



UNAM



Facultad de Ingeniería

División de Ingeniería Civil y Geomática

Ingeniería en Sistemas

Proyecto Final

Desnivel Insurgentes

Lozano Bárcena Jorge Alejandro

Introducción a la Teoría de Decisiones. 4

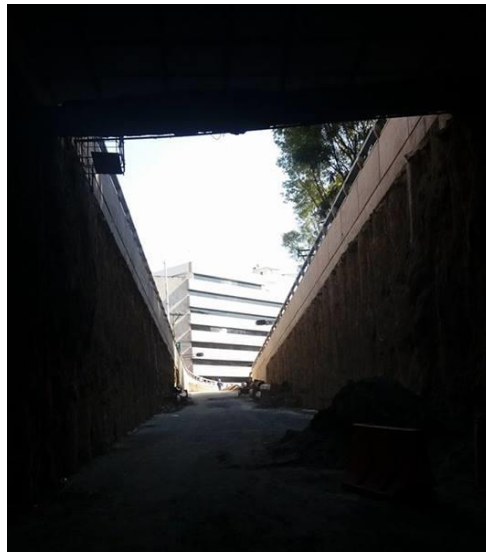
Decisiones en Condiciones de Incertidumbre. 7

Decisiones en Condiciones de Riesgo. 10

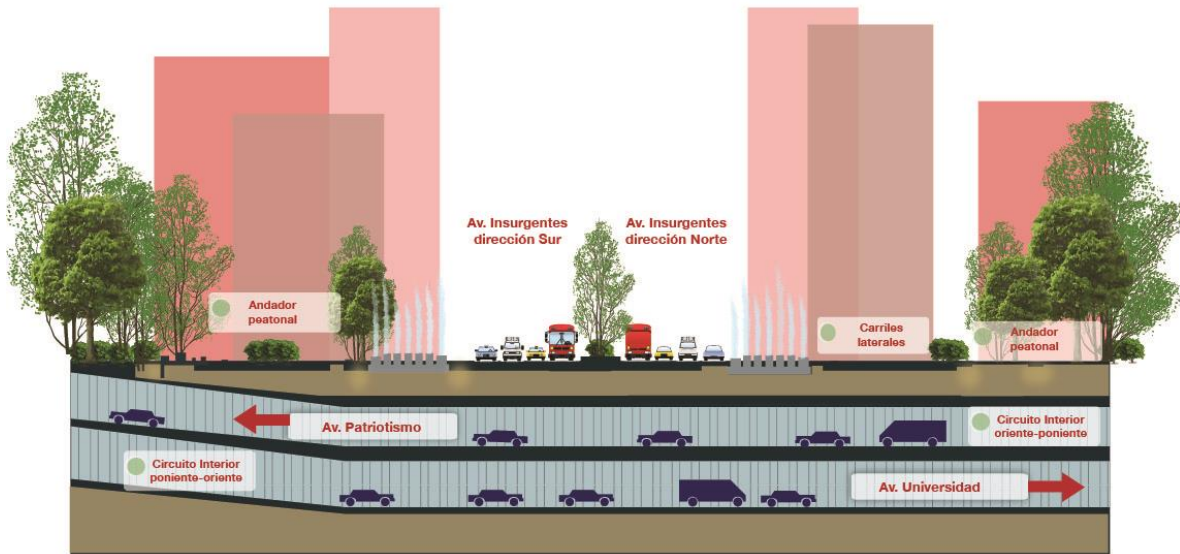
Valor de la Información en las Decisiones. 12

Enfoque de Utilidad en las Decisiones. 13

Decisiones con Objetivos Múltiples 17



DOBLE DESNIVEL MIXCOAC- INSURGENTES



/SOBSECDMX

/SecretariadeObrasyserviciosdelDistritoFederal

CapitalSocial



CDMX
Ciudad de México
190 años



Introducción

Se construirá un desnivel de mil 500 metros de longitud con el cual se evitarán los embotellamientos que se hacen en ambos sentidos por los semáforos, ofreciendo a los automovilistas una circulación continua en Mixcoac e Insurgentes.

