

23-5-2016

Ingeniería de sistemas

Proyecto final:

Perforación de pozo de agua

Prof.: DR. JUAN ANTONIO DEL VALLE FLORES

Alumno: López López Juan Carlos

Grupo:



El Sistema de Aguas de la Ciudad de México desea perforar un pozo en la delegación Tlalpan para poder abastecer a las colonias aledañas. El proyecto tiene un adelanto considerable al haber definido ya el número de bombas y el diseño de las mismas para poder manejar un gasto de 60 [l/s] litros por segundo.

En tomas para abastecimiento urbano se requiere de un diseño especial de las estructuras. Se debe asegurar que la población pueda consumir el agua sin problemas para la salud, lo cual se logra mediante su tratamiento en planta potabilizadora. Estos factores son dinámicos, es decir, cambian con el tiempo existen y cambian dependiendo de las profundidades a las cuales es posible captar el agua de mejor calidad durante cierto periodo de tiempo. Para esto se emplean la toma selectiva, que son, tomas con dispositivos de entrada a varios niveles que permiten la captación a la profundidad más adecuada.

Debido al terreno donde se perforara, la calidad del agua tomada influye notoriamente en los costos de tratamiento ya que, son múltiples los factores por los cuales se puede ver afectada el agua como: el desarrollo de organismos en el embalse, 24 penetración de la luz en el agua, elementos químicos presentes en el agua, minerales disueltos, fluctuaciones del nivel del agua, profundidad de extracción, etc.

Tomando en cuenta la posible calidad del agua, la prioridad para el ingeniero a cargo es el definir y tomar la mejor elección del material del que debe estar hecha la tubería por donde circulara el gasto sustraído del pozo.

Dependiendo de la composición química del agua el material podría perdurar por un tiempo prolongado sin la necesidad de recibir desgaste, corrosión y fracturas. Con la intención de tomar la mejor decisión el Ingeniero encargado de la obra mando a realizar diversos estudios del agua del subsuelo para **escoger el material que genere (como prioridad) el menor costo** para los 10 km de tubería que se instalara a lo largo de la red desde la extracción, hasta la planta potabilizadora, pero **como segunda prioridad se debe optimizar la durabilidad de la tubería**, por último se debe considerar que dependiendo del material **la realización de esta obra hidráulica durara más o menos tiempo.**

Después de los estudios realizados se obtuvo la siguiente información que le fue presentada en tablas al ingeniero.

Material	Costo (Millones de pesos)	Aplicación optima
<i>Monel</i>	1.5	En aguas con alto cloruro de sodio combinado con oxígeno disuelto
<i>Acero inoxidable</i>	1.3	En aguas que contengan sulfuro de hidrógeno, bióxido de carbono y bacteria ferrosa. Excelente resistencia.
<i>Everdur</i>	1.4	Alta dureza total. En aguas con alto cloruro de sodio y contenido de hierro. Extremadamente resistente a los tratamientos con ácido

Tomando en consideración estos datos se sabe también que si se utiliza la aplicación optima de cada tubería, los costos serían los de la tabla anterior para cada una de las tuberías, sin embargo, el utilizar la tubería equivocada supondrá un aumento en el costo de las mismas debido al mantenimiento que se les tendrá que dar para soportar la composición del agua que se obtendrá.

Entonces, las suposiciones son las siguientes: **a1**: tubería de Monel, **a2**: tubería de Acero inoxidable, **a3**: tubería de everdur. **A**: *aguas con alto cloruro de sodio*, **B**: *aguas con sulfato de hidrogeno* y **C**: *aguas con alta dureza total*.

- Si elige a1 puede ser que tenga un costo de 1.5, 1.7 o 1.6 dependiendo si sucede el evento A, B, o C.
- Si sucede a2, dichos costos pueden ser 1.4, 1.3, 1.5, también dependiendo de la ocurrencia del evento y
- si sucede a3, los costos seria 1.7, 1.6, 1.4

	A	B	C
<i>a1</i>	1.5	1.7	1.6
<i>a2</i>	1.4	1.3	1.8
<i>a3</i>	1.7	1.6	1.4

Criterio maximin.

Los valores mínimos se señalan con rojo, siendo el máximo de estos 1.5 que apunta a la alternativa a3.

	A	B	C
a1	1.5	1.7	1.6
a2	1.4	1.3	1.8
a3	1.7	1.6	1.4

Criterio maximax

Los mayores valores se marcan con rojo y de estos el mayor, 1.7, apunta hacia la alternativa a1.

