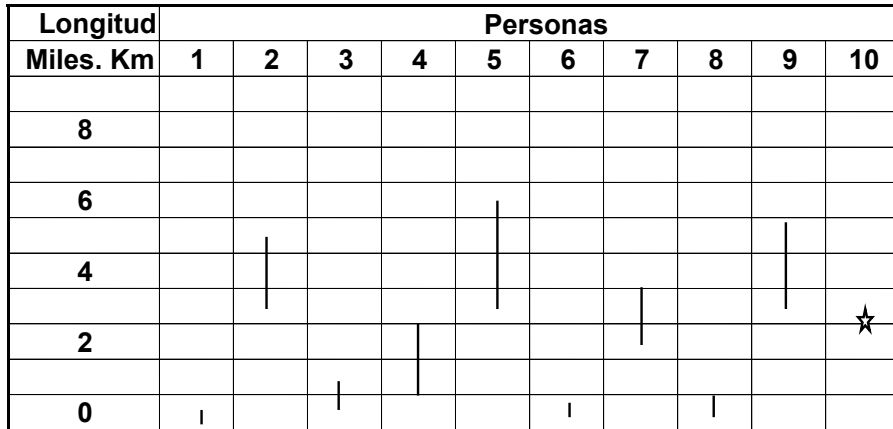
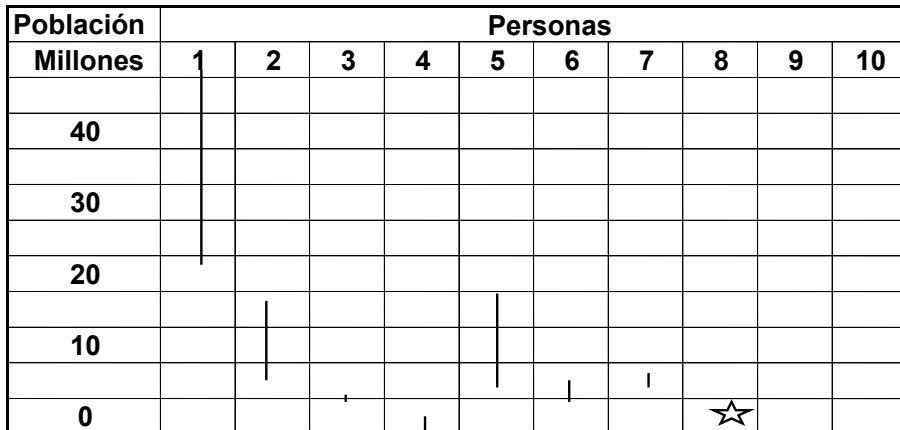


Experimento de Longitud de Rios



Experimento de Población



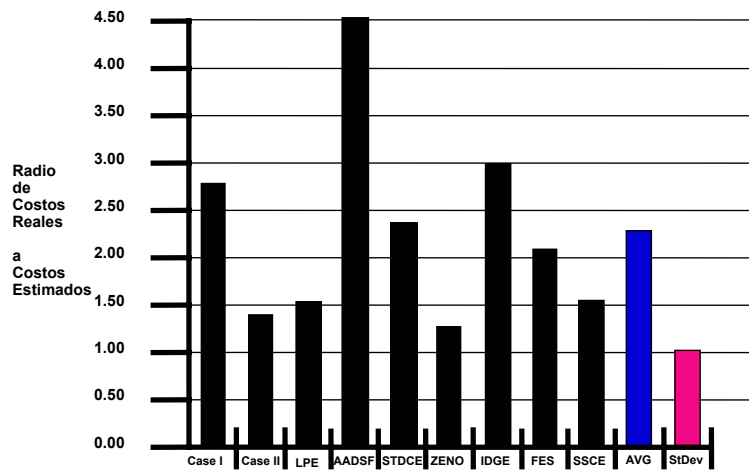
Reconocimiento de Incertidumbre y Complejidad