A nivel superficial se ampliarán las áreas verdes existentes y se colocará nuevo arbolado; para privilegiar el paso de peatones se incorporarán elementos que garantizan que el tránsito sea 100 por ciento accesible, con cruces peatonales seguros y acabados decorativos para crear un entorno agradable para los vecinos y visitantes de la zona.

Debajo de este parque lineal pasará un doble desnivel mil 500 metros de longitud para cruzar Insurgentes; esto permitirá que el flujo vehicular sobre Circuito Interior sea de manera continua y exclusiva, ya que contará con dos niveles: el primer desnivel (N-1) irá de Oriente a Poniente y el nivel inferior (N-2) será de Poniente a Oriente.

La construcción de un doble túnel sobre Circuito Interior –Río Mixcoac- no sólo permitirá una circulación continua sobre esta vialidad, sino que mejorará la interconexión con la Avenida de los Insurgentes, el Eje 8 Sur (José María Rico) y con Barranca del Muerto.

Beneficios

Los beneficios que esta obra tendrá van dirigidos a sectores diferentes; uno de los principales es a los vecinos de la colonia que se beneficiarán con más tranquilidad derivada de una disminución del sonido de los autos.

Otro de los beneficios que se contempla en esta obra es más seguridad para los peatones dado que se tiene pensado construir pasos peatonales más cortos y seguros.

Por último y más relevante la movilidad se verá impactada de una manera positiva al darle continuidad a vías como Insurgentes y Mixcoac disminuyendo de manera considerable los tiempos de trayecto y de igual manera la emisión de gases de tipo invernadero.

1. Introducción a la teoría de decisiones

En un proceso de toma de decisiones intervienen varios elementos, mismos que se aplican en obras como esta donde se tienen varios elementos:

El decisor: Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda.

El analista: Constructora Grupo Indi.

Las Alternativas:

A1: Construcción de un paso a desnivel que favorezca la movilidad vial sin afectar la estética de la zona, además de la construcción de áreas verdes y mayor seguridad para los peatones que se trasladan por la zona.



A2: Construcción de un segundo nivel que además de ayudar con la movilidad sea a un precio menor que la alternativa uno con la desventaja de que tenga un gran impacto en la estética de la colonia dado que el segundo nivel requiere un gran número de columnas que inundaría de concreto la visión de las personas



A3: Reacondicionar la glorieta en insurgentes para tratar de así aminorar los embotellamientos en la zona sin afectar el tráfico como sería en una obra de la magnitud de las alternativas anteriores y con la ventaja de no tener una gran inversión para su realización



Estados de la naturaleza:

Una de las problemáticas en obras grandes en general y sobre todo dentro de grandes ciudades es el aspecto social y la aceptación que tenga esta con los vecinos de la zona, ya que una mala coordinación nos puede ocasionar desde retrasos en la obra hasta su cancelación por completo.



