

Conmutados

Juan Isaula

Funciones de Conmutación

En este capítulo se mencionaran las funciones o símbolos de conmutación que son artificios matemáticos que facilitan enormemente los cálculos y que veremos su uso cuando sea oportuno en capítulos posteriores. Aunque su empleo en la actualidad es escaso debido a la facilidad con lo que los ordenadores realizan los cálculos, es conveniente mencionarlas ya que permiten realizar con mayor facilidad los desarrollos teóricos.

Al combinar las tablas de mortalidad con elementos básicos con el elemento básico financiero que es la tasa de interés (interés técnico)

$$v^n = \frac{1}{1+i} = (1+i)^{-n}$$

se generan las tablas de mortalidad con valores de conmutación que los actuarios utilizan con la finalidad de simplificar las operaciones de cálculo de seguros de vida siendo los valores de conmutación más conocidos los siguientes:

Valor de conmutación C_x

$$C_x = d_x \cdot v^{x+1}$$

Valor de conmutación D_x

$$D_x = l_x \cdot v^x$$

Valor de conmutación M_x

$$M_x = \sum_{t=0}^{\omega} C_{x+t}$$

Valor de conmutación R_x

$$R_x = \sum_{t=0}^{\omega} M_{x+t}$$

Valor de conmutación N_x

$$N_x = \sum_{t=0}^{\omega} D_{x+t}$$

Para generar nuestra tabla de valores conmutados, se tendría que desarrollar las fórmulas anteriores hasta llenar nuestra tabla para cada persona a edad x , ahora se verá que con R obtendremos nuestra tabla muy fácilmente. Nuestros valores de conmutación los realizaremos con una tabla de interés del 10% anual, siendo este solo un valor de referencia y no corresponde a una realidad del país, es decir, el valor del interés técnico para este proyecto solo es con fines de estudio.

Función actuarialtable

En R la función actuarialtable nos permite crear la tabla de valores conmutados

```
new("actuarialtable", x, lx, interest)
```

x	Un vector de clase numerico, con la secuencia del radix 0,1,2, · · · ,w.
lx	Un vector de clase numerico, que representa el numero de vidas al principio de la edad x con una secuencia decreciente.
interest	Tasa del interés técnico

Para nuestros vectores x y l_x los mandaremos llamar de nuestra tabla MEX2000 y ejecutaremos la función actuarialtable para generar nuestra tabla que se utilizara para los desarrollos teóricos de este proyecto.

```
library(lifecontingencies)
```

```
MEX2000 <- read.csv(file = "MEX2000.csv", header = TRUE)
attach(MEX2000)
```

```
library(lifecontingencies)
MEX2000 <- probs2lifetable(probs=qx,radix=100000, type="qx",
                           name="Tabla de Mortalidad MEX 2000")
```

```
conmutadosMEX2000 <- new("actuarialtable",x= MEX2000@x,
                          lx = MEX2000@lx, interest = 0.10)
conmutadosMEX2000
```

```
## Actuarial table Generic life table interest rate 10 %
```

```
##
```