- **Incertidumbre: Rango Amplio de Futuros**
 - La prediccion es “siempre errada”
 - ◆ “riesgos” es decir, las cosas malas que pueden suceder
 - ◆ “oportunidades” es decir, la otra cara de la distribucion, las cosas buenas que pueden suceder
- **Complejidad: Amplio Rango de Opciones**
 - El número de opciones es Enorme
 - ◆ Soluciones “puras” para solamente 1 o 2% de las posibilidades
 - ◆ La mayoría de las posibilidades son “híbridas”, que combinan elementos de soluciones “puras”
 - ◆ Las opciones “Híbridas” proporcionan la mayor flexibilidad

Reconocimiento de la Incertidumbre

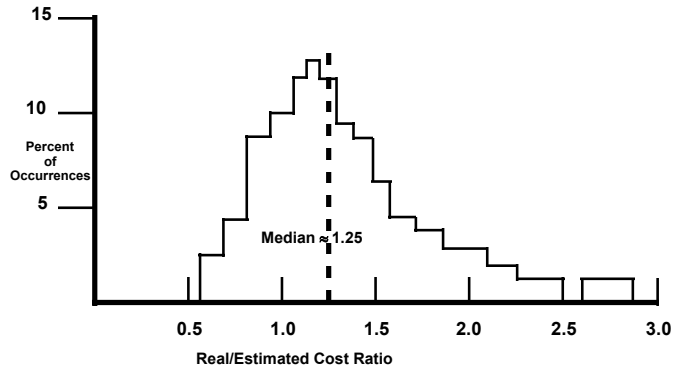
- El típico error
 - Buscar el pronóstico correcto
- No obstante: el pronóstico es "siempre errado"
 - Lo que de verdad ocurre está bastante lejos, en prácticamente todos los casos, de lo que está pronosticado
 - Ejemplos: costos, demandas, recaudos y producción
- Necesidad de empezar con una distribución de posibles resultados para cualquier elección o decisión

Experiencia de Crecimiento de Costos Proyectos de Microgravedad de la NASA



Proporción de Costos Reales

Expresados en dólares constantes, a costos estimados de proyectos rutinarios en aeropuertos

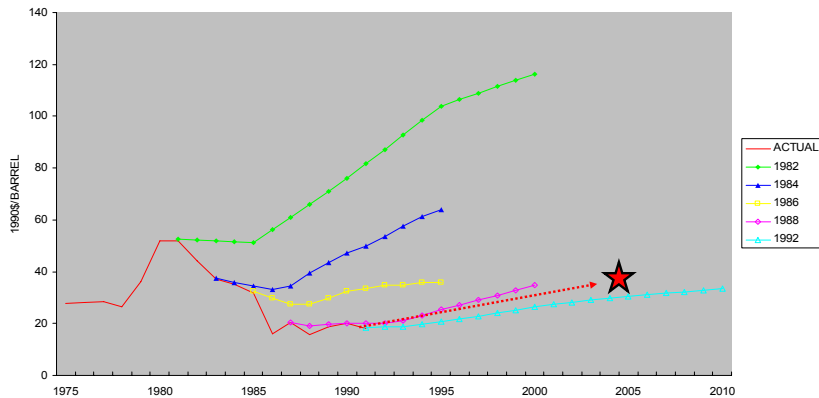


Engineering Systems Analysis for Design
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville ©
Recognition of Uncertainty