E1: Total aceptación por parte de los vecinos

E2: Retrasos en la obra

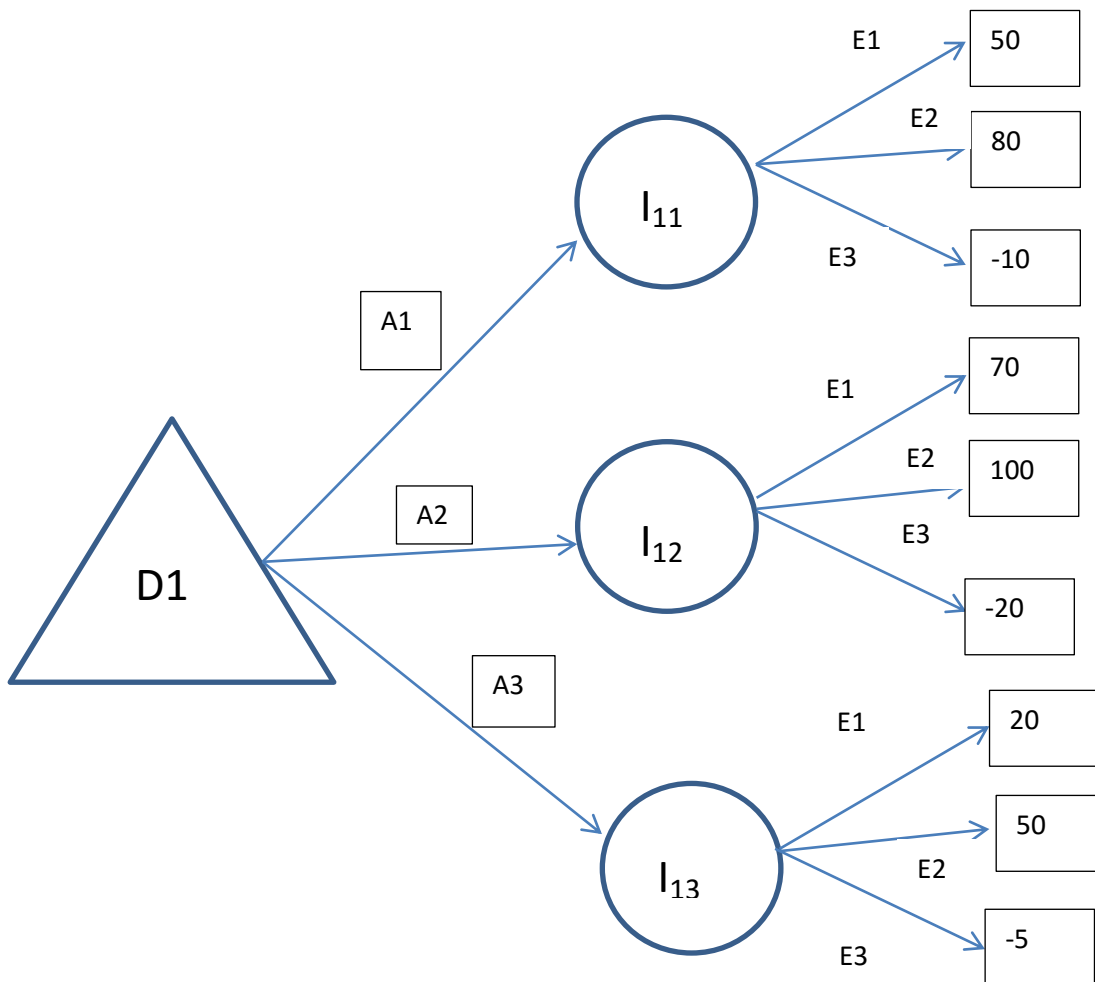
E3: Cancelación por completo

Matriz de decisiones

	E1	E2	E3
A1	\$30	\$20	-\$10
A2	\$40	\$-20	-\$15
A3	\$20	\$10	-\$5

Valores en millones de pesos

Modelo gráfico



2. Decisiones bajo condiciones de Incertidumbre

Criterio Maximin

	E1	E2	E3
A1	\$30	\$20	-\$10
A2	\$40	-\$20	-\$15
A3	\$20	\$10	-\$5

Los resultados de cada alternativa siendo la mejor la alternativa numero 3

A1	-10
A2	-20
A3	-5

Criterio Maximax

	E1	E2	E3
A1	\$30	\$20	-\$10
A2	\$40	-\$20	-\$15
A3	\$20	\$10	-\$5

Con este criterio la mejor alternativa es la número dos con el segundo piso

A1	30
A2	40
A3	20

Criterio de Hurwics.

