

Teroria-Proyectos.pdf



Anónimo



Proyectos



3º Grado en Ingeniería Informática



Escuela Politécnica Superior de Córdoba
Universidad de Córdoba

BBVA

1/6
Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

BBVA está adherido al Fondo de Garantía de Depósitos de Entidades de Crédito de España. La cantidad máxima garantizada es de 100.000 euros por la totalidad de los depósitos constituidos en BBVA por persona.

Abre la Cuenta Online de BBVA y
llévate 1 año de **Wuolah PRO**

cómo??



Ventajas Cuenta Online de BBVA

0:
Sin comisión de administración o mantenimiento de cuenta.
(0 % TIN - 0 % TAE).

0:
Sin comisión por emisión y mantenimiento de Tarjeta
Aqua débito.

0:
Sin necesidad de domiciliar nómina o recibos.

Las ventajas de **WUOLAH PRO**

*
Di adiós a la publip en los apuntes y en la web

**
Descarga carpetas completas de un tirón

Participa gratis en todos los sorteos

ELIGE DESTINO Y JUÉGALO EN



Marvel's Spider-Man
y cientos de juegos con
PlayStation Plus Premium
por solo 16,99 al mes

Consigue esta oferta con
las Tarjetas Regalo
PlayStation en



TE FALTA FNAC | FNAC.ES

**NEW
YORK
A UN
SALTO**

La ciudad
que nunca
duerme

1 MES

**16,99
€**



Tema 1 – La Ingeniería como profesión

Tema 1 – La Ingeniería como profesión

A) DEFINICIONES de INGENIERÍA:

Definición Clásica: “Actividad profesional que aplica el método científico al uso de la materia y las fuentes de energía mediante invenciones y construcciones útiles para el hombre” [de forma técnica y económicamente óptima]

- **RAE:** (1) “Estudio y aplicación, por especialistas, de las diversas ramas de la tecnología”.
(2) “Actividad profesional del ingeniero”.
- **ABET**¹: “Profesión en la que los conocimientos [...] obtenidos mediante el estudio, la experiencia y la práctica, son aplicados con criterio y bajo principios éticos, [...] para usar de forma económica los materiales y las formas de energía en beneficio de la humanidad”.
- **NAFTA**²: “práctica profesional relacionada con planificación, diseño, composición, evaluación [...] que requiera la aplicación de los principios de ingeniería y concierne la salvaguarda de la vida, salud, propiedad, intereses económicos, bienestar público o medio ambiente”.
- **CTI**³: “Plantear y responder cuestiones complejas, de forma eficaz e innovadora, [...] y posibilitar su financiación y venta en un entorno competitivo. Ingenieros deben tener profundo conocimiento de temas técnicos, económicos, sociales y humanos”.
- **Hardy Cross**: “Arte de tomar decisiones importantes, dados unos datos inciertos e incompletos, para obtener la solución más satisfactoria para un cierto problema”.
- **Herbert Clark Hoover**: “[...] eleva los niveles de vida y aumenta el confort humano”.

☒ **IDEAS COMUNES:** necesidad de un profundo **conocimiento científico**, búsqueda de un **fin social** y el uso de **principios de economía, eficacia y ética**.

B) COMPETENCIAS de un ingeniero: capacidades y habilidades que llevan dentro

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Aplicar conocimientos</u> de matemáticas, ciencias e ingeniería a la práctica. ▪ <u>Diseñar</u> y realizar experimentos y analizar e <u>interpretar datos</u>. ▪ <u>Diseñar</u> sistemas, componentes o procesos. ▪ Trabajar en <u>equipos</u> multidisciplinares. ▪ Identificar, formular y resolver <u>problemas de ingeniería</u>. ▪ Comprender el alcance de la responsabilidad profesional y ética. | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Comunicar</u> de forma eficaz. • Comprender el <u>impacto</u> de las soluciones de ingeniería en contexto social y global. • Reconocer la necesidad y mostrar la capacidad de <u>aprender</u> durante toda la vida. • Usar las técnicas y herramientas <u>modernas</u> de la ingeniería. • Compromiso con la <u>calidad</u>, cumplimiento de <u>plazos</u> y mejora continua. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

¹ Accreditation Board for Engineering and Technology

² North American Free Trade Agreement

³ Comisión Francesa de Títulos de Ingeniería

- C) **PROFESIONES REGULADAS según ABET:** requieren de un **título concreto** y, frecuentemente, una **acreditación profesional** para poder ejercerlas.

Aeronáutica	Eléctrica/Electrónica	Materiales
Agrícola y forestal	Fabricación	Nuclear
Ambiental	Materiales	Organización
Biomédica	Mecánica	Protección contra incendios
Civil	Minas	Química
Construcción	Naval	

O **Informática:** análisis y diseño de sistemas de computadores, incluyendo hardware y software.

D) **TRABAJOS que pueden hacer los ingenieros para sus clientes:**

1. **Estudio:** aproximación a un tema. Análisis. Estudio del problema del cliente.
2. **Informe:** primero familiarizarse con el problema desde el punto de vista del cliente y de la tecnología externa, que serían las dos maneras de analizar el problema. También llamado *informe de viabilidad* porque lo que concluye el informe es si se es capaz de encontrar una solución a este problema con las herramientas a disposición.
3. **Anteproyecto:** incluye el estudio, el informe y un escalón más: analizar los recursos disponibles, establecer plazo, precio y discutir con el cliente posibles vías de solución, aunque sin llegar a concretar ninguna.
4. **Proyecto:** todo lo anterior y especificando con mucho detalle una solución.
 - Cada trabajo incluye al anterior: si se encarga el proyecto, se debe hacer estudio, informe y anteproyecto.

E) **ATRIBUCIONES de un ingeniero en España:** reconocimientos legales de lo que puedes hacer. Según la **Ley 12/1986** sobre la **Regulación de las Atribuciones Profesionales de los Arquitectos e Ingenieros Técnicos:**

1. **Redacción y firma de proyectos** de construcción, reforma, [...] o explotación de bienesmuebles e inmuebles, siempre que queden comprendidos en la técnica de cada titulación.
 2. **Dirección de las actividades** objeto de los **proyectos** anteriores, incluso cuando hubiesen sido elaborados por un tercero.
 3. **Realización** de mediciones, tasaciones, estudios, [...].
 4. **Ejercicio de la docencia** en sus diversos grados [...] previstos en la normativa vigente y, en particular, en la **Ley Orgánica 11/1983 de la Reforma Universitaria**.
 5. **Dirección de industrias o explotaciones** y el **ejercicio** de las actividades anteriores respecto aellas.
- Además de (1), (2) y (3), tendrán los derechos y atribuciones profesionales reconocidos en el ordenamiento vigente, así como los reconocidos por disposiciones reguladoras a antiguos peritos, aparejadores, facultativo y ayudantes de ingenieros.



1/6

Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

BBVA está adherido al Fondo de Garantía de Depósitos de Entidades de Crédito de España. La cantidad máxima garantizada es de 100.000 euros por la totalidad de los depósitos constituidos en BBVA por persona.

Ábrete la Cuenta Online de BBVA y llévate 1 año de Wuolah PRO



Las ventajas de Wuolah PRO



Di adiós a la publi en
los apuntes y en la web



Descarga carpetas
completas de un tirón



participa gratis en
todos los sorteos

Ventajas Cuenta Online de BBVA

0€

Sin comisión de administración o
mantenimiento de cuenta.
(0 % TIN 0 % TAE)

0€

Sin comisión por emisión y
mantenimiento de Tarjeta
Aqua débito.

0

Sin necesidad de domiciliar
nómina o recibos.

- En España, la controversia sobre la exclusividad o no de atribuciones profesionales entre profesiones ingenieras se viene resolviendo por sentencias del Tribunal Supremo. Esto se debe a la poca claridad, solapes e indefiniciones de las atribuciones en la legislación vigente. Es un tema aún pendiente de regulación definitiva en el Estado español.

F) **COLEGIOS PROFESIONALES:** según la Ley 2/1974 sobre Colegios Profesionales (CP):

- Defienden los intereses profesionales de los colegiados y velan por el **respeto de la ética** en la práctica de la profesión.
- **Fines de los Colegios Profesionales:**
 - Ordenación del ejercicio de las profesiones.
 - Representación institucional cuando colegiación obligatoria.
 - Defensa de los intereses profesionales de los colegiados.
 - Protección de los intereses de los consumidores y usuarios de los servicios de sus colegiados.
- Ley 2/1974 sobre CP establecía la **obligatoriedad de estar colegiado** (profesiones reguladas) y **colegiarse en lugar de residencia**, uso de **visado** de proyectos y **precios fijos** para proyectos visados.
- Ley 7/1997 de Medidas Liberalizadoras en Materia de Suelo y de CP elimina obligatoriedad tarifas (no las deroga), mantiene visado y mantiene obligatoriedad colegiarse (profesiones reguladas), pero se puede ejercer en todo el territorio nacional. Prácticamente ha convertido la ingeniería en un mercado libre.
- **Visado** para comprobar:
 - Identidad y habilitación profesional del autor.
 - Corrección e integridad formal de la documentación de acuerdo a la normativa.
 - No indica que el proyecto presente una buena solución al problema.
 - El visado expresará su objeto, detallando qué extremos son sometidos a control y qué responsabilidad asume el Colegio.
- Se visarán los trabajos cuando lo solicite el cliente o cuando lo establezca el Gobierno mediante Real Decreto, de acuerdo con:
 - Sea necesario por posible afectación a la integridad física y seguridad de las personas.
 - Se acredite que es el medio de control más proporcionado.
 - Los Colegios no podrán imponer la obligación de visar los trabajos profesionales.

G) **CÓDIGOS DE ÉTICA PROFESIONAL:** ética (de acuerdo con la moral) vs. Deontología (catálogode normas éticas asociadas a una profesión y obligatorias).

- **Ética profesional:** pretende regular el comportamiento correcto de los integrantes de una profesión. Las normas de ética profesional se recogen en los códigos deontológicos de los colegios, que son reglas y principios éticos de obligado cumplimiento.
- **Códigos éticos:** secreto profesional, derecho de asociación, solidaridad entre compañeros, rechazo a la competencia desleal, fines socialmente beneficiosos, actuar lealmente en la redacción de informes y presupuestos, etc. **Principios:**
 - Contribuir a la sociedad y bienestar humano: mejorar la calidad de vida y proteger la salud y seguridad de personas.
 - Evitar perjuicios a terceros: prohíbe el uso de la informática de forma perjudicial, como la destrucción intencionada y modificación o divulgación de archivos y/o programas del cliente.
 - Honestidad y confidencialidad: no reclamar falsamente la autoría de un sistema. [...]. Guardar el secreto (profesional) de las info obtenidas por el desempeño profesional, sin fecha de caducidad (si se detecta delito, se debe denunciar). Mantener la integridad y privacidad de los datos del cliente.
 - No tomar decisiones discriminatorias: asegurar la accesibilidad de los diseños.
 - Respeto a los derechos de propiedad intelectual: copiar o usar software dando crédito a los autores. No violar el copyright, patentes o licencias.