	A	B	C
a1	1.5	1.7	1.6
a2	1.4	1.3	1.8
a3	1.7	1.6	1.4

Criterio de Hurwicz

Se eligen los mejores y peores valores para cada alternativa,

	A	B	C
a1	1.5	1.7	1.6
a2	1.4	1.3	1.8
a3	1.7	1.6	1.4

Sea $\beta = 0.85$ entonces:

$$V(a1) = 0.85 (1.7) + 0.25(1.5) = 1.445 + 0.375 = 1.82$$

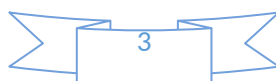
$$V(a2) = 0.85(1.8) + 0.25(1.3) = 1.53 + 0.325 = 1.855$$

$$V(a3) = 0.85(1.7) + 0.25(1.4) = 1.445 + 0.35 = 1.795$$

Con este criterio la alternativa a elegir es la **a3**, que es el costo mas bajo en millones de pesos

Criterio de Laplace:

Siendo el número de Estados de la naturaleza 3, las probabilidades de cada uno son 0.33...33, por lo que su valor esperado de cada alternativa Son:



$$VE(a_1) = 0.33(1.5) + 0.33(1.7) + 0.33(1.6) = 1.495 + 0.561 + 0.528 = 1.584$$

$$VE(a_2) = 0.33(1.4) + 0.33(1.3) + 0.33(1.8) = 0.462 + 0.429 + 0.594 = 1.485$$

$$VE(a_3) = 0.33(1.7) + 0.33(1.6) + 0.33(1.4) = 0.561 + 0.528 + 0.462 = 1.551$$

La alternativa **a2** sería la elegida con este criterio.

Criterio de Arrepentimiento de Savage:

La matriz de arrepentimiento se formara eligiendo los mejores valores de cada estado de la naturaleza

	A	B	C
a1	1.5	1.7	1.6
a2	1.4	1.3	1.8
a3	1.7	1.6	1.4

Los valores serán disminuidos por cada valor del elemento

	A	B	C
a1	1.5-1.5	1.3-1.7	1.4-1.6
a2	1.5-1.4	1.3-1.3	1.4-1.8
a3	1.5-1.7	1.3-1.6	1.4-1.4

Al final la matriz de arrepentimiento quedaría de la siguiente manera:

	A	B	C
a1	0	-0.4	0.2
a2	0.1	0	0.4
a3	-0.2	0.3	0

El vector de arrepentimientos máximos es $[0.2, 0.4, 0.3]^T$, siendo el valor mínimo aquel que apunta a la alternativa **a1**, la cual resulta seleccionada como la mejor.

Criterios de decisión.

Hasta este momento aún no se tiene con claridad cuál debe ser el material de la tubería por lo que se utilizara otro método para obtener una solución a este problema bajo riesgo

Maximización o minimización del valor esperado y varianza.

Para obtener la varianza mínima como un criterio de decisión secundario; el argumento para este criterio de decisión es que a mayor varianza mayor riesgo. Los valores esperados para cada una de las alternativas del ejemplo son los siguientes:

	P(A)=0.1	P(B)=0.3	P(C)=0.4
a1	1.5	1.7	1.6
a2	1.4	1.3	1.8
a3	1.7	1.6	1.4

$$E(a_1) = 1.5(0.10) + 1.7(0.30) + 1.6(0.40) = 1.3$$

$$E(A_2) = 1.4(0.10) + 1.3(0.30) + 1.8(0.40) = 1.25$$

$$E(A_3) = 1.7(0.10) + 1.6(0.30) + 1.4(0.40) = 1.21$$

Teniendo la alternativa **a3** un valor esperado menor, sería la alternativa a seleccionar, ya que se desea minimizar el gasto.

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 y considerar el problema como determinístico, bajo certeza.

En este caso de estudio el estado de la naturaleza es el caso por lo que la matriz quedara de la siguiente manera:

P(C)=0

.4

1.6
1.8
1.4

Principio del nivel esperado.

La interpretación de esta filosofía en términos de una decisión bajo riesgo es seleccionar una alternativa que maximice la probabilidad de alcanzar al menos el nivel de aspiración fijado.



Como en esta obra hidráulica lo que se desea es minimizar el costo, el gasto a realizar en la tubería debe ser menor o igual a 1.8 millones de pesos por lo que la relación es la siguiente.

Para

a₁

$$P(\text{gasto} \leq 1.8) = P(A) + P(B) + P(C) = 0.1 + 0.30 + 0.40 = 0.8$$

Para

a₂

$$P(\text{utilidad} \leq 1.8) = P(A) + P(C) = 0.10 + 0.40 = 0.50$$

Para

a₃

$$P(\text{utilidad} \leq 1.8) = P(A) + P(C) = 0.10 + 0.40 = 0.50$$

De acuerdo a este principio se elige la alternativa a₁, por ser la que, con mayor probabilidad, asegura alcanzar al menos un gasto de 1.8 millones de pesos.

