



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y DE NEGOCIOS

ESCUELA PROFESIONAL DE ADMINISTRACIÓN

EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PREDICCIÓN EMPRESARIAL II

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO EN ADMINISTRACIÓN**

PRESENTADO POR:

DIEGO JEAMPIERE DÁVILA PAREDES

IQUITOS, PERÚ

2020



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y DE NEGOCIOS
FACEN

“COMITÉ CENTRAL DE GRADOS Y TÍTULOS”



**ACTA DE EXAMEN ORAL - VIRTUAL DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
ACTUALIZACIÓN ACADÉMICA N°020-CCGyT-FACEN-UNAP-2020**

En la ciudad de Iquitos, a los 27 días del mes de agosto del 2020, a horas 04:00 p.m. se ha constituido en la Plataforma Zoom, el jurado designado mediante Resolución Decanal N°0581-2020-FACEN-UNAP, integrado por el Lic. Adm. HUGO HENRY RUIZ VÁSQUEZ, Mg. (Presidente), LIC. ADM. HUGO ORBE BARDALES, Mg. (Miembro) y Lic. Adm. OMAR ALAIN SALDAÑA ACOSTA (Miembro), para proceder al acto del Examen Oral de Suficiencia Profesional - Actualización Académica del Bachiller en Ciencias Administrativas DIEGO JEAMPIERE DAVILA PAREDES, tendiente a optar el Título Profesional de LICENCIADO EN ADMINISTRACIÓN.

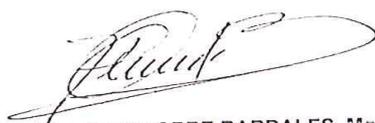
De acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos y sustentado en la Ley N°30220, el jurado procedió al examen oral virtual sobre la Tema: "PREDICCIÓN EMPRESARIAL II".

El acto académico virtual fue aperturado por el Presidente del Jurado, dándose lectura a la resolución que fija la realización del examen oral.

De inmediato procedió a invitar al examinado a realizar una breve exposición sobre el tema del examen y posteriormente a los señores del jurado a formular las preguntas que crean convenientes relacionadas al acto. Luego de un amplio debate y a criterio del Presidente del Jurado, se dio por concluido el examen oral pasando el jurado a la evaluación y deliberación correspondiente en privado; concluyendo que el examinado ha sido: APROBADO POR UNANIMIDAD.

El Jurado dio a conocer el resultado del examen en ACETO PÚBLICO, siendo las 5.50 p.m. se dio por terminado el acto académico.


Lic. Adm. HUGO HENRY RUIZ VÁSQUEZ, Mg.
Presidente


Lic. Adm. HUGO ORBE BARDALES, Mg.
Miembro


Lic. Adm. OMAR ALAIN SALDAÑA ACOSTA.
Miembro

Somos la Universidad licenciada más importante de la Amazonia del Perú, rumbo a la acreditación

Calle Nanay N°352-356- Distrito de Iquitos – Maynas – Loreto
<http://www.unapiquitos.edu.pe> - e-mail: facen@unapiquitos.edu.pe
Teléfonos: #065-234364 /065-243644 - Decanatura: #065-224342 / 944670264



TEMA: PREDICCIÓN EMPRESARIAL II

MIEMBROS DEL JURADO



LIC.ADM. HUGO HENRY RUIZ VASQUEZ, Mg.
Presidente
CLAD-01972



LIC.ADM. HUGO ORBE BARDALES, Mg.
Miembro
CLAD-23774



LIC.ADM. OMAR ALAIN SALDAÑA ACOSTA
Miembro
CLAD-04187

Índice

	Pág.
Portada	1
Acta de sustentación	2
Miembros del jurado	3
Índice	4
Resumen	5
Introducción	6
CAPÍTULO I: PROGRAMACIÓN LINEAL	8
1.1. Aspectos generales	8
1.2. Método gráfico	10
1.3. Método simplex	12
CAPÍTULO II: MODELO PERT - CPM	15
2.1. Concepto	15
2.2. Ventajas	16
2.3. Diferencias	16
2.4. Limitaciones	17
2.5. Diseño de la red pert	18
CAPÍTULO III: TEORÍA DE COLAS	27
3.1. Definición	27
3.2. Características:	27
3.3. El modelo de una formación de colas:	28
3.4. Costos que se dan en un sistema de colas:	31
3.5. Los sistemas de colas:	31
CAPÍTULO IV: PROGRAMAS-SOFTWARE QUE PERMITEN	35
4.1. Gams	35
4.2. Lindo Systems	38
4.3. QM for Windows	40
4.4. El Wingsb.-	42
4.5. Solver	42
4.6. Tora	42
Conclusiones	44
Bibliografía	46

Resumen

Hoy en día, organizaciones afrontan cambios que pueden ser casi impredecibles, debido a esto se crean algunos métodos y/o sistemas que nos pueden ayudar a tratar de tener una predicción del futuro.

Programación lineal es una técnica que nos ayuda en dicha predicción, porque lleva a cabo un conjunto de técnicas que llegan a optimizar los problemas.

Modelo PERT – CPM, son técnicas de redes, en el campo de acción de proyectos de gran variedad, donde sobresalen por ser flexibles y adaptables en el campo.

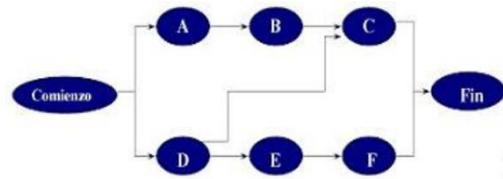
Teoría de colas, un conjunto de métodos gráficos y matemáticos, ya que consisten en describir sistemas de líneas, su objetivo es buscar el punto estable en el sistema y establecer un contenido de servicio apropiado.

Sistemas de colas, son modelos, de los que proporcionan un tipo de servicio, pueden incorporar cualquier modelo de sistema en donde clientes u organizaciones, consiguen o buscan algún servicio de algún tipo y salen después con el servicio ya adquirido.

Hay diferentes software para poder resolver problemas de predicción empresarial, El Winqsb es uno de ellos, y tal vez es más usado, ya que es un software informático muy fácil de usar, ya que contiene modelos matemáticos que permiten obtener decisiones directas para la administración, entre sus utilidades más usadas se encuentran; el modelo PERT – CPM, programación lineal, entre otras.

Introducción

Como podemos ver hoy en día, los métodos cuantitativos tienen un gran apoyo al momento en que las organizaciones toman decisiones



respecto a su futuro empresarial, porque estas fueron demostradas que usando distintas herramientas son esenciales al momento de tomar una decisión. En este punto, cabe mencionar a la programación lineal y el impacto que ha asumido en el progreso empresarial.

Por lo antes Mencionado sobre la programación lineal, podemos decir que no es solo un pedazo general de las matemáticas, ya que su calidad está en que puede ofrecer una óptima solución al momento de tomar una decisión, y para los que estén interesados, tiene un gran provecho en las Pymes, ya que permite designar adecuadamente los recursos limitados.

Asimismo, no podemos de dejar de mencionar a otro gran método que es muy usado al momento de tomar decisiones, y es el modelo PERT – CPM, estos modelos desarrollan un plan a través de la representación gráfica, de las que interactúan en el trabajo y las interrelacionan, dando un resultado un trabajo donde se demuestra el costo y duración mínima.

Actualmente, el modelo PERT – CPM, es mayor conocido como la ruta crítica, ya que se aplica en distintas áreas institucionales como servicios públicos, la manufactura, en la producción, en la construcción, en el transporte, etc., ya

que detecta las actividades que puedes afectar y limitar la duración de proyectos.

Entre las cuales sobresalen:

Los proyectos de construcción, donde se busca determinar la ruta óptima para minimizar el costo de productos y la sustitución de equipos.

De otro lado, tenemos a la teoría de colas, que su objetivo no es más que buscar la optimización de un servicio de espera, donde se busca un servicio o bien.

En conclusión, resalto que estos modelos de optimización lineal son una gran herramienta de apoyo al momento de que se toma una decisión importante, dando como resultado que las empresas sean de mayor competitividad en cualquier ámbito empresarial. Por lo que recomiendo considerarlos, en cualquier decisión respecto de tu negocio.