ELIGE DESTINO Y JUÉGALO EN



Marvel's Spider-Man
y cientos de juegos con
PlayStation Plus Premium
por solo 16,99 al mes

Consigue esta oferta con
las Tarjetas Regalo
PlayStation en



TE FALTA FNAC | FNAC.ES

**NEW
YORK
A UN
SALTO**

La ciudad
que nunca
duerme

1 MES

16,99
€



Tema 2 – Organización de la Gestión de Proyectos

1) DEFINICIONES de PROYECTO:

Decreto 1998/1961: “La serie de documentos que definen la obra, en forma tal que un facultativo distinto del autor pueda dirigir con arreglo al mismo las obras o trabajos correspondientes.”

- Es la ley de tarifas y honorarios que quisieron derogar, pero solo eliminaron la obligatoriedad de las tarifas, por eso es la **única definición legal (y en vigor) de proyecto**.
 - No sirve porque solo habla del proyecto como documento, pero eso solo es una parte del mismo.
- **Punto de vista técnico y para la ingeniería:** proceso en el cual pasamos de una situación no deseada (“situación problema”) hasta una situación sí deseada (“situación objetivo”). No acaba hasta que no se satisfacen las necesidades del cliente.
- **Definición ‘académica’:** “Combinación de recursos humanos y no humanos reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito determinado”.

 - La diferencia clave entre un proyecto y una empresa radica en su carácter “*temporal*” (tener un fin definido).
 - El uso de “*recursos*” es muy importante: un jefe de proyectos debe saber desde el primer día cuál es su equipo (personas y recursos materiales).

- **PMI**¹: “Esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”.(PMBOK²)
- Hay otras disposiciones legales donde aparecen otras definiciones de proyecto, como la **Ley de Contratos de las Administraciones Públicas**, aunque esta no es general, sino para las admin públicas. Tampoco sirve porque insisten en tratarlo como documento.
 - La definición debe contemplar:
 - 1) **La idea de planteamiento de un problema (proyecto idea)**: cuando el cliente se da cuenta de que algo falla y tiene que hacer algo para solucionarlo.
 - 2) **Identificación de soluciones**
 - 3) **Evaluación técnico-económica y selección**
 - 4) **Documentación (Proyecto Documento)**
 - 5) **Planificación de la puesta en marcha**
 - 6) **Control de plazos y costes**
 - 7) **Fin** (todo proyecto debe tener un fin perfectamente definido, en cuestión de tiempo y de logros a conseguir. Si estas dos cosas no se definen, no es un proyecto).
- El **mantenimiento no es parte del proyecto** porque termina cuando el servicio echa a andar, pero se puede proyectar (incluir el diseñar y planificar el mantenimiento en la definición del problema). También se puede incluir en la especificación de soluciones, planificación e incluso en el presupuesto.

¹ Project Management Institute

² Project Management Body of Knowledge

- El **resultado** de un proyecto puede ser un producto, proceso o cambio en la organización. Los clientes suelen venir con una definición del problema que engloba una solución (confunden necesidades con deseos), pero el resultado del proyecto no tiene por qué ser lo que dicen. Muchas veces es suficiente con cambiar la manera de trabajar del cliente o con comprar un producto ya existente (y cobrar por el estudio realizado, idea e implantación, si es necesario).

2) **CICLO DE VIDA del Proyecto:** proceso completo desde su inicio hasta su finalización.

- Incluye la definición del problema, puesta en marcha de recursos, realizar documento, poner precio, hablar con el cliente, hacer pruebas finales, asegurarse de que se cumplió el objetivo, etc.

FASES: INICIO → PLANIFICACIÓN → EJECUCIÓN → MONITORIZACIÓN Y CONTROL → CIERRE

- o El **jefe de proyecto** es el que decide cuándo se pasa de fase, cuándo termina una tarea y se pasa a la siguiente. Hay que pararse y analizar cuál es el grado de desarrollo del proyecto, dónde estamos respecto a dónde deberíamos estar y evaluar si se van consiguiendo los objetivos parciales (**hitos**).
- o Se puede tomar la decisión de seguir o de volver atrás, lo que no es deseable pero tampoco es un drama especialmente grande. Cuanto más avanzado esté el proyecto, las vueltas atrás serán más costosas y menos deseables, pero una vuelta atrás al principio no es demasiado grave. Las fases interactúan entre ellas de forma que el ciclo puede repetirse.

- Curva de Progreso:** el progreso del proyecto respecto al tiempo depende del tipo de proyecto, particularidades de la organización de gestión de recursos, etc. Hay varios tipos de curvas, pero la más común es la **curva en S**, relacionada con el uso de recursos: la definición y puesta en marcha implican a pocas personas (cada vez hay más progresos), en la ejecución participa todo el equipo y se avanza en la planificación, y al final se ralentiza porque se debe “ensamblar” el proyecto o porque algunas tareas son difíciles de completar.

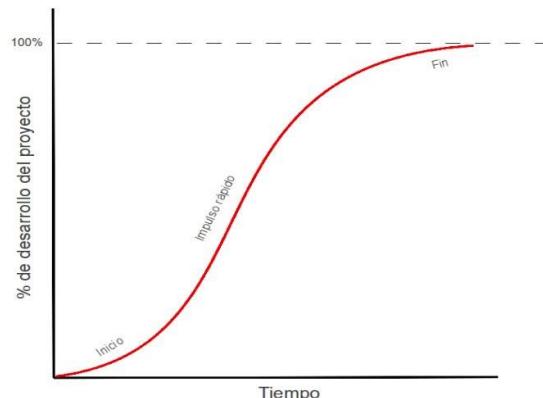


Figura 1.- Curva de progreso del desarrollo del proyecto.

1. INICIO

- En las **rondas de entrevistas** empiezan viéndose los jefes y dando una definición del problema que puede dar un director comercial o ejecutivo de una empresa, que será con poco nivel de profundidad. El jefe de la empresa de proyectos tendrá que hacerse una idea y quedar de acuerdo en que el proyecto se hará. Pero todavía no se firma nada.
- o Despues se reúnen los técnicos. Va subiendo el grado de especialización de los trabajadores que se van reuniendo.

- o El contrato (**hoja de encargo**) se firma una vez se tenga toda la información necesaria para el proyecto (problema real) y se esté de acuerdo con el cliente en que eso es lo que quiere.

A) Identificación de necesidades y restablecimiento de objetivos

- Identificar inequívocamente el objetivo. Hay ciertas “verdades” que lo dificultan:
 - *“Enunciar las necesidades es suficiente para comenzar a escribir código”*: esto llevaa confundir las necesidades con los deseos, pues no siempre la solución es un nuevo programa. Por eso hay que identificar bien el problema real.
 - *“La definición del problema puede cambiarse de forma dinámica a medida que se desarrolla el software, ya que éste es flexible y se adapta con facilidad”*: los cambiosen la definición del problema suelen obligar a comenzar de nuevo desde el principio. El coste de modificar las especificaciones será mayor cuando más avanzado esté el proyecto.
- Deben concretarse mediante la identificación del **problema real** (problema del cliente) y del **problema técnico** (manera de satisfacer las necesidades).

B) Identificación del problema real

- El **cliente formula el problema** y la **empresa convierte esa necesidad** en una “definición” del problema que se pueda abordar desde el punto de vista **técnico**. La empresa corrige la definición o aporta ideas, mientras que el cliente aporta su experiencia en el campo.
- Para identificar bien el problema debe haber una colaboración eficaz, para lo que se debenpreparar las entrevistas. Tras la primera se hace un informe con **contenido del proyecto, plazo, coste aprox y borrador de contrato**.
- Hasta este punto es parecido al *estudio de viabilidad*: comprendo el problema y busco solución. **Aunque aún no se haya firmado**, forma parte del proyecto y el pago de este servicio **se incluye en el presupuesto**. Por eso el peligro está en no llegar a firmar, pues se hará cargo la propia empresa de proyectos.
- Una vez se **firma el contrato** u hoja de encargo, ya se entra en el **problema técnico**.

C) Identificación del problema técnico

- El equipo de desarrollo establece los condicionantes del problema mediante la técnica de ingeniería **PDS** (*Product Design Specification*), que responde a:
 1. **Funcionamiento**: describir técnicamente lo que se espera del producto.
 2. **Entorno**: entorno de prog a usar, la interfaz, personas que lo usarán, en quécondiciones... aspectos que condicionarán el software y el hardware.
 3. **Vida esperada**: definir la vida útil, pues a veces no merece la pena hacer un granesfuerzo en diseñar un producto que va a sustituirse en breve.
 4. **Ciclo de mantenimiento**: definir si harán falta actualizaciones, su periodicidad ycoste, ya que influye en la calidad y la imagen del producto.
 5. **Competencia**: saber si hay algo parecido en el mercado para no ofrecer algo peor.
 6. **Aspecto externo**: se ve antes que el funcionamiento.
 7. **Estandarización**: usar diseños estándar facilita el trabajo.
 8. **Calidad y fiabilidad**: id puntos con más prob de fallo y minimizar con buen diseño.
 9. **Programa de tareas**: programa detallado de la realización a lo largo del tiempo.
 10. **Pruebas**: id qué partes del diseño serán sometidas a pruebas, cuáles, qué resultadosy cuándo. También si el usuario final participará en las pruebas.
 11. **Seguridad**: especificar qué tratamiento dar a los datos del usuario y seguridadcontra copias.

D) Identificación de los factores limitativos

- Para resolver el problema técnico de forma óptima, se deben tomar datos desde el punto de vista técnico: ¿tecnologías necesarias? ¿qué desarrollar (algoritmos, métodos o procesos) y prob de éxito? ¿cómo afectará el desarrollo de la metodología al coste total?
- Los **factores limitativos** son limitaciones del diseño impuestas por el exterior que condicionan la solución:
 - **Factores dato:** inherentes a la naturaleza del problema y que no se pueden modificar (limitaciones de tiempo por plazo de entrega, presupuestarias, tecno existente...)
 - **Factores estratégicos:** variables de diseño que habrá que elegir, de lo que dependerá la solución final (a usar en cualquier equipo, requisitos mínimos, SO...)

