



CURSO DE PREPARACIÓN PARA EL EXAMEN DE CERTIFICACIÓN DE ACTUARIOS EN PASIVOS LABORALES

Métodos de financiamiento

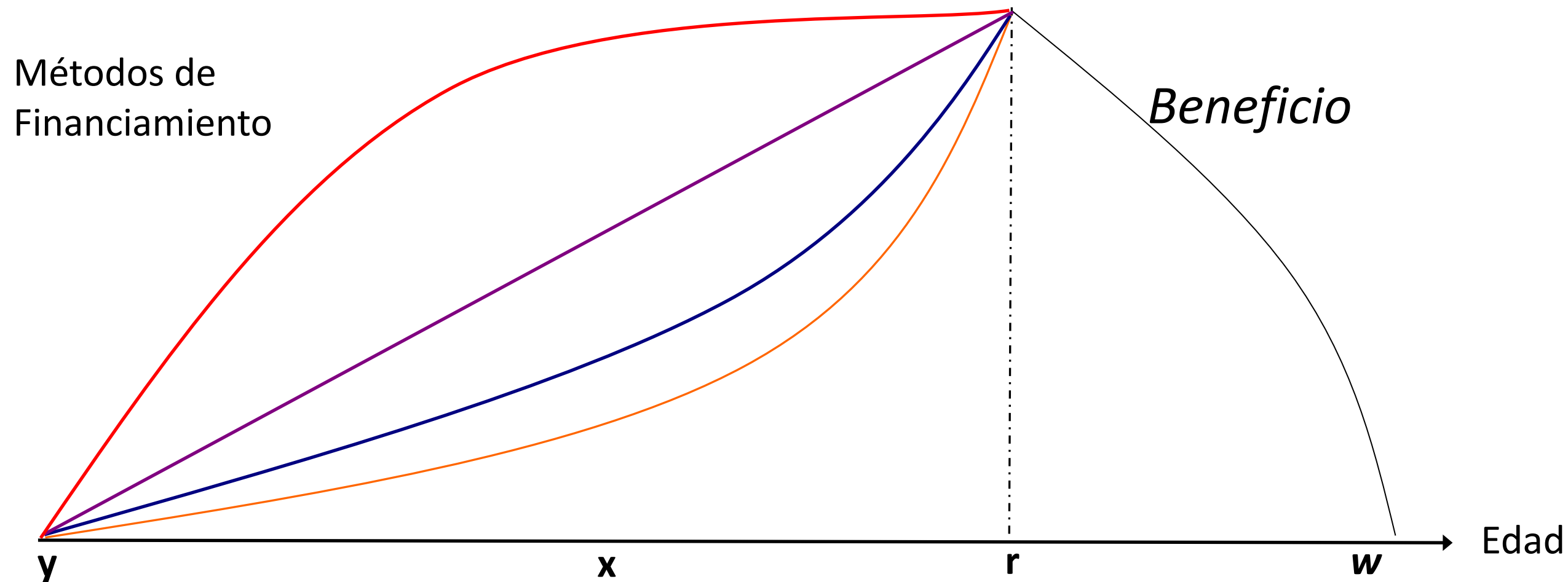
Curso especialmente diseñado para Willis Towers Watson

1 de junio de 2022



Métodos de financiamiento/costeo

- Método de Costeo o Financiamiento Actuarial: Es una forma ordenada de acumular los costos necesarios de un plan con el objetivo de generar los recursos suficientes en un fondo o reserva para cubrir el pago de los beneficios.
- Existen varios métodos de costeo cuya diferencia depende con la rapidez con la que se generen las reservas o los fondos.



Métodos de financiamiento/costeo

Tipos de métodos de financiamiento

- Individuales
 - Crédito unitario tradicional
 - Crédito unitario proyectado
 - Crédito unitario prorrateado
 - Edad de entrada – Monto nivelado
 - Edad de entrada – Porcentaje nivelado
- Agregados o grupales
 - Agregado
 - Pasivo inicial congelado



Métodos de financiamiento/costeo

Sus componentes

Todos los métodos de financiamiento tienen los siguientes componentes:

$VPOT_t$ = *Valor presente de obligaciones totales*

AL_t = *Pasivo acumulado*

UAL_t = *Pasivo no financiado* AL_t - *Fondo*

NC_t = *Costo Normal*

C_t = *Contribución*

G/L = Pérdidas o ganancias actuariales = $UAL_t(Expectado) - UAL_t(Real)$



Métodos de financiamiento/costeo

Método de crédito unitario

Todos los métodos de financiamiento requieren establecer un cierto monto de los activos del plan para pagar tanto los beneficios actuales como los futuros, en un tiempo determinado. En el caso del Método de Crédito Unitario, es el valor deseado de los activos, el cual es equivalente al valor de los beneficios acumulados de todos los participantes.

$$AL_t = \sum_t B_t(x) * {}_r p_x^{(\tau)} v^{r-x} * \ddot{a}_r^{(12)}$$

Y por definición, el Costo Normal (NC_t) es el valor presente del beneficio acumulado por un año más de servicio.

$$NC_t = \sum_t \Delta B_t(x) * {}_r p_x^{(\tau)} v^{r-x} * \ddot{a}_r^{(12)}$$

Por otra parte, el pasivo acumulado esperado del año $t+1$ (PAL_{t+1}) es expresado de la siguiente forma:

$$AL_{t+1}^e = (AL_t + NC_t) * (1 + i) - P_t \left(1 + \frac{i}{2}\right)$$

De la misma forma, podemos estimar los fondos F_t al año $t+1$

$$F_{t+1}^e = F_t * (1 + i') - P_t \left(1 + \frac{i'}{2}\right) + C_t \left(1 + \frac{i'}{2}\right)$$



Métodos de financiamiento/costeo

Método de crédito unitario (Continuación)

La diferencia entre el pasivo acumulado y los activos del Plan se le conoce como Pasivo acumulado no financiado UAL_t .

$$UAL_t = AL_t - F_t$$

Las Pérdidas o Ganancias actuariales es la diferencia entre el pasivo acumulado no financiado esperado al final del año (t+1) menos, el pasivo acumulado real al tiempo (t+1)

$$G/L_{t+1} = UAL_{t+1}^e - UAL_{t+1}^r$$



Método de financiamiento/costeo actuarial

Crédito Unitario

$$VPOT = \sum_{At} \sum_{k=x}^r B'(k) * \ddot{a}_k^{(12)} * \frac{l_r^{(t)}}{l_k^{(t)}} * V^{r-k} * q_k$$

$$AL_{t_{Calculado}} = \sum_{At} \sum_{k=x}^r B'(k) * \ddot{a}_k^{(12)} * \frac{l_r^{(t)}}{l_k^{(t)}} * V^{r-k} * q_k$$

$$AL_{t_{Prorratedo}} = \sum_{At} \sum_{k=x}^r B'(k) * \ddot{a}_k^{(12)} * \frac{l_r^{(t)}}{l_k^{(t)}} * V^{r-k} * q_k * \frac{(k-y)}{(r-y)}$$

