

INVESTIGACION OPERATIVA

Clase 1: INTRODUCCION

Por: Ing. VENTURA SALDAÑA WILDER DAVID

IO



INVESTIGACION OPERATIVA

- Como su nombre lo dice, la investigación de operaciones significa "hacer investigación sobre las operaciones". Entonces, la investigación de operaciones se aplica a problemas que se refieren a la conducción y coordinación de operaciones (o actividades) dentro de una organización

INVESTIGACION OPERATIVA

La Investigación de Operaciones (IO) o Investigación Operativa es una rama de las matemáticas que **hace uso de modelos matemáticos y algoritmos con el objetivo de ser usado como apoyo a la toma de decisiones**. Se busca que las soluciones obtenidas sean **significativamente más eficientes** (en tiempo, recursos, beneficios, costos, etc) en comparación a aquellas decisiones tomadas en forma intuitiva o sin el apoyo de una herramienta para la toma de decisiones.

La Investigación de Operaciones o Investigación Operativa hace uso de métodos cuantitativos como herramienta de apoyo para el proceso de toma de decisiones. En cualquier ámbito de la actividad humana se deben tomar decisiones de distinta índole y la forma en cómo éstas se toman, se pueden basar en una perspectiva cualitativa o cuantitativa.

En el ambiente actual donde la complejidad de los problemas es creciente, **debido a un ambiente más globalizado y competitivo, la Investigación de Operaciones ha permitido abordar de forma eficiente modelos que responden a distintas problemáticas, superando** ampliamente los procedimientos cualitativos

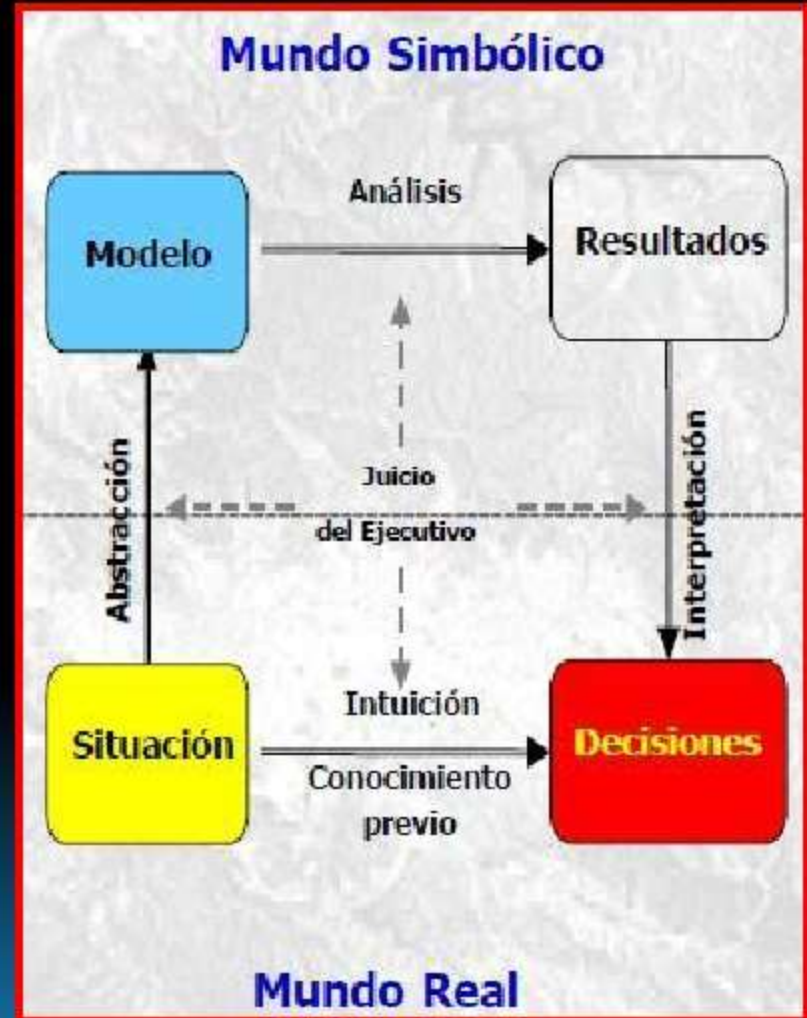
ORIGEN Y RELACIONES

La Investigación de Operaciones o Investigación Operativa es una disciplina donde las primeras actividades formales se dieron en Inglaterra en la Segunda Guerra Mundial, cuando se encarga a un grupo de científicos ingleses el diseño de herramientas cuantitativas para el apoyo a la toma de decisiones acerca de la mejor utilización de materiales bélicos. Se presume que el nombre de Investigación de Operaciones fue dado aparentemente porque el equipo de científicos estaba llevando a cabo la actividad de Investigar Operaciones (militares)

Una de las áreas principales de la Investigación de Operaciones es la Optimización o Programación Matemática. **La Optimización se relaciona con problemas de minimizar o maximizar una función (objetivo) de una o varias variables, cuyos valores usualmente están restringidos por ecuaciones y/o desigualdades.**