Slide 7 of 25

Pronosticos del precio DOE del Petroleo



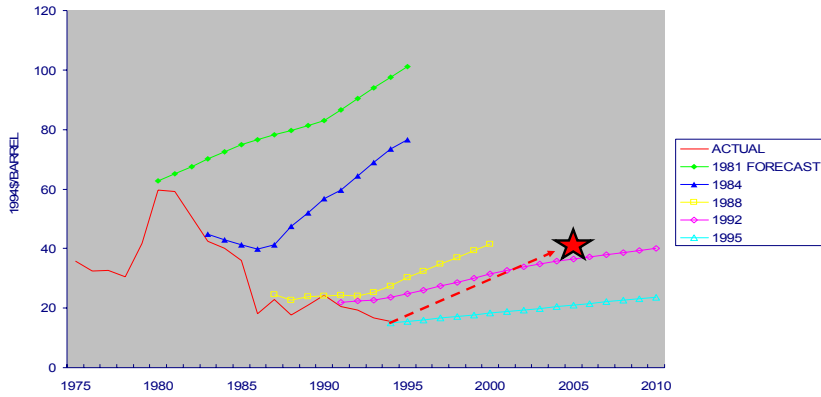
Fuente: M. Lynch, MIT

Engineering Systems Analysis for Design
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville ©
Recognition of Uncertainty

Slide 8 of 25

Pronosticos del Precio DOE del Petroleo



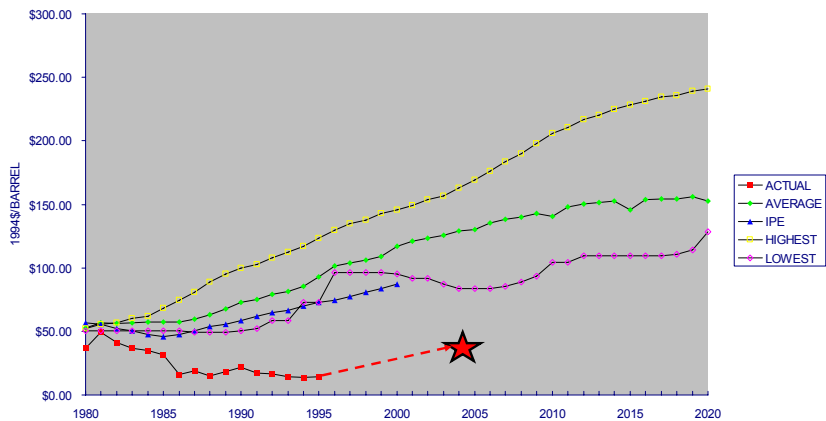
Fuente: M. Lynch, MIT

Engineering Systems Analysis for Design
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville ©
Recognition of Uncertainty

Slide 9 of 25

Pronosticos del Precio EMF6 del Petroleo



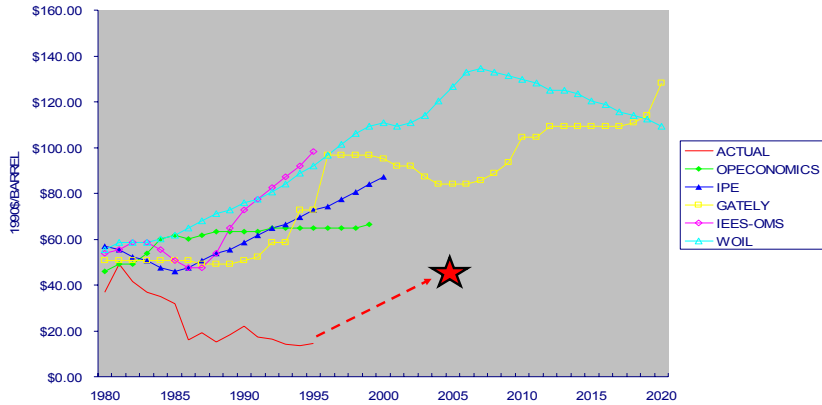
Fuente: M. Lynch, MIT

Engineering Systems Analysis for Design
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville ©
Recognition of Uncertainty

Slide 10 of 25

Pronosticos del Precio EMF6 del Petroleo (bajo)



