniente.

Pero si  $n_2 > a_2$ , se tendrá  $n_1 < a_1$ . En tal caso trácense dos curvas (fig. 4.<sup>a</sup>) que intercepten áreas de la extensión requerida entre los límites  $e, e_1, e_2$ . Se calculará  $p_1$  por  $n_1$  para el intervalo  $(e_1 - e)$ ; se deducirá  $p_2$  por  $n_2$  para el  $(e_2 - e)$ . El área  $e c_1 a p_1$  será como  $n_1$ ; el  $e_1 a' b' e_2$  como  $n_2$ . Al cumplir la edad  $e_1$  se concederán anualmente  $a a'$  retiros, que en el transcurso de  $(e_m - e_1)$  años sumarán cuanto el área  $a_3 = a' a e_m$ . Los retirados á los  $e_2$  años serán  $e_2 b'$ , y compondrán en los  $(e_m - e_2)$  años un grupo  $a_4 = e_2 b' c_m$ .



El importe de los retiros ascenderá á la suma de los productos de  $a_3, a_4$  por las pensiones  $r_1, r_2$ . Efectuariase el retiro único á la edad  $e'_2$ , intermedia entre los

$e_1$  y  $e_2$ , y sería origen de  $ee'$ , retirados anualmente que compondrían un grupo de pensionistas  $(a_3 + a_1) = e' e_m$ .

Los presupuestos de las pensiones á comparar son:  $a_3 r_1 + a_1 r_2$ , y  $(a_3 + a_1) r'_2$ . En general no puede efectuarse la comparación; pero se comprende que no deben diferir en mucho aquellas sumas por ser  $r'_2$  cantidad comprendida entre  $r_1$  y  $r_2$ ; y con esta hipótesis resulta ventajoso el retiro único, que suprime la falta de equidad procedente del retiro impuesto á funcionarios de edades muy distintas, con perjuicio paralos más jóvenes, y á la vez procura que la mayoría del personal trabaje en el periodo de sus más poderosas energías.

Cuando procedan los retiros escalonados se aliviará el presupuesto: (a) retrasando, cuanto consienta el servicio, las edades límites de cada grupo; (b), extendiendo por su límite inferior las plantillas de las clases en cuyo acceso ocurra el mayor número de bajas por retiro, variando, si preciso fuere, las obligaciones de los cargos; (c), reduciendo la edad de ingreso en la Corporación para nutrir la con gente joven, medida que completada con la prohibición absoluta de admitir candidatos que rebasen de las edades presupuestas, aminoraría los gastos de pensiones. Téngase por seguro que el daño que se irroga á los no admitidos es infinitamente menor que el que sufrirían retirándolos á la mitad de su carrera.

La concesión de licencias para dedicarse al servicio de particulares es causa de aumento de pensionistas, puesto que para reclutar un contingente efectivo  $N$ , precisa llamar otro mayor  $N'$ , y como á la postre casi todos los que adquirieron derecho vuelven al Cuerpo, los retiros crecen como  $p' : p$ . Pertúrbase, además, con las licencias, el régimen de los ascensos, subiendo de punto los trastornos que ocasionan, si existen retiros escalonados, en atención al juego que permiten la demora ó premura en solicitar y conceder las salidas, y en pedir la vuelta al servicio.

M. CARDERERA.

(Se continuará.)

## EFFECTOS DE RESONANCIA

Entre los muchos inconvenientes de las corrientes alternas de alta tensión para el transporte y distribución de la energía eléctrica, no es el menor la imposibilidad *casi* de asegurar un buen aislamiento, por las tensiones anormales, á veces elevadísimas, que producen las vibraciones secundarias ó harmónicas que acompañan siempre á la principal.

Si la ley elemental  $e = E \sin 2\pi \alpha t$  de la variación de la tensión se realizase en las corrientes alternas industriales, esto es, si los generadores produjeran sólo la onda fundamental, el aislamiento á igualdad de tensión eficaz sería más fácil con las corrientes alternas que con las continuas, á pesar de que en aquellas la tensión máxima es  $\sqrt{2}$  mayor que en éstas.