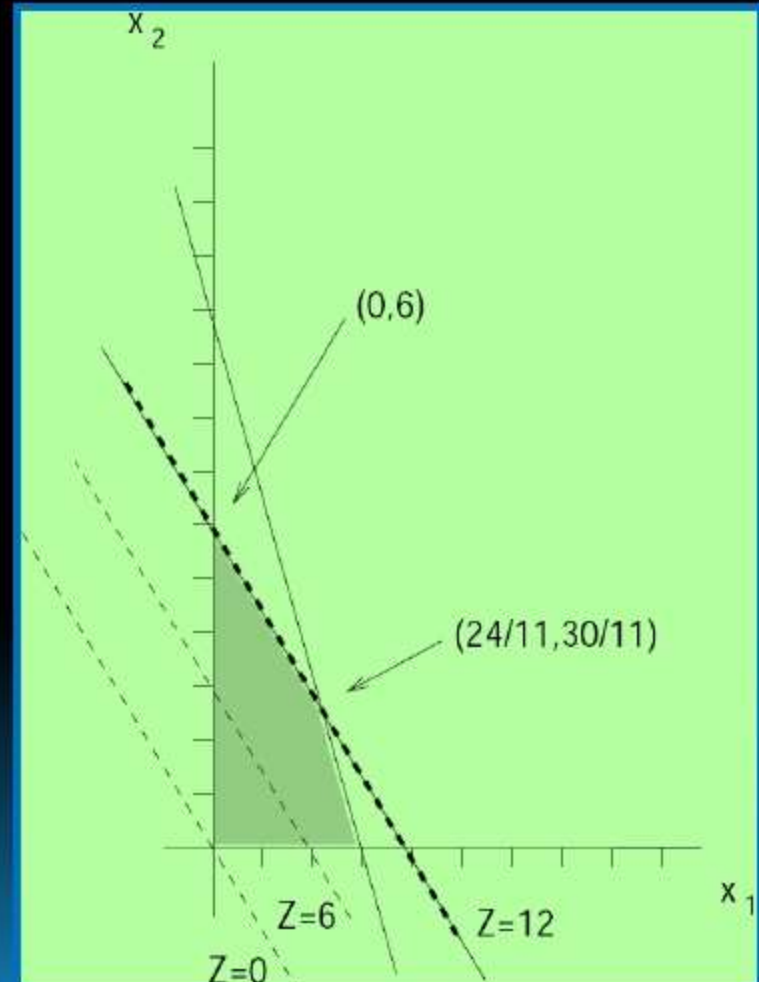
INVESTIGACION OPERATIVA

Hoy en día el uso de modelos de optimización es cada vez más frecuente en la toma de decisiones. Este mayor uso se explica, principalmente, por un mejor conocimiento de estas metodología en las diferentes disciplinas, la creciente complejidad de los problemas que se desea resolver, la mayor disponibilidad de software y el desarrollo de nuevos y mejores algoritmos de solución.



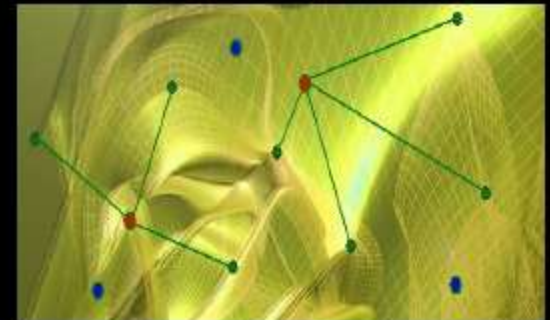
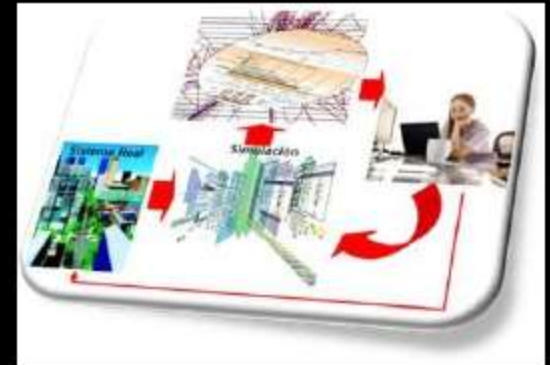
INVESTIGACION OPERATIVA

Un modelo de Investigación de Operaciones **requiere necesariamente de una abstracción de la realidad, (SIMULACION)** además de identificar los factores dominantes que determinan el comportamiento del sistema en estudio. En este sentido, un modelo es una representación idealizada de una situación real o un objeto concreto.



INVESTIGACION OPERATIVA :SIMULACION

Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema.



APLICACION

La investigación de operaciones se ha aplicado de manera extensa en áreas tan diversas como la INGENIERIA –producción, manufactura, el transporte, la constitución, las telecomunicaciones, la planeación financiera, el cuidado de la salud, la milicia y los servicios públicos, por nombrar sólo unas cuantas. Así, la gama de aplicaciones es extraordinariamente amplia.

Las aplicaciones de la Investigación de Operaciones crecen rápidamente, principalmente por un mejor conocimiento de esta metodología en las diferentes disciplinas, la creciente complejidad de los problemas que se desean resolver, la mayor disponibilidad de software (incluso software de juegos,

APLICACIONES

Optimización de las operaciones de producción para cumplir metas con un costo mínimo

Optimización del corte de árboles en productos de madera para maximizar su producción

Programación de turnos de trabajo en oficinas de reservaciones y aeropuertos para cumplir con las necesidades del cliente a un costo mínimo

Optimización del diseño de una red nacional de transporte y la programación de rutas de envío

Programación óptima de empleados para proporcionar el servicio a clientes deseado con un costo mínimo

ETC. ETC.