2. PLANIFICACIÓN

- La ejecución real se realiza en incertidumbre, donde es muy difícil prever el curso real. Aun así, el plan obliga al jefe a descomponer el proyecto en tareas (**WBS³**, *Work Breakdown Structure*).
- Aunque la planificación casi nunca se cumple, tiene unos **beneficios**:
 - Reducción de la incertidumbre: el seguimiento permite aplicar las medidas correctoras necesarias para cumplir los objetivos en el tiempo previsto.
 - Incremento de la comprensión del proyecto: descomponer en tareas ayuda a comprender su estructura en relación con los objetivos, id los riesgos, prever la distribución de recursos...
 - Incremento de la eficiencia: análisis detallado de WBS permite id tareas paralelas con recursos disponibles, reduciendo el tiempo total de ejecución.

3. EJECUCIÓN

- Consiste en **poner en marcha el plan**. Fase que consume más tiempo y recursos.
- El jefe debe asignar los recursos a las acts, controlar las fechas previstas y resolver conflictos.
- **Tareas del jefe:**
 - Formar equipos de trabajo
 - Dirigir y liderar los trabajos
 - Obtener recursos adicionales cuando necesario
 - Dirigir reuniones de revisión
 - Comunicar info al equipo y clientes
 - Gestionar progreso del proyecto (*Monitorización y Control*)
 - Implementar procedimientos de aseguramiento de calidad

4. MONITORIZACIÓN Y CONTROL

- Corresponde con la tarea del jefe de *Gestionar progreso del proyecto*, por lo que coincide en el tiempo con la Ejecución. Consiste en hacer un **seguimiento exhaustivo del progreso**.
- No suele cumplirse lo previsto, por eso el jefe debe **monitorizar** constantemente (comparar pordónde voy con por dónde tendría que ir) y tomar medidas para reconducir la situación (**control**).

5. CIERRE

- Coincide con la **entrega del producto final**, aunque también incluye las **tareas**:
 - Obtener la aceptación de entregables por parte del cliente
 - Documentar lo aprendido en la ejecución y que pueda servir para proyectos futuros
 - Formalizar cierre
 - Liberar recursos

³ EDT: Estructura de Descomposición del Trabajo

ELIGE DESTINO Y JUÉGALO EN



Marvel's Spider-Man
y cientos de juegos con
PlayStation Plus Premium
por solo 16,99 al mes

Consigue esta oferta con
las Tarjetas Regalo
PlayStation en



TE FALTA FNAC | FNAC.ES

**NEW
YORK
A UN
SALTO**

La ciudad
que nunca
duerme

1 MES

16,99
€



Tema 2 – Organización de la Gestión de Proyectos

3) HABILIDADES del DIRECTOR de Proyectos:

- La dirección eficaz de proyectos exige una capacidad de comunicación oral y escrita, organización, formación y dirección de equipos, negociación y resolución de problemas.
- **Principio de Peter:** “En una jerarquía, todo empleado tiende a ascender hasta su nivel de competencia”. El mejor jefe no tiene por qué ser el mejor técnico.
- **Capacidad para formar Equipos**
 - Construir equipos con personas especialistas y promover buen ambiente de trabajo.
- **Liderazgo**
 - Relacionarse de forma eficaz con miembros, otros líderes y con gestores superiores.
 - Recoger toda la info relevante para tomar decisiones, integrando las necesidades y preferencias individuales. Decidir qué cosas requieren actuar y cuáles no. Los líderes son jefes, pero los jefes no necesariamente son líderes.
 - **Características de un líder eficaz:** asistencia, promoción de integración de nuevos miembros, manejar conflictos, facilitar la toma de decisiones, obtener compromiso del equipo, comunicación clara y equilibrar soluciones técnicas con disponibilidad recursos.
- **Capacidad de Planificación**
 - El plan permite comparar lo ejecutado con lo planificado (*Monitorización*) para tomar las medidas adecuadas (*Control*) para reconducir la ejecución hacia los objetivos, plazos y presupuestos previstos.
 - El director del proyecto debe realizar la planificación, para lo que necesita capacidad para: procesar info, comunicarse, negociar recursos, obtener compromiso, planificar modular e incrementalmente, y definir objetivos intermedios (*hitos*).
 - Combinar el control con flexibilidad para cambios inevitables, de forma que siga siendo viable.
- **Capacidad de Comunicación**
 - Estar en contacto constante con todos, generar informes, documentación, mantener informados a todos de qué deben hacer, con qué y para cuándo.
 - Dentro del equipo se habla de todo, pero hacia fuera solo habla el jefe. Ahí entra el secreto profesional. Dentro todos se comunican, pero con los otros jefes y el cliente solo habla el Projectmanager.
- **Organización del Trabajo**
 - Una buena organización del trabajo contribuye a ahorrar tiempo y dinero: documentación, tiempo, prioridades y recursos.
 - a. **Gestión del Tiempo:** proceso usado para gestionar las prioridades manteniendo la agenda actualizada y una lista realista de tareas diarias que contenga logros (descomponer y priorizar).
 - b. **Establecimiento de las prioridades:** separar las tareas en función de su importancia y urgencia, en cuatro zonas:
 - **Lucha contra incendios (apaga-fuegos):** resolverlo ahora mismo. Se debe a falta de planificación, pero también puede indicar que haya que asumir retrasos y replanificar. Lo mejor es pasar la menor cantidad de tiempo aquí.
 - **Planificación:** revisar la ejecución de las tareas de la lista del día anterior. Lo mejor es pasar la mayor cantidad de tiempo aquí.
 - **Pérdida de tiempo:** reuniones innecesarias, correos superficiales... no hay alarmas ni crisis. Mantenernos lo más lejos posible de aquí.
 - **Buscar un nuevo trabajo:** inexistencia de alarmas activas y falta de motivación.

4) **ORGANIZACIONES para la GESTIÓN de Proyectos:**

- Se refiere a cómo una empresa de proyectos organiza, clasifica y jerarquiza el trabajo de su gente, así como los rangos de autoridad respecto a la organización general y de cada proyecto.

A) Organización FUNCIONAL

- Organizada en **unidades funcionales** por especialidades, que también pueden dividirse. Cada unidad tiene un jefe que responde ante el director ejecutivo.
- En el proyecto **participan todas** las unidades funcionales. El jefe del proyecto debe conseguir que cada jefe de unidad ponga **parte de sus recursos al servicio del proyecto**.
- La coordinación del proyecto puede recaer en el director ejecutivo, un jefe de unidad o en todos.
- El jefe del proyecto **no tiene autoridad** sobre las unidades. Para **optimizar recursos**, es probable que los jefes del proyecto sean los propios jefes de unidad, lo que repercute en cada proyecto porque obliga a competir entre ellos para obtener sus recursos.
- Modelo más tradicional y la mejor forma de organización para **empresas que no se dedican exclusivamente a proyectos**, donde las unidades realizan simultáneamente tareas del proyecto y propias de la empresa.
- **Ventajas:** clara cadena de mando y fácil asignación de tareas.
- **Desventajas:** jefes del proyecto son jefes de unidades, demasiada burocracia por respetar cadena de mando, competencia por recursos y limitada autoridad del jefe de proyecto, que debe negociar con el resto de jefes de unidad para conseguir sus recursos.

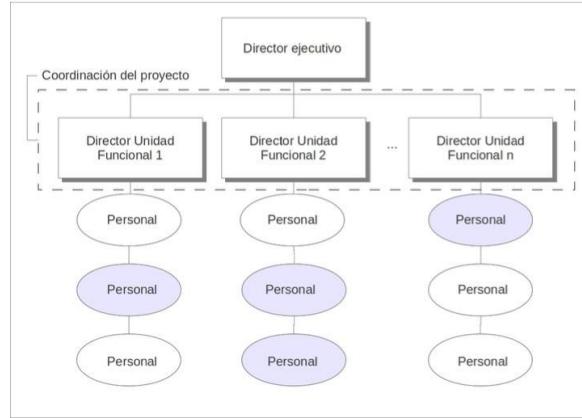
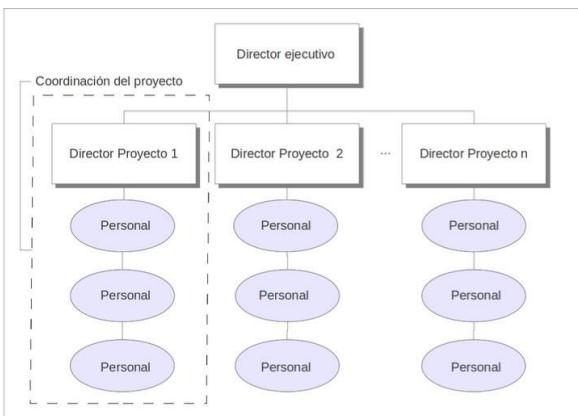


Figura 3.- Organización funcional (las áreas sombreadas representan al personal relacionado con las actividades del proyecto).

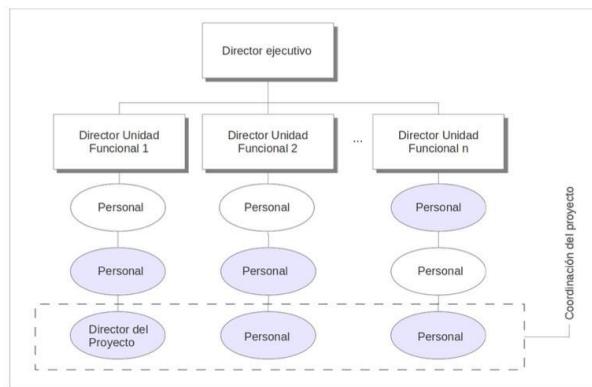
B) Organización ORIENTADA A PROYECTOS

- Es lo opuesto a la funcional: hay **un director por proyecto** que rinde cuentas a **un director ejecutivo**.
- El director del proyecto tiene **autoridad total** sobre el mismo, pero **no hay optimización de recursos**.
- Los miembros del proyecto rinden cuentas al director y sólo realizan actos del proyecto. Al finalizarlo, se les reasigna a otros proyectos.
- Tipo de organización que quiere el director de proyectos, pero no el director ejecutivo porque tiene problemas de sobreasignación de recursos en momentos concretos.
- La mejor forma de organización para **empresas que solo se dedican a hacer proyectos**.
- **Ventajas:** autoridad total y la organización centrada en el proyecto.
- **Desventajas:** la reasignación de miembros podría dar problemas laborales si no hay nuevos proyectos, mal uso de recursos al infrautilizar especialistas dedicándolos solo a un proyecto y competencia por recursos, que puede perjudicar la calidad de ciertos proyectos.



C) Organizaciones MATRICIALES

- Están a medio camino entre la funcional y la orientada a proyectos, y combinan lo mejor de ambas:
los miembros están asignados a un proyecto, pero siguen **ligados a su unidad funcional**, donde continúan sus tareas.
 - Hay una **asignación fija a cada proyecto**, sin salir de la unidad funcional, y una **asignación variable** que organiza el director de la unidad en función de la demanda.
 - Es la organización más compleja porque cada miembro pertenece simultáneamente a un proyecto y a una unidad funcional, teniendo dos jefes.



PREGUNTAS:

■ ¿Se puede cambiar el plazo y el precio?

(Depende de la motivación) La respuesta general es **Sí, se puede cambiar**, porque tenemos un contrato entre dos partes y ambas partes podrían acordar deshacerlo y hacerlo de nuevo o modificarlo sobre la marcha. El problema es cuando no hay mutuo acuerdo.

Hay 3 cuestiones que ocurren con frecuencia:

1. Durante la ejecución del proyecto le enseñamos un prototipo al cliente y dice que no es lo que necesitaba, a pesar de aparentemente estar de acuerdo en la entrevista final con la especificación y firmarla. Hay que agarrarse al contrato.
 2. No se ha hecho un estudio detallado con la suficiente intensidad y resulta que al programar se ve que la tecnología no nos es útil como pensábamos, haciendo que se tarde tres meses más y sea más costoso. En este caso, el que se agarrará al contrato será el cliente.
 3. El proyecto y los objetivos están bien definidos, las tecnologías son las correctas, la solución es la correcta, pero hay retrasos en la ejecución del proyecto por alguna causa.

■ ¿El jefe de proyecto habla con todos los miembros del equipo?

No, habla con los jefes de equipo, que para eso están. Si acaba hablando con uno de los de abajo, es que ya hay lío. Es muy importante mantener la jerarquía.

Tema 5 – Documentación del Proyecto

- **Introducción:**
- **Objetivos del documento de proyecto:** facilitar al usuario la instalación, manejo y desinstalación, permitir a otro técnico comprender las estrategias de diseño seguidas y facilitar la resolución de problemas que puedan surgir.
- El documento no debe reflejar el proceso de diseño.
- La **Ley de Contratos de las Administraciones Públicas**, entre otras, define una **estructura básica** para la documentación:

MEMORIA – PLANOS – PLIEGO DE CONDICIONES – PRESUPUESTO

- **Planos:** información gráfica suficiente para la ejecución física de las soluciones, respetando la normalización.
- **Pliego de Condiciones:** disposiciones administrativas, legales y económicas a tener en cuenta durante la ejecución del proyecto.
- **Presupuesto:** justifica el coste de ejecución del proyecto.

- **MEMORIA:**

- Descripción del **problema** y **soluciones** adoptadas, con justificación técnica y económica.
- La parte principal es el **Manual Técnico**, acompañado de anexos con información importante como el **Manual de Usuario**, el **Manual de Código** o la **Documentación de pruebas**.

1. INTRODUCCIÓN

- Ideas sobre **qué** se pretende hacer, con info sobre el **alcance general** y su **ámbito** de aplicación.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

- **Definición** del problema desde el punto de vista **técnico** y corresponde con la fase de *Identificación de necesidades y establecimiento de objetivos* del proceso general del proyecto(*Inicio* del ciclo de vida, con problema real, técnico y factores limitativos).
- Se deben **separar** claramente los **problemas real y técnico**.
- Se puede reunir con el siguiente (*Objetivos*), pero no se recomienda.

3. OBJETIVOS

- Resumen de la info anterior con una **lista** de lo que se quiere **obtener**, con una **descripción funcional del diseño** e indicando las posibles **soluciones**.
- Ser lo más **realista** posible ciñéndonos a la definición dada en la PDS¹ (definición problema) y huir del idealismo.

MEMORIA

- 1.- Introducción
- 2.- Definición del Problema
- 3.- Objetivos
- 4.- Antecedentes
- 5.- Restricciones
- 6.- Recursos
- 7.- Especificación de Requisitos
- 8.- Especificación del Sistema
- 9.- Conclusiones
- 10.- Bibliografía

ANEXOS

- A.- Manual de Usuario
- B.- Manual de Código
- C.- Documentación de las pruebas
- Otros

¹ Product Design Specification

cómo???



1/6

Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

BBVA está adherido al Fondo de Garantía de Depósitos de Entidades de Crédito de España. La cantidad máxima garantizada es de 100.000 euros por la totalidad de los depósitos constituidos en BBVA por persona.

ventajas

PRO



Di adiós a la publicidad en los apuntes y en la web



Participa gratis en todos los sorteos



Descarga carpetas completas

estudia sin publicidad

WUOLAH PRO

Tema 5 – Documentación del Proyecto

4. ANTECEDENTES

- Toda **info previa** que sirve de **base**: comentar y **criticar apps similares** en el mercado, mencionando **qué se espera** del nuevo software que los **previos no alcancen**, así como la **motivación** para la ejecución.

5. RESTRICCIONES

- Restricciones de **diseño** (*factores limitativos*) que condicionan elección de alternativa:
- **Factores dato**: se deben a la naturaleza del problema o vienen dados por el cliente (presupuesto, tiempo, tipo hardware en empresa...).
- **Factores estratégicos**: los identifica el técnico proyecto y se pueden modificar.

6. RECURSOS

- **Recursos humanos**: equipo de desarrollo con jefe de proyecto, analistas de sistema, comerciales y técnicos, programadores, etc. Clasificar desde el principio las tareas de cada uno para optimizar.
- **Recursos materiales**: hardware y software disponible para ejecución.

7. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS

- Expresar técnicamente las **condiciones** obtenidas en la identificación del problema.
- **Responde** las **cuestiones** del **problema técnico** (PDS).

8. ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA

- Aplicar **diseño** a la **especificación de requisitos** (ER): detallar **interfaz de usuario** y **desarrollo** final de **funciones**, explicando funcionamiento interno.
- Mencionar las **pruebas** realizadas para comprobar integridad y calidad.
- En una subsección se puede hacer un estudio del coste de desarrollo del software y programa o calendario de tareas necesario.

9. CONCLUSIONES

- Indicar **puntos débiles** y **fuertes** del software y orientar sobre **mejoras**. Útil para quienes tengan que mejorar o mantener el software.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Último apartado donde **referenciar** la documentación utilizada.
- Relacionar referencias por **orden alfabético de autores o numéricamente** según se citaron.
- La norma **UNE-ISO 690:2013** regula la forma de citar las referencias en el texto.
 - Libros:

Stallings, W. Comunicaciones y Redes de Computadores. 7^a edición. Pearson. 2004. 896 pp. ISBN 978-84-205-4110-5
 - Revistas:

Samet, R. Hardware implementation of fault-tolerance. 2011. IEEE Secure Computing. Vol. 8, pp. 391-403.

¶ ANEXOS:

A) MANUAL DE USUARIO

- Indica **cómo instalar** y **manejar** el programa de la forma más sencilla y precisa posible.
- Incluir **figuras** explicativas de lo que se debe ir viendo y ejemplos.
- Debe ser suficiente para que cualquier persona **no experta** pueda utilizarlo sin leer la memoria. Por eso conviene que sea un doc aparte.

B) MANUAL DE CÓDIGO

- Persona distinta del autor pueda **identificar** el significado de **variables** y funcionamiento de **funciones**.
- Hacer uso de **comentarios** y variantes visuales que ayuden a lectura.

C) DOCUMENTACIÓN DE LAS PRUEBAS

- Estrategias de prueba seguidas en la **verificación** del software: **objeto de la prueba**, sobre **qué parte** y los **resultados esperados y obtenidos**, así como **modificaciones** realizadas en virtud de los mismos.
- Las **pruebas** consisten en someter al software a una evaluación para comprobar que se comporta de acuerdo a las especificaciones realizadas antes del diseño.
- Anotar **conclusiones generales** del desarrollo, con el **grado de consecución de objetivos** y líneas de **mejora**.

☒ **Otros:** Información estudiada o desarrollada por el equipo de desarrollo, nada que se encuentre en libros especializados.

○ **PLIEGO DE CONDICIONES:**

- Recoge las **exigencias técnicas y legales** que hayan de aplicarse durante la **ejecución** del proyecto, regulando los derechos y obligaciones de las partes: **Propietario, Contratista y Director del Proyecto**.
- Es un documento **vinculante** y **contractual**, pues se incluye en el contrato entre contratista y propietarios para la ejecución del proyecto.
- Debe redactarse de forma clara y concisa, **sin lagunas legales**. Debe ser **realista** para evitar que se encarezca el proyecto.
- Hay pliegos de condiciones **establecidos** para obras de Estado, con lo que bastaría con indicar que se seguirá tal pliego.
- Para proyectos privados:
 - a) Proyectos para admin privadas: pueden tener su propio Pliego de Condiciones Técnicas Generales o pueden necesitar la redacción de uno a partir de los pliegos de prescripciones técnicas del Estado.
 - b) Proyectos para un particular: redactar un pliego a medida para el proyecto, basándose en otros pliegos y normas. Debe estar completo en cuestión de posibles discrepancias.

☒ **Descomposición del Pliego:**

- (1) **Definición y Alcance del Pliego**
- (2) **Condiciones Generales**
- (3) **Condiciones Particulares**

☒ **Tipos de Pliegos según condiciones que regulan:**

- A) Pliego de Condiciones **Técnicas**
- B) Pliego de Condiciones **Administrativas**
 - B.1) Pliego de Condiciones **Facultativas**
 - B.2) Pliego de Condiciones **Legales**
 - B.3) Pliego de Condiciones **Económicas**

Tema 3 - Planificación, Programación y Control de Proyectos (PPC)

6/10/21

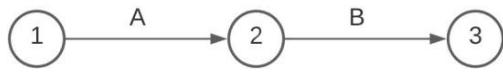
PERT:

- Grafo dirigido no cíclico tipo AOA (*Activities On Arrows*).
- Grafo cerrado: hay un suceso inicio del proyecto y otro fin.
- Grafo plano: se puede hacer sin cruzar flechas.
- El Project de Microsoft llama PERT a su grafo, pero no lo es. Su grafo es AON (*ActivitiesOn Nodes*), más pobre que el AOA.

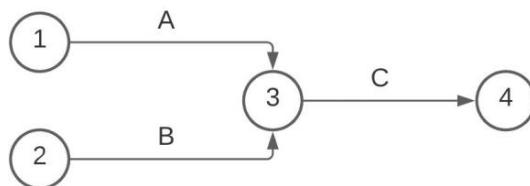
- **Tarea:** unidad mínima de trabajo en que se puede descomponer el proyecto y asignar tiempo y recursos. También llamada activity o task. Se representan en las flechas.
- **Suceso:** puntos en el tiempo que marcan inicio y final de tareas. Se representan como *nodos*. Todas las tareas tienen suceso inicio y suceso fin. Estos nodos son numerados de forma ordenada, inicio (1) y fin (2) de la tarea A:



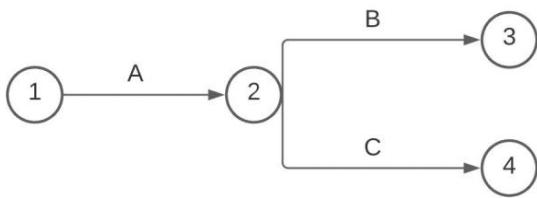
- **Tipos de Prelaciones:** en el grafo PERT se presentan actividades y prelaciones de actividades:
- **Prelación directa:** donde A precede a B y se dice como $A \rightarrow B$. La tarea B solo puede empezar cuando haya acabado A, que no es lo mismo que decir que B empieza al acabar A.



- **Prelación de convergencia:** donde A y B preceden a C, y se dice como $A, B \rightarrow C$. La tarea C solo puede empezar cuando hayan acabado A y B, que no es lo mismo que decir que C empieza al acabar A y B. No significa que A y B acaben a la vez, pero sí es cierto que el suceso 3 es común.

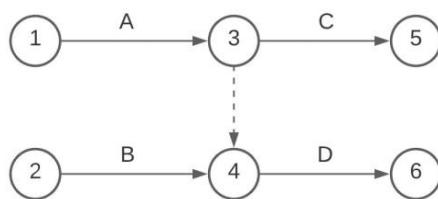


- **Prelación de divergencia:** donde A precede a B y C, y se dice como $A \rightarrow B, C$. Las tareas B y C solo pueden empezar cuando haya acabado A, que no es lo mismo que decir que ambas empiezan al acabar A. De hecho, tampoco significa que B y C empiecen a la vez, pero sí es cierto que el suceso 2 es común.



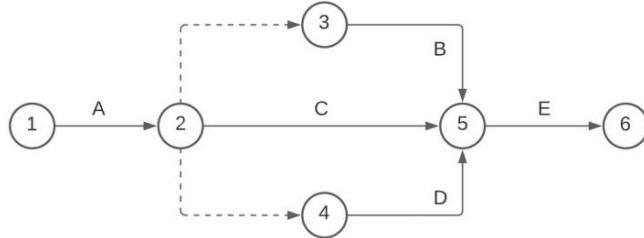
- **Actividades ficticias:** son actividades que no consumen tiempo ni recursos. Se utilizan en dos casos:

- 1) Cuando se presentan simultáneamente prelaciones directas y de convergencia o divergencia:
 $A \rightarrow C, D$ y $B \rightarrow D$. La tarea B no precede a C, por eso C y D no deben compartir nodo inicio, para no representarlo erróneamente. Ahí es donde entra la actividad ficticia.

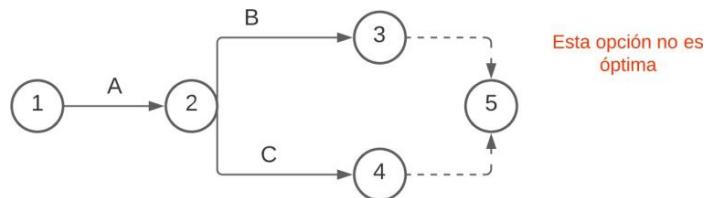


- 2) Con actividades paralelas: tienen el mismo nodo inicio y fin, pero no significa que empiecen y acaben a la vez. No se representa el tiempo, sino el orden en el tiempo. Por ejemplo,

$$A \rightarrow B, C, D \rightarrow E.$$



- Para que el grafo sea **óptimo** debe tener el menor número posible de actividades ficticias. Poreso, en el caso de actividades paralelas se pueden compartir sucesos inicio y final, y evitar ficticias. Además, si de un nodo solo sale una ficticia, esa ficticia sobra.



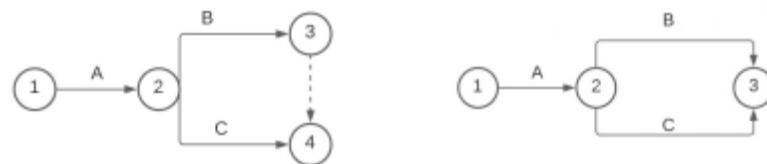
- El proyecto acaba cuando ocurre el suceso fin. El objetivo de PERT es ver cuánto tarda en ocurrir el suceso fin.
- Si el grafo termina en una divergencia, hay dos opciones para obtener un suceso fin único:

Si tu ordenador tiene más años que los que dura tu carrera: toca cambio.



¿Necesitas un portátil para estudiar pero eres de los que se echa una partidita para desconectar? Con el Katana GF66 de MSI lo tienes todo; movilidad, autonomía y rendimiento óptimo para compaginar tus dos facetas

Tema 3 - PPC



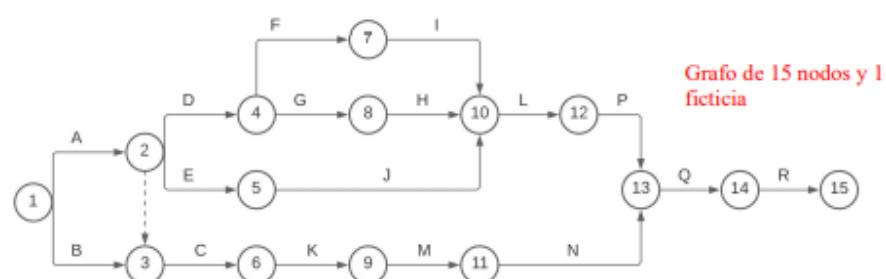
- ② **EJEMPLO 1:** Teniendo las prelaciones, se puede crear el grafo directamente o a partir de la Matriz de encadenamiento (siguiente tabla).

PRELACIONES

A ⊼ C, D, E	D ⊼ F, G	G ⊼ H	L ⊼ P	Q ⊼ R
B ⊼ C	E ⊼ J	H, I, J ⊼ L	M ⊼ N	
C ⊼ K	F ⊼ I	K ⊼ M	N, P ⊼ Q	

Matriz de encadenamiento

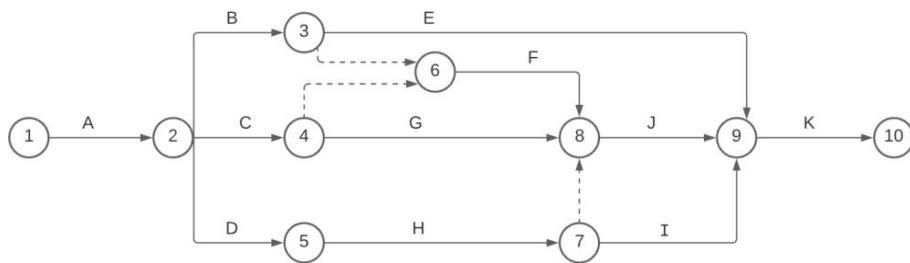
		SIGUIENTES																
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	Q	R
PRECEDENTES	A		X	X	X													
	B		X															
	C											X						
	D				X	X												
	E												X					
	F												X					
	G												X					
	H													X				
	I													X				
	J													X				
	K													X				
	L														X			
	M														X			
	N															X		
	P															X		
	Q																X	
	R																	



7/10/21

EJEMPLO 2:**PRELACIONES**

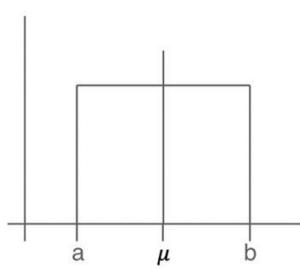
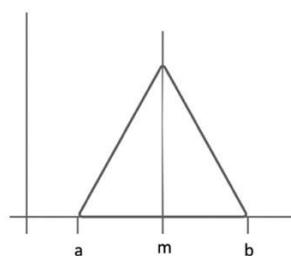
A ⊲ B, C, D	F ⊲ J
B ⊲ E, F	G ⊲ J
C ⊲ G, F	H ⊲ J, I
D ⊲ H	I ⊲ K
E ⊲ K	J ⊲ K



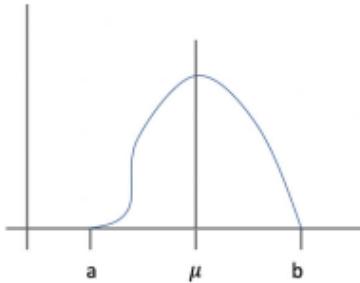
- **Tiempos PERT:** no conocemos la duración real de las tareas, pero podemos acotar sus tiempos según la experiencia:
 - o **Tiempo optimista (a):** duración mínima absoluta de la actividad cuando todo va bien. No es rebajada nunca.
 - o **Tiempo pesimista (b):** duración máxima absoluta que se conoce de cuando todo ha ido mal. No es superada nunca.
 - o **Tiempo más probable (m):** tiempo que normalmente se empleará en ejecutar la actividad. El que se repite más veces, también llamado *moda*.
 - o **Tiempo PERT (μ):** superado y rebajado el 50% de las veces. Una vez establecidas las estimaciones de tiempo, se calcula el tiempo PERT de ejecución de la actividad:

$$\mu = \frac{a + b + 4 \cdot m}{6}$$

- **Funciones de distribución PERT:** el área representada indica la probabilidad de que una actividad dure una determinada cantidad de tiempo.

1) Uniforme:**2) Triangular:**

3) Beta:



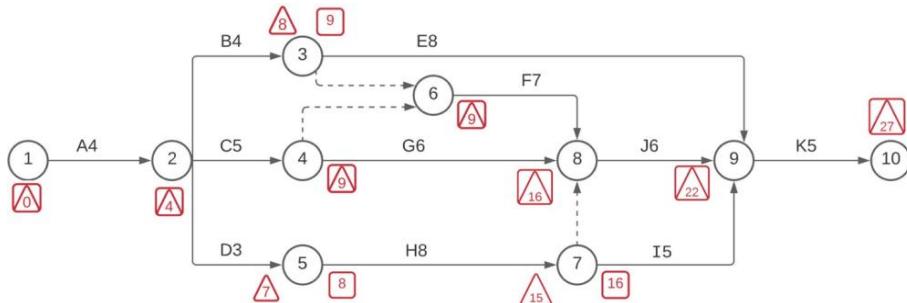
- La más usada.
- **Beta de proyectos:**

$$\sigma = \frac{b-a}{6} \text{ (desviación típica)}$$

$$\mu = \frac{a+b+4 \cdot m}{6}$$

Tiempos para las actividades: estos tiempos PERT se pueden calcular a partir del grafo o mediante el Algoritmo de Zaderenko.

- **Early** : tiempo más temprano posible en el que ocurre un suceso.
- Los tiempos *early* se obtienen de izquierda a derecha por el grafo: el de un suceso final se obtiene sumando al *early* de su suceso inicio el tiempo PERT de la actividad entrante.
- Si un nodo es suceso final de varias actividades, el tiempo *early* es el *early* mayor calculado de entre todas las actividades.
- El suceso inicial del proyecto tiene tiempo *early* = 0.
- El tiempo *early* del suceso final del proyecto coincide con su tiempo *last* y corresponde con el tiempo PERT del mismo.
- **Last** : tiempo más tardío permisible. Si llego tarde a algún *last*, el tiempo final del proyecto no se cumple.
- Los tiempos *last* se obtienen de derecha a izquierda por el grafo: el de un suceso inicial se obtiene restando al *last* de su suceso final el tiempo PERT de la actividad saliente.
- Si un nodo es suceso inicial de varias actividades, el tiempo *last* es el *last* menor calculado de entre todas las actividades.
- El suceso inicial del proyecto tiene tiempo *last* = 0.
- El tiempo *last* del suceso final del proyecto coincide con su tiempo *early* y corresponde con el tiempo PERT del mismo.



- Cuando coinciden los tiempos early y last, se representan juntos: 
- **Caminos:** todas las combinaciones que tengo de llegar del nodo inicio al nodo fin.
- **Actividad crítica:** toda aquella actividad dentro del proyecto que tiene **holgura total = 0**.
- **Camino Crítico:** toda aquella sucesión de actividades críticas dentro del proyecto que unen el suceso inicio con el suceso fin.
 - Los sucesos con  pueden indicar el **Camino Crítico**, siendo el o los caminos con duración máxima que incluyen a las **actividades críticas**. Si se retrasa una actividad crítica, se retrasa el proyecto.
 - Todas las críticas tienen sucesos inicial y final con , pero no todas las actividades con sucesos inicial y final con  son críticas.
- **Holguras:** generalmente, es el tiempo que una actividad puede atrasarse sin afectar a la fecha de finalización del proyecto. Para cada actividad se pueden obtener tres tipos de holguras:
 - **Total (H^T): tiempo total sobrante.** La holgura total de una actividad con suceso inicio i y suceso final j (H^T) se obtiene restando al tiempo *last* del suceso final (t^*) el tiempo *early* del suceso inicio (t_i) y la duración de la actividad (t_{ij}) $\rightarrow H^T = t^* - t_i - t_{ij}$.
 - Esta holgura puede ser positiva (+) o 0.
 - Si esta holgura es positiva, consumirla no afecta a la duración final, pero sí puede afectar a las holguras de las actividades siguientes.
 - Si esta holgura es 0, la actividad es crítica y retrasarla sí afecta a la duración final porque forma parte del camino crítico.
 - **Libre (H^L): tiempo sobrante.** Parte de la holgura total que se puede consumir sin afectar a las holguras de las actividades siguientes. La holgura libre de una actividad con suceso inicio i y suceso final j (H^L) se obtiene restando al tiempo *early* del suceso final (t_j) el tiempo *early* del suceso inicio (t_i) y la duración de la actividad (t_{ij}) $\rightarrow H^L = t_j - t_i - t_{ij}$.
 - Esta holgura puede ser positiva (+) o 0.
 - Si esta holgura es positiva, se puede consumir sin afectar a las siguientes.
 - **Independiente (H^I): tiempo realmente sobrante.** Parte de la holgura libre que no se ve afectada si las anteriores consumen su holgura. La holgura independiente de una actividad con suceso inicio i y suceso final j (H^I) se obtiene restando al tiempo *early* del suceso final (t_j) el tiempo *last* del suceso inicio (t^*) y la duración de la actividad (t_{ij}) $\rightarrow H^I = t_j - t^* - t_{ij}$.
 - Esta holgura puede ser positiva (+), negativa (-) o 0.
 - Si esta holgura es positiva, permite empezar lo más tarde permisible y acabar lo más pronto posible. Es decir, permite que las actividades anteriores acaben tarde y que las siguientes empiecen pronto.
- **Algoritmo de Zaderenko:** se utiliza para calcular los tiempos *early* y *last* de las actividades y, finalmente, obtener el tiempo PERT del proyecto. El procedimiento para el ejemplo 2 sería:
 - 1) Se crea una **matriz cuadrada** según el número de nodos, en este caso 10. Las filas (i) y columnas (j) se numeran según los nodos.

ELIGE DESTINO Y JUÉGALO EN



Marvel's Spider-Man
y cientos de juegos con
PlayStation Plus Premium
por solo 16,99 al mes

Consigue esta oferta con
las Tarjetas Regalo
PlayStation en



TE FALTA FNAC | FNAC.ES

**NEW
YORK
A UN
SALTO**

La ciudad
que nunca
duerme

1 MES

16,99
€



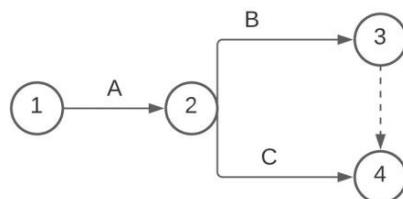
Tema 3 - PPC

- 2) Fila a fila, se rellena la matriz con las unidades de tiempo (u. t.) necesarias para ir del nodo i al nodo j , es decir, la **duración de la actividad**.
- 3) Los tiempos *early* se ponen en una nueva columna y los *last* en una nueva fila.
- 4) El **tiempo early** se calcula sumando al *early* del nodo anterior la duración de la actividad y se coge el mayor en caso de que lleguen varias actividades: en la matriz se mira columna a columna los nodos predecesores (donde haya u. t.) y esa duración se suma al *early* del nodo anterior:
 1. El nodo 1 no tiene predecesor, por lo que su *early* es 0.
 2. Al nodo 2 lo precede el nodo 1 con *early* de 0 y 4 u. t. entre ambos ↗ el *early* del nodo 2 es 4 u. t. ($0 + 4$).
 3. Al nodo 3 lo precede el nodo 2 con *early* de 4 y 4 u. t. entre ambos ↗ el *early* del nodo 3 es de 8 u. t. ($4 + 4$).
 4. Al nodo 4 lo precede el nodo 2 con *early* de 4 y 5 u. t. entre ambos ↗ el *early* del nodo 4 es de 9 u. t. ($4 + 5$).
 5. Al nodo 5 lo precede el nodo 2 con *early* de 4 y 3 u. t. entre ambos ↗ el *early* del nodo 5 es de 7 u. t. ($4 + 3$).
 6. Al nodo 6 lo preceden los nodos 3 y 4 con *earlys* de 8 y 9, y 0 u. t. para llegar al nodo 6 en ambos casos (actividades ficticias). Se obtiene como *early* la suma mayor de todas ↗ el *early* del nodo 6 es de 9 u. t. ($9 + 0$; del nodo 4).
 7. Al nodo 7 lo precede el nodo 5 con *early* de 7 y 8 u. t. entre ambos ↗ el *early* del nodo 7 es de 15 u. t. ($7 + 8$).
 8. Al nodo 8 lo preceden los nodos 4, 6 y 7 con *earlys* de 9, 9 y 15 respectivamente; y 6, 7 y 0 u. t. para llegar al nodo 8 en cada caso. Se obtiene como *early* la suma mayor de todas ↗ el *early* del nodo 8 es de 16 u. t. ($9 + 7$; del nodo 6).
 9. Al nodo 9 lo preceden los nodos 3, 7 y 8 con *earlys* de 8, 15 y 16 respectivamente; y 8, 5 y 6 u. t. para llegar al nodo 9 en cada caso. Se obtiene como *early* la suma mayor de todas ↗ el *early* del nodo 9 es de 22 u. t. ($16 + 6$; del nodo 8).
 10. Al nodo 10 lo precede el nodo 9 con *early* de 22 y 5 u. t. entre ambos ↗ el *early* del nodo 10 es de 27 u. t. ($22 + 5$). Esta es la duración del proyecto, su **tiempo PERT (μ)**.
- 5) El **tiempo last** se calcula restando al *last* del nodo posterior la duración de la actividad y se coge el menor en caso de que salgan varias actividades: en la matriz se mira fila a fila (empezando por la última) los nodos sucesores (donde haya u. t.) y esa duración se resta al *last* del nodo anterior:
 1. El nodo 10 no tiene sucesor, por lo que su *last* es igual a su *early*, 27 u. t. Esta es la duración del proyecto, su **tiempo PERT (μ)**.
 2. Al nodo 9 lo sucede el nodo 10 con *last* de 27 y 5 u. t. entre ambos ↗ el *last* del nodo 9 es 22 u. t. ($27 - 5$).
 3. Al nodo 8 lo sucede el nodo 9 con *last* de 22 y 6 u. t. entre ambos ↗ el *last* del nodo 8 es de 16 u. t. ($22 - 6$).
 4. Al nodo 7 lo suceden los nodos 8 y 9 con *lasts* de 16 y 22; y 0 y 5 u. t. para llegar a cada uno. Se obtiene como *last* la resta menor de todas ↗ el *last* del nodo 7 es de 16 u. t. ($16 - 0$; del nodo 8).
 5. Al nodo 6 lo sucede el nodo 8 con *last* de 16 y 7 u. t. entre ambos ↗ el *last* del nodo 6 es de 9 u. t. ($16 - 7$).

6. Al nodo 5 lo sucede el nodo 7 con *last* de 16 y 8 u. t. entre ambos ↗ el *last* del nodo 5 es de 8 u. t. (16 - 8).
7. Al nodo 4 lo suceden los nodos 6 y 8 con *lasts* de 9 y 16; 0 y 6 u. t. para llegar acada uno. Se obtiene como *last* la resta menor de todas ↗ el *last* del nodo 4 es de 9 u. t. (9 - 0; del nodo 6).
8. Al nodo 3 lo suceden los nodos 6 y 9 con *lasts* de 9 y 22; 0 y 9 u. t. para llegar acada uno. Se obtiene como *last* la resta menor de todas ↗ el *last* del nodo 3 es de 9 u. t. (9 - 0; del nodo 6).
9. Al nodo 2 lo suceden los nodos 3, 4 y 5 con *lasts* de 9, 9 y 8 respectivamente; y 4,5 y 3 u. t. para llegar a cada uno. Se obtiene como *last* la resta menor de todas ↗ el *last* del nodo 2 es de 4 u. t. (9 - 5; del nodo 4).
10. Al nodo 1 lo sucede el nodo 2 con *last* de 4 y 4 u. t. entre ambos ↗ el *last* del nodo 1 es de 0 u. t. (4 - 4). Si el nodo 1 no tiene un *last* de 0 u. t., significa que algo se ha hecho mal.

		NODOS										EARLY
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
NODOS	1		4									0
	2			4	5	3						4
	3						0			8		8
	4						0		6			9
	5							8				7
	6								7			9
	7								0	5		15
	8									6		16
	9										5	22
	10											27
LAST		0	4	9	9	8	9	16	16	22	27	

- Si el grafo está bien numerado, la matriz de Zaderenko debe salir **triangular** (por encima de la diagonal).
- Los nodos con iguales tiempos early y last (mismos valores en columna y fila últimas de Zaderenko) pueden ser sucesos iniciales o finales de **actividades críticas**. El **camino crítico** de este ejemplo sería: ACFJK.
- Es importante para Zaderenko que las actividades tengan sucesos iniciales y finales propios. Por ejemplo, dos actividades paralelas deben representarse con una ficticia, aunque para el grafo no haga falta, porque si no, no se podrían representar los tiempos en la matriz (habría que poner dos tiempos en la misma casilla).



13/10/21 ==> "5.2 Algoritmo PERT con probabilidad" del Libro Programación Proyectos

¿Cuál es la función de distribución que rige el proyecto?

La duración del proyecto es una variable aleatoria que se consigue de otras variables N que son:

Independientes } **Teorema central del límite** \Rightarrow Variable que se distribuye como una normal que tiene de **media** la suma de medias y de **varianza**, la suma de varianzas (en este caso, de las actividades).

Equidistribuidas }

Libro: "[...] la duración de un proyecto es una variable aleatoria normal con media y con varianza igual a la suma de las medias y de las varianzas de las duraciones de las diferentes actividades que constituyen el camino crítico."

$$N(\mu, \sigma^2)$$

El proyecto se distribuye como una función normal con media μ (tiempo PERT) y varianza σ^2 :

$$\mu = \sum_i^n \mu_i \quad \sigma^2 = \sum_i^n \sigma_i^2 = \sum_i^n \left(\frac{b_i - a_i}{6} \right)^2$$

PROBLEMA 1:

$$\mu = 27 \quad \sigma = 5 \quad \sigma^2 = 25$$

$$P(20 \leq x \leq 30)$$

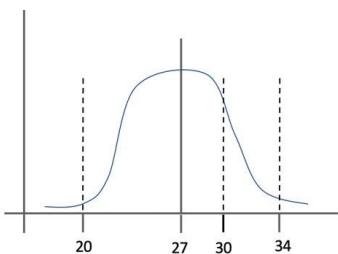
1. Tipificamos variable: convertirla en equivalente en la función Normal:

$$x = \frac{X - \mu}{\sigma} \Rightarrow \begin{aligned} \frac{20 - 27}{5} &= -1,4 \\ \frac{30 - 27}{5} &= 0,6. \end{aligned}$$

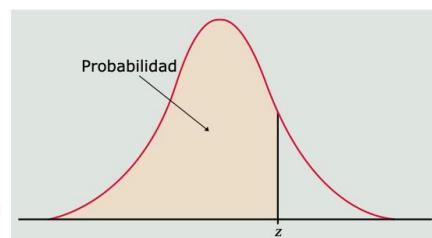
2. Buscamos los valores en la tabla de la distribución Normal (Moodle) y obtenemos el valor que corresponde del interior de la tabla.

Si el -1,4 no viniera, se buscaría el valor de 1,4 que sería como buscar $P(x \leq 34)$. Se usa el 34 porque la distribución debe ser simétrica: $27-20=7$ $27+7=34$. Por tanto, se obtiene la

$P(x \leq 20) = 1 - P(x \leq 34)$ de forma que a partir del área (probabilidad) a la izquierda de 34, restada a 1, obtengamos el área (probabilidad) a la derecha de 34, que corresponde también al área (probabilidad) a la izquierda de 20 debido a la simetría:



El valor de la tabla para z es el área bajo la curva de la normal estándar a la izquierda de z



$$x = \frac{20 - 27}{5} = -1,4 \Rightarrow P(x \leq 20) = 1 - P(x \leq 34) = 1 - 0,9192 = 0,0808$$

$$x = \frac{30 - 27}{5} = 0,6 \Rightarrow P(x \leq 30) = 0,7257$$

Nota: vemos que al buscar -1,4 en la tabla sale justo 0,0808.

3. Para saber la probabilidad de $P(20 \leq x \leq 30)$, es decir el área entre 20 y 30, se puede hacer

$$P(x \leq 30) - P(x \leq 20) = 0,7257 - 0,0808 = 0,6449 \approx \boxed{64,5\%}$$

La probabilidad de que el proyecto acabe entre 20 y 30 unidades de tiempo es del **64,5%**.

Siendo la media (tiempo PERT) de 27, la probabilidad de tardar más o menos de 27 unidades de tiempo sería del 50% (50% tardar menos y 50% tardar más).

"5.3 Compromiso óptimo en la ejecución de proyectos" del Libro Programación Proyectos

"5.4 Situación de riesgo" del Libro Programación Proyectos

- Compromiso óptimo de ejecución (COE) en contexto de riesgo** (analizando actividades, grafo...):

Es la duración de proyecto que sale más barata en caso de equivocarse. Se calcula balanceando dos conceptos:

- **Coste de penalización (Q)**: lo que cuesta pasarse del tiempo $\frac{\text{uni. monetaria}}{\text{uni. tiempo}}$ prometido.

Cuando el cliente pone una cláusula en la que por cada actividad que se pase de la entrega se pagará x uni. monetarias. Este valor se acuerda con el cliente.

- **Coste de rebaja (a)**: lo que no ganamos por terminar antes el proyecto. $\frac{\text{uni. monetaria}}{\text{uni. tiempo}}$.

Cuando se acaba el proyecto antes de tiempo, este valor es la diferencia entre lo que se pidió y lo que se podría haber pedido de saber que se iba a acabar antes. Este valor se determina por nosotros, teniendo en cuenta la competencia del equipo y otros factores.

Con ambos conceptos se obtiene:

$$P(x \leq T) = \frac{\beta}{\alpha + \beta}$$

siendo T el COE, aquel cuya probabilidad de cumplirse es la calculada.

Para obtener ese valor T se debe despejar: se busca dentro de la tabla normal y se obtiene el valor de x para esa probabilidad. Despues se despeja T de:

$$x = \frac{T - \mu}{\sigma} \rightarrow T = (x \cdot \sigma) + \mu$$

ELIGE DESTINO Y JUÉGALO EN



Marvel's Spider-Man
y cientos de juegos con
PlayStation Plus Premium
por solo 16,99 al mes

Consigue esta oferta con
las Tarjetas Regalo
PlayStation en



TE FALTA FNAC | FNAC.ES

**NEW
YORK
A UN
SALTO**

La ciudad
que nunca
duerme

1 MES

**16,99
€**



Tema 3 - PPC

- **Conclusiones:**

- Si $a = Q$, la duración esperada del proyecto es la media. El COE sería igual a la media porque costaría lo mismo pasarse de tiempo que acabar antes.
- Si $Q > a$, será mayor que la media (hacia derecha) porque es más caro pasarse del tiempo prometido (β), por lo que es mejor decir que vas a tardar más y no quedarte corto. A mayor diferencia entre costes, más nos alejamos de la media.
- Si $a > Q$, será menor que la media porque es más caro terminar antes, por lo que es mejor decir que vas a tardar menos para no dejar de ganar dinero por acabar antes de lo prometido.

Para no perder la confianza con el cliente, en la práctica se suele modificar la fórmula para intentar siempre no pasarnos del tiempo acordado: $P(x \leq T) = \frac{\beta \cdot k}{\alpha + \beta \cdot k}$ siendo k un valor determinado previamente.

"5.5 Situación de incertidumbre" del Libro Programación Proyectos

② **Compromiso óptimo de ejecución en contexto de incertidumbre** (no se ha hecho análisis, no conozco la función de distribución):

La duración del proyecto se estima a partir de la experiencia. Lo siguiente son "mis" estimaciones de un ejemplo: costes de rebaja $\alpha = 10$ y penalización $\beta = 15$.

	30	40	50	60	70	MAX
30	0	15	30	45	60	60
40	10	0	15	30	45	45
50	20	10	0	15	30	<u>30</u>
60	30	20	10	0	15	<u>30</u>
70	40	30	20	10	0	40

Por ejemplo:

- Si prometo 30 y el proyecto dura 30 → 0 de coste.
- Si prometo 30 y el proyecto dura 50 → 30 por penalización (15 por cada 10 u.t. que me pase).
- Si prometo 60 y el proyecto dura 40 → 20 por rebaja (10 por cada 10 u.t. de menos).

En la columna MAX se ponen los valores mayores de cada fila y, finalmente, se escoge el menor entre ellos. Entonces, el COE sería entre 50 y 60. En este caso cogemos la opción mayor (60) porque nos da más margen y son equivalentes en estimaciones. Es decir, se escoge 60 porque $\beta > \alpha$. Si fuera $\alpha > \beta$, entonces se cogería 50 para no quedarnos cortos.

14/10/21

PROBLEMA 2:

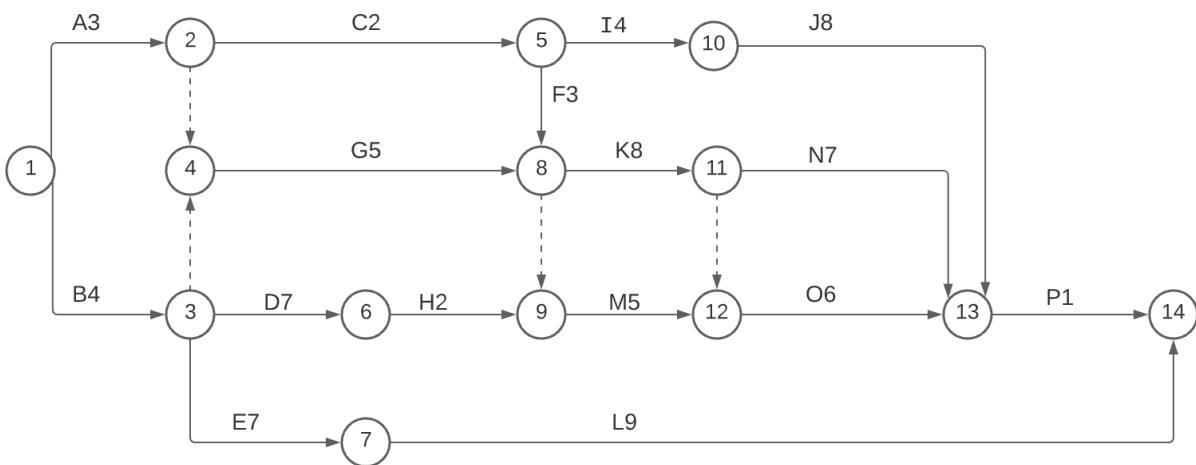
PRELACIONES	
$A \rightarrow C, G$	$H \rightarrow M$
$B \rightarrow D, E, G$	$I \rightarrow J$
$C \rightarrow I, F$	$J \rightarrow P$
$D \rightarrow H$	$K \rightarrow N, O$
$E \rightarrow L$	$M \rightarrow O$
$F \rightarrow K, M$	$N \rightarrow P$
$G \rightarrow K, M$	$O \rightarrow P$

TIEMPOS	
A: 2, 3, 4, 3	I: 2, 3, 10, 4
B: 3, 4, 5, 4	J: 7, 8, 9, 8
C: 2, 2, 2, 2	K: 8, 8, 8, 8
D: 4, 6, 14, 7	L: 8, 9, 10, 9
E: 6, 7, 8, 7	M: 4, 5, 6, 5
F: 3, 3, 3, 3	N: 7, 7, 7, 7
G: 3, 4, 11, 5	O: 4, 5, 12, 6
H: 1, 2, 3, 2	P: 0, 1, 2, 1

(optimista, más prob, pesimista, PERT)

1. Determinar el o los caminos críticos usando el algoritmo de Zaderenko.
2. Calcular la probabilidad de terminar entre 26 y 32 unidades de tiempo: $P(26 \leq x \leq 32)$.
3. Determinar el COE en contexto de riesgo sabiendo que el coste de penalización $Q = 150000 \text{ u. m./u. t}$ y el de rebaja $a = 100000 \text{ u. m./u. t}$.
4. ¿Qué ocurriría si la actividad I se retrasa 4 u.t. y después la J se retrasa otras 4 u.t.? Comentar basándose en las holguras.

Nota: el grafo tiene 14 nodos y 4 actividades ficticias.



- **Pregunta 1:** Camino/s Crítico/s mediante el algoritmo de Zaderenko.

NODOS															EARLY
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
NODOS	1		3	4											0
	2			0	2										3
	3			0		7	7								4
	4							5							4
	5							3		4					5
	6								2						11
	7												9		11
	8							0		8					9
	9									5					13
	10											8			9
	11										0	7			17
	12											6			18
	13												1		24
	14														25
LAST		0	4	4	4	6	11	16	9	13	16	17	18	24	25

Los nodos con iguales tiempos *last* y *early* serían 1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 13 y 14; y con ellosse pueden formar dos caminos críticos: **BDHMOP** y **BGKNP**.

El tiempo PERT del proyecto es $\mu = 25$.

■ **Pregunta 2:** Calcular $P(26 \leq x \leq 32)$:

A) Camino BDHMOP $\rightarrow \sigma_{BDHMOP}$

B) Camino BGKNP $\rightarrow \sigma_{BGKNP}$

$$\text{A)} \sigma_A^2 = \sum \left(\frac{\text{pesi-opti}}{6} \right)^2 = \left(\frac{5-3}{6} \right)^2 + \left(\frac{14-4}{6} \right)^2 + \left(\frac{3-1}{6} \right)^2 + \left(\frac{6-4}{6} \right)^2 + \left(\frac{12-4}{6} \right)^2 + \left(\frac{2}{6} \right)^2 = 5$$

$$\text{B)} \sigma_B^2 = \left(\frac{5-3}{6} \right)^2 + \left(\frac{11-3}{6} \right)^2 + \left(\frac{8-8}{6} \right)^2 + \left(\frac{7-7}{6} \right)^2 + \left(\frac{2-0}{6} \right)^2 = 2$$

$$\text{A)} x = \frac{X-\mu}{\sigma} \Rightarrow \frac{\frac{26-25}{\sqrt{5}}}{\sqrt{5}} = 0,447 \Rightarrow P(x \leq 26) = 0,67 \\ \frac{\frac{32-25}{\sqrt{5}}}{\sqrt{5}} = 3,13 \Rightarrow P(x \leq 32) = 0,9991$$

$$\text{B)} x = \frac{X-\mu}{\sigma} \Rightarrow \frac{\frac{26-25}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}} = 0,707 \cong 0,71 \Rightarrow P(x \leq 26) = 0,76 \\ \frac{\frac{32-25}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}} = 4,94 \Rightarrow P(x \leq 32) = 1$$

$$\text{A)} [P(26 \leq x \leq 32)] = P(x \leq 32) - P(x \leq 26) = 0,991 - 0,67 = 0,3291 \rightarrow [33\%]$$

$$\text{B)} [P(26 \leq x \leq 32)] = P(x \leq 32) - P(x \leq 26) = 1 - 0,76 = 0,24 \rightarrow [24\%]$$

- **Pregunta 3:** Calcular COE riesgo con $\beta = 150000$ y $\alpha = 100000$:

$$P(x \leq T) = \frac{\beta}{\alpha + \beta} = \frac{150000}{100000 + 150000} = 0,6 \implies 0,26 = \frac{T_A - 25}{\sqrt{5}} \Rightarrow \boxed{T_A = 26}$$

$$0,26 = \frac{T_B - 25}{\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{T_B = 26}$$

Se redondean al alza porque $\beta > \alpha$ y, por tanto, el COE debe ser mayor que la media.

20/10/21

□ **PROBLEMA 3:**

PRELACIONES

A → C, D	J → K
B → E, F	K → O
C → J	L → Q, R, T
D → G, I	M → P
E → H	N → T
G → K	O, P → S
H → L, N	Q → P
I → M	

TIEMPOS

A: 1, 2, 3, 2	K: 1, 3, 5, 3
B: 2, 3, 4, 3	L: 7, 7, 7, 7
C: 4, 6, 14, 7	M: 11, 11, 11, 11
D: 5, 5, 5, 5	N: 3, 4, 11, 5
E: 11, 11, 11, 11	O: 2, 2, 2, 2
F: 6, 7, 14, 8	P: 9, 9, 9, 9
G: 3, 6, 9, 6	Q: 3, 4, 5, 4
H: 1, 1, 1, 1	R: 3, 6, 9, 6
I: 3, 4, 5, 4	S: 1, 2, 3, 2
J: 4, 4, 4, 4	T: 5, 5, 5, 5

(optimista, más prob,
pesimista, PERT)

1. Obtener el grafo PERT.
2. Determinar el o los caminos críticos.
3. Determinar el COE en contexto de riesgo sabiendo que el coste de penalización es $Q = 30 \text{ u.m./u.t}$ y el de rebaja $\alpha = 25 \text{ u.m./u.t}$.
4. $P(38 \leq x \leq 40)$
5. Obtener el calendario de ejecución del proyecto

**ELIGE DESTINO
Y JUÉGALO EN**



Marvel's Spider-Man
y cientos de juegos con
PlayStation Plus Premium
por solo 16,99 al mes

Consigue esta oferta con
las Tarjetas Regalo
PlayStation en



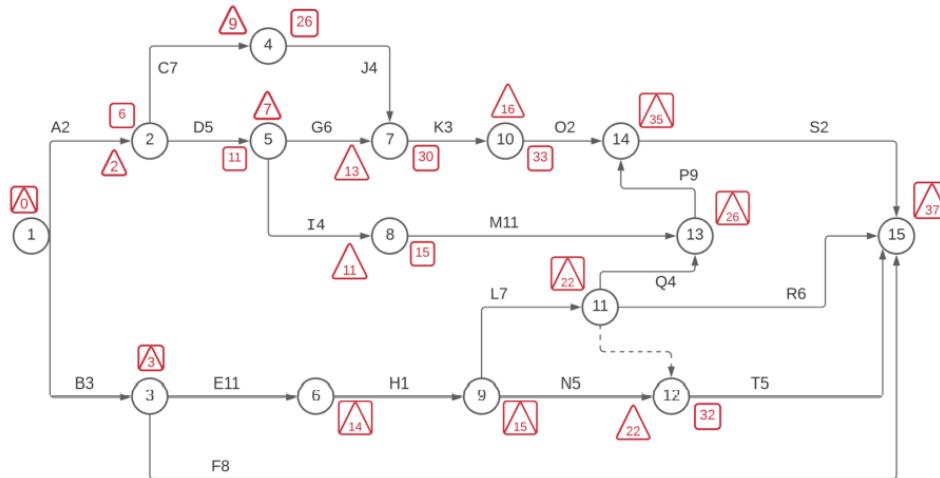
TE FALTA FNAC | FNAC.ES

**NEW
YORK
A UN
SALTO**

La ciudad
que nunca
duerme

1 MES

16,99 €



- **Pregunta 3:** Calcular COE riesgo con $\beta = 30$ y $\alpha = 25$:

$$\sigma^2 = \left(\frac{4-2}{6}\right)^2 + \left(\frac{11-11}{6}\right)^2 + \left(\frac{1-1}{6}\right)^2 + \left(\frac{7-7}{6}\right)^2 + \left(\frac{5-3}{6}\right)^2 + \left(\frac{9-9}{6}\right)^2 + \left(\frac{3-1}{6}\right)^2$$

$$\sigma^2 = 0,33$$

$$P(x \leq T) = \frac{\beta}{\alpha + \beta} = \frac{30}{25 + 30} = 0,5454 \implies 0,11 = \frac{T - 37}{\sqrt{0,33}} \Rightarrow \boxed{T = 37,05 \cong 38}$$

Se redondean al alza porque $\beta > \alpha$ y, por tanto, el COE debe ser mayor que la media.

- **Pregunta 4:** Calcular $P(38 \leq x \leq 40)$:

$$x = \frac{X - \mu}{\sigma} \Rightarrow \frac{38 - 37}{\sqrt{0,33}} = 1,7407 \implies P(x \leq 38) = 0,9591$$

$$\frac{40 - 37}{\sqrt{0,33}} = 5,222 \implies P(x \leq 40) = 1$$

$$\boxed{P(38 \leq x \leq 40)} = P(x \leq 40) - P(x \leq 38) = 1 - 0,9591 = 0,0409 \rightarrow \boxed{4\%}$$

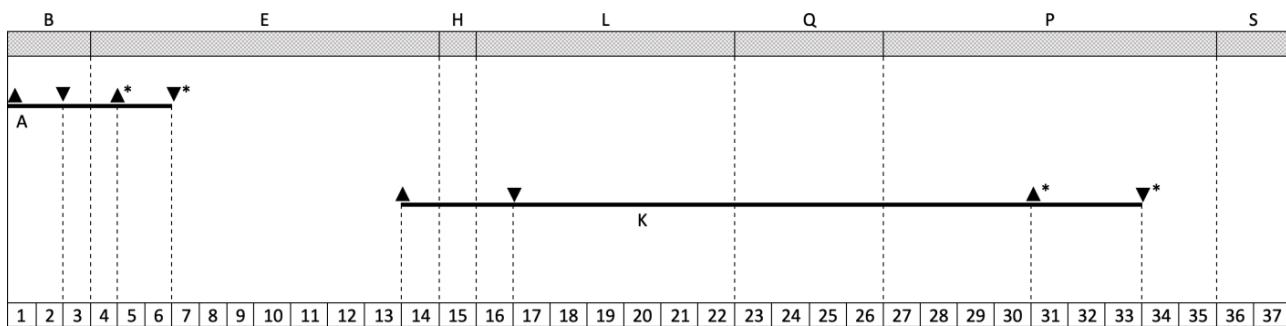