CAPÍTULO I: PROGRAMACIÓN LINEAL

1.1. Aspectos generales

Concepto:

La Programación lineal radica en ciertas series de procedimientos y métodos, de las que llevan al desarrollo de éstas, y de los cuales permiten solucionar problemas para su mejor optimización, sobre todo las relacionadas al rubro de empresarial.

Para resolver un problema de programación Lineal se debe contar con una función objetiva lineal, de la que nos llevara a maximizar o minimizar dicha función, la cual estará en relación a restricciones por lo que tendrá igualdades o desigualdades.

La Programación Lineal consta de dos métodos y los cuales son: el método Gráfico y el Método Simplex.

Requerimientos que son necesarios en la programación lineal:

- a. Se tiene que tener un objetivo definido al cual la empresa u organización quiere lograr, ya sea maximizar o minimizar.
- b. Del punto anterior, se tiene que tener varias alternativas de acción, y del cual uno de ellos debe llegar al objetivo.
- c. De los recursos disponibles se tiene que estar en oferta limitada.
(Ej. Tiempo de producción)

- d. Se tiene que poder expresar el objetivo de y sus limitaciones como ecuaciones matemáticas, y éstas deben estar representadas en ecuaciones lineales.

Usos por las industrias para la programación lineal:

- **Manufactura:** Cuando se quiere maximizar las utilidades. Se tiene límites ya determinados respecto a los tiempos de producción disponibles, así como compromisos de entrega a sus clientes.
- **Nutrición:** Cuando una empresa de alimentos desea crear un producto alimenticio que sea rico en proteínas al menor costo posible. De lo cual existe cinco ingredientes posibles para de los que se puede extraer proteínas y cada uno dispone de un precio deferente al otro en distintas cantidades.
- **Bancaria:** Cuando las entidades bancarias quieren establecer sus fondos para conseguir una rentabilidad superior o posiblemente la más alta. Se debe tener en cuenta los términos de liquidez fijados por el ente regulador y no olvidar mantener bastante flexibilidad para compensar las demandas de préstamos de parte de sus clientes.
- **Publicidad:** Cuando una agencia publicitaria quiere llegar a mejorar su exposición posible de los productos de sus clientes, al costo publicitario más bajo permitido. Existen varias alternativas posibles de las que se puede anunciar y cada una tiene diferentes precios.

Pasos a seguir para la solución de un problema mediante la programación lineal:

- La Formulación de un Modelo: esto radica en fijar el valor de los coeficientes (a_{ij} ; b_i ; c_j), después formular el problema en forma de los modelos que contiene la programación lineal.
- La Solución del modelo: esta solución se puede llevar a realizar a través de los siguientes métodos:
 - ✓ Gráfico
 - ✓ Simplex

1.2. Método gráfico

El método gráfico solo debe emplearse cuando en la solución del problema se muestra solo dos variables y se tiene que dar la solución en el plano cartesiano.

Ejemplo:

Un corporativo agrícola compró recientemente un terreno de 110 hectáreas. Gracias a la calidad del sol y el excelente clima de la región, se puede vender toda la producción de papa amarilla y blanca. Se desea saber cuánto plantar en las 110 hectáreas cada variedad de papa, considerando los costos, beneficios netos y requerimientos de mano de obra según los datos que se muestran a continuación:

Variedad	Costo	Beneficio Neto	Dias hombre/Hect
Amarilla	100	50	10
Blanca	200	120	30

Suponga que se posee un presupuesto de S/.10.000 y una disponibilidad de 1,200 días hombre durante la planificación. Formule y resuelva gráficamente en el modelo de Programación Lineal para este problema. Detalle claramente el dominio de soluciones factibles y el procedimiento utilizado para encontrar la solución óptima y valor óptimo.

Variables de Decisión:

- X_1 : Hectáreas destinadas al cultivo de papa amarilla
- X_2 : Hectáreas destinadas al cultivo de papa blanca

Función Objetivo:

Maximizar $50X_1 + 120X_2$

Restricciones:

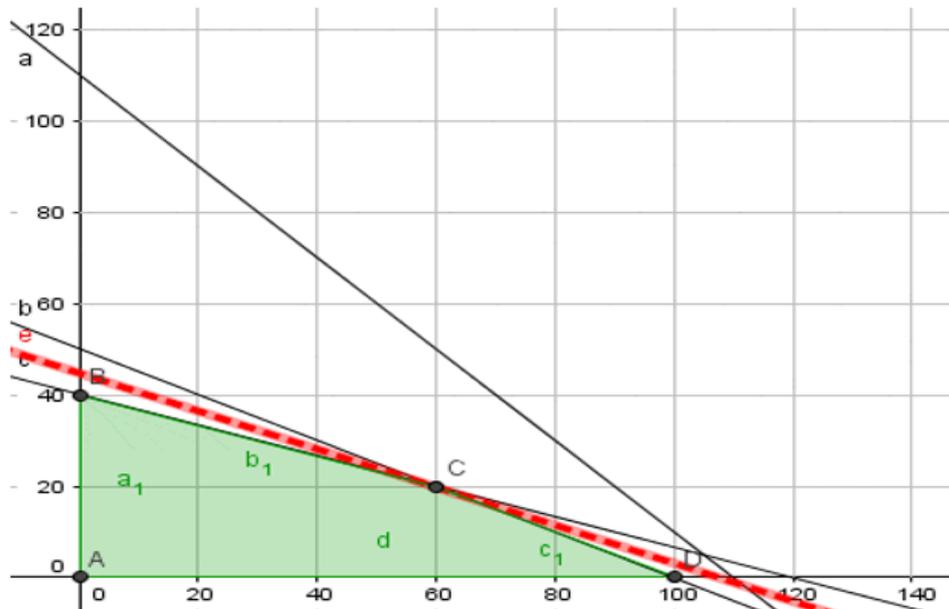
- $X_1 + X_2 \leq 110$
- $100X_1 + 200X_2 \leq 10.000$
- $10X_1 + 30X_2 \leq 1.200$
- $X_1, X_2 \geq 0$

Donde se muestra las restricciones está asociadas a la disponibilidad máxima de hectáreas disponibles para la plantación, presupuesto disponible, horas hombre en el período de planificación y no negatividad, respectivamente.

El siguiente gráfico muestra la representación del problema de la corporación agrícola. El área marcada corresponde al dominio de soluciones factibles, donde la **solución básica factible óptima** se alcanza en el **vértice C**, donde se encuentran activas las restricciones de presupuestos y días hombre. De esta forma resolviendo dicho sistema de ecuaciones se encuentra la coordenada de la **solución óptima** donde:

$$X_1 = 60 \text{ y } X_2 = 20 \text{ (hectáreas).}$$

$$\text{El valor óptimo es } V(P) = 50(60) + 120(20) = 5.400$$



1.3. Método simplex

El método simplex en comparación con el Método Gráfico, se puede emplear para solucionar problemas con un número de más de dos variables y de restricciones. – Ya que es una suma de reglas que se emplean de una forma congruentemente mecánica hacia un problema con relaciones lineales para conseguir medidas secuencialmente mejoradas.

El método simplex emplea los conceptos primordiales del álgebra para determinar la intersección de 2 o más líneas hiperplanas. Este proceso llega a encontrar la solución más factible.

Requerimientos necesarios para desarrollar el método simplex:

Hay 3 requerimientos que se deben llevar a cabo con el fin de solucionar los problemas de programación lineal:

- 1- Las restricciones tienen que estar formuladas en ecuaciones.
- 2- No tiene que haber negatividad en la restricción de la constante del miembro derecho.
- 3- Las variables tienen que estar restringidas a valores no negativos.

Ejemplo:

$$\text{Minimizar } Z = 6X_1 + 4X_2 + 2X_3$$

C.S.R.

$$6X_1 + 2X_2 + 6X_3 \geq 6$$

$$6X_1 + 4X_2 = 12$$

$$2X_1 - 2X_2 \leq 2$$

$$X_j \geq 0; j = 1, 2, 3$$

$$\text{Minimizar } Z = 6X_1 + 4X_2 + 2X_3 + MX_5 + M_6$$

C.S.R.

$$6X_1 + 2X_2 + 6X_3 - X_4 + X_5 = 6$$

$$6X_1 + 4X_2 + X_6 = 12$$

$$2X_1 - 2X_2 + X_7 = 2$$

$$X_j \geq 0; j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$$

Las variables básicas son $X_5 = 6$, $X_6 = 12$

$$X_7 = 2$$

Este ejercicio es el ejemplo 2 del capítulo de método algebraico. Compare los resultados entre los dos métodos, en cada iteración.

$C_j \rightarrow$			6	4	2	0	M	M	0	
\downarrow	V.B.	b	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	b/a
M	X_5	6	6	2	6	-1	1	0	0	1 (1/6)
M	X_6	12	6	4	0	0	0	1	0	2
0	X_7	2	2	-2	0	0	0	0	1	1
$Z_j - C_j$	18M		$12M - 6$	$6M - 4$	$6M - 2$	-M	0	0	0	

$C_j \rightarrow$		6	4	2	0	M	M	0		
\downarrow	V.B.	b	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	b/a
6	X_1	1	1	1/3	1	-1/6	1/6	0	0	3 (-6) (-2)
M	X_6	6	0	2	-6	1	-1	1	0	3 (1/2)
0	X_7	0	0	-8/3	-2	1/3	-1/3	0	1	NO
$Z_j - C_j$		6M+6	0	2M-2	-6M+4	M-1	-2M+1	0	0	

$C_j \rightarrow$		6	4	2	0	M	M	0	
\downarrow	V.B.	b	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
6	X_1	0	1	0	2	-1/3	1/3	-1/6	0
4	X_2	3	0	1	-3	1/2	-1/2	1/2	0
0	X_7	8	0	0	-10	5/3	-5/3	4/3	1
$Z_j - C_j$		12	0	0	-2	0	-M	-M+1	0

Solución Óptima:

Variables de decisión:

$X_1^* = 0, X_2^* = 3, X_3^* = 0, Z^* = 12$

Variables de holgura: $X_4^* = 0, X_7^* = 8$

Variables artificiales: $X_5^* = 0, X_6^* = 0$

CAPÍTULO II: MODELO PERT - CPM

2.1. Concepto

PERT: Que sus siglas significan Program Evaluations and Review Technique, traducido sería Técnica de revisión y evaluación de programas.

Esta técnica de tipo redes fue creado por la década de los 50, siendo manipulada particularmente para programar y controlar programas a resolver.

Este modelo nos permite analizar gráficamente todas las tareas que se emplean en el proyecto y cuánto será la duración individualmente.

A diferencia de CPM, los tiempos que son empleados son más probabilísticos, se muestran como estadística.

CPM: Cuyas siglas significan Critical Path Method, su traducción sería Método de la ruta crítica.

Es un método de los cuales sus principales principios están basadas en métodos de redes, especialmente utilizado en la planeación y control de proyectos, añadiendo el concepto de costo al formato PERT.

Su objetivo principal sería la de graficar la secuencia de los elementos del proyecto a trabajar y mostrar el tiempo que se tarda de realizar entre ellos.

Todo esto nos permite realizar o determinar la “ruta” más óptima para realizar el trabajo.

Los tiempos empleados son más determinísticos, esto quiere decir que tienen que estar especificados de la manera más clara y exacta posible.

2.2. Ventajas

Las ventajas más resaltantes son las que podemos señalar a continuación:

- Cuando el proyecto podría salir con retraso, nos enseña donde debemos tratar de avanzar más rápido y que costo nos generaría.
- Nos muestra cuales son las actividades que no son críticas y nos dice cuál es el tiempo que se le permite demorar.
- Nos puede mostrar cual sería el costo mínimo y la duración más óptima para un proyecto
- Puede identificar cuáles son los trabajos que necesitan empezar primero y problemas de financiación.
- Puede Identificar los trabajos que serán requeridos en cada momento.
- Nos muestra la situación actual del proyecto que se está realizando y en relación real con la fecha según programada para su finalización.
- Determina cuales son las actividades críticas del proyecto.

2.3. Diferencias

Principales diferencias entre PERT y CPM

PERT	CPM
Se utiliza para proyectos con tiempos inciertos.	Se utiliza para proyectos con tiempos conocidos.
Es un modelo probabilístico.	Es un modelo determinista.
Está orientado a la <u>gestión efectiva del tiempo del proyecto</u> .	Está orientado a la gestión efectiva de los costos.
Es adecuado para proyectos de investigación y desarrollo.	Es adecuado para proyectos de construcción o proyectos donde se tienen documentados antecedentes.
Se utiliza cuando la naturaleza del trabajo no es repetitiva.	Se utiliza cuando implica trabajo de naturaleza repetitiva.

Como podemos ver, los métodos PERT y CPM nos muestran algunas diferencias entre la forma que se emplea en los proyectos; no obstante podemos apreciar que comparten los mismos objetivos. Asimismo, el análisis empleado es muy similar, como por ejemplo los dos emplean diagramas de redes para incorporar en sus actividades.

No obstante se puede decir que ambos métodos se complementan y pueden ser empleados a la par.

2.4. Limitaciones

Las Limitaciones que presentan PERT y CPM son:

1. Se tiene que detallar con exactitud las actividades del proyecto. Esto quiere decir que es necesario definir apropiadamente sus relaciones, lo que en la práctica tiende a resultar muy complicado.

2. Todas las relaciones que muestren tener actividades de precedencia se deben especificar e agregarse a la red de forma conjunta.
3. Los procesos para evaluar los tiempos no suelen ser objetivos; debido a esto suelen fallar por los gerentes que tienen miedo de ser demasiado optimistas.
4. Hay claramente un riesgo por demostrar una excesiva importancia a la ruta crítica. Ya que se debe conocer que las actividades no críticas pueden convertirse en críticas, ya que se pueden generar imprevistos, si no se manejan de forma adecuada.

2.5. Diseño de la red pert

Antes de diseñar la Red PERT, se tiene que definir:

- Todas las actividades que van a formar al proyecto, y
- Determinar la procedencia de cada una (cuál será la dependencia de una con la otra y cuál debe terminar para poder pasar a la que le precede).

Hay dos formas de representar las actividades de una Red PERT.

La primera sería cuando las actividades son graficadas por los nodos, y las flechas la precedencia, a esta manera la podemos llamar como **Actividad en el Nodo (AEN)**.

Por otro lado, algunos representan gráficamente las actividades con las flechas (**Actividad en la Flecha, AEF**), aquí los nodos representan instantes de tiempo, que son tiempos de inicio y finalización, y se les llama **eventos**.

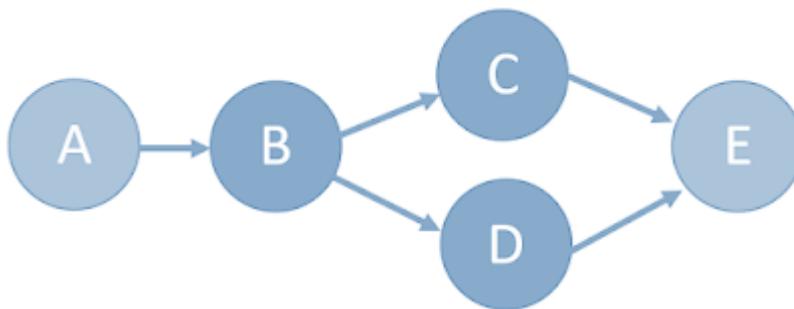
Actividad en los Nodos (AEN).

Tiene que haber una actividad la cual da la partida de inicio del proyecto, y como ya sabemos, cada nodo tiene que representar a una actividad.

No es posible que exista más de una alternativa que dé inicio a un proyecto, si esto se presenta, se tiene que crear un nodo inicial ficticio, al que se pueda nombrar como la **actividad inicial**, o algo semejante.

Después se tiene que graficar a cada nodo (actividad) del proyecto, sin olvidar de relacionarlos a través de flechas de acuerdo a la precedencia que le corresponda, esta sería de izquierda a derecha, y no pueden generarse retornos, siguiendo siempre la secuencia de ir hacia la derecha.

Por ejemplo, en el siguiente gráfico:

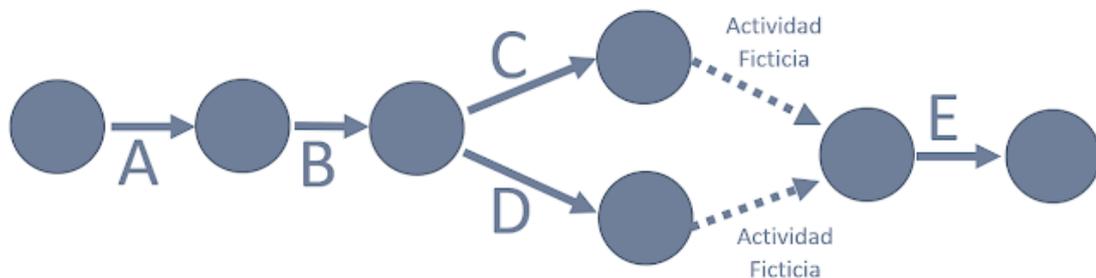


Donde podemos explicar el grafico de esta manera:

- **A** representa a la actividad de inicio, de tal manera que esta puede no ser una actividad debidamente, sino que podría ser una actividad ficticia.
- **B**, nos dice que no puede empezar hasta que termine A.
- Después de **B** se puede hacer **C** y **D**.
- Para comenzar **C** y **D** se debe haber terminado **B**.
- **C** y **D** no son precedentes, quiere decir que no dependen una de otra.
- **E** es la actividad final, también aclarar que podría ser ficticia.
- Para comenzar **E**, se deben haber terminado **C** y **D**.

Actividad en las Flechas (AEF)

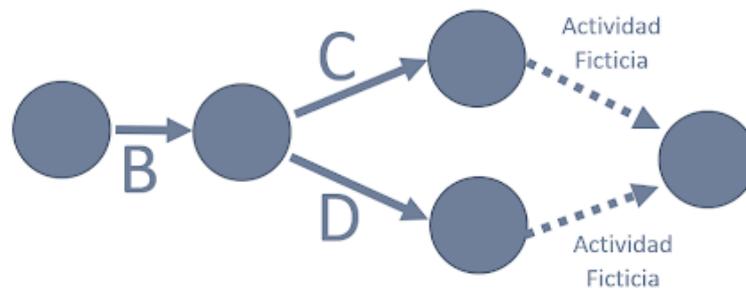
Una manera más compleja de representar lo mismo en el formato AEF, sería:



Aquí podemos ver que **A** y **E** eran actividades reales.

Pero si se hubiera dado la posibilidad de que habrían sido ficticias, se tuviera que eliminar los nodos iniciales (o finales) y su flecha que le corresponda.

En tal caso de que si eran ficticias, se daría una gráfica de este tipo:



Se puede apreciar que en AEF, los nodos son graficados como tiempos de inicio y finalización de las actividades.

Se tienden en muchos casos a utilizar actividades ficticias para representar los vínculos de los nodos entre sí.

Una Red PERT necesita conocer la duración de cada actividad, ya que esta es fundamental para su análisis y nos da un conocimiento amplio sobre la duración del proyecto en su totalidad y de esta forma poder tomar decisiones.

Datos que debe contener un diagrama PERT:

- **La Duración esperada de la actividad (t):** para de PERT se tiene un estimado, y en CPM este valor se conoce con seguridad.
- **El Tiempo de inicio más temprano ($ES = Earliest Start$):** cuál será la actividad que tiene el tiempo más cercano a empezar su actividad.
- **El Tiempo de término más temprano ($EF = Earliest Finish$):** cuál será la actividad que tiene el tiempo más cercano a terminar su actividad.
- **El Tiempo de inicio más tardío ($LS = Latest Start$):** Cual será el tiempo más lejano en que puede empezar una actividad, pensando en que no retrasara la finalización del proyecto.

- **El Tiempo de término más tardío ($LF = Latest\ Finish$):** Cual será el tiempo más lejano en que puede terminar una actividad, pensando en que no retrasara la finalización del proyecto.
- **La Holgura de la Actividad (H):** es el tiempo del cual se tiene presente para retrasar el inicio de una actividad o para alargar su ejecución, pensando en que esto no afecte al tiempo de finalización del proyecto, esto quiere decir que es el margen de tiempo que está disponible por cualquier inconveniente o retraso que se presente en la realización de la actividad.

Una **ruta crítica** particularmente está conformada por una serie de actividades críticas.

La holgura de cada actividad la podemos representar de la siguiente forma:

$$H=LF-EF \quad \text{o} \quad H=LS-ES$$

Para graficar cada nodo y su información, lo podemos representar de la siguiente manera:



Hay cuatro reglas que debemos tener presente para el cálculo de los parámetros:

Regla 1: La Regla del inicio más temprano

Cuando se da inicio a una actividad, quiere decir que todos los precedentes ya han culminado, para esto se presentan dos situaciones:

- Cuando una actividad tiene sólo un precedente, su **ES es igual al EF de su precedente.**
- Cuando tiene más de un precedente, su *ES* es el máximo de todos los valores *EF* de sus precedentes.

Es decir, lo podemos representar de la siguiente manera:

$$ES = \text{máx} \{EF \text{ de los precedentes inmediatos}\}$$

Regla 2: La Regla del término más temprano

El valor de EF es la suma de ES más la duración de la actividad (t).

$$EF=ES+t$$

Regla 3: La Regla del inicio más tardío

Para el cálculo de LF , se suelen presentar dos escenarios:

- Cuando una actividad tiene de precedente sólo una actividad anterior, su LF es igual al LS de la actividad que le sigue.
- Cuando tiene más de un sucesor, su LF es el mínimo de todos los valores LS de sus sucesores.

$$LF = \text{mín} \{LS \text{ de los sucesores inmediatos}\}$$

Regla 4: La Regla del término más tardío

El valor de LS es la diferencia entre LF y la duración de la actividad (t).

$$LS=LF-t$$

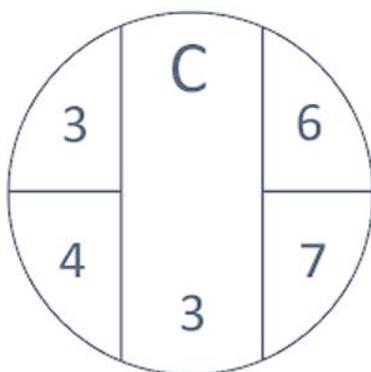
Por ejemplo, tenemos que nuestra actividad **C** presenta los siguientes datos, representados en días:

$$\begin{aligned}t &= 3 \text{ (la actividad dura 3 días)} \\ES &= 3 \text{ (dado por sus precedentes)} \\EF &= t + ES = 6 \\LF &= 7 \text{ (dado por sus sucesores)} \\LS &= LF - t = 4\end{aligned}$$

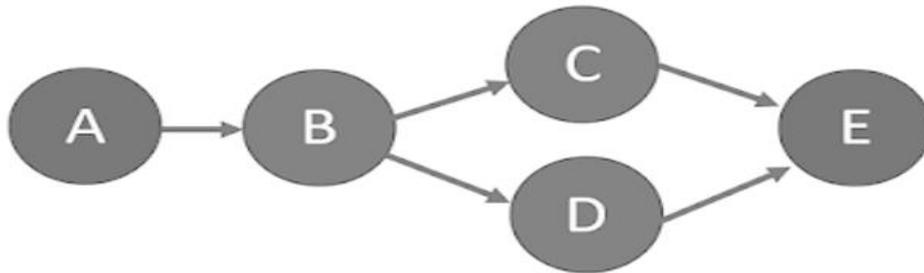
La holgura la representaremos de la siguiente manera:

$$H = 1$$

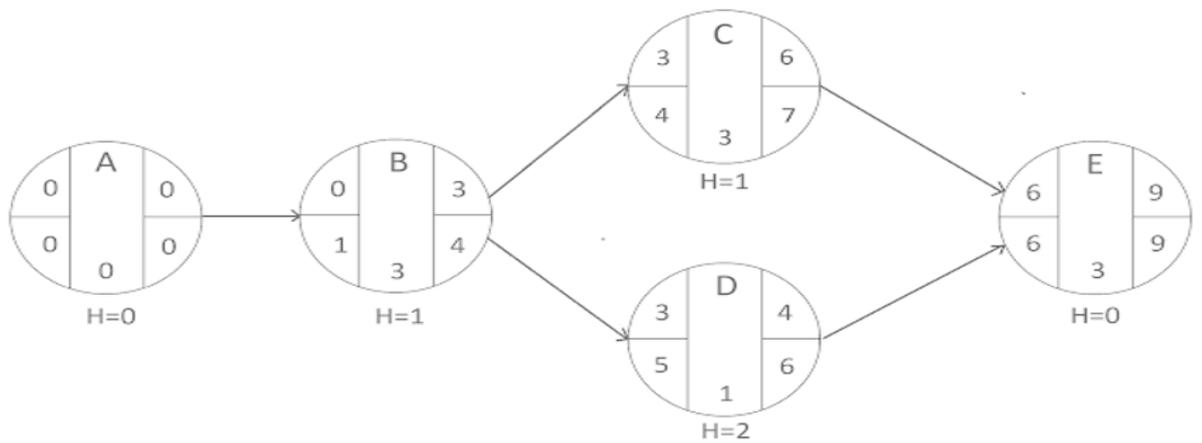
De tal forma, al graficar El nodo **C**, tendríamos como resultado el siguiente gráfico:



Regresando al ejemplo inicial:



La representación, contemplando los tiempos podría ser la siguiente forma:



CAPÍTULO III: TEORÍA DE COLAS

3.1. Definición

Una cola se produce cuando existen clientes demandando un servicio. La teoría de colas es un conjunto de métodos matemáticos que representan sistemas de líneas de espera particulares.

Su objetivo es hallar el estado más óptimo del sistema y determinar el mejor nivel del servicio.

Un sistema de cola proporciona un servicio. En un modelo, pueden representar los sistemas en donde los clientes buscan un servicio de algún tipo y después salen de dicho servicio siendo atendidos.

3.2. Características:

- Tener una potencial población de clientes para brindarle la necesidad de un servicio.
- Durante el proceso de servicio se producen llegadas de *clientes* a la cola en el sistema demandando un servicio.
- Los *servidores* del sistema eligen miembros de la cola según la disciplina determinada de la cola.

- Cuando un cliente seleccionado termina de recibir su servicio (tras un *tiempo de servicio*) abandona el sistema, presentándose dos clases:
 - Abandonando el sistema definitivamente.

 - Ser dirigidos al siguiente proceso del servicio.

3.3. El modelo de una formación de colas:

No podemos mencionar a los problemas de colas, sin hablar de los clientes. Los problemas de formación de colas frecuentemente contienen una velocidad muy variable de llegada de clientes de los cuales llegan necesitando algún tipo de servicio, y otra sería una velocidad variable de la atención del servicio en las instalaciones al momento de recibir el servicio.

Las líneas de espera, son las que son creadas por los clientes o por las estaciones del servicio. En la teoría de colas, habitualmente se llama sistema a un grupo de unidades físicas, compuestas para que se trabajen organizadamente como una sola.

La teoría de colas, busca solucionar el problema de la espera, pronosticando primero el comportamiento del sistema. Aunque en si no se busca solo solucionar al problema de la espera, pero si es importante minimizar el tiempo que los clientes pasan en el sistema, sino también se busca minimizar los

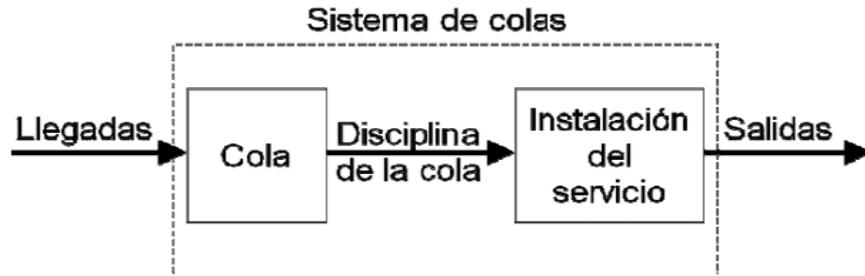
costos totales de aquellos que solicitan el servicio y de los que lo buscan o necesitan.

Lo que se quiere llegar es, un equilibrio entre el costo de servicio y el costo implicado en la espera por tal servicio.

Con la teoría de colas solo podemos obtener información referente a la líneas de espera, mas no resolver el problema, esto ya dependerá de las decisiones que se tomen.

Elementos que influyen en el modelo de colas:

- **Fuente:** Son los que piden el servicio, pueden ser finito o infinita.
- **Cliente:** Quien solicita el servicio.
- **Mecanismo de Servicios:** La capacidad del servicio, son todos los clientes que pueden ser atendidos simultáneamente. Se debe conocer la capacidad de atención (servidores), el tiempo que se necesita para que se complete la atención.
- **La Cola:** Es el proceso que se da cuando al completarse un servicio, aún hay una o más colas, ya se es necesario de varios servicios para terminar.
- **Sistema de la Cola:** Es el mecanismo y el conjunto formado por el servicio.



- **La Capacidad de la cola:** Son los clientes que están esperando a ser atendidos.
- **Disciplina de la cola:** En sistemas de un solo canal, frecuentemente se selecciona al cliente de acuerdo con uno de los siguientes criterios (prioridades):
 - si llegó antes,
 - si llegó el último,
 - si requiere menos tiempo de servicio,
 - si lo necesita con urgencia...

Inclusive se puede llegar a cortar el servicio para iniciar otro de un cliente con mayor prioridad.

En los sistemas que son de varios canales usualmente se puede haber asignación a un servidor.

Casos inusuales son el rechazo (cuando ya hay una capacidad máxima, el cliente no es admitido), el abandono (se puede dar si se excede un tiempo de espera).

3.4. Costos que se dan en un sistema de colas:

1. **EL COSTO DE ESPERA:** Es lo que le cuesta al cliente al generarse la espera

- Simboliza su costo de oportunidad al generar el tiempo perdido.
- Si el sistema tiene un bajo costo de espera, será muy competitivo.

2. **EL COSTO DE SERVICIO:** Es lo que cuesta dar el servicio terminado.

- Resulta que es más factible de calcular.

3.5. Los sistemas de colas:

- **LAS LLEGADAS:**

- Habitualmente es una distribución exponencial.
- Se llama tiempo entre llegadas, al tiempo que transcurre de la llegada de un cliente a otra.
- Estas habitualmente resultan ser muy variables.
- La tasa media de llegadas (λ), es el tiempo de llegada.
- Y el tiempo esperado que se llega entre llegadas es $1/\lambda$.
- Al mismo tiempo es necesario calcular la distribución de probabilidad de los tiempos de llegadas.

- Todo esto se da por el comportamiento de las llegadas.

EN DISTRIBUCIÓN EN EXPONENCIAL

Su forma algebraica es:

$$P(\text{tiempo de servicio} \leq t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

- t es la cantidad de tiempo representada en horas, minutos, etc.

EN DISTRIBUCIÓN DE POISSON

- Es una distribución para tasas medias de llegadas pequeñas, son asimétrica y se hace más simétrica.
- Es discreta y usada con mucha continuidad para describir el patrón de las llegadas.
- La forma algebraica es:

$$P(k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$

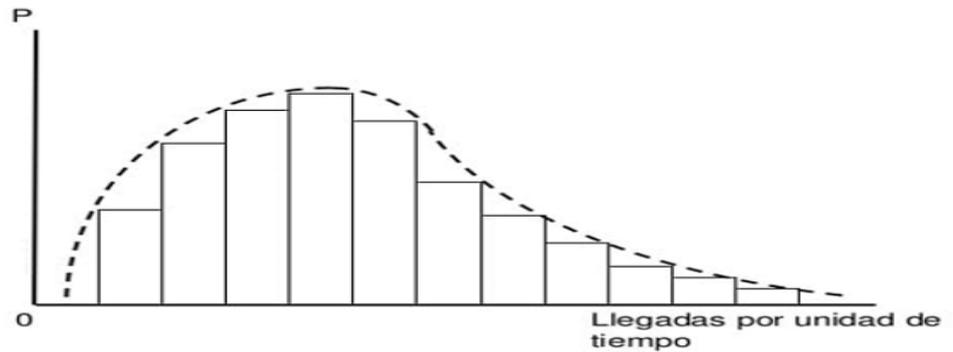
- Donde:

$P(k)$: es la probabilidad de k llegadas por la unidad entre tiempo

λ : es la tasa media de llegadas posibles

$e = 2,7182818\dots$

DISTRIBUCIÓN DE POISSON



- **LA COLA**

- EL máximo número de clientes que soporta la cola, es la capacidad de la cola.
- Casi siempre se presume que la cola es infinita, Pero en si también puede ser finita
- Lo que es disciplina de la cola, hace referencia al orden, que pueden ser:
 - PEPS: Que quiere decir que es el primero en llegar, siendo el primero en recibir el servicio(es el más usado y el más común).
 - También se pueden presentar como: en selección aleatoria, prioridades, entre otras.
- Es importante tener presente la selección de una distribución de probabilidad, los que se usaran en los tiempos de servicio.
- Existen dos distribuciones de las cuales representan los puntos que serían los más extremos:
 - El primero será la distribución exponencial, que se representa así:

($\sigma=media$)

- El segundo es los tiempos de servicio constantes, que se representa así:

($\sigma=0$)

- Si se habla de una distribución intermedia, esa sería la distribución Erlang, esta posee un parámetro de forma **k**, esta sería la que determina su desviación estándar:

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{k}} \text{media}$$

- **DISTRIBUCIÓN ERLANG**

Es una derivación nada más que de la distribución de Poisson, del cual se debe regir algunas medidas, que son:

- El nivel de servicio.
- El tiempo máximo que se demora en esperar.
- El tiempo que transcurre en recibir una atención a otra.
- El número de llamadas que están en espera.
- El lapso de atención del servicio.

CAPÍTULO IV: PROGRAMAS-SOFTWARE QUE PERMITEN

Resolver problemas de predicción empresarial

En la actualidad podemos encontrar distintos programas u software para resolver estos problemas de programación lineal entre otros, tales son ellos y los más usados como GAMS, QM, LINDO Systems, WinQSB, Solver y Tora.

4.1. Gams.- El Sistema General de Modelaje Algebraico  **G A M S**
(GAMS), es un sistema diseñado para resolver dos necesidades:

1. Modelar problemas de optimización tanto lineales, no lineales y mixtos.
2. Realizar programación matemática.

Es de gran utilidad para resolver problemas de grandes magnitudes complejos, ya que este permite construir modelos de gran tamaño que son adaptables fácilmente a nuevos escenarios que se le presente.

Es uno del software más actuales y poderosos de programación lineal, una de las grandes ventajas es que puede ser instalado en cualquier sistema operativo

Para descargar el programa puedes visitar la página de GAMS, seleccionar el sistema operativo y llenar un formulario.

Download GAMS Release 36.2.0

Released September 03, 2025

Please consult the [release notes](#) before downloading a system. We also have [detailed platform descriptions](#) and [installation notes](#). The GAMS distribution includes the [documentation](#) in electronic form.

MS-Windows	Linux	Mac OS X
Microsoft Desktop and Server Operating Systems ¹	GNU/Linux System	Package Installer for Mac ²
x86_64 architecture	x86_64 architecture	x86_64 architecture
MDS hash ³ #8d17d779460544043479f7770966c2f	MDS hash ³ #204799179460544043479f770966c2f	MDS hash ³ #4401204c547779460544043479f770966c2f
Download	Download	Download

¹The SmartScreen Filter on Microsoft Windows might give a warning during the installation. For more information please check our [Support Wiki](#).

²Use a program like [md5sum](#) to verify. This should come preinstalled on most Linux systems. On Windows systems, open a powershell and enter `Get-FileHash -Algorithm sha256 -Path gams.exe`. On Mac OS systems, you can use `md5` in the terminal.

³For Mac OS X, also a simple self-extracting archive is available, which you can download [here](#). Note that this archive does not contain GAMS Studio. The md5 hash for this download is #922247d0292344043479f770966c2f.

To deliver GAMS with the best performance we are using the [Amazon CloudFront](#) web service, a global network of edge locations for content delivery.

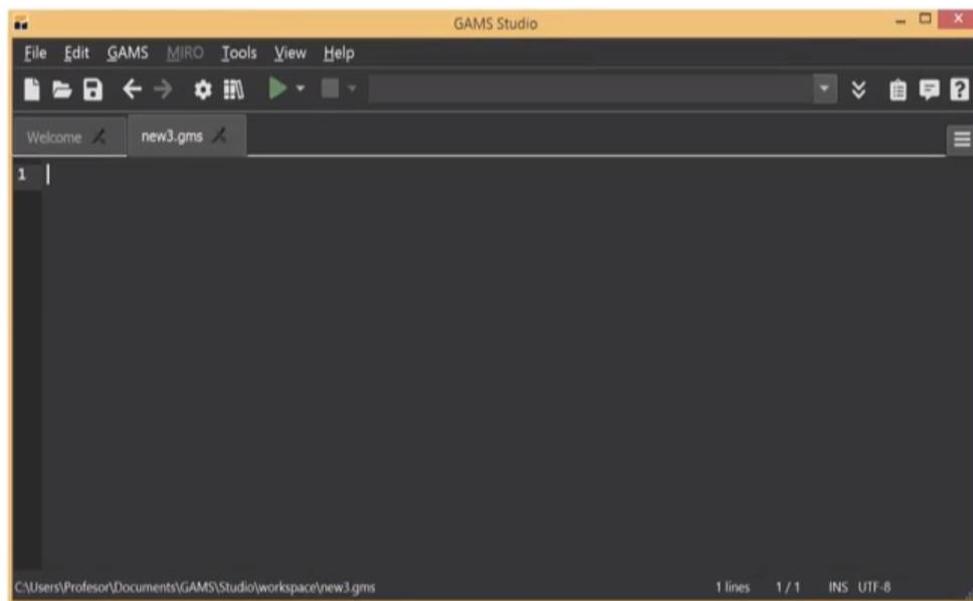
Request a Free Demo License

First Name* Last Name* Email*

Institute/Organisation* Country

[Submit](#)

Al abrir el programa se te mostrara esta pantalla



Al usar el software debe seguir el modelo del siguiente ejemplo

Maximizar $Z = 10 X_1 + 25 X_2 + 14 X_3$
 SUJETO A
 $5 X_1 + 2 X_2 + 4 X_3 \leq 300$
 $7 X_1 + 3 X_2 + 3 X_3 \leq 500$
 $2 X_1 + 6 X_2 + X_3 \leq 200$

VARIABLES
 $X_1, X_2, X_3, Z;$

POSITIVE VARIABLES
 $X_1, X_2, X_3;$

SÍMBOLO	NOTACIÓN
=	=E=
<=	=L=
>=	=G=

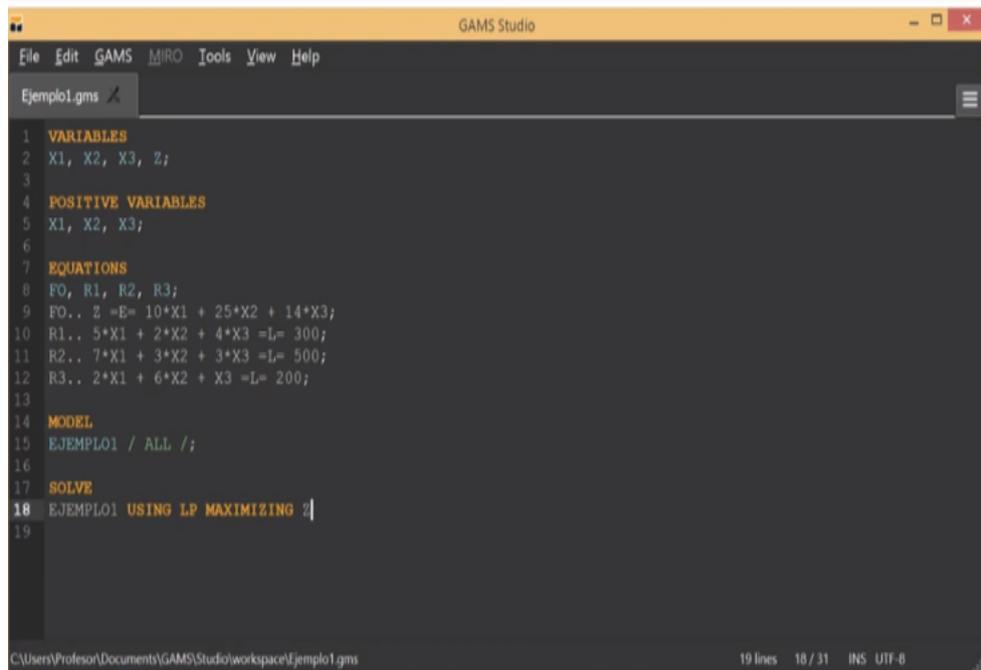
EQUATIONS
 $FO, R1, R2, R3;$

$FO.. Z =E= 10*X1 + 25*X2 + 14*X3 ;$
 $R1.. 5*X1 + 2*X2 + 4*X3 =L= 300 ;$
 $R2.. 7*X1 + 3*X2 + 3*X3 =L= 500 ;$
 $R3.. 2*X1 + 6*X2 + X3 =L= 200 ;$

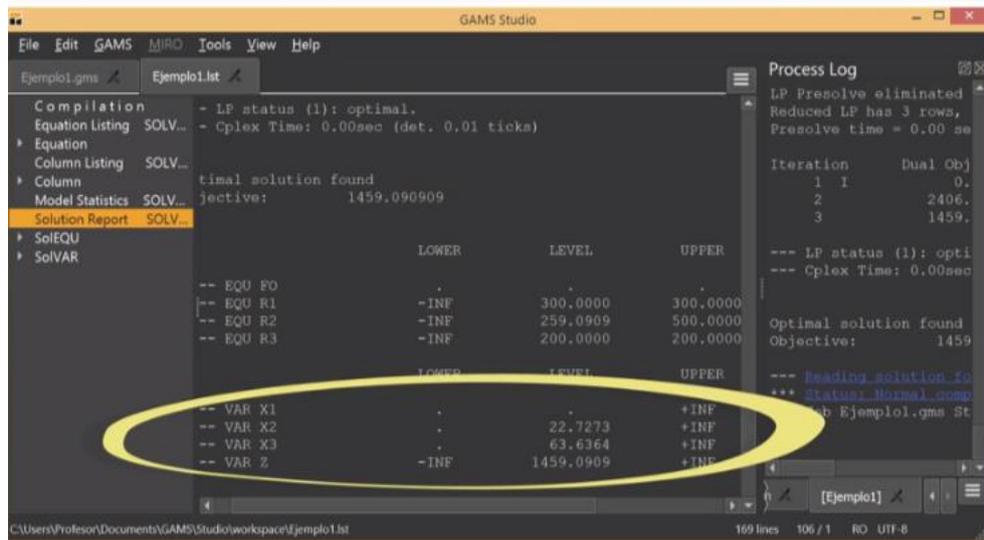
MODEL
 EJEMPLO1 / ALL / ;

SOLVE
 EJEMPLO1 USING LP MAXIMIZING Z

Al copiar el texto en el programa le debe mostrar la siguiente pantalla



Si el texto está bien escrito nos mostrara la siguiente solución

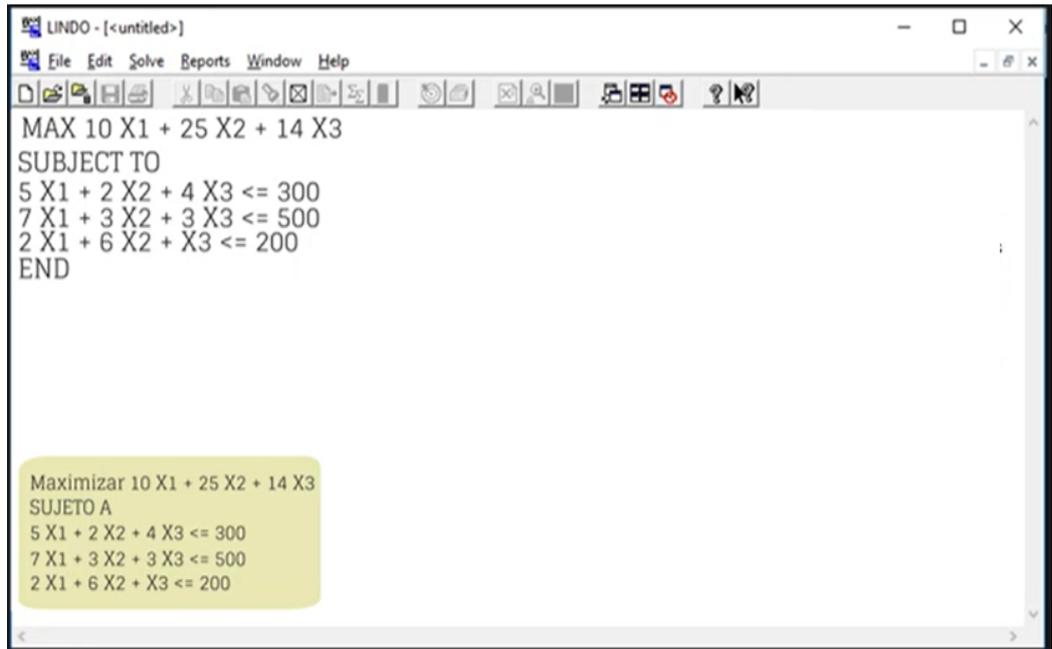


4.2. Lindo Systems.- Su siglas significa Linear, Iterative and Discrete Optimizer, es una aplicación que es utilizado para solucionar problemas de programación lineal.

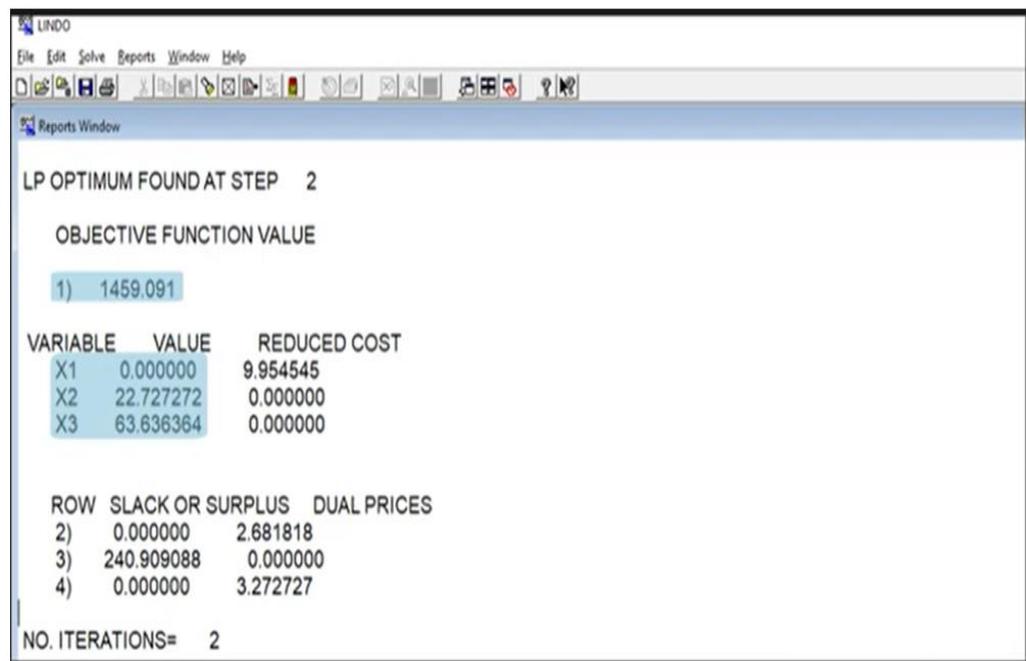
El programa Lindo es muy fácil de usar, a continuación se muestra su pantalla de inicio.



Se debe seguir las medidas de la siguiente función ejemplo

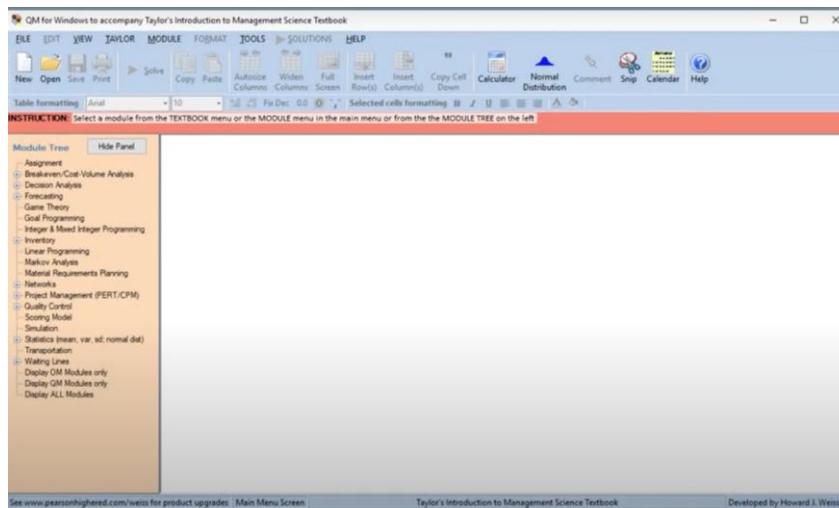


Después solo bastaría darle en resolver, y nos mostrara la solución al problema.

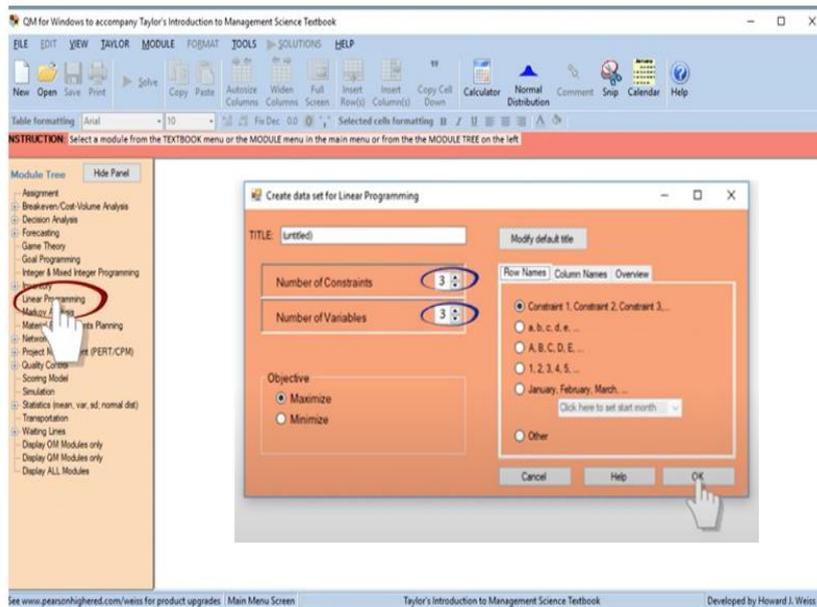


4.3. QM for Windows.- No es un programa de programación lineal, es un programa usado para la gestión de producción y/o operaciones, métodos cuantitativos, de ciencia de la gestión e investigación de operaciones.

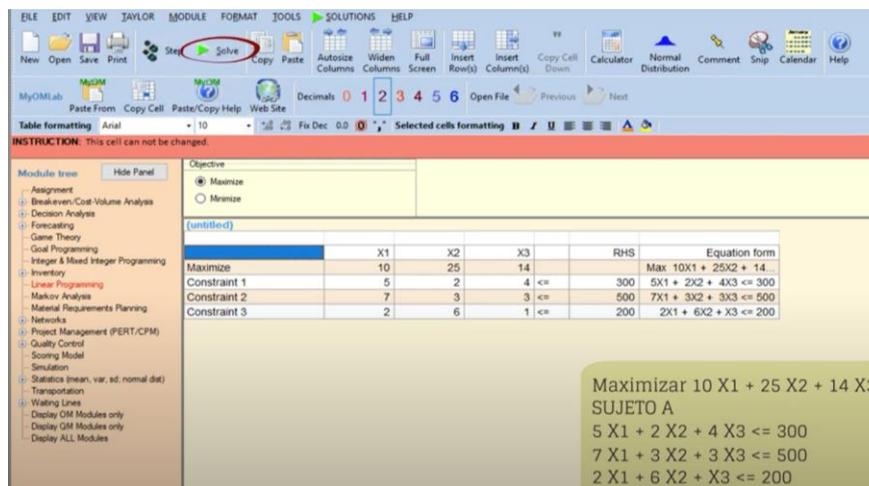
Este es el menú de todos los temas que toca este software, dentro de ellos encontraras: pronósticos, teoría de juegos, modelos de redes y muchos más.



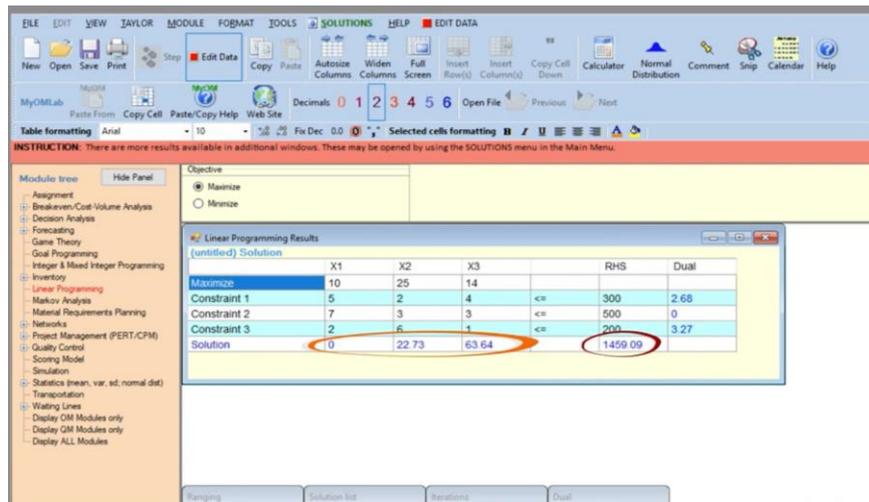
Cuando hacemos clic, en programación lineal, nos mostrara la siguiente pantalla, donde debemos especificar es numero de restricciones. el numero de variables y si queremos maximizar o minimizar.



A continuación, aparecerá el siguiente cuadro de dialogo, donde debemos transferir todos los coeficientes al cuadro de dialogo.



Una vez que hemos llenado el cuadro con los datos correspondientes, damos clic en resolver, se nos mostrara un cuadro con la solución, con los valores de las variables y la función objetivo.



4.4. El WinQsb.- es un software interactivo muy utilizado para la toma de decisiones, ya que puede construir modelos matemáticos, particularmente para el mundo empresarial

Entre algunas de sus utilidades destacan la programación lineal, árbol de decisiones, inventarios, el método de la ruta crítica, entre otras aplicaciones.

4.5. Solver.- es una herramienta de Microsoft Excel, que nos permite resolver problemas de



optimización o de programación lineal, esto quiere decir que si nosotros tenemos un problema donde nos están dando precios, costos, con ciertas limitantes y nos piden maximizar o minimizar, Solver nos va a solucionar esos problemas.

4.6. Tora.- Es un software basado en Windows, Debido a su fácil uso es uno



de los software más utilizados para resolver programas de programación lineal, está directamente influenciado por el libro de investigación de Operaciones de Taha.

Conclusiones

- La problemática de la Predicción de proyectos organizacionales no es una problemática de la actualidad, si no que desde hace mucho ya se han enfrentado a emprendimientos con mucha incertidumbre, es por eso que creo que toda organización debe usar la Predicción Empresarial ya que así pueden prevenir desgracias a futuro, y asimismo aumentar la productividad, obteniendo mejores ganancias.
- En toda empresa pública o privada es importante la obtención de recursos financieros a fin de lograr sus objetivos planificados, por ello se debe definir un plan a futuro.
- En la programación lineal; el método simplex a comparación el método gráfico, se puede emplear en la solución de más de dos variables y restricciones
- Los métodos PERT y CPM han demostrado ser herramientas muy importantes para la gestión de proyectos, por lo cual es muy importante para el gerente de proyectos saber a profundidad todas las ventajas y limitaciones que se presenten en el proyecto y de esa forma aplicarlas debidamente.
- El objetivo del sistema de colas es encontrar el estado estable y determinar una capacidad de servicio apropiada para mejorar el servicio.

- En la actualidad podemos encontrar distintos programas con software que tienen con función solucionar problemas de programación lineal, tales son como GAMS, QM, LINDO Systems, WinQSB, Solver y Tora.

Bibliografía

1. *Render, B. Stair, R. Hanna, M.E. (2006), Métodos cuantitativos para los negocios. Novena edición. Editorial Pearson Prentice Hall. México.*
2. *Anderson, D.R ; Sweeney, D.J ; Williams, T.A (2004), Métodos cuantitativos para los negocios. Novena edición. Intertantional Thomson Editores, S.A.*
3. *Levin, R.I. (2006), Estadística para administradores. Segunda edición. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.*