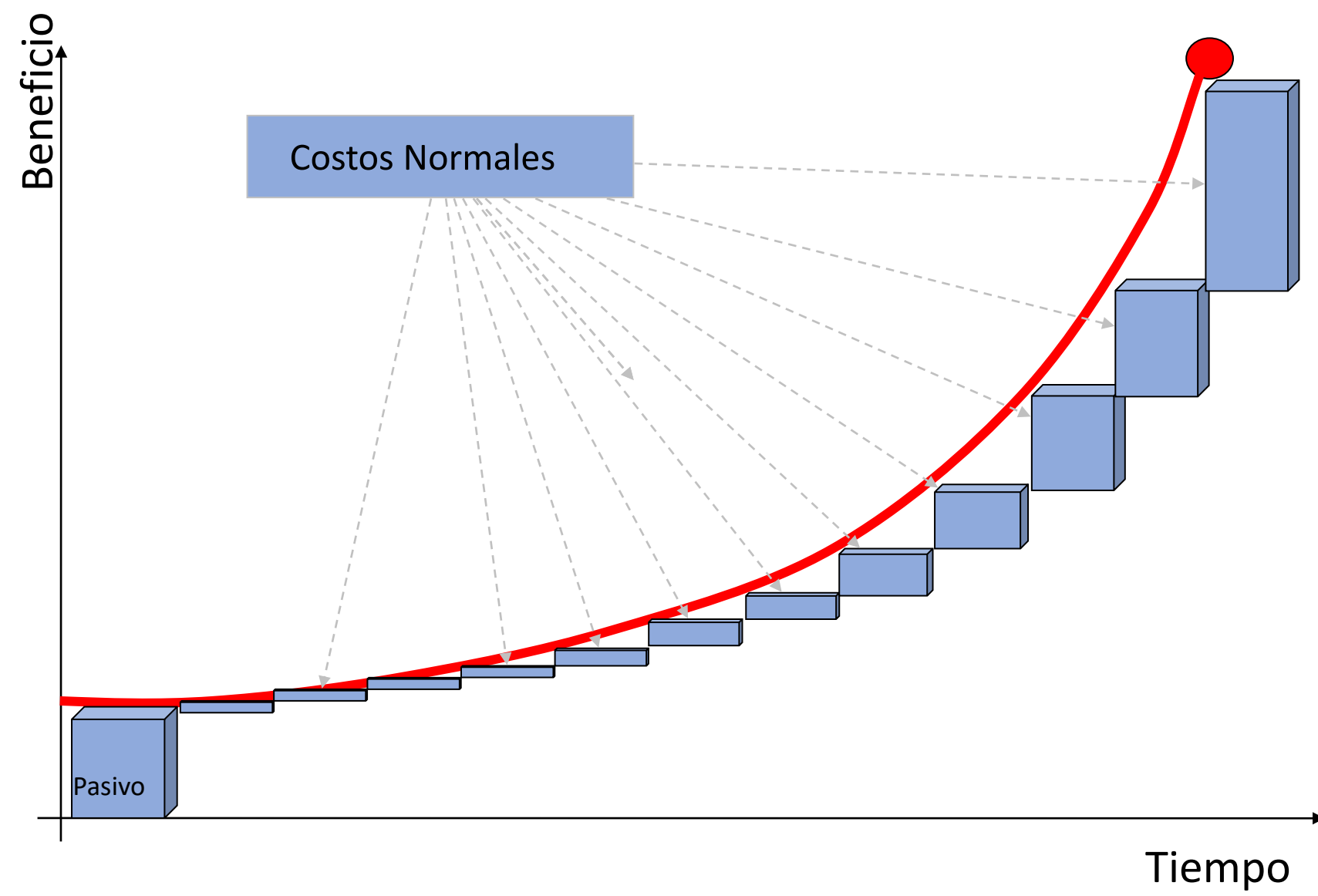
$$CN_{Calculado} = \sum_{At} \sum_{k=x}^r [B'(k+1) - B'(k)] * \ddot{a}_k^{(12)} * \frac{l_r^{(t)}}{l_k^{(t)}} * V^{r-k} * q_k$$

$$CN_{Prorratedo} = \sum_{At} \sum_{k=x}^r B'(k) * \ddot{a}_k^{(12)} * \frac{l_r^{(t)}}{l_k^{(t)}} * V^{r-k} * q_k * \frac{1}{(r-y)}$$

AL_t Tradicional = AL_t pero sin incremento de sueldos

AL_t = Obligación por beneficios Definidos





$$\frac{(-3)^2}{25} + \frac{(y-4)^2}{16} =$$

$$\theta(\csc \theta - \sin \theta) =$$

$$\cos^2 \theta.$$

$$\tan \theta - \sin^2 \theta.$$

$$\sec \theta - \sin^2 \theta.$$

$$\cot \theta - \sin^2 \theta.$$

$$\sin^2 \theta.$$

• Ejercicios

Ejercicio 1

- **Fecha efectiva del plan:** 1/1/1989
- **Beneficio a la edad normal de retiro:** 1% del salario promedio del último año por cada año de servicio
- **Número de jubilados al 1/1/2019:** 0
- **Activos del plan 1/1/1989:** \$0
- **Activos del plan 1/1/2019:** \$28,000

Supuestos actuariales

- Tasa de interés: 6%
- Tasa de incremento salarial: 5% (pasado y futuro)
- Edad normal de retiro: 65 años de edad
- Beneficios por mortalidad y rotación antes del retiro: ninguno
- Participantes al 1/1/2019

$$12 \ddot{a}_{65}^{(12)} = 120$$

	Edad actual	Edad de ingreso	Salario anual
Empleado 1	35	30	\$10,000
Empleado 2	55	35	\$20,000

Determinar el Costo Normal y el pasivo no financiado al 1/1/2019

Ejercicio 1 - Respuesta

Cálculo del pasivo acumulado y costo normal

Empleado 1

$$AL = 1\% \times 5 \times 10,000 * (1.05)^{29} \times 10 v^{30} = \$ 3,583.30$$

$$NC = \$ 716.66$$

Empleado 2

$$AL = 1\% \times 20 \times 20,000 * (1.05)^9 \times 10 v^{10} = \$ 34,650.14$$

$$NC = \$ 1,732.51$$

$$UAL_t = (\$3,583.30 + \$34,650.14) - 28,000 = \$ 10,233.44$$

$$NC = \$716.66 + \$1,732.51 = \$ 2,449.17$$



Ejercicio 2

• Método de costeo actuarial:	Crédito Unitario Proyectado
• Fecha de valuación:	31/12/2021
• Pasivo Acumulado (31/12/2021):	500,000
• Activos del Plan (31/12/2021):	400,000
• Costo Normal para 2022:	50,000 (30/sep/2022)
• Contribuciones para 2022:	70,000 (01/abril/2022)
• Beneficios pagados 2022:	24,000 (inicio de cada mes)
• Pasivo acumulado al 31/12/2022:	560,000
• Tasa de la valuación actuarial:	6%
• Tasa de rendimiento de los activos:	7%

¿Cuál es el valor de los activos estimado de los activos al 31/12/2022?