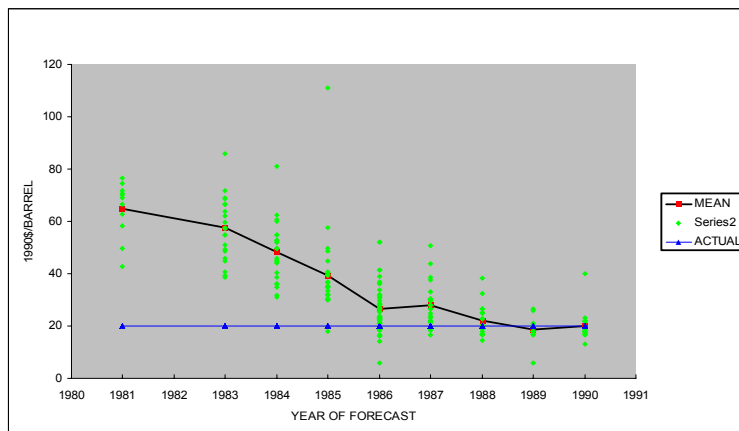
Fuente: M. Lynch, MIT

Engineering Systems Analysis for Design
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville ©
Recognition of Uncertainty

Slide 11 of 25

Pronosticos del Precio del Petroleo para 1990



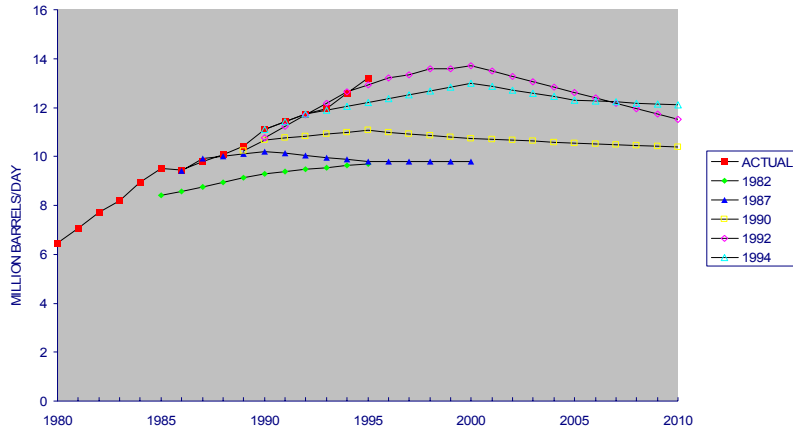
Fuente: M. Lynch, MIT -- Encuesta IEW

Engineering Systems Analysis for Design
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville ©
Recognition of Uncertainty

Slide 12 of 25

Pronósticos DOE Producción No-OPEC LDC



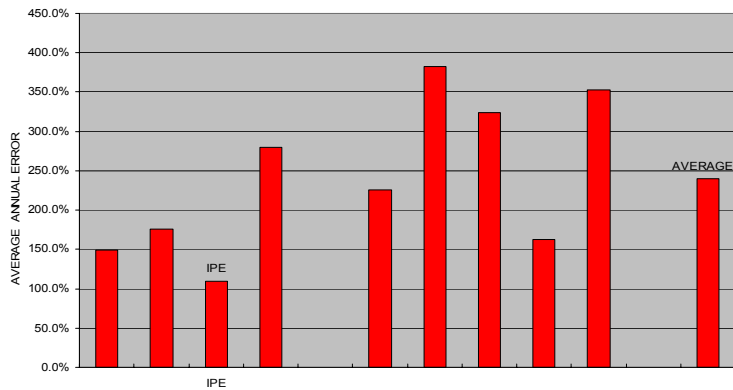
Fuente: M. Lynch, MIT

Engineering Systems Analysis for Design
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville ©
Recognition of Uncertainty