Proporciona los daos más altos y más bajos de cada alternativa

30	-10
40	-20
20	-5

Índice de optimismo para el caso más optimista: $A=70$; $(100-A)=30$.

$$V(A_1) = 0.70(30) + 0.30(-10) = 21 - 3 = 18$$

$$V(A_2) = 0.70(40) + 0.30(-20) = 28 - 6 = 22$$

$$V(A_3) = 0.70(20) + 0.30(-5) = 14 - 1.5 = 12.5$$

De Acuerdo a los resultados obtenidos por el método de Horwitz la mejor alternativa corresponde a la Alternativa 2 con el segundo piso.

Criterio de Laplace

Siendo el número de Estados de la naturaleza 3, las probabilidades de cada uno son 0.33 por lo que su valor esperado de cada alternativa se muestra enseguida:

$$VE(A_1) = 0.33(30) + 0.33(20) + 0.33(-10) = 13.2$$

$$VE(A_2) = 0.33(40) + 0.33(-20) + 0.33(-15) = 1.65$$

$$VE(A_3) = 0.33(20) + 0.33(10) + 0.33(-5) = 8.25$$

Bajo este criterio la alternativa 1 del paso a desnivel es la más adecuada.

Criterio de arrepentimiento de Savage

Se selecciona la mejor opción por estado de naturaleza

	E1	E2	E3
A1	\$30	\$20	-\$10
A2	\$40	\$-20	-\$15
A3	\$20	\$10	-\$5

Posteriormente se disminuyen los valores

	E1	E2	E3
A1	$40-30=10$	0	$-5-(-10)=5$
A2	0	$20-(-20)=40$	$-5-(-15)=10$
A3	$40-20=20$	$20-10=10$	0

Siendo el vector resultante el siguiente:

10
40
20

Estos resultados indican que bajo este criterio la alternativa número 2 correspondiente al segundo piso es la más adecuada.

3. Decisiones bajo condiciones de riesgo

Para este tipo de toma de decisiones existen varios criterios, sin embargo, el criterio universalmente reconocido es maximizar el valor esperado, siendo auxiliares todos los demás.

Asignaremos probabilidades para cada estado y considerando la historia al construir obras en México pocas veces se tiene una buena comunicación con la población.

	E1 (0.15)	E2 (0.60)	E3 (0.15)
A1	\$30	\$20	-\$10
A2	\$40	\$-20	-\$15
A3	\$20	\$10	-\$5

$$E(A_1) = 30(0.15) + 20(0.60) + (-10)(0.15) = 15$$

$$E(A_2) = 40(0.15) + (-20)(0.60) + (-15)(0.15) = -8.25$$

$$E(A_3) = 20(0.15) + 10(0.60) + (-5)(0.15) = 8.25$$

Bajo este criterio la alternativa 1 del paso a desnivel es la más conveniente.

Principio del más probable futuro.

En una decisión bajo riesgo, un estado de la naturaleza puede tener una probabilidad de ocurrencia considerablemente mayor a los otros estados, por lo cual se puede estimar conveniente eliminar a todos los demás estados de la naturaleza.

E2 (0.60)
\$20
\$-20
\$10

Bajo este criterio la alternativa del puente a desnivel es la más adecuada

Principio de nivel esperado

Muchas veces ocurre que se planea primero alcanzar un objetivo (ganancias) y entonces se utiliza este principio para modelarlo, en este caso lo fijaremos en 20 mp.