EL ENFOQUE DE LA UTILIDAD EN LAS DECISIONES

Concepto de Equivalente Bajo Certeza.

Volviendo a nuestro problema y recordando los costos iniciales obtenidos en la siguientes tabla en millones de pesos.

	A(gasto)	B(gasto)	C(gasto)
a ₁	1.5	1.7	1.6
a ₂	1.4	1.3	1.8
a ₃	1.7	1.6	1.4

El conjunto de resultados posibles en orden de preferencia es:

$$X = \{ 1.3, 1.4, 1.4, 1.5, 1.6, 1.6, 1.7, 1.7 \}$$

El mejor resultado es $X^* = 1.3$ El peor resultado es $X^o = 1.7$

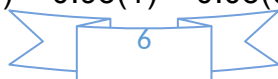
Aplicando el método cuestionando probabilidades:

$$u(1.3) = 1.0 \quad u(1.7) = 0.0$$

Para $X_i = 1.4$ se debe encontrar un valor de P tal que haya las dos ramas del siguiente árbol equivalentes:

Entrevistando al Gerente General del El Sistema de Aguas de la Ciudad de México:

Nos dice que $P = 0.95$, entonces $u(1.4) = 0.95(1) + 0.05(0)$



Por lo tanto :

$$u(1.4) = 0.95$$

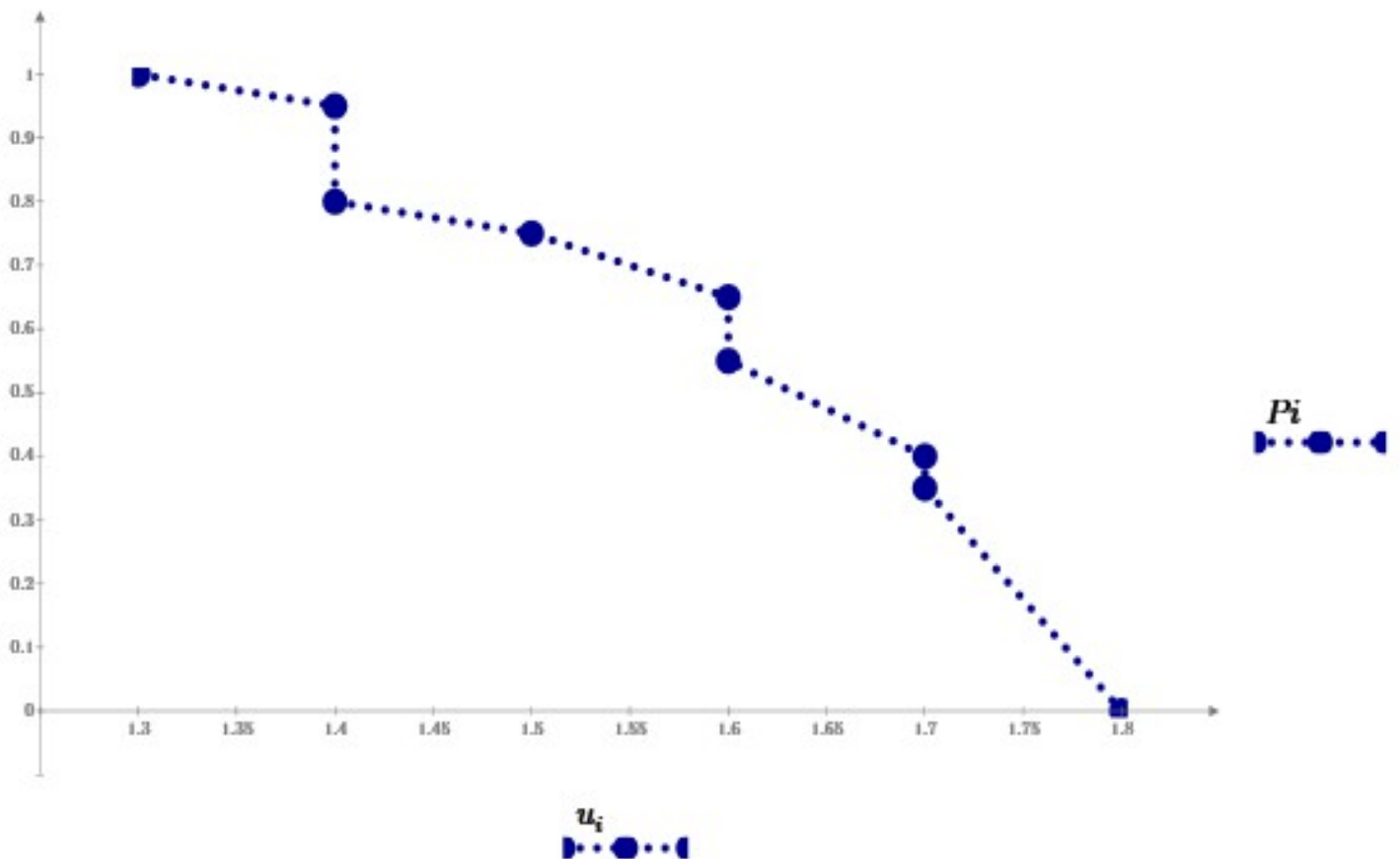
El procedimiento se repite para $X_i = 1.4, 1.5, 1.6, 1.6, 1.7, 1.7$ y se obtienen las siguientes cantidades:

$$u(1.4) = 0.80 \quad u(1.5) = 0.75 \quad u(1.6) = 0.65$$

Este conjunto de valores es la función utilidad del Gerente General de El Sistema de Aguas de la Ciudad de México

$$u(1.6) = 0.55 \quad u(1.7) = 0.40 \quad u(1.7) = 0.35$$

Graficando Tenemos:



MULTIOBJETIVOS.

Hasta ahora, la prioridad del proceso de análisis para determinar la mejor opción ha sido para **escoger el material que genere el menor costo** para los 10 km de tubería que se instalara a lo largo de la red desde la extracción, hasta la planta potabilizadora, sin embargo llegado a este punto, se tiene que hacer un análisis más completo y considerar los otros dos objetivos que son: optimizar



la durabilidad de la tubería, y que la realización de esta obra hidráulica dure el menor tiempo posible.

Si definimos estos tres objetivos por medio de variables para poder operar con ellos quedaría de la siguiente forma:

- X1=Menor costo
- X2= Durabilidad de la tubería
- X3= Tiempo de realización de la obra

Independencia Multiplicativa

Consultando al Gerente General del El Sistema de Aguas de la Ciudad de México las $U_i(X_i)$ han sido obtenidas de las gráficas que contienen las funciones de utilidad para cada objetivo, entonces:

$$k_1 = 0.3 ; k_2 = 0.2 ; k_3 = 0.1$$

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

$$K = (1+0.3K) (1+0.2K) (1+0.1K) - 1$$

Colocando los objetivos Las medidas de cumplimiento se dan en la siguiente tabla:

Material	X1*1	X2*2	X3*3
Monel	u(1.5) = 1	u(25) = 0.3	U(12) = 1
Acero inoxidable	u(1.3) = 0.2	u(19) = 0.7	u(14) = 0.65
Everdur	u(1.4) = 0.5	u(21) = 1	u(16) = 0.4

*1.- Millones de pesos; *2.- Años; *3.- Meses

A continuación obtendremos la medida de cumplimiento de cada alternativa, sustituyendo los valores en la función multilínea:

Material 1.

$$(1.5) U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.45U_1(1.5)][1+0.3U_2(25)][1+0.15U_3(12)]$$

$$(1.5) U(X_1, X_2, X_3) = [1+0.45(1)]+[1+0.3(.3)]+[1+0.15(1)] =$$

$$U(X_1, X_2, X_3) = 3.6/1.5 = 2.406$$

Material 2.

$$(1.5) U(X_1, X_2, X_3, X_4) = [1+0.45U_1(1.3)][1+0.3U_2(19)][1+0.15U_3(14)]$$

$$(1.5) U(X_1, X_2, X_3, X_4) = [1+0.45(0.2)][1+0.3(0.7)][1+0.15(0.65)]$$

$$U(X_1, X_2, X_3, X_4) = 3.2/1.5 = 2.14$$

Material 3.

$$(1.5) U(X_1, X_2, X_3, X_4) = [1+0.45U_1(1.4)][1+0.3U_2(21)][1+0.15U_3(16)]$$

$$(1.5) U(X_1, X_2, X_3, X_4) = [1+0.45(0.5)][1+0.3(1)][1+0.15(0.4)]$$

$$U(X_1, X_2, X_3, X_4) = 3.31/1.5 = 2.2$$

La mejor alternativa es la 1, Monel

CONCLUSIONES:

Después del estudio realizado se determinó que el material más idóneo para este proyecto es que la tubería de 10 km que se instalara a lo largo de la red desde la extracción, hasta la planta potabilizadora ya que nos proporciona el menor costo y también cumple de manera correcta los dos objetivos restantes que son, la durabilidad y el tiempo del proyecto, ESTA ES LA MEJOR ALTERNATIVA POSIBLE.