Ejercicio 2 – Respuesta

• Método de costeo actuarial:	Crédito Unitario Proyectado
• Fecha de valuación:	31/12/2021
• Pasivo Acumulado (31/12/2021):	500,000
• Activos del Plan (31/12/2021):	400,000
• Costo Normal para 2022:	50,000 (30/sep/2022)
• Contribuciones para 2022:	70,000 (01/abril/2022)
• Beneficios pagados 2022:	24,000 (inicio de cada mes)
• Pasivo acumulado al 31/12/2022:	560,000
• Tasa de la valuación actuarial:	6%
• Tasa de rendimiento de los activos:	7%

¿Cuál es el valor de los activos estimado de los activos al 31/12/2022?

$$\text{Activos } 31/12/2021^{(e)} = 400,000 * (1.07) + 70,000 * \left(1 + \frac{9}{12} * 0.07\right) - 24,000 * \left(1 + \frac{6}{12} * .07\right)$$

$$\text{Activos } 31/12/2021^{(e)} = 428,000 + 73,675 - 24,840 = 476,835$$



Ejercicio 3

- **Beneficio a la edad normal de retiro:** \$20 por cada mes de año de servicio
- **Método de costeo actuarial:** Método de crédito unitario
- **Tasa de interés en la valuación:** 5% anual
- **El costo normal se registró al inicio del año**
- **Información demográfica al 01/01/2021:** 100 participantes con 55 años de edad y todos ingresaron a los 35 años de edad

• **Tenemos los siguientes valores actuariales**

x	q_x	$q_x^{(w)}$	$65 - x / a_x^{(12)}$
54	0.020	0	4.16
55	0.021	0	4.38
56	0.022	0	4.58

- Entre las valuaciones actuariales al 01/01/2021 y 01/01/2022 murieron 3 participantes.
- ¿Cuál es la ganancia por mortalidad durante 2021?



Ejercicio 3 - Respuesta

- **Beneficio a la edad normal de retiro:** \$20 por cada mes de año de servicio
- **Método de costeo actuarial:** Método de crédito unitario
- **Tasa de interés en la valuación:** 5% anual
- **El costo normal se registró al inicio del año**
- **Información demográfica al 01/01/2021:** 100 participantes con 55 años de edad y todos ingresaron a los 35 años de edad

- **Tenemos los siguientes valores actuariales**

x	q_x	$q_x^{(w)}$	$65 - x / a_x^{(12)}$
54	0.020	0	4.16
55	0.021	0	4.38
56	0.022	0	4.58

- Entre las valuaciones actuariales al 01/01/2021 y 01/01/2022 murieron 3 participantes.
- ¿Cuál es la ganancia por mortalidad durante 2021?

$$\text{Ganancia por Mortalidad} = \$20 \times 12 \times [56 - 35] \times 4.58 \times (3 - 100 \times 0.021) = \$20,774.88$$



Ejercicio 4

- **Beneficio a la edad normal de retiro:** \$15 por cada mes de año de servicio
- **Método de costeo actuarial:** Método de crédito unitario
- **Tasa de interés en la valuación:** 6% anual
- **Resultado de la valuación actuarial:**
 - **Costo normal al 01/01** \$ 500,000
 - **Pasivo acumulado** 10,000,000
 - **Activos del plan** 2,000,000
 - Contribuciones en 2021 (1/10/2021)** 1,000,000
 - Beneficios Pagados en 2021** 300,000

En el 1/1/2022, se presentó un cambio del Plan el cual incrementó el beneficio de \$15 a \$18 por mes por año de servicio para todo el personal activo y pensionados.

El pasivo acumulado al 01/01/2022: \$12,000,000 y no se presentaron ganancias o pérdidas en las inversiones durante 2020.

¿Cuál es el monto de la P/G en 2021 por experiencia?



Ejercicio 4 - Respuesta

- **Beneficio a la edad normal de retiro:** \$15 por cada mes de año de servicio
- **Método de costeo actuarial:** Método de crédito unitario
- **Tasa de interés en la valuación:** 6% anual
- **Resultado de la valuación actuarial:**
 - **Costo normal al 01/01** \$ 500,000
 - **Pasivo acumulado** 10,000,000
 - **Activos del plan** 2,000,000
 - Contribuciones en 2021 (1/10/2021)** 1,000,000
 - Beneficios Pagados en 2021 (01/07/2021)** 300,000

En el 1/1/2022, se presentó un cambio del Plan el cual incrementó el beneficio de \$15 a \$18 por mes por año de servicio para todo el personal activo y pensionados.

El pasivo acumulado al 01/01/2022: \$12,000,000 y no se presentaron ganancias o pérdidas en las inversiones durante 2020.

¿Cuál es el monto de la P/G en 2021 por experiencia?

$$AL_{t+1}^{(e)} = (10,000,000 + 500,000)(1.06) - 300,000 * \left(1 + .06 \frac{6}{12}\right) = \$ 10,821,000$$

$$AL_{t+1}^{(r)} = 12,000,000 \frac{15}{18} = 10,000,000$$

$$G = 821,000$$

Ejercicio 5

- Un plan provee una pensión de \$50 por mes a los 65 años de edad, por cada año de servicio, hay 3 participantes cuyas edades son 25, 30 y 35 años al 01/01/2021. El pasivo acumulado total al 01/01/2021 es \$10,626. No otorga beneficios adicionales por fallecimiento el plan. El participante con mayor edad, el cual tenía 3 años de servicios al 01/01/2021 falleció el 31/12/2021. Utilizando los siguientes valores actuariales, determinar el pasivo acumulado al 31/12/2022.
- Valores actuariales:

$$p_{35} = (\text{probabilidad de supervivencia de edad 35 a 36}) = 0.97$$

$$\ddot{a}_{65}^{(12)} = 10$$

$$i = 0.07$$

$$D_{65}/D_{25} = 0.059$$

$$D_{65}/D_{30} = 0.083$$

$$D_{65}/D_{35} = 0.117$$

$$D_{65}/D_{26} = 0.063$$

$$D_{65}/D_{31} = 0.089$$

$$D_{65}/D_{36} = 0.125$$

Ejercicio 6

- Beneficio a la edad normal de retiro: 2% de la compensación promedio de los últimos 3 años hasta los 20 años de servicio, más el 1% del promedio de los últimos 3 años por cada año servicio adicional.
- Edad de retiro anticipado: Ninguna
- Edad de retiro normal: 65 años
- Método de costeo actuarial: Crédito Unitario Proyectado (basado en el beneficio realmente acumulado hasta la fecha)
- Supuestos actuariales:
 - Tasa de interés en la valuación actuarial = 7%
 - Incremento salarial (Compensación) = 5%

	<u>Señor A</u>	<u>Señor B</u>
– Fecha de Nacimiento	01/01/1972	01/01/1972
– Fecha de Ingreso	01/01/1997	01/01/2012
– Compensación anual	\$50,000	\$50,000
• Valores conmutados		

X	Dx	Nx
50	310,647	3,752,218
65	94,414	868,052

¿En qué rango se encuentra el pasivo acumulado al 01/01/2022?