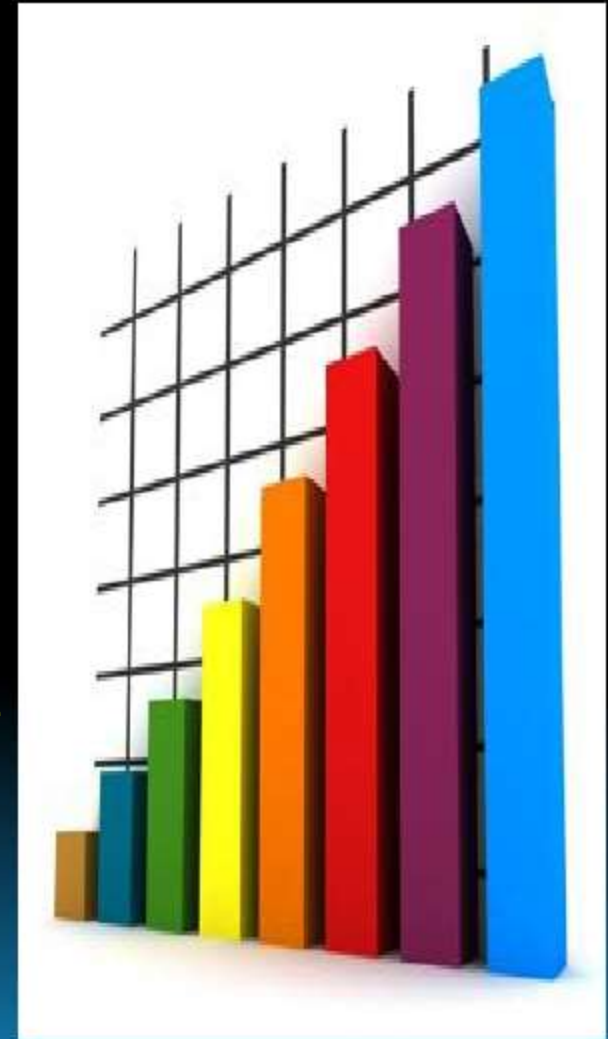


PRINCIPIO DE APLICACIÓN

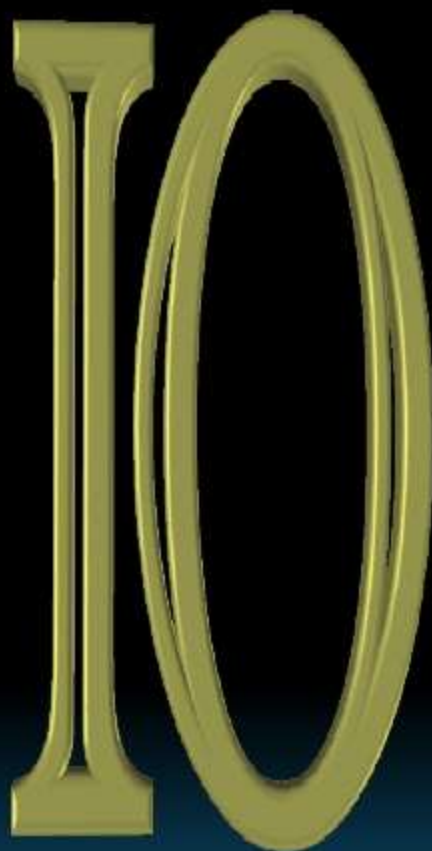
La parte de investigación en el nombre significa que la investigación de operaciones usa un enfoque similar a la manera en que se lleva a cabo la investigación en los campos científicos establecidos. En gran medida, **se usa la ciencia para investigar el problema en cuestión.** (De hecho, en ocasiones se usa el término ciencias de la administración como sinónimo de investigación de operaciones.) En particular, el proceso comienza por la observación cuidadosa y la formulación del problema incluyendo la recolección de los datos pertinentes

Arte y ciencia de la investigación de operaciones

- **CIENCIA.**- Como técnica para la solución de problemas la investigación de operaciones debe visualizarse bajo el aspecto de la ciencia en ofrecer técnicas y algoritmos matemáticos que nos sirvan para resolver problemas de decisión adecuados.
- **ARTE.**-La Investigación de Operaciones es un arte debido a que el éxito que se alcanza en todas las fases antes y después a la solución de un modelo matemático depende de la creatividad y habilidad de los analistas o personas encargadas de tomar las decisiones.



ETAPAS EN LA INVESTIGACION DE OPERACIONES



INVESTIGACION OPERATIVA

Clase 2 :TOMA DE DECISIONES

IO



IO INVESTIGACION OPERATIVA

Clase 2 : TOMA DE DECISIONES

Por: Ing. Jesús Estupiñán Nicho

CAPITULO II

1.-TOMA DE DECISIONES EN LA INVESTIGACION DE OPERACIONES

La Investigación de Operaciones es Investigación Operativa, es una rama de las Matemáticas consistente en el uso de modelos matemáticos: estadística y algoritmos con objeto de realizar un proceso de toma de decisiones. Frecuentemente, trata el estudio de complejos sistemas reales, con la finalidad de mejorar (u optimizar) el funcionamiento del mismo. La investigación de operaciones permite el análisis de la toma de decisiones teniendo en cuenta la escasez de recursos, para determinar cómo se pueden maximizar o minimizar los recursos.

Por lo tanto la obtención de los datos para la construcción del modelo la validación de este y la implantación de la solución obtenida depende de la habilidad del equipo de investigación de operaciones para establecer líneas de comunicación óptimas con las fuentes de información y también con los individuos responsables de implantar las soluciones recomendadas.

La Investigación de operaciones busca determinar el mejor curso de acción (**optimo**) de un problema de decisión cuando los recursos son limitados.

Este término muy a menudo está asociado casi en exclusiva con la aplicación de técnicas matemáticas para representar por medio de un modelo y analizar problemas de decisión.

Aunque las matemáticas y modelos matemáticos son como una base de la investigación de operaciones **la labor consiste más en resolver un problema que en construir y resolver modelos matemáticos.**

Específicamente los problemas de decisión suelen incluir importantes **factores intangibles** que no se pueden traducir directamente en términos de **modelo matemático**.

