$$S!\ S^{n-S}$$

$$P_o = \frac{1}{1 + \sum_{n=1}^{S} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^S}{S!} \sum_{n=S+1}^{M} \left[\frac{\lambda}{S\mu}\right]^{n-S}}$$

$$L_q = \frac{P_o\,(\lambda/\mu)^S\,\rho}{S!\,(1-\rho)^2}\left[1 - \rho^{M-S} - (M-S)\,\rho^{M-S}\,(1-\rho)\right]$$

$$L = \sum_{n=0}^{S-1} n P_n + L_q + S\left[1 - \sum_{n=0}^{S-1} P_n\right]$$

$$W = \frac{L}{\bar{\lambda}} \qquad W_q = \frac{L_q}{\bar{\lambda}} \qquad \bar{\lambda} = \lambda\,(1 - P_M)$$

MODELO No.3
(TASA DE LLEGADA Y FRECUENCIA DE SERVICIO CONSTANTE, FUENTE DE ENTRADA LIMITADA POBLACION FINITA Y POR LO TANTO LINEA DE ESPERA FINITA)

PARA S=1

$\lambda n = (M - n)\,\lambda$, para $n = 1,2,\ldots, M$

$\lambda n = 0$, para $n \geq M$ $\qquad \mu n = \mu$, para $n = 1,2,\ldots$

$$C_n = \frac{M!}{(M-n)}\,(\lambda/\mu)^n,\ n = 1,2,\ldots M \qquad C_n = 0,\ n > M$$

$$P_o = \frac{1}{\sum_{n=0}^{M} \frac{M!}{(M-n)!}(\lambda/\mu)^n} \qquad P_n = \frac{M!}{(M-n)!}(\lambda/\mu)^n P_o, \text{ para } n=1,2,\ldots,M \qquad P_n = 0 \text{ para } n>M$$

$$L_q = M - \frac{\lambda+\mu}{\lambda}(1 - P_o) \qquad L = \sum_{n=0}^{M} nP_n = L_q + (1 - P_o) = M - \frac{\mu}{\lambda}(1 - P_o)$$

$$W = \frac{L}{\bar{\lambda}} \qquad W_q = \frac{L_q}{\bar{\lambda}} \qquad \bar{\lambda} = \lambda\,(M - L)$$

PARA S>1

$$C_n = \frac{M!}{(M-n)!\,n!}(\lambda/\mu)^n, \text{ para } n = 1,2,\ldots S \qquad C_n = \frac{M!}{(M-n)!\,S!\,S^{n-S}}(\lambda/\mu)^n, \text{ para } n=S,S+1,\ldots$$

$C_n = 0$, para $n > M$

$$P_n = P_o \frac{M!}{(M-n)!n!} (\lambda/\mu)^n, \text{ Si } 0 \le n \le S \qquad P_n = P_o \frac{M!}{(M-n)!S!S^{n-S}} (\lambda/\mu)^n, \text{ Si } S \le n \le M$$

$$P_n = 0, \text{ Si } n > M$$

$$P_o = \frac{1}{\sum_{n=0}^{S-1} \frac{M!}{(M-n)!n!}(\lambda/\mu)^n + \sum_{n=S}^{M} \frac{M!}{(M-n)!S!S^{n-S}}(\lambda/\mu)^n} \qquad L_q = \sum_{n=S+1}^{M} (n-S)P_n$$

$$L = \sum_{n=0}^{S-1} nP_n + L_q + S\left(1 - \sum_{n=0}^{S-1} P_n\right) \qquad W = \frac{L}{\bar{\lambda}_o} \qquad W_q = \frac{L_q}{\bar{\lambda}}$$

$$\bar{\lambda} = \lambda (M - L)$$

MODELO No.4

LINEAS DE ESPERA CON TASAS DE LLEGADA Y/O SERVICIO DEPENDIENDO DEL ESTADO DEL SISTEMA (VARIAN), POBLACION Y LINEA DE ESPERA ∞

S=1

$$W = \frac{L}{\bar{\lambda}} \qquad W_q = \frac{L_q}{\bar{\lambda}} \qquad L_q = L - (1 - P_o)$$

Po y L tablas en función de c y ρ $\qquad P_1 = C_1 P_o$

CaSo I.- Varia la taSa de Servicio

$$\mu_n = n^c \mu_1 \qquad \lambda_n = \lambda \qquad C_n = \frac{(\lambda/\mu_1)^n}{(n!)^c}, \text{ para } n = 1,2,\ldots$$

μ_1 = Tasa de servicio normal

c = Factor de presión

μn = Razon media de servicio cuando hay n clientes en el sistema

CaSo II.- Varia la tasa de llegada

$$\lambda n = (n+1)^{-b} \lambda o, \text{ para } n = 0,1,2,\ldots \qquad \mu n = \mu$$