- A) Menor que \$140,000 D) Mayor que \$160,000 pero menor a \$170,000
- B) Mayor a \$140,000 pero menor a \$150,000 E) Mayor a \$170,000
- C) Mayor a \$150,000 pero menor a \$160,000

$\frac{(-3)^2}{25} + \frac{(y-4)^2}{16} =$
 $\theta(\csc \theta - \sin \theta) =$
 $\cos^2 \theta.$
 $\tan \theta - \sin^2 \theta.$
 $\sec \theta - \sin^2 \theta.$
 $\cot \theta - \sin^2 \theta.$
 $\sin^2 \theta.$

Método de edad de entrada

Métodos de financiamiento/costeo

Edad de entrada – monto nivelado

- Premisas Básicas
- Este método es muy recomendable cuando el beneficio a valuar está definido en pesos y no hay actualización de dicho beneficio en ningún año.
- Para poder determinar pasivo acumulado (AL) será necesario primero calcular el Costo Normal (CN)
- Una vez determinado el Costo Normal a la edad de Ingreso, éste no tendrá ninguna modificación en el tiempo.
- Todos los cálculos, como su nombre así lo indica, están basados a la edad de ingreso a la empresa o la fecha de inicio del plan

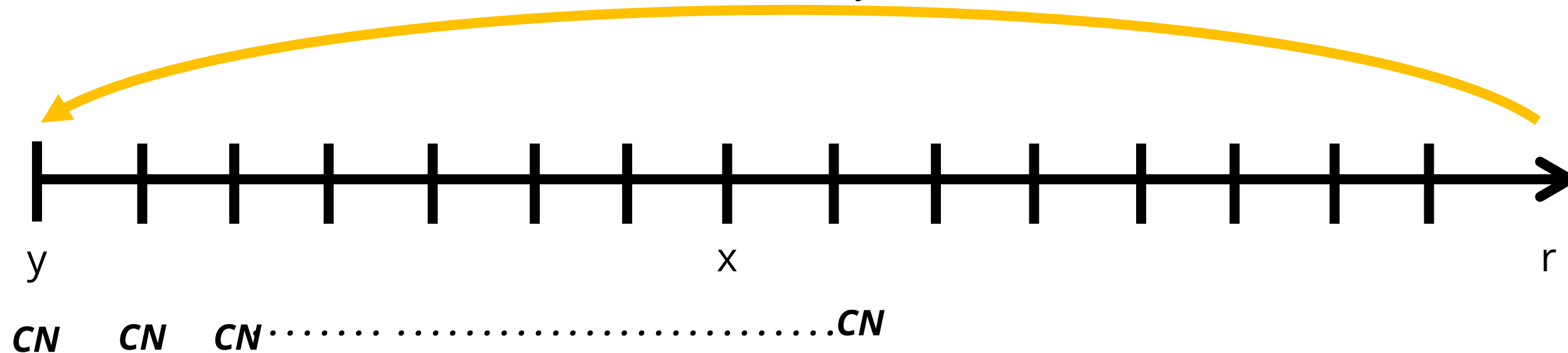
$$VPOT_y = B(r) * \ddot{a}_r^{(12)} * \frac{D_r^{(t)}}{D_y^{(t)}}$$



Métodos de financiamiento/costeo

Edad de entrada – Monto nivelado (level dollar)

$$VPOT_y = B(r) * \ddot{a}_r^{(12)} * \frac{D_r^{(t)}}{D_y^{(t)}}$$



$$CN * \ddot{a}_{y:\overline{r-y}}^{(\tau)} = B(r) * \ddot{a}_r^{(12)} * \frac{D_r^{(t)}}{D_y^{(t)}}$$

$$CN = B(r) * \ddot{a}_r^{(12)} * \frac{\frac{D_r^{(t)}}{D_y^{(t)}}}{\ddot{a}_{y:\overline{r-y}}^{(\tau)}}$$



Métodos de financiamiento/costeo

Edad de entrada – Monto nivelado (level dollar)

$$CN = \mathbf{B}(r) * \ddot{a}_r^{(12)} \frac{\frac{D_r^{(t)}}{D_y^{(t)}}}{\frac{N_y^{(\tau)} - N_r^{(\tau)}}{D_y^{(t)}}} = \mathbf{B}(r) * \ddot{a}_r^{(12)} \frac{D_r^{(t)}}{N_y^{(\tau)} - N_r^{(\tau)}}$$

Método Retrospectivo

$$AL_t = CN \frac{N_y^{(\tau)} - N_x^{(\tau)}}{D_x^{(t)}}$$

Método Prospectivo

$$AL_t = \mathbf{B}(r) * \ddot{a}_r^{(12)} * \frac{D_r^{(t)}}{D_x^{(t)}} - CN \frac{N_x^{(\tau)} - N_r^{(\tau)}}{D_x^{(t)}}$$

$$UAL_{t+1}(Esperado) = (UAL_t + CN) * (1 + i) - C(1 + ni) + P(1 + ni)$$

$$P/G = UAL_{t+1}(Esperado) - UAL_{t+1}(Real)$$



Ejercicio 1

- Fecha efectiva del plan: 1/1/2018
- Fecha de valuación: 01/01/2021
- Beneficio a la edad normal de retiro: \$500 por mes
- Edad normal de retiro: 65
- Supuestos actuariales
- Tasa de interés: 6% $\ddot{a}_{65}^{(12)} = 9$
- Beneficios por mortalidad y rotación antes del retiro: ninguno
- Activos del plan:

	Fecha de nacimiento	Fecha de ingreso
Empleado	01/01/1971	01/01/2011

	01/01/2021	01/01/2022
Activos del plan	\$3,000	\$4,850

- Contribuciones realizadas en 02/01/2021 = \$1,528

X	Dx	Nx
40	763	10,732
47	481	6,308
50	393	4,957
51	367	4,564
65	128	1,215

- Determinar el costo normal, pasivo no financiado al 01/01/2021 y la ganancia o pérdida actuarial al 01/01/2022.