##	x	lx	Dx	Nx	Cx	Mx
## 1	0	100000.0000	1.000000e+05	1.082163e+06	1.029727e+03	1.621554e+03
## 2	1	98867.3000	8.987936e+04	9.821629e+05	4.902511e+01	5.918265e+02
## 3	2	98807.9796	8.165949e+04	8.922835e+05	4.008738e+01	5.428014e+02
## 4	3	98754.6233	7.419581e+04	8.106241e+05	3.305086e+01	5.027140e+02
## 5	4	98706.2335	6.741769e+04	7.364282e+05	2.819285e+01	4.696631e+02
## 6	5	98660.8287	6.126061e+04	6.690106e+05	2.394733e+01	4.414703e+02
## 7	6	98618.4045	5.566752e+04	6.077499e+05	2.074880e+01	4.175230e+02
## 8	7	98577.9710	5.058609e+04	5.520824e+05	1.839494e+01	3.967742e+02
## 9	8	98538.5398	4.596896e+04	5.014963e+05	1.629808e+01	3.783792e+02
## 10	9	98500.1098	4.177366e+04	4.555274e+05	1.443090e+01	3.620811e+02
## 11	10	98462.6797	3.796163e+04	4.137537e+05	1.276891e+01	3.476502e+02
## 12	11	98426.2485	3.449780e+04	3.757921e+05	1.160381e+01	3.348813e+02
## 13	12	98389.8308	3.135003e+04	3.412943e+05	9.975010e+00	3.232775e+02
## 14	13	98355.3944	2.849005e+04	3.099443e+05	1.103342e+01	3.133025e+02
## 15	14	98313.4950	2.588902e+04	2.814542e+05	1.219137e+01	3.022691e+02
## 16	15	98262.5686	2.352328e+04	2.555652e+05	1.278811e+01	2.900777e+02
## 17	16	98203.8076	2.137201e+04	2.320419e+05	1.297864e+01	2.772896e+02
## 18	17	98138.2074	1.941612e+04	2.106699e+05	1.288524e+01	2.643110e+02
## 19	18	98066.5665	1.763813e+04	1.912538e+05	1.209014e+01	2.514257e+02
## 20	19	97992.6243	1.602258e+04	1.736157e+05	1.102645e+01	2.393356e+02
## 21	20	97918.4439	1.455495e+04	1.575931e+05	1.001645e+01	2.283091e+02
## 22	21	97844.3197	1.322176e+04	1.430381e+05	9.279271e+00	2.182927e+02
## 23	22	97768.7838	1.201050e+04	1.298164e+05	8.953283e+00	2.090134e+02
## 24	23	97688.6134	1.090968e+04	1.178059e+05	7.567354e+00	2.000601e+02
## 25	24	97614.0770	9.910328e+03	1.068962e+05	6.675957e+00	1.924928e+02