Para A1

$$P(\text{utilidad} \geq 20) = P(E1) + P(E2) = 0.15 + 0.60 = 0.75$$

Para A2

$$P(\text{utilidad} \geq 20) = P(E1) = 0.15$$

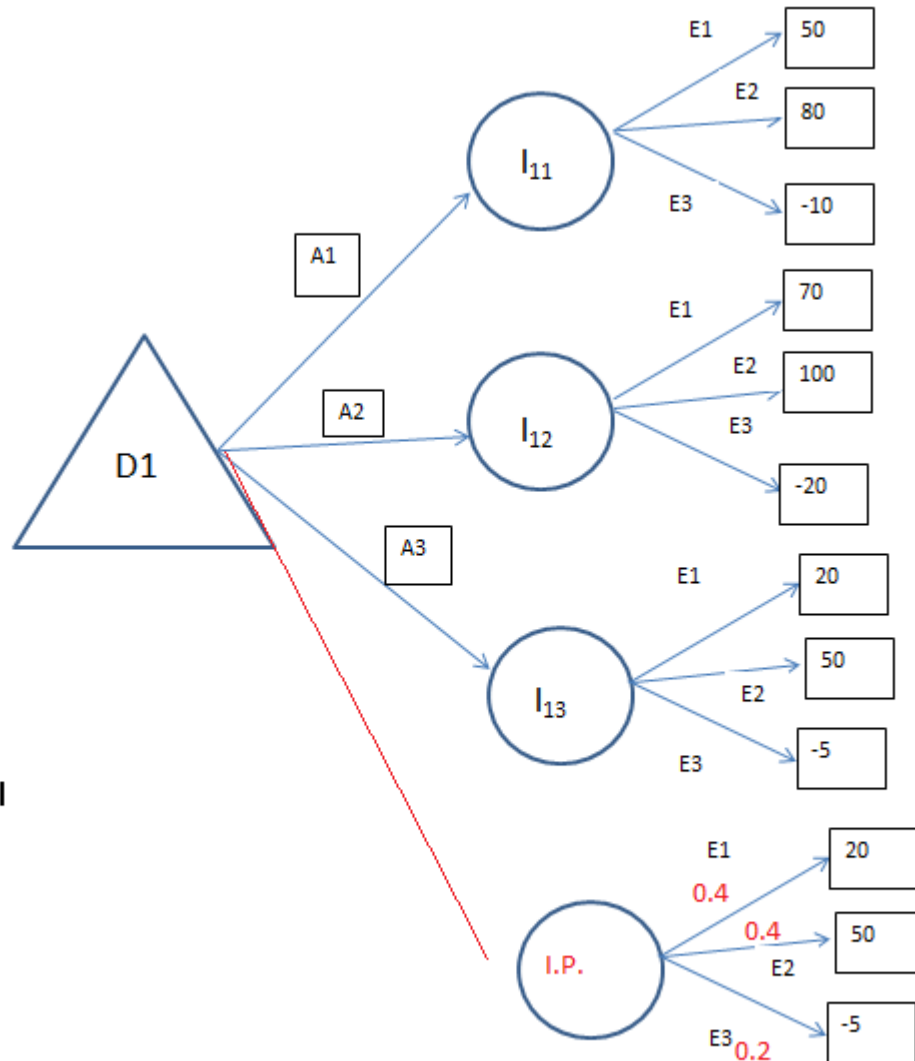
Para A3

$$P(\text{utilidad} \geq 20) = P(E1) = 0.20$$

Con este principio de nivel esperado la alternativa número 1 es la que tiene mayor probabilidad de lograr el objetivo planeado de obtener los 20 millones de ganancias al concluir la obra.