Ejercicio 1 – Respuesta (Método prospectivo)

- Datos demográficos (al 01/01/2021)

	Fecha de nacimiento	Fecha de ingreso	Edad de ingreso	Edad actual	Edad de retiro
Empleado	01/01/1971	01/01/2011	40	50	65

- Beneficio a la edad normal de retiro: \$500 por mes
- Valores actuariales:

x	Dx	Nx
40	763	10,732
47	481	6,308
50	393	4,957
51	367	4,564
65	128	1,215

$$\ddot{a}_{65}^{(12)} = 9$$

- Activos del Plan

	01/01/2021	01/01/2022
Activos del plan	\$3,000	\$4,850

- Contribuciones realizadas en 02/01/2021 = \$1,528
- Cálculos actuariales:

1. $B(r) = \$500 \times 12 = 6,000$

2. $CN_y = B(r) * \ddot{a}_{65}^{(12)} \frac{D_r}{N_y - N_r} = 6,000 \times 9 \frac{128}{10,732 - 1,215} = 726.28$

3. $VPB_x = B(r) * \ddot{a}_{65}^{(12)} \frac{D_r}{D_x} = 6,000 \times 9 \frac{128}{393} = 17,587.79$

4. $AL = VPB_x - CN_y \frac{N_x - N_r}{D_x} = 17,587.79 - 726.28 \frac{(4,957 - 1,215)}{393} = 10,672.42$

Ejercicio 1 – Respuesta (Método retrospectivo)

- Datos demográficos (al 01/01/2021)

	Fecha de nacimiento	Fecha de ingreso	Edad de ingreso	Edad actual	Edad de retiro
Empleado	01/01/1971	01/01/2011	40	50	65

- Beneficio a la edad normal de retiro: \$500 por mes

- Valores actuariales:

X	Dx	Nx
40	763	10,732
47	481	6,308
50	393	4,957
51	367	4,564
65	128	1,215

$$\ddot{a}_{65}^{(12)} = 9$$

- Activos del Plan

	01/01/2021	01/01/2022
Activos del plan	\$3,000	\$4,850

- Contribuciones realizadas en 02/01/2021 = \$1,528
- Cálculos actuariales:
 - $B(r) = 500 \times 12 = 6,000$
 - $CN_y = B(r) * \ddot{a}_{65}^{(12)} \frac{D_r}{N_y - N_r} = 6,000 \times 9 \frac{128}{10,732 - 1,215} = 726.28$
 - $AL = CN_y \frac{N_{40} - N_{50}}{D_{50}} = 726.28 \frac{10,732 - 4,957}{393} = 10,668.32 \quad \text{vs} \quad 10,672.42 \quad \text{Método prospectivo}$
 - $UAL_{2021} = 10,672.42 - 3,000 = 7,668.32$
 - $UAL_{2022} = CN_y \frac{N_{40} - N_{51}}{D_{51}} = 726.28 * \frac{10,732 - 4,564}{367} = 12,206.25 - 4,850 = 7,356.25$
 - $UAL_{2022e} = (UAL_{2021} + CN) * (1.06) + C * 1.06 = 8,898.28 - 1,528 * 1.06 = 7,278.60$
 - $P/G = 7,356.25 - 7,278.60 = 77.65$

Ejercicio 2

- Fecha efectiva del plan: 1/1/2020
- Fecha de valuación: 01/01/2021
- Beneficio a la edad normal de retiro: \$10 por mes x años de servicio
- Edad normal de retiro: 65
- Supuestos actuariales
- Tasa de interés: 6%
- Participantes y valores actuariales

Edad Ingreso	Edad actual	Número de empleados	Dx	Nx – N65
25	25	0	15	240
25	35	1	8	120
25	45	1	4	48
25	55	1	2	15
25	65	0	1	0

- Encontrar el Costo normal y Pasivo Acumulado al 01/01/2021.

$$12\ddot{a}_{65}^{(12)} = 120$$



Métodos de Financiamiento/Costeo

Edad de entrada – Porcentaje nivelado

Premisas Básicas

- Este método fue creado con el objetivo que de un año a otro los costos sean más predecibles y estén acordes al incremento en la nómina de los trabajadores.
- Para poder determinar pasivo acumulado (AL) será necesario primero calcular el Costo Normal (CN)
- El Costo Normal es expresado como porcentaje de la nómina de cada una de los empleados, el cual, una vez calculado no tendrá ninguna modificación en el tiempo.
- Todos los cálculos, como su nombre así lo indica, están basados a la edad de ingreso a la empresa o la fecha de inicio del plan
- Las pérdidas o ganancias generadas en la obligación se presentan cuando el incremento salarial observado es diferente al utilizado en la valuación actuarial. Una vez que se presenten, éstas se deberán de amortizar sobre un periodo de tiempo.

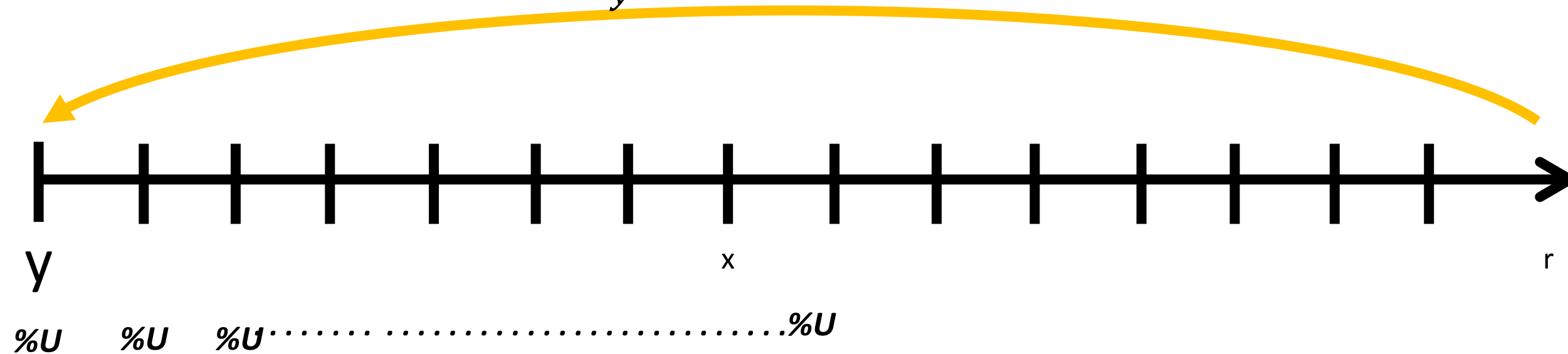


Métodos de Financiamiento/Costeo

Edad de entrada – Porcentaje nivelado

$$VPOT_r = B(r) \ddot{a}_r^{(12)} * \frac{D_r^{(t)}}{D_y^{(t)}}$$

$$sN_x = L * \frac{1}{(1+i)^x} (1+i)^x$$



$$\% \text{Salario} * (1 + \Delta S)^{-(x-y)} * \frac{sN_y^{(\tau)} - sN_r^{(\tau)}}{D_y} = B(r) * \ddot{a}_r^{(12)} * \frac{D_r^{(t)}}{D_y^{(t)}}$$

$$\%(1 + \Delta S)^{-(x-y)} * VPSF_y = B(r) * \ddot{a}_r^{(12)} * \frac{D_r^{(t)}}{D_y^{(t)}}$$

$$\% = \frac{B(r) * \ddot{a}_r^{(12)} * \frac{D_r^{(t)}}{D_y^{(t)}}}{VPSF_y * (1 + \Delta S)^{-(x-y)}}$$



Métodos de Financiamiento/Costeo

Edad de entrada – Porcentaje nivelado

$$\widetilde{AL}_x = \mathbf{B}(\mathbf{r}) \ddot{a}_r^{(12)} * \frac{D_r^{(t)}}{D_y^{(t)}} - NC \frac{s_{N_x}^{(\tau)} - s_{N_r}^{(\tau)}}{s_{D_x}^{(\tau)}}$$

$$= \mathbf{B}(\mathbf{r}) \ddot{a}_r^{(12)} * \frac{D_r^{(t)}}{D_x^{(t)}} \frac{s_{N_y}^{(\tau)} - s_{N_x}^{(\tau)}}{s_{N_y}^{(\tau)} - s_{N_r}^{(\tau)}}$$