El principal entre estos factores es la presencia del elemento humano en casi todos y cada uno de los entornos de decisiones.

Existen situaciones de decisión donde el efecto de la conducta humana ha ejercido tanta influencia en el problema de decisión que la solución obtenida a partir del modelo matemático se considera **impracticable**.

IO

EJEMPLO:

“ EL PROBLEMA
DEL ELEVADOR ”

“Utilizando la teoría de las líneas de esperase encontró que las quejas de los inquilinos de un edificio de oficinas eran injustas. Al estudiar el sistema a fondo se descubrió que las quejas de los inquilinos eran mas bien un caso de hastío ya que en realidad el tiempo de espera efectivo era reducido, se propuso una solución con la cual se instalaron espejos a todo lo largo de las paredes a las entradas de los elevadores.

Las quejas desaparecieron porque se mantenía ocupados a la usuarios mirándose y viendo otras personas en los espejos mientras esperaban el servicio del elevador”

Este ejemplo nos muestra la importancia de visualizar el aspecto matemático de la Investigación de Operaciones en el contexto más amplio de un proceso de toma de decisiones cuyos elementos no se pueden representar en su totalidad a través de un modelo matemático.



MODELO DE DECISIONSIMPLE

Un modelo de decisión debe ser considerado como un vehículo para resumir un problema de decisión en forma tal que haga posible la identificación y evaluación sistemática de todas las alternativas de decisión del problema después se llega a una decisión seleccionando la alternativa que se juzgue sea la mejor entre todas las opciones disponibles.



**Un ejemplo simple pero instructivo
para demostrar la función de un
modelo es :**

**“ El gerente de un departamento de producción debe
decidir si adquiere una maquina automática o bien
una semiautomática”**

**Las dos maquinas producen una parte especifica en
lote, el costo fijo inicial por lote y el costo de
producción unitario variable, son:**





	COSTO S/ x 1000	COSTO S/ x 1000
	SEMIAUTOMATICA	AUTOMATICA
COSTO FIJO INICIAL POR LOTE	20.0	50.0
COSTO VARIABLE UNITARIO	0.6	0.4

PARA FORMALIZAR LA SITUACIÓN COMO UN MODO DE DECISIÓN DEBEMOS :

***IDENTIFICAR LAS ALTERNATIVAS DE DECISIÓN**

***DISEÑAR UN CRITERIO PARA EVALUAR EL
“VALOR” DE CADA ALTERNATIVA.**

***UTILIZAR EL CRITERIO GENERADO COMO BASE
PARA SELECCIONAR LA MEJOR DE LAS
ALTERNATIVAS DISPONIBLES.**



PLANTEAMIENTO:

EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA NOS DICE QUE HAY DOS ALTERNATIVAS:

- * COMPRAR UNA MAQUINA AUTOMÁTICA
- * COMPRAR UNA MAQUINA SEMIAUTOMÁTICA

LA EVALUACIÓN DE ESTAS DOS ALTERNATIVAS PUEDE BASARSE ADECUADAMENTE EN EL COSTO DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA QUE CONSTA DE UN COSTO FIJO INICIAL Y UN COSTO DE PRODUCCIÓN VARIABLE

OBJETIVO: SELECCIONAR LA ALTERNATIVA CON EL COSTO MAS BAJO.

PARA FORMALIZAR EL CRITERIO DEL COSTO SEA X LA QUE REPRESENTA EL NUMERO DE UNIDADES QUE SE PRODUCIRÁN EN UN LOTE (ES DECIR ANTES DE QUE SE EFECTUÉ UN NUEVO INICIO DE PRODUCCIÓN)

POR TANTO LA FUNCIÓN DE COSTO SE CONVIERTE EN:

$\text{COSTO DE PRODUCCIÓN POR LOTE} = \text{COSTO FIJO INICIAL} + (\text{COSTO UNITARIO VARIABLE}) \times X$

$CP = 50 + 0.4 X$ PARA LA MAQUINA AUTOMÁTICA

$CP = 20 + 0.6 X$ PARA LA MAQUINA SEMIAUTOMÁTICA

PODEMOS EXPRESAR AHORA EL MODELO DE DECISIÓN COMPLETO

SELECCIONAR UNA DE LA ALTERNATIVAS:

**COMPRAR UNA MAQUINA AUTOMÁTICA O
COMPRAR UNA MAQUINA SEMIAUTOMÁTICA**

**LA ALTERNATIVA ESCOGIDA “ DEBE GENERAR EL MENOR
COSTO DE PRODUCCIÓN POR LOTE”**



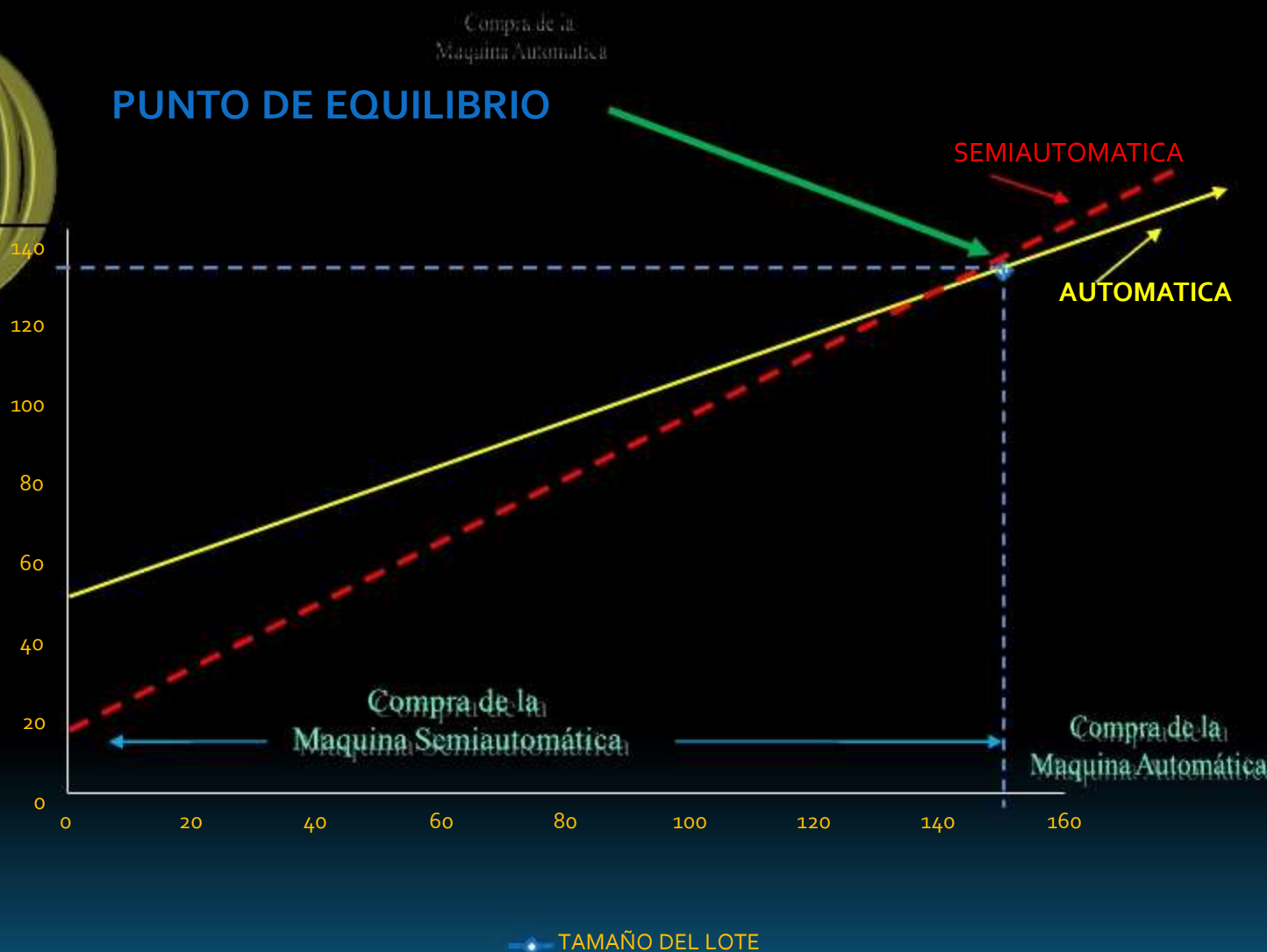
ffffff

10

C
O
S
T
O

P
R
O
D
U
C
C
I
O
N

PUNTO DE EQUILIBRIO



T O M A D E D E C I S I O N

EL PASO QUE SIGUE DESPUÉS DE LA ELABORACIÓN DEL MODELO ES EL DE OBTENER LA SOLUCIÓN; ÓSEA TOMAR UNA DECISIÓN; PODEMOS LOGRAR ESTO MEDIANTE EL USO DE UNA GRAFICA DE EQUILIBRIO.

SEA **X** EL EJE QUE REPRESENTA EL TAMAÑO DEL LOTE Y DEFÍNASE EL EJE **Y** PARA QUE REPRESENTA EL COSTO DE PRODUCCION.

LAS FUNCIONES DE COSTO ASOCIADAS SE TRAZAN DESPUÉS COMO LÍNEAS RECTAS.

LAS DOS ALTERNATIVAS CUESTAN EXACTAMENTE LA MISMA CANTIDAD EN $X = 150$ UNIDADES.

PARA TAMAÑOS DE LOTE MENORES QUE 150 UNIDADES LA MAQUINA SEMIAUTOMÁTICA ES MAS ECONÓMICA.

SUCEDE LO CONTRARIO CON LOTES MAYORES QUE 150 UNIDADES.

POR CONSIGUIENTE UNA SOLUCIÓN GENERAL BASADO EN EL MODELO ES:

COMPRAR LA MAQUINA SEMIAUTOMÁTICA SI EL TAMAÑO DEL LOTE ES MENOR QUE 150 UNIDADES.