Slide 13 of 25

Error en el Pronóstico de Recaudo OPEC EMF6 1980 - 1995



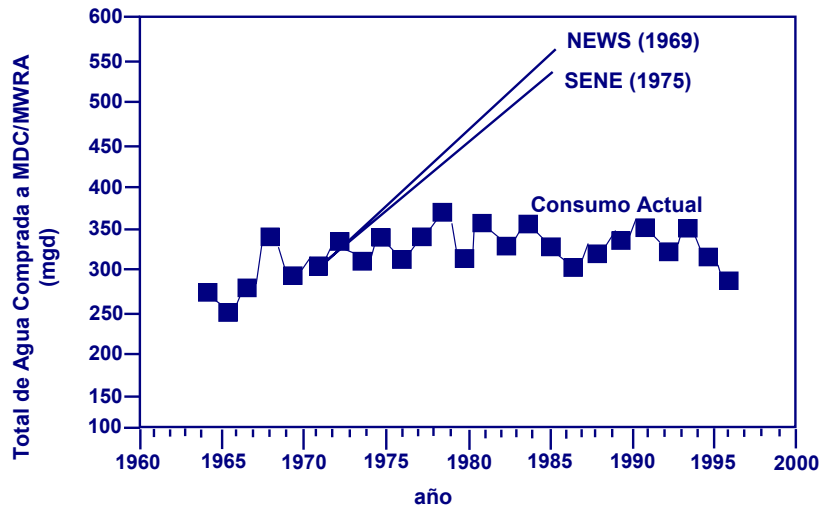
Fuente: M. Lynch, MIT

Engineering Systems Analysis for Design
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville ©
Recognition of Uncertainty

Slide 14 of 25

Pronósticos del Uso de Agua en Boston (Miembros de MWRA)

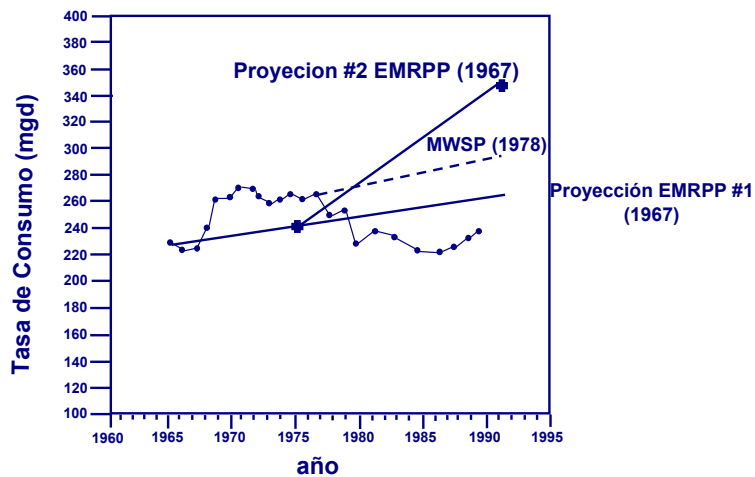


Engineering Systems Analysis for Design
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville ©
Recognition of Uncertainty

Slide 15 of 25

Pronosticos de Uso de Agua en Boston (Area de Servicio MWRA)



Engineering Systems Analysis for Design
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville ©
Recognition of Uncertainty

Slide 16 of 25

Por Que no podemos predecir bien: Sorpresas!

- Sorpresas
 - Todos los pronosticos son extensiones del pasado
 - Tendencias pasadas siempre interrumpidas por sorpresas, por discontinuidades:
 - ◆ Grandes cambios políticos
 - ◆ “Booms” y recepciones económicas
 - ◆ Nuevas alianzas industriales y carteles
- Los detalles exactos de estas sorpresas no se pueden anticipar, pero es seguro que las sorpresas existiran!
- Ejemplo: Planta de Planta de Perdigon Quincy MWRA
 - “When the s... Hit the fan!”

Por que no podemos predecir bien: Ambigüedad

- Ambigüedad
 - Los análisis pueden mirar diversos rangos de record historico
 - Además, de todo conjunto de datos historicos puede haber muchas extrapolaciones posibles
 - ◆ Diferentes explicaciones (variables independientes)
 - ◆ Diferentes maneras de explicación (ecuaciones)
 - ◆ Diferentes periodos examinados
 - Muchas de estas extrapolaciones serán “buenas” en la medida en que satisfagan exámenes estadísticos usuales
 - No obstante estas extrapolaciones arrojaran pronosticos muy diferentes!