4. Valor de la Información en las Decisiones

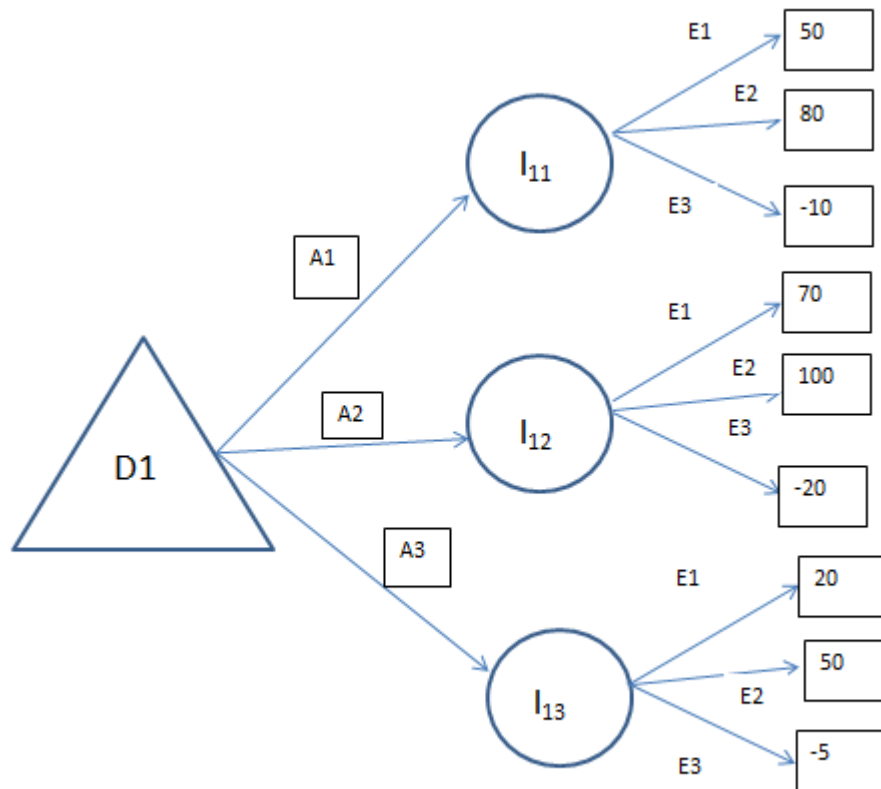
Con objeto de contar primero con una idea del valor más alto que podría pagarse por esa información adicional, es conveniente evaluar el problema de decisión bajo la suposición que una predicción perfecta o infalible, fuera hecha.



De esta hipotética información perfecta podremos obtener un valor esperado, que sería $E(I.P.) = 20(0.4) + 50(0.4) - 5(0.2) = 27$. Como ya sabemos que aun sin la información podemos aspirar a un valor esperado máximo, que en esta caso sería $E(A3) = 20(0.15) + 10(0.60) + (-5)(0.15) = 8.25$ El costo de la información perfecta queda definido como $C(I.P.) = VE(IP) - VE(A3)$