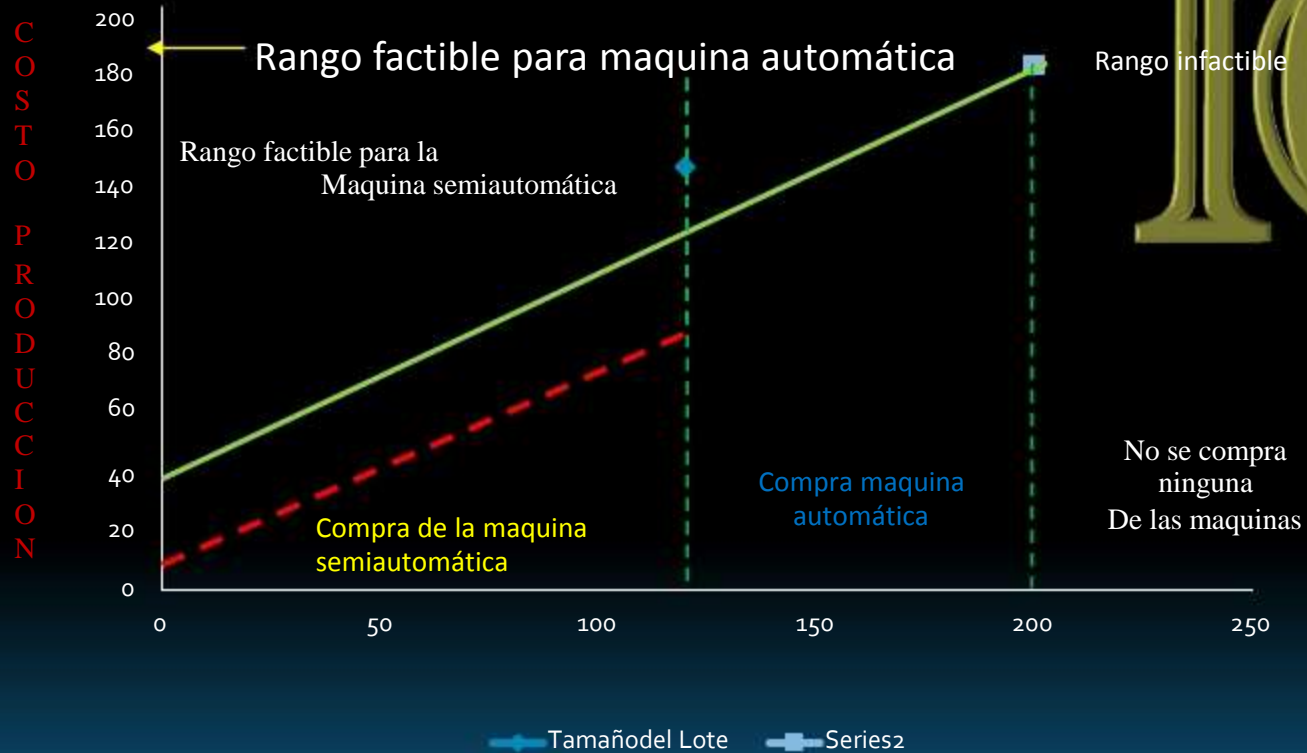
COMPRAR LA MAQUINA AUTOMÁTICA SI EL TAMAÑO DEL LOTE ES MAYOR QUE 150 UNIDADES.

COMPRAR UNA U OTRA MAQUINA SI EL TAMAÑO DEL LOTE ES IGUAL A 150 UNIDADES.

- En la solución simplemente se supone que ambas maquinas producen partes a la misma velocidad de manera que los tamaños de lote correspondientes a un periodo de producción dado son necesariamente iguales.
 - Supóngase que en realidad la velocidad de producción por hora de la maquina automática y semiautomática son de 25 y 15 unidades respectivamente.
 - Supóngase además que la fábrica trabaja sobre una base de un solo turno diario de ocho horas.
 - Las partes producidas se utilizan en una operación de montaje en cualquier parte de la fábrica a la tasa diaria de 100 unidades.
- Sin embargo una posible expansión a futuro puede elevar la demanda a 150 unidades .
- La nueva información nos da restricciones que no se preveeron en el modelo.

Como la fabrica trabaja sobre una base de un solo turno de ocho horas, el tamaño de lote máximo para las maquinas automáticas y semiautomáticas esta limitado a :

200 (25 x 8) y 120 (15 x 8) respectivamente.



10

OBSÉRVESE EL EFECTO DE LA RESTRICCIÓN DEL TURNO ÚNICO DE OCHO HORAS.

SI EL TAMAÑO DE LOTE NO EXCEDE 120 UNIDADES; EL PROBLEMA DE DECISIÓN TIENE DOS ALTERNATIVAS DE LAS CUALES LA MAQUINA SEMIAUTOMÁTICA ES LA MEJOR ELECCIÓN.

POR OTRA PARA TAMAÑOS DE LOTES ENTRE 120 Y 200 UNIDADES LA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ES UNA ALTERNATIVA INFECTIBLE LO QUE DEJA A LA MÁQUINA AUTOMÁTICA COMO LA ÚNICA OPCIÓN FACTIBLE.

PARA TAMAÑOS DE LOTE DE MÁS DE 200 UNIDADES AMBAS ALTERNATIVAS SON INFECTIBLE.

DEFINICIONES -

- *MODELO MATEMATICO
- *MODELO SIMULACION
- *COSTO DE PRODUCCION
- *COSTO FIJO INICIAL POR LOTE
- *COSTO UNITARIO VARIABLE
- *LOTE
- *TASA O INDICE DE PRODUCCION
- *TASA O INDICE DE CONSUMIDOR
- *OFERTA
- *DEMANDA
- *FACTOR INTANGIBLE
- *ITERACIONES
- *HEURISTICO
- *FUNCION OBJETIVO
- *RESTRICCIONES
- *VARIABLES
- *VALIDACION DE MODELO
- *IMPLANTACION DEL MODELO

10



INVESTIGACION OPERATIVA

Clase 3: TIPOS DE MODELOS

IO



TIPOS DE MODELO DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

el proceso de toma de decisiones en IO consiste en construcción de un **modelo de decisión** y después en encontrar su solución con el fin de terminar la decisión óptima.

IO



El **modelo** se define como una **función objetivo** y **restricciones** que se expresan en términos de las **variables** (alternativas) de decisión del problema

TIPOS DE MODELO DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

- Considerando; la solución exacta que se proporciona para la primera gráfica (fig. 1) en el problema de selección de la máquina puede ser inservible en la práctica debido a que no toma en consideración la realidad de la situación que impone la limitación de un solo turno de ocho horas sobre la operación de la fabrica.