Este es un hecho de experiencia, que confirma Thury y que conocen perfectamente cuantos como él se han dedicado á manejar corrientes continuas de alta tensión, y este hecho se explica porque la rapidez de las alternancias impide la polarización total del dieléctrico, la electricidad no tiene tiempo de penetrar, y las capas de signo contrario permanecen más separadas que si el potencial fuese constante. Así la capacidad de un condensador cargado con una pila es siempre mayor que si la carga se hace con una corriente alterna aun de muy baja frecuencia.

No hay que olvidar también la influencia perjudicial que en ciertos casos tienen sobre los dieléctricos los fenómenos de electrolisis, que se reducen notablemente con las corrientes alternas.

Pero ningún fenómeno físico es tan sencillo, y así como dos sonidos de la misma altura é intensidad se diferencian por el timbre, dos diferencias de potencial de la misma frecuencia y

magnitud eficaz, difieren también por las harmónicas que los acompañan, dándoles un timbre especial, que si no percibe el oído, acusan perfectamente los dieléctricos; y decimos los dieléctricos, porque los aparatos industriales de medida no señalan las diferencias de potencial que producen las harmónicas de orden elevado.

Un electrómetro sometido á la descarga de un carrete de Ruhmkorff, se llena de chispas y apenas señalará 1.000 v.

Los aparatos térmicos han de instalarse con transformadores intermedios, y las fugas magnéticas que originan las corrientes harmónicas de alta frecuencia al recorrerlos impiden toda medida. No hay que pensar en aparatos que tengan un coeficiente de auto-inducción apreciable por la misma alta frecuencia de las corrientes.

Esta propiedad de los aparatos industriales de medida ha dado origen á fenómenos muy curiosos, tales como el arco que saltó á 14 cm. entre dos conductores de la central de Saint-Ouen (Paris), cuando *parecía* que la tensión era sólo de 6.000 v.

Va siendo ya larga la lista de instalaciones en que ha sido necesario levantar la red ó cambiar las máquinas por defectos de aislamiento, después de haber probado cada uno de los elementos con buen resultado y con una tensión doble ó triple de la de trabajo.

No han influido poco estos hechos para que tengan partidarios decididos los transportes por corriente continua, preconizados por Thury, y de los cuales se ha hecho recientemente algunas aplicaciones en el extranjero y aun en España (Rentería); pero las dificultades de aplicar este sistema en el caso general (transporte y distribución de luz y fuerza á una gran población), y la variación de velocidad con que han de trabajar los generadores, hacen que no se generalice.

Los Ingenieros vuelven siempre á la supresión del conmutador y al transformador de Gaulard, esto es á las corrientes alternas, procurando estudiar más detenidamente los complejos fenómenos que originan y que constituyen hoy la parte más incierta y delicada de la electrotecnia.

En una conferencia que dió en París en Junio último el conocido especialista Maurice Leblanc ante la Escuela Superior de Electricidad, se ocupó de algunos de estos fenómenos, y hemos de procurar reunir aquí los resultados prácticos que se desprenden, prescindiendo en lo posible de los desarrollos de cálculo.

Desarrollando por la serie de Fourier la función que representa la diferencia de potencial en función del tiempo, en el caso más corriente, de que pase por valores iguales y de signo contrario al fin de cada semiperiodo, tendremos:

$$h = h_1 \sin 2\pi \alpha t + h_3 \sin 2\pi [2\alpha t + \varphi_3] + h_5 \sin 2\pi [5\alpha t + \varphi_5] + \dots$$

Y la tensión eficaz será:

$$H = \sqrt{\frac{h_1^2 + h_3^2 + \dots}{2}}$$

mientras que la tensión máxima  $e$  que sufre el dieléctrico será el mayor valor de  $h$  y se demuestra fácilmente (aunque el cálculo es largo, y no lo reproducimos), que la relación  $\frac{e}{H}$  puede crecer indefinidamente.

En las fábricas lo único que puede y debe mantenerse constante, es la tensión eficaz que corresponde al primer término  $h_1 \sin 2\pi \alpha t$ , y por lo tanto, la  $e$  dependerá de otras circunstancias y podrá ser mayor que cualquier cantidad conocida.

No puede mantenerse, en la fábrica, constante  $H$ , puesto que como ya hemos dicho, esta tensión, que es la verdadera eficaz, no la dan los aparatos de medida.

Tampoco debe mantenerse constante, pues esto ocasionaría el que se parasen tal vez todos los motores de utilización; supongámos, en efecto, que una harmónica de orden elevado adquiriera im-