Ejercicio 1

- Fecha de valuación: 01/01/2021
- Beneficio a la edad normal de retiro:
 - Hasta 2020: 60% del salario promedio de los últimos 5 años
 - En 2021: 50% del salario promedio de los últimos 5 años
- Edad normal de retiro: 65
- Tasa de incremento salarial: 5% por año
- Beneficios por mortalidad y rotación antes del retiro: ninguno
- Información demográfica:

	Fecha de nacimiento	Fecha de ingreso	Salario anual
Empleado	01/01/1987	01/01/2017	25,000

- Tenemos los siguientes valores conmutados:

X	Dx	sDx	Nx	sNx
30	1,262	5,454	17,888	164,704
34	958	5,030	13,323	143,532
65	94	2,241	868	30,013

$\ddot{a}_{65}^{(12)} = 8.776$

¿En qué rango se encuentra el pasivo acumulado al 01/01/2021 derivado del cambio del plan?

- A) Menor que \$1350

B) Mayor a \$1350 pero menor a \$1450

C) Mayor a \$1450 pero menor a \$1550
- D) Mayor que \$1550 pero menor a \$1650

E) Mayor a \$1650



Ejercicio 1 - Respuesta

$$\ddot{a}_{65}^{(12)} = 8.776$$

- Beneficio a la edad normal de retiro:
 - Hasta 2020: 50% del salario promedio de los últimos 5 años
 - En 2021: 60% del salario promedio de los últimos 5 años

X	Dx	sDx	Nx	sNx
30	1,262	5,454	17,888	164,704
34	958	5,030	13,323	143,532
65	94	2,241	868	30,013

	Edad ingreso (y)	Edad Actual (x)	Edad Retiro (r)	SP	SF	ST	Salario anual
Empleado	30	34	65	4	31	35	25,000

- Salproyr promedio (5) = $25,000 \times (1.05)^{31} \times \ddot{a}_5 / 5 = 98,236.68$
- $B(r) = 93,558.74 \times 50\% \times 8.776 = 431,062.56$
- $VPBy = 431,062.56 \times \frac{D_{65}}{D_{30}} = 431,062.56 \times \frac{94}{1,262} = 32,107.67$
- $Saly = 25,000 (1.05)^{-4} = 20,567.56$
- $VPSFy = 20,567.56 \frac{164,704 - 30,013}{5,454} = 507,932.75$
- $\%CNy = \frac{32,107.67}{507,932.75} = 6.32\%$ $CNx = 25,000 \times 6.32\% = 1,580$
- $VPOTx = 431,062.56 \times \frac{94}{958} = 42,296.33$
- $AL2021 = 42,296.33 - 1580 \times \frac{143,532 - 30,013}{5,030} = 6,638.27$ $AL2021(\text{cambio}) = \left(\frac{60}{50} - 1\right) \times 6,638.27 = 1,330$

¿En qué rango se encuentra el pasivo acumulado al 01/01/2021 efecto del cambio del plan?

- ☒ A) Menor que \$1350

☐ B) Mayor a \$1350 pero menor a \$1450

☐ C) Mayor a \$1450 pero menor a \$1550
- ☐ D) Mayor que \$1550 pero menor a \$1650

☐ E) Mayor a \$1650

Ejercicio 2

- Fecha de valuación: 01/01/2021
- Beneficio a la edad normal de retiro: 50% de la última compensación anual promedio de los últimos 5 años
- Edad normal de retiro: 65
- Tasa de incremento a la compensación: 6%
- Beneficios por mortalidad y rotación antes del retiro: ninguno
- Participante activo

	Fecha de nacimiento	Fecha de ingreso	Compensación anual
Empleado	01/01/1971	01/01/2011	\$53,000

- Valores actuariales:

X	Dx	sDx	Nx	sNx
40	49,876	513,015	666,789	15,607,843
50	24,505	451,387	295,992	10,748,428
65	7,448	328,780	68,476	4,770,425

$12\ddot{a}_{65}^{(12)} = 104.88$

- ¿En qué rango se encuentra el pasivo acumulado al 01/01/2021?

- A) Menor que \$60,000

B) Mayor a \$60,000 pero menor a \$62,500

C) Mayor a \$62,500 pero menor a \$65,000
- D) Mayor que \$65,000 pero menor a \$67,500

E) Mayor a \$67,500



Ejercicio 2 - Respuesta

$12\ddot{a}_{65}^{(12)} = 104.88$

- Beneficio a la edad normal de retiro: 50% de la última compensación anual promedio de los últimos 5 años

	Fecha de nacimiento	Fecha de ingreso	Compensación anual	EI	EA	ER
Empleado	01/01/1971	01/01/2011	\$53,000	40	50	65

X	Dx	sDx	Nx	sNx
40	49,876	513,015	666,789	15,607,843
50	24,505	451,387	295,992	10,748,428
65	7,448	328,780	68,476	4,770,425

- Factor compensación promedio 5 = 84.25%
 - $B(r) = 50\% \times \$53,000 \times 0.8425 \times (1.06)^{15} = 53,506.18$
 - $VPSFy = 53,000 (1.06)^{-10} \times \frac{15,607,843 - 4,770,425}{513,015} = 625,191.37$
 - $VPBy = 53,506.18 \times 8.74 \frac{7,448}{49,876} = 69,833.44$
 - %CN = 11.17% CNx = 5,920.06
 - $AL2021 = 5,920.06 \times \frac{15,607,843 - 10,748,428}{451,387} = 63,732.51$
- ¿En qué rango se encuentra el pasivo acumulado al 01/01/2021?
- A) Menor que \$60,000

B) Mayor a \$60,000 pero menor a \$62,500

C) Mayor a \$62,500 pero menor a \$65,000

D) Mayor que \$65,000 pero menor a \$67,500

E) Mayor a \$67,500

Ejercicio 3

$$\widetilde{AL}_x = B(r) \ddot{a}_r^{(12)} * \frac{D_r^{(t)}}{D_y^{(t)}} - NC \frac{s_{N_x^{(\tau)}} - s_{N_r^{(\tau)}}}{s_{D_x^{(\tau)}}}$$

$$AL_x = VPOT_x - VPCN_x$$

- Fecha efectiva del plan 01/01/1984
- Edad normal de retiro: 65
- Tasa de interés en la valuación: 7%
- Beneficios por mortalidad y rotación antes del retiro: ninguno
- Resultados actuariales

	01/01/1983	01/01/1984
Pasivo acumulado	304,300	----
Activos del Plan	235,000	275,000

- Contribuciones durante 1983: Costo Normal + Intereses al 31/12/1983, más 21,000 realizado en 31/12/1983.
- Tenemos los siguientes datos demográficos y resultados individuales:

Edad alcanzada	Número de participantes	Salario Anual	Costo Normal 01/01/84	VPSF	VP de Servicios Totales
50	1	\$ 15,500	\$800	250,000	\$ 45,000
55	1	18,000	1,025	18,000	105,000
65	1	35,000			200,000
Totales	3				\$350,000

¿En qué rango se encuentran las P/G actuariales

- Pérdida de \$600 o más
 - Pérdida menos a \$600 o no existen P/G
 - Ganancia menos a \$600
- D) Ganancia mayo a \$600 pero menos de \$1,200
 - E) Ganancia mayor a \$1,200



$\frac{(-3)^2}{25} + \frac{(y-4)^2}{16} =$
 $\theta(\csc \theta - \sin \theta) =$
 $\cos^2 \theta.$
 $\tan \theta - \sin^2 \theta.$
 $\sec \theta - \sin^2 \theta.$
 $\cot \theta - \sin^2 \theta.$
 $\sin^2 \theta.$

Which expresses

11. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E
12. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E
13. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E
14. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E
15. ☒ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E
16. ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

Método "Individual Level Premium"

Métodos de Financiamiento/Costeo

“Individual Level Premium”

Este método de financiamiento surge derivado a que ningún método de financiamiento es perfecto y es ideal para todo tipos de planes. El método de “Individual Level Premium” trata de corregir las imperfecciones que hay en los métodos individuales.

El Costo Normal de éste método es muy similar al Método de Edad de Entrada con, sin embargo difiere en 2 aspectos muy importantes:

1. La fecha de ingreso es considerada como la fecha efectiva de inicio del plan o la fecha de la fecha de ingreso, lo que haya ocurrido antes.
2. El cambio en los beneficios derivados del incremento o decremento al salario con respecto al utilizado en la valuación actuarial, se calculará como un Costo Normal Adicional.

En el caso de las Pérdidas/Ganancias derivadas de otras fuentes, éstas serán amortizadas considerando el nivel ponderado de los pasivos.



Ejercicio 1

- Fecha efectiva del plan 01/01/1984
- Edad normal de retiro: 65
- Beneficio a la edad normal de retiro: \$15 por mes por cada año de servicio
- Tasa de interés en la valuación: 6%
- Beneficios por mortalidad y rotación antes del retiro: ninguno
- Datos demográficos:

	Fecha de nacimiento	Fecha de ingreso
Empleado	01/01/1939	01/01/1976

- Tenemos los siguientes valores conmutados:

X	Dx	Nx
40	941	13,971
45	694	9,789
50	508	6,712
55	366	4,472
65	178	1,741

$\ddot{a}_{65}^{(12)} = 10$

¿En qué rango se encuentran las el pasivo acumulado al 01/01/1989?

- A. Menor que \$4,000

B. Mayor que \$4,000, pero menor a \$6,000

C. Mayor que \$6,000, pero menor a \$8,000
- D) Mayor a \$8,000 pero menor a \$10,000

E) Mayor a \$10,000



Ejercicio 1 - Respuesta

- Fecha efectiva del plan 01/01/1984
- Edad normal de retiro: 65
- Beneficio a la edad normal de retiro: \$15 por mes por cada año de servicio

X	Dx	Nx
40	941	13,971
45	694	9,789
50	508	6,712
55	366	4,472
65	178	1,741

$\ddot{a}_{65}^{(12)} = 10$

	Fecha de nacimiento	Fecha de ingreso	EI	Plan	EA	ER	SP	SF	ST
Empleado	01/01/1939	01/01/1976	37	45	50	65	13	15	28

1. Calcular $B(65) = 15 \times 35 \times 12 \times 10 = 63,000$
2. Calcular $VPBy = 63,000 \times \frac{178}{694} = 16,158.50$
3. $CNy = 16,158.50 \times \frac{694}{9,789 - 1,741} = 1,393.39$
4. $AL = 1,393.39 \times \frac{9,789 - 6,712}{508} = 8,439.88$

¿En qué rango se encuentran las el pasivo acumulado al 01/01/1989?

- A. Menor que \$4,000

B. Mayor que \$4,000, pero menor a \$6,000

C. Mayor que \$6,000, pero menor a \$8,000
- D) Mayor a \$8,000 pero menor a \$10,000

E) Mayor a \$10,000



Ejercicio 2

- Fecha efectiva del plan 01/01/2020
- Edad normal de retiro: 65
- Beneficio a la edad normal de retiro: 75% del salario promedio de los últimos 3 años previo al retiro
- Tasa de interés en la valuación: 8%
- Tasa de incremento salarial: 4%
- Beneficios por mortalidad y rotación antes del retiro: ninguno
- Datos demográficos al 01/01/2021

	Fecha de nacimiento	Compensación anual 2020	Compensación anual 2021
Empleado	01/01/1978	\$43, 500	\$ 46,000

- Tenemos el siguiente valor de la anualidad:

$$\ddot{a}_{65}^{(12)} = 8.5$$

¿En qué rango se encuentran el incremento en el Costo Normal para 2021 sobre el costo normal para 2020?

- A. Menor que \$100
- B. Mayor que \$100, pero menor a \$200
- C. Mayor que \$200, pero menor a \$300
- D) Mayor a \$300 pero menor a \$400
- E) Mayor a \$400

Ejercicio 2 - Respuesta

- Fecha efectiva del plan 01/01/2020
- Edad normal de retiro: 65
- Beneficio a la edad normal de retiro: 75% del salario promedio de los últimos 3 años previo al retiro
- Tasa de interés en la valuación: 8%
- Tasa de incremento salarial: 4%

$$\ddot{a}_{65}^{(12)} = 8.5$$

	Fecha de nacimiento	EI	EA	ER	Compensación anual 2020	Compensación anual 2021
Empleado	01/01/1978	42	43	65	\$43, 500	\$ 46,000

- Cálculo:
 1. Calcular $B(65) = 75\% \times \$43,500 \times (1.04)^{23} \times 92.50\% = 74,382.93$
 2. Calcular $B(65) \text{ salario } 2021 = 75\% \times 46,000 \times (1.04)^{22} \times 92.50\% = 75,630$
 3. Incremento en el beneficio 65 = 1,247.11
 4. $VPB(42) = 1247.1 \times 8.5 \times (1.08)^{-24} = 1,671.68$
 5. $CN2020 = 1,671.68 / \ddot{a}_{23} = 161.19$
- ¿En qué rango se encuentran el incremento en el Costo Normal para 2021, sobre el CN 2020 ?
 - A. Menor que \$100
 - B. Mayor que \$100, pero menor a \$200
 - C. Mayor que \$200, pero menor a \$300
 - D) Mayor a \$300 pero menor a \$400
 - E) Mayor a \$400



$\frac{(-3)^2}{25} + \frac{(y-4)^2}{16} =$
 $\theta(\csc \theta - \sin \theta) =$
 $\cos^2 \theta.$
 $\tan \theta - \sin^2 \theta.$
 $\sec \theta - \sin^2 \theta.$
 $\cot \theta - \sin^2 \theta.$
 $\sin^2 \theta.$

11. (A) (B) (C) (D) (E)
12. (A) (B) (C) (D) (E)
13. (A) (B) (C) (D) (E)
14. (A) (B) (C) (D) (E)
15. (A) (B) (C) (D) (E)
16. (A) (B) (C) (D) (E)

Método "Aggregate"

Métodos de Financiamiento/Costeo

Aggragate

Premisas Básicas

- El costo anual es determinado de forma conjunta (grupal) y no de manera individual
- Considera que la empresa desde el inicio del plan, ha hecho aportaciones, por lo que el fondo actual ***F*** es equivalente al pasivo acumulado ***AL***.
- El costo siempre se calcula en % de la nómina.
- No existen amortizaciones, por lo que año con año se ajusta el porcentaje de la nómina correspondiente.
- En los métodos anteriores el Costo del año puede ser diferente a la Aportación, sin embargo en este método el costo es igual a la aportación.