Aunque una situación real puede implicar un número sustancial de variables y restricciones, generalmente solo una pequeña fracción de estas variables y restricciones domina verdaderamente el comportamiento real

En esencia podemos considerar todo el sistema en un sentido general desde el punto de vista del productor y del consumidor



TIPOS DE MODELO DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

- Podemos apreciar que la parte del productor se puede expresar en términos de la **tasa ó índice de producción** en tanto que la parte del consumidor puede expresarme por medio de una **tasa ó índice de consumidor**.

- Aunque no es posible presentar reglas fijas acerca de la **forma** en que se construye un modelo quizá resulte práctico presentar ideas acerca de posibles tipos de modelos, sus estructuras generales y sus características.



TIPOS DE MODELO DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

• Los métodos de solución suelen idearse para aprovechar las estructuras especiales de los modelos resultantes; como tales la amplia variedad de modelos asociados con sistemas reales existentes, da origen a un número correspondiente de técnicas de solución, de ahí que se utilizan nombres como, **programación lineal, entera dinámica y no lineal** que representan **algoritmos** para resolver casos especiales de modelos de IO.

• En la mayoría se supone que la función objetivo y las restricciones del modelo se pueden expresar en forma cuantitativa ó matemática como **funciones** de las variables de decisión; decimos que tratamos de un **modelo matemático**.

• Pero en la representación por modelos matemáticos **un número apreciable de situaciones reales siguen estando fuera del alcance de las técnicas matemáticas** de que se dispone en el presente.

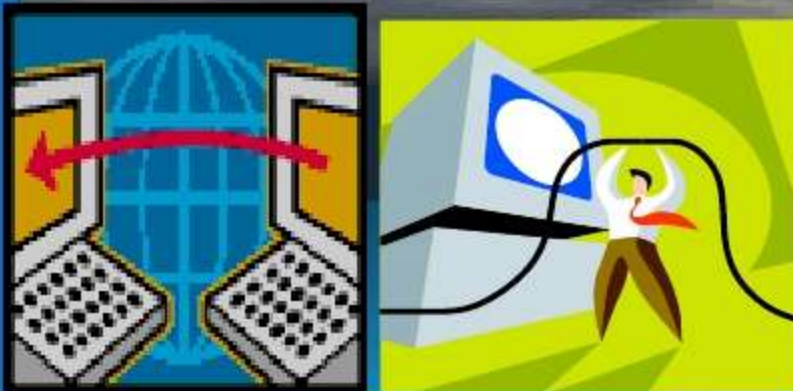


• Un enfoque diferente a la representación por medio de modelos de sistemas (complejos) consiste en utilizar **el modelo de simulación**

• Los modelos de simulación difieren de los matemáticos en que las relaciones entre la entrada y la salida no se indican en forma explícita.

• En cambio un modelo de simulación divide el sistema representado en modelos básicos ó elementales que después se enlazan entre sí vía relaciones lógicas bien definidas

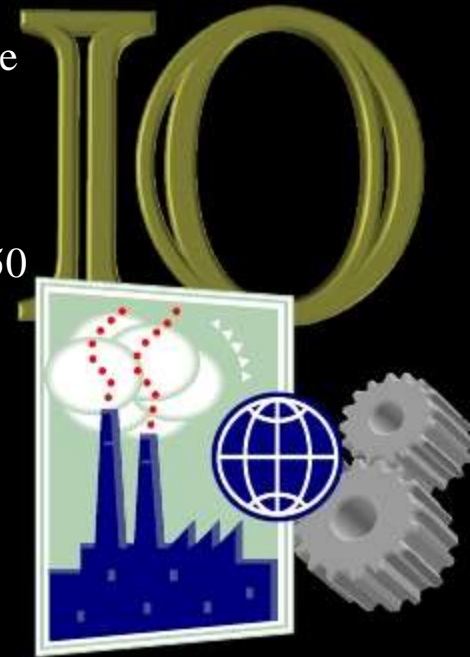
(**forma : sí / entonces**)



MODELO MATEMATICO

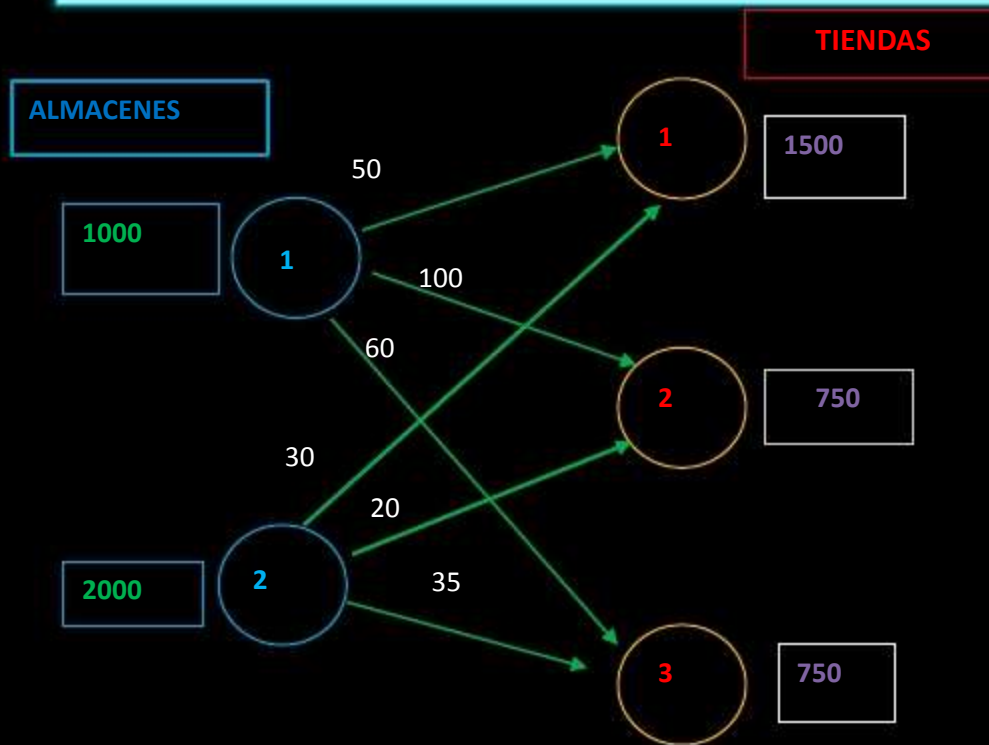
- Farmes coop. Tiene dos almacenes ó bodegas centrales que abastecen de semilla de maíz a tres tiendas regionales para ser distribuida a agricultores.
- El suministro mensual disponible en las dos bodegas se estima de 1000 a 2000 sacos de semilla de maíz.
- La demanda en las tres tiendas regionales se estima en 1500; 750 y 750 sacos respectivamente.
- El costo por saco para transportar la semilla de las bodegas a las tiendas es según tabla.