$$C(I.P.) = 27 - 8.25 = 18.75$$

5. Enfoque de la utilidad de las decisiones



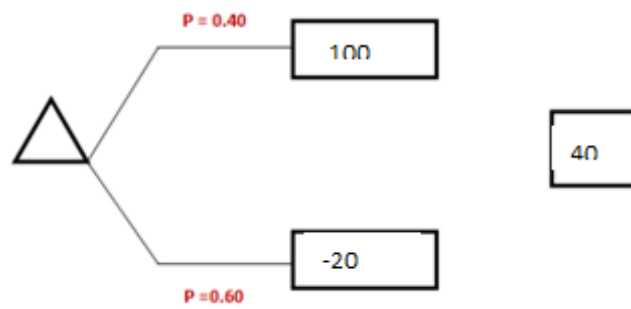
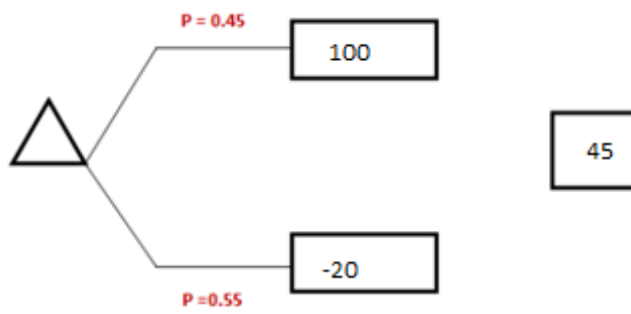
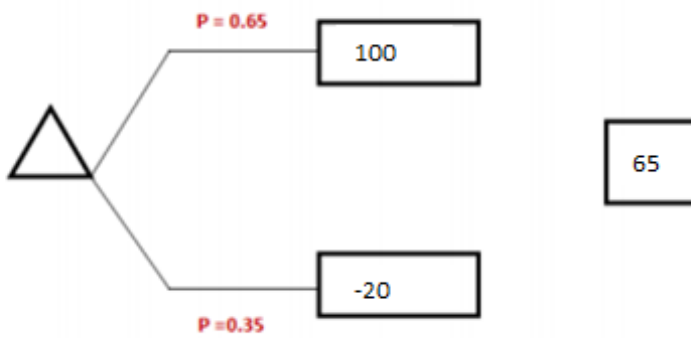
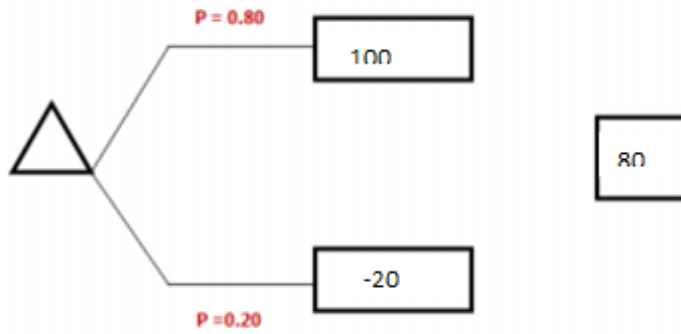
Resultados posibles

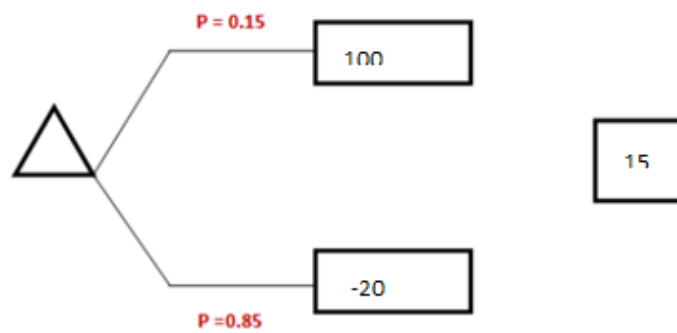
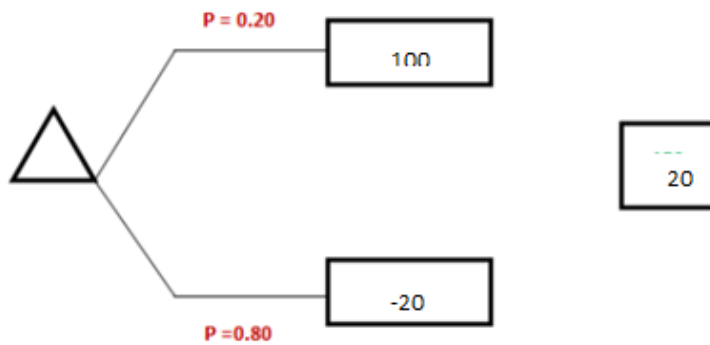
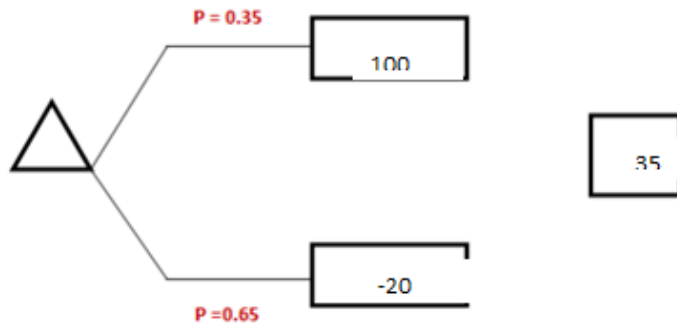
$X = \{100, 80, 70, 50, 50, 20, -5, -10, -20\}$