-b = Factor de presión sobre el cliente

CaSo III.-Cuando la frecuencia de llegada y/o servicio dependen del estado del sistema

$$\mu n = n^a \mu 1, \text{ para } n=1,2,\ldots \qquad \lambda n = (n+1)^{-b} \lambda o, \text{ para } n=0,1,2,\ldots \qquad C = a + b$$

PARA S > 1

$$\mu n = n\mu^1, \text{ Si } n \le S \qquad \mu n = (n/S)^a S\mu 1, \text{ Si } n \ge S$$

$$\lambda n = \lambda o, \text{ Si } n \le S-1 \qquad \lambda n = (S/n+1)^b \lambda o \text{ Si } n \ge S-1$$

$$C_n = \frac{(\lambda o/\mu_1)^n}{n!}, \text{ para } n=1,2,\ldots S \qquad C_n = \frac{(\lambda o/\mu_1)^n}{S!(n!/S!)^c S^{(1-c)(n-S)}}, \text{ para } n=S,S+1,\ldots$$

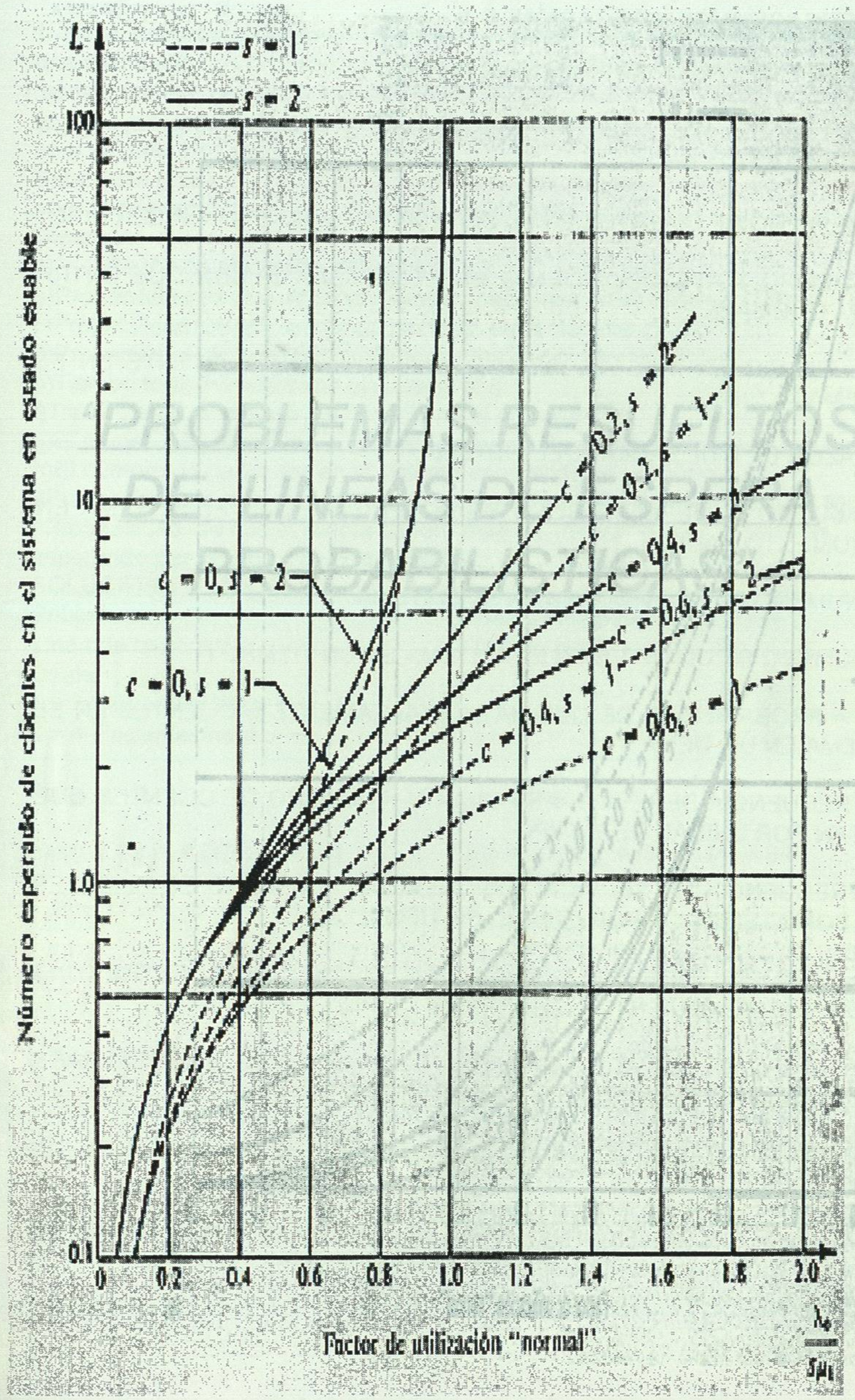
$$L_q = (L - P_1) - 2(1 - P_o - P_1), \text{ Si } S=2$$

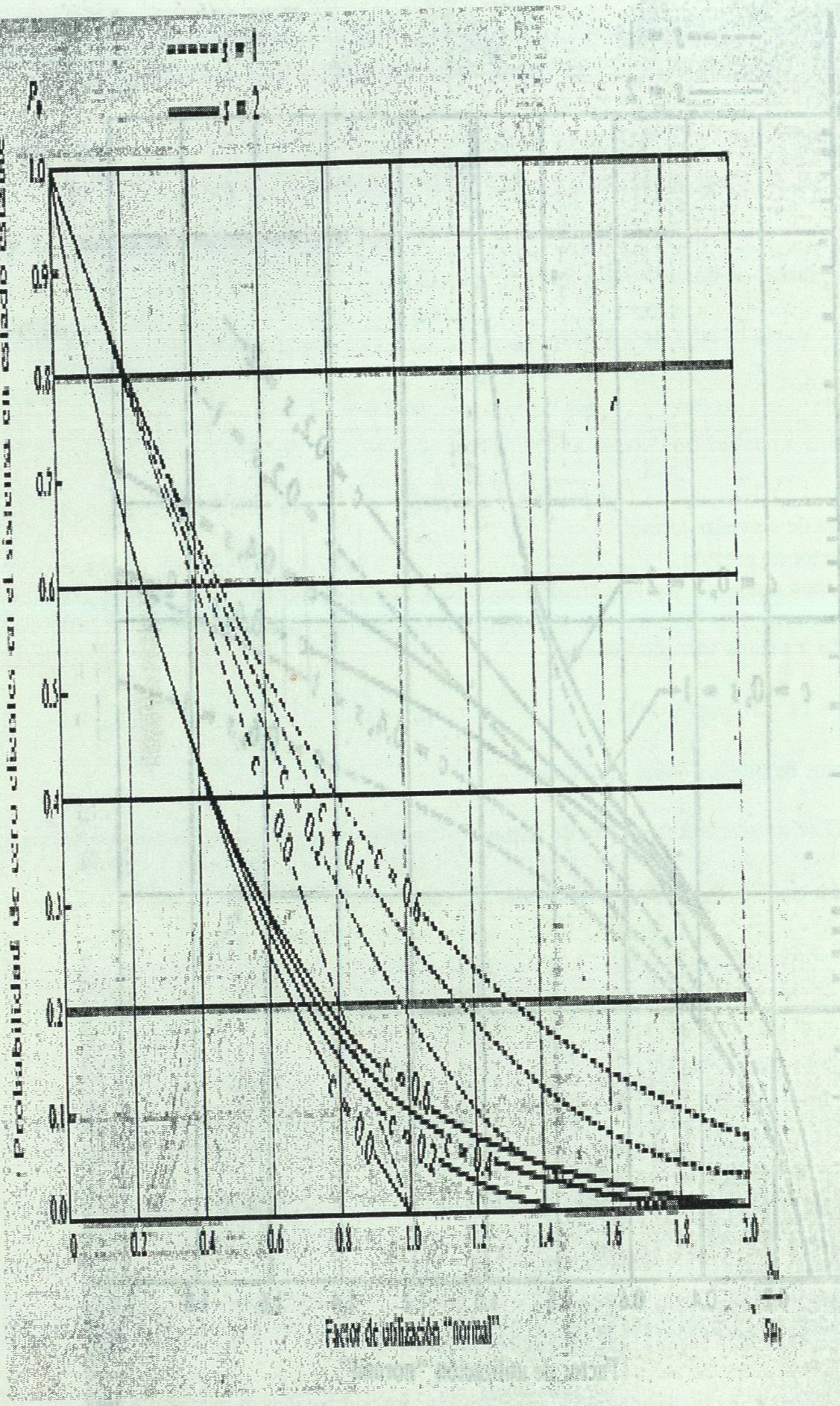
$$Lq = \frac{Po\,(\lambda/\mu)^S\,\rho}{S!\,(1-\rho)^2}$$

$$W = Wq + 1/\mu$$

Po y L (tablas en funcion de c y ρ)

$$P_1 = C_1 Po$$





"PROBLEMAS RESUELTOS DE LINEAS DE ESPERA PROBABILISTICAS"