Métodos de Financiamiento/Costeo

Aggregate

$$VPOT = \%CN \times VPSFuturos + AL$$

- Si consideramos que el pasivo acumulado (*AL*) es igual al Fondo, entonces, la expresión quedaría expresada de la siguiente forma:

$$VPOT = \%CN \times VPSFuturos + Fondo$$

- Despejando *%CN*, quedaría la expresión de la siguiente forma:

$$\%CN = \frac{VPOT - Fondo}{VPSFuturos}$$



Ejercicio 1

- Edad normal de retiro: 60
- Beneficio a la edad normal de retiro: 2% del último por año de servicio.
- Valor de los activos del plan: \$125,000
- Tasa de interés en la valuación: 8%
- Tasa de incremento salarial: 4%
- Beneficios por mortalidad y rotación antes del retiro: ninguno
- Tenemos los siguientes datos demográficos y resultados individuales:

$$\ddot{a}_{60}^{(12)} = 12.5$$

Edad alcanzada	Años de servicio	Salario Anual	$({}^sN_x - {}^sN_{60}) / {}^sD_x$	D_{60} / D_x
54	19	\$ 50,000	5.471	0.630
43	2	\$ 30,000	12.806	0.270
Totales				

- Calcular el costo normal para 2021 al 01/01/2021.

Ejercicio 1 - Respuesta

$$\ddot{a}_{60}^{(12)} = 12.5$$

- Edad normal de retiro: 60
- Beneficio a la edad normal de retiro: 2% del último por año de servicio.
- Valor de los activos del plan: \$125,000

Edad alcanzada	Años de servicio	Salario Anual	$({}^sN_x - {}^sN_{60})/ {}^sD_x$	D_{60}/ D_x
54	19	\$ 50,000	5.471	0.630
43	2	\$ 30,000	12.806	0.270
Totales				

- Calcular el B(60) empleado 1 = $0.02 \times 25 \times 50,000 \times (1.04)^6 \times 12.5 = 395,412.19$
- Calcular el B(60) empleado 2 = $0.02 \times 19 \times 30,000 \times (1.04)^{17} \times 12.5 = 277,575.82$
- VPBT = $395,412.19 \times 0.630 + 277,575.82 \times 0.270 = 324,055.15$
- Calcula el VPFS = $50,000 \times 5.471 + 30,000 \times 12.806 = 657,730$
- Calcular el costo normal para 2021 al 01/01/2021.
 - $\%CN = \frac{324,055.15 - 125,000}{657,730} = \frac{199,055.15}{657,730} = 30.26\%$ $CN = 24,211.17$



Ejercicio 2

- Beneficios a la edad normal de retiro: 50% del último salario
- Beneficios por mortalidad y rotación antes del retiro: ninguno
- Tenemos los siguientes valores presentes al 01/01/2021:

Concepto	Montos
Valor presente de futuros beneficios	\$ 2,000,000
Valor presente de beneficios del personal jubilado	\$ 400,000
Valor presente de futuros salarios	\$24,000,000
Activos del plan	\$ 500,000
Salario anual	\$4,000,000

- Después de realizada la valuación actuarial el actuario fue enterado que todos los empleados activos recibieron un incremento salarial del 5%, el cuál no fue reportado, por lo tanto el costo normal al 01/01/2021 debe de ser recalculado ¿En qué rango se encuentra dicho incremento al costo?

A) Menor que \$13,000

B) Mayor a \$13,000 pero menor a \$14,000

C) Mayor a \$ 14,000 pero menor a \$15,000

D) Mayor que \$15,000 pero menor a \$16,000

E) Mayor a \$16,000



Ejercicio 2 - Respuesta

- Beneficios a la edad normal de retiro: 50% del último salario
- Beneficios por mortalidad y rotación antes del retiro: ninguno
- Tenemos los siguientes valores presentes al 01/01/2021:

Concepto	Montos	Procedimiento	Resultado Actualizado
Valor presente de futuros beneficios	\$ 2,000,000	$(2,000,000 - 400.000) \times 1.05 + 400,000$	2,080,000
Valor presente de beneficios del personal jubilado	\$ 400,000		400,000
Valor presente de futuros salarios	\$24,000,000	$\times (1.05)$	\$25,200,000
Activos del plan	\$ 500,000		\$500,000
Salario anual	\$4,000,000	$\times (1.05)$	\$4,200,000

- $\%CN(\text{antes}) = \frac{2,000,000 - 500,000}{24,000,000} = 6.25\%$ $CN(\text{antes}) = \$ 250,000$
- $\%CN(\text{después}) = \frac{2,080,000 - 500,000}{25,200,000} = 6.27\%$ $CN(\text{después}) = \$263,333.33$

¿En qué rango se encuentra dicho incremento al costo?

- A) Menor que \$13,000 D) Mayor que \$15,000 pero menor a \$16,000
- ☒ B) Mayor a \$13,000 pero menor a \$14,000 E) Mayor a \$16,000
- C) Mayor a \$ 14,000 pero menor a \$15,000

Ejercicio 3

- Fecha efectiva del Plan: 01/01/2021
- Beneficios a la edad normal de retiro: 40% del último salario
- Beneficios por mortalidad y rotación antes del retiro: ninguno
- Tenemos los siguientes valores presentes y valores conmutados al 01/01/2021:

Edad actual	# de participante	Pensión proyectada (Anual)	Valor Presente de Futuros Salario	Valor presente de futuros Beneficios
35	1	\$ 4,800	\$ 160,000	\$ 4,000
45	1	7,000	140,000	11,600
55	1	4,500	56,000	15,000
	3	\$ 16,300	\$ 356,000	\$30,600

¿Cuál es el pasivo acumulado al 01/01/2021?

- A) Menor que \$18,000

B) Mayor a \$18,000 pero menor a \$20,000

C) Mayor a \$ 20,000 pero menor a \$21,500
- D) Mayor que \$21,500 pero menor a \$23,000

E) Mayor a \$23,000



Act. Omar Sagahon Menchaca
SOCIO & DIRECTOR

 55 7372 3830

 55 7576 4417

 omar.sagahon@osmconsultores.com

www.osmconsultores.com