$U(100) = 1$

$U(-20) = 0$

Ahora asignaremos probabilidades.





$$U(85) = 0.80(1) + 0.20(0) = 0.80$$

$$U(65) = 0.65(1) + 0.35(0) = 0.65$$

$$U(45) = 0.45(1) + 0.55(0) = 0.45$$

$$U(40) = 0.40(1) + 0.60(0) = 0.40$$

$$U(35) = 0.35(1) + 0.65(0) = 0.35$$

$$U(20) = 0.20(1) + 0.80(0) = 0.20$$

$$U(15) = 0.15(1) + 0.85(0) = 0.15$$

Graficando

Bajo estas condiciones podemos concluir que la tercera alternativa es la más adecuada

6. Multiobjetivos

Generalmente se busca que una alternativa cubra varios objetivos de alguna manera, esos son los objetivos planteados para esta obra:

- X1 = Costo
- X2 = Fluidez vehicular
- X3 = Seguridad para los peatones

Se establece que los atributos sean preferencialmente independientes, cumpliendo de esta manera la independencia mutua de utilidades, por tanto la función $U(X_1, X_2, X_3)$ puede ser considerada como separada.

Utilizando la forma multiplicativa

$$U(X_1, X_2, X_3) = p_1^4 [1 + K k_i U_i(X_i)] - 1 / K$$

$$U(X_1^0, X_2^0, X_3^0, X_4^0) = 0$$

$$U(X_1^*, X_2^*, X_3^*, X_4^*) = 1$$

Podemos suponer las k_i

$$k_1 = 0.4$$

$$k_2 = 0.2$$

$$k_3 = 0.1$$

$$K = (1+0.4k) (1+0.2k) (1+0.1k) - 1$$

Proseguimos a realizar un proceso iterativo:

Para $K=1$

$$K = (1+0.4K) (1+0.2K) (1+0.1K) - 1$$

$$1=0.848$$

Para $K=0.8$

$$K = (1+0.4K) (1+0.2K) (1+0.1K) - 1$$

$$0.8=0.6536$$

Para $K=0.75$

$$K = (1+0.4K) (1+0.2K) (1+0.1K) - 1$$

$$0.75 = 0.6071$$

Para $K=0.5$

$$K = (1+0.4K) (1+0.2K) (1+0.1K) - 1$$

$$0.5=0.221$$

La función de utilidad se descompone de la siguiente manera:

$$U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.4U_1(X_1)][1+0.2U_2(X_2)][1+0.1U_3(X_3)] - [1/0.5]$$

Alternativa	X_1	X_2	X_3
A1	$U(80)=0.6$	$U(18)=0.3$	$U(0.8)=1$
A2	$U(100)=0.8$	$U(12)=0.6$	$U(0.9)=0.4$
A3	$U(50)=0$	$U(8)=0$	$U(0.7)=0$

Sustituyendo los valores en la función multilinear obtenida:

Alternativa 1

$$(0.5) * U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.4U_1(80)] [1+0.2U_2(100)] [1+0.1U_3(50)]$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.4(0.5)] [1+0.2(1)] [1+0.1(0)] [1/0.5]$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = 2.88$$

Alternativa 2

$$(0.5) * U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.4U_1(18)] [1+0.2U_2(12)] [1+0.1U_3(8)]$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.4(18)] [1+0.2(12)] [1+0.1(0)] [1/0.5]$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = 7.28$$

Alternativa 3

$$(0.5) * U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.4U_1(0.8)] [1+0.2U_2(0.9)] [1+0.1U_3(0.7)]$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.4(1)] [1+0.2(0.4)] [1+0.1(0)] [1/0.5]$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = 3.02$$

Dado este criterio la alternativa número dos es la mejor alternativa.