Consecuencias de la Incertidumbre

- **El Problema Resultante: Planes Errados**
 - **Tamaño incorrecto de planta o facilidad**
 - ◆ **Planta de tratamiento de agua de Boston**
 - ◆ **Aeropuerto de Denver**
 - **Tipo incorrecto de Facilidad**
 - ◆ **Aunque el “pronostico” pueda ser “alcanzado”...**
 - ◆ **Los componentes que conforman el pronostico no son suficientemente anticipados, por lo cual requieren**
 - ◆ **Facilidades u operaciones muy diferentes a las anticipadas**

Analogia del Espejo Retrovisor

- **Depender de los pronosticos es como conducir mirando en el espejo retrovisor**
- **Son satisfactorios por un tiempo, mientras las tendencias continuen, pero pronto alguna se sale del curso.**

Rango de Opciones -- Vision Limitada

- **El Error Comun**

- Concepto Polarizado
- Opciones definidas estrechamente al rededor de ideas simples en un camino continuo de desarrollo

- **Aeropuerto de Ciudad de Mexico: Uno nuevo y mas grande Si o No?**
 - ♦ **Que tipo de aeropuerto? Internacional? Domesticco? Militar? De Aviacion General? Alguna Combinacion?**
- **Conformidad con las Leyes: como esta escrita? Si o No?**
 - ♦ **Experiencia de Planeacion para Vehiculos Electricos para Los Angeles, California**

Rango de Opciones -- Vision Correcta

- **La Vision Correcta**

- Todas las posibilidades deben ser consideradas
- El numero de posibles desarrollos, considerando todas las maneras que pueden combinar elementos de diseño, es muy amplio

- **La regla general para locaciones, bodegas**

- Tamaños posibles, S
- Locaciones posibles, L
- Periodos de tiempo posibles, T
- Numero de combinaciones: {S exponente L} exponente T

- **Ejemplo Practico: Aeropuerto de Ciudad de Mexico**

- Vision polarizada: "Texcoco" de "Zumpango"
- Todas las combinaciones: $\{2 \exp 4\} \exp 3 = 4000+ !!!$

Problema de la vision limitada de posibilidades

- Ceguera ante "98%" de posibles planes de acción
 - ◆ Estas son las posibilidades "combinadas" (o "híbridas") que combinan diferentes tendencias
 - ◆ Los diseños "combinacion" permiten mayor flexibilidad -- porque combinan diferentes tendencias
- Ceguera ante múltiples desarrollos posibles
 - ◆ Aquellos que permiten una variedad de futuros
 - ◆ Porque no se cierran a futuras decisiones
- Inhabilidad para adaptar riesgos y oportunidades
- Pérdidas significativas u oportunidades perdidas

Rango Real De posibilidades

- Ejemplo Práctico: Aeropuerto de Ciudad de Mexico
 - La mayoría de los desarrollos posibles son combinaciones de operaciones en 2 sitios (en lugar de solo 1)
 - El desarrollo simultaneo en dos sitios permite que la mezcla y el nivel de las operaciones sean variados a traves del tiempo
 - El desarrollo puede, entonces, seguir los muchos posibles patrones de desarrollo que puedan presentarse
 - Hay, entonces, gran flexibilidad
 - Tambien habilidad para actuar economicamente y eficientemente
- Accion Recomendada
 - Adquirir los derechos de Zumpango (esto es una "opcion")
 - Esperar hasta el proximo periodo Presidencial de seis años
 - Entonces decidir el proximo paso

Para recordar de la presentación

- **El pronostico es “siempre errado”**
 - ◆ **Y no hay escapatoria de esto:**
 - ◆ **... Analisis basados en demasiadas suposiciones**
 - ◆ **... y hay sorpresas inevitables**

- **Hay muchas opciones de diseño mas alla de las obvias**
 - ◆ **...Usualmente combinan características diferentes**
 - ◆ **...que habilitan desarrollos futuros diferentes**
 - ◆ **... y son, entonces, mas flexibles**