## 26	25	97541.7450	9.002713e+03	9.698585e+04	6.007265e+00	1.858168e+02
## 27	26	97470.1494	8.178277e+03	8.798314e+04	5.353054e+00	1.798096e+02
## 28	27	97399.9709	7.429444e+03	7.980487e+04	4.592747e+00	1.744565e+02
## 29	28	97333.7389	6.749447e+03	7.237542e+04	4.687798e+00	1.698638e+02
## 30	29	97259.3759	6.131174e+03	6.562597e+04	4.542642e+00	1.651760e+02
## 31	30	97180.1095	5.569251e+03	5.949480e+04	4.374394e+00	1.606333e+02
## 32	31	97096.1459	5.058582e+03	5.392555e+04	4.318189e+00	1.562589e+02
## 33	32	97004.9726	4.594392e+03	4.886697e+04	4.469091e+00	1.519407e+02
## 34	33	96901.1773	4.172251e+03	4.427257e+04	4.111564e+00	1.474716e+02
## 35	34	96796.1364	3.788844e+03	4.010032e+04	3.781955e+00	1.433601e+02
## 36	35	96689.8543	3.440622e+03	3.631148e+04	3.478156e+00	1.395781e+02
## 37	36	96582.3351	3.124360e+03	3.287086e+04	3.198208e+00	1.361000e+02
## 38	37	96473.5834	2.837129e+03	2.974650e+04	2.940297e+00	1.329018e+02
## 39	38	96363.6035	2.576268e+03	2.690937e+04	3.107916e+00	1.299615e+02
## 40	39	96235.7290	2.338954e+03	2.433310e+04	3.206493e+00	1.268535e+02
## 41	40	96090.6056	2.123115e+03	2.199415e+04	3.267667e+00	1.236471e+02
## 42	41	95927.9242	1.926837e+03	1.987103e+04	3.315911e+00	1.203794e+02
## 43	42	95746.3326	1.748354e+03	1.794420e+04	3.369555e+00	1.170635e+02
## 44	43	95543.3504	1.586043e+03	1.619584e+04	3.251389e+00	1.136939e+02
## 45	44	95327.9001	1.438606e+03	1.460980e+04	3.116544e+00	1.104425e+02
## 46	45	95100.7337	1.304707e+03	1.317119e+04	3.016246e+00	1.073260e+02
## 47	46	94858.8926	1.183081e+03	1.186649e+04	2.984591e+00	1.043097e+02
## 48	47	94595.6591	1.072544e+03	1.068340e+04	3.042124e+00	1.013251e+02
## 49	48	94300.5207	9.719976e+02	9.610861e+03	2.808189e+00	9.828302e+01
## 50	49	94000.8336	8.808260e+02	8.638863e+03	2.606444e+00	9.547483e+01
## 51	50	93694.8609	7.981445e+02	7.758037e+03	2.503997e+00	9.286839e+01
## 52	51	93371.5200	7.230819e+02	6.959892e+03	2.540647e+00	9.036439e+01
## 53	52	93010.6390	6.548065e+02	6.236811e+03	2.694231e+00	8.782375e+01
## 54	53	92589.6729	5.925844e+02	5.582004e+03	2.742050e+00	8.512952e+01
## 55	54	92118.3914	5.359711e+02	4.989420e+03	2.842108e+00	8.238747e+01
## 56	55	91581.0649	4.844043e+02	4.453449e+03	2.950903e+00	7.954536e+01
## 57	56	90967.3802	4.374167e+02	3.969044e+03	3.037262e+00	7.659445e+01
## 58	57	90272.5713	3.946142e+02	3.531628e+03	3.081220e+00	7.355719e+01
## 59	58	89497.2202	3.556590e+02	3.137013e+03	3.396867e+00	7.047597e+01
## 60	59	88556.9624	3.199295e+02	2.781354e+03	3.600370e+00	6.707911e+01
## 61	60	87460.7158	2.872446e+02	2.461425e+03	3.709373e+00	6.347874e+01
## 62	61	86218.3363	2.574221e+02	2.174180e+03	3.739641e+00	5.976936e+01
## 63	62	84840.5673	2.302805e+02	1.916758e+03	3.705422e+00	5.602972e+01
## 64	63	83338.8892	2.056404e+02	1.686478e+03	3.523182e+00	5.232430e+01
## 65	64	81768.2845	1.834227e+02	1.480837e+03	3.406993e+00	4.880112e+01
## 66	65	80097.5949	1.633409e+02	1.297415e+03	3.260136e+00	4.539413e+01
## 67	66	78339.0522	1.452316e+02	1.134074e+03	3.025306e+00	4.213399e+01
## 68	67	76543.9912	1.290034e+02	9.888420e+02	2.893077e+00	3.910868e+01
## 69	68	74655.7275	1.143828e+02	8.598386e+02	2.705672e+00	3.621561e+01
## 70	69	72713.1854	1.012786e+02	7.454559e+02	2.516959e+00	3.350993e+01
## 71	70	70725.4251	8.955454e+01	6.441772e+02	2.338269e+00	3.099298e+01
## 72	71	68694.1202	7.907495e+01	5.546227e+02	2.175855e+00	2.865471e+01
## 73	72	66614.8865	6.971046e+01	4.755477e+02	2.032820e+00	2.647885e+01
## 74	73	64478.0808	6.134033e+01	4.058373e+02	2.068953e+00	2.444603e+01
## 75	74	62085.8151	5.369498e+01	3.444969e+02	2.035772e+00	2.237708e+01
## 76	75	59496.5261	4.677785e+01	2.908020e+02	1.941833e+00	2.034131e+01
## 77	76	56779.7363	4.058348e+01	2.440241e+02	1.848873e+00	1.839947e+01
## 78	77	53934.3334	3.504520e+01	2.034406e+02	1.755988e+00	1.655060e+01
## 79	78	50961.6347	3.010329e+01	1.683954e+02	1.662167e+00	1.479461e+01

```

## 80 79 47866.3779 2.570446e+01 1.382921e+02 1.566733e+00 1.313244e+01
## 81 80 44657.0809 2.180095e+01 1.125877e+02 1.469087e+00 1.156571e+01
## 82 81 41346.8747 1.834996e+01 9.078672e+01 1.368841e+00 1.009662e+01
## 83 82 37954.1156 1.531294e+01 7.243676e+01 1.265879e+00 8.727784e+00
## 84 83 34502.7960 1.265498e+01 5.712382e+01 1.160358e+00 7.461905e+00
## 85 84 31022.8095 1.034417e+01 4.446884e+01 1.052717e+00 6.301547e+00
## 86 85 27549.9301 8.351073e+00 3.412467e+01 9.437016e-01 5.248830e+00
## 87 86 24125.3636 6.648183e+00 2.577360e+01 8.344013e-01 4.305128e+00
## 88 87 20794.6400 5.209401e+00 1.912541e+01 7.261858e-01 3.470727e+00
## 89 88 17606.0107 4.009633e+00 1.391601e+01 6.206439e-01 2.744541e+00
## 90 89 14608.2881 3.024477e+00 9.906380e+00 5.196685e-01 2.123897e+00
## 91 90 11847.2778 2.229856e+00 6.881902e+00 4.249924e-01 1.604229e+00
## 92 91 9363.4842 1.602150e+00 4.652046e+00 3.384134e-01 1.179237e+00
## 93 92 7187.9067 1.118086e+00 3.049896e+00 2.614330e-01 8.408232e-01
## 94 93 5339.1484 7.550092e-01 1.931809e+00 1.951493e-01 5.793902e-01
## 95 94 3821.1217 4.912227e-01 1.176800e+00 1.401164e-01 3.842409e-01
## 96 95 2622.1913 3.064498e-01 6.855774e-01 9.627370e-02 2.441245e-01
## 97 96 1716.0301 1.823170e-01 3.791277e-01 6.293930e-02 1.478508e-01
## 98 97 1064.3831 1.028034e-01 1.968107e-01 3.889698e-02 8.491153e-02
## 99 98 621.3879 5.456067e-02 9.400730e-02 2.255915e-02 4.601455e-02
## 100 99 338.7708 2.704146e-02 3.944663e-02 1.217797e-02 2.345540e-02
## 101 100 170.9508 1.240517e-02 1.240517e-02 1.127743e-02 1.127743e-02
## Rx
## 1 1.467485e+04
## 2 1.305330e+04
## 3 1.246147e+04
## 4 1.191867e+04
## 5 1.141596e+04
## 6 1.094629e+04
## 7 1.050482e+04
## 8 1.008730e+04
## 9 9.690527e+03
## 10 9.312148e+03
## 11 8.950067e+03
## 12 8.602417e+03
## 13 8.267536e+03
## 14 7.944258e+03
## 15 7.630956e+03
## 16 7.328686e+03
## 17 7.038609e+03
## 18 6.761319e+03
## 19 6.497008e+03
## 20 6.245582e+03
## 21 6.006247e+03
## 22 5.777938e+03
## 23 5.559645e+03
## 24 5.350632e+03
## 25 5.150571e+03
## 26 4.958079e+03
## 27 4.772262e+03
## 28 4.592452e+03
## 29 4.417996e+03
## 30 4.248132e+03
## 31 4.082956e+03