ALMACEN	TIENDAS		
	1	2	3
1	50	100	60
2	30	20	35



- La meta de coop. Consiste en satisfacer la demanda mensual en las tres tiendas regionales al menor costo de transportación posible.
- Para facilitar el proceso de representación por modelos vamos a considerar el problema en forma gráfica como se muestra en la figura.

MODELO MATEMATICO



IO

•¿Cuales son las variables (alternativas) de decisión del problema?

- La figura ilustra que los **almacenes 1 y 2** pueden distribuir 1000 y 2000 sacos de semillas en tanto las **tiendas 1, 2,3** tienen las demandas respectivas de 1500, 750 y 750 sacos.
- Las líneas que unen los puntos de oferta y demanda representan las posibles rutas de transporte.
- El costo de transporte unitario (por saco) se señala en cada ruta.
- Por ejemplo el número de sacos que deben transportarse del almacén 1 a la tienda 2 puede ser de 0 a 750 sacos.
- Si aplicamos el mismo razonamiento a todas las rutas descubriremos que el número total de posibilidades que deben considerarse para obtener la solución es en realidad demasiado grande.
- Esa es la razón por la cual se necesita un modelo que pueda expresar el problema de decisión en una forma que haga posible una determinación sistemática de los valores óptimos de las variables de decisión.
- El modelo, según se dijo antes incluye un objetivo y un conjunto de restricciones.
- En este caso el objetivo es directo, es decir **la minimización** de los costos de transportación

MODELO MATEMATICO

¿Que hay de las restricciones?

- Observemos que debido a que el suministro total de $1000 + 2000 = 3000$ sacos es igual a la demanda total de $1500 + 750 + 750 = 3000$, entonces cada almacén enviará su oferta exacta a alguna ó todas las tiendas.
- En forma simultánea, cada tienda recibirá su demanda exacta de uno ó ambos almacenes. Por lo tanto nuestro modelo busca determinar las cantidades que se transportarán en cada ruta, para:

“minimizar el costo total de transporte en todas las rutas sujeto a:

Cantidad enviada de un almacén = **su oferta**

Cantidad recibida por una tienda = **su demanda**

- Ahora presentaremos el **modelo en la forma elemental**.
 - Definiremos las variables de decisión como $X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{21}, X_{22}, X_{23}$, para representar las cantidades de sacos de semilla que se enviarán al almacén 1 a la tienda 1, del almacén 1 a la tienda 2, etc.
- Todo el modelo se resume en la siguiente tabla (2)



ALMACEN	TIENDA			OFERTA
	1	2	3	
1	50 X_{11}	100 X_{12}	60 X_{13}	1000
2	30 X_{21}	20 X_{22}	35 X_{23}	2000
	1500	750	750	
	DEMANDA			

- En la tabla 2 cada celda representa una ruta con una variable de decisión:
- Por lo tanto, la celda (1,1) representa a X_{11} es decir a la cantidad de sacos que se enviará del almacén 1 a la tienda 1.
- La esquina superior de la derecha de cada celda registra el costo de transporte unitario.
- Las cantidades de la oferta se presentan a la derecha de cada renglón.
- Y las cantidades de la demanda se muestran en la parte inferior de cada columna.

MODELO MATEMATICO

•Ahora las funciones matemáticas del modelo pueden expresarse en forma más sencilla; **el objetivo es el de minimizar el costo de transporte total** expresado como:

- “**La suma de las variables de decisión multiplicado por el costo unitario**”.
- Las restricciones se reducen al decir que la suma de las variables de cada renglón debe ser igual a la oferta asociada (exactamente) y la suma de las variables de cada columna debe ser igual a la demanda asociada.
- Toda esta información se puede traducir ahora en un modelo matemático “**auténtico**” en la forma siguiente:

Minimizar $W : 50X_{11} + 100X_{12} + 60X_{13} + 30X_{21} + 20X_{22} + 35X_{23}$

Sujeto a:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} = 1000 \text{ (oferta de almacén 1)}$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} = 2000 \text{ (oferta de almacén 2)}$$

$$X_{11} + X_{21} = 1500 \text{ (demanda de la tienda 1)}$$

$$X_{12} + X_{22} = 750 \text{ (demanda de la tienda 2)}$$

$$X_{13} + X_{23} = 750 \text{ (demanda de la tienda 3)}$$

Esta es la formación matemática del problema, el siguiente paso es obtener la solución.