```

32 3.922323e+03
33 3.766064e+03
34 3.614123e+03
35 3.466652e+03
36 3.323291e+03
37 3.183713e+03
38 3.047613e+03
39 2.914712e+03
40 2.784750e+03
41 2.657897e+03
42 2.534250e+03
43 2.413870e+03
44 2.296807e+03
45 2.183113e+03
46 2.072670e+03
47 1.965344e+03
48 1.861035e+03
49 1.759709e+03
50 1.661426e+03
51 1.565951e+03
52 1.473083e+03
53 1.382719e+03
54 1.294895e+03
55 1.209765e+03
56 1.127378e+03
57 1.047833e+03
58 9.712382e+02
59 8.976810e+02
60 8.272050e+02
61 7.601259e+02
62 6.966472e+02
63 6.368778e+02
64 5.808481e+02
65 5.285238e+02
66 4.797227e+02
67 4.343285e+02
68 3.921945e+02
69 3.530859e+02
70 3.168703e+02
71 2.833603e+02
72 2.523673e+02
73 2.237126e+02
74 1.972338e+02
75 1.727878e+02
76 1.504107e+02
77 1.300694e+02
78 1.116699e+02
79 9.511931e+01
80 8.032469e+01
81 6.719225e+01
82 5.562654e+01
83 4.552991e+01
84 3.680213e+01
85 2.934023e+01

```
## 86 2.303868e+01
## 87 1.778985e+01
## 88 1.348472e+01
## 89 1.001399e+01
## 90 7.269452e+00
## 91 5.145554e+00
## 92 3.541325e+00
## 93 2.362089e+00
## 94 1.521265e+00
## 95 9.418752e-01
## 96 5.576343e-01
## 97 3.135097e-01
## 98 1.656589e-01
## 99 8.074738e-02
## 100 3.473283e-02
## 101 1.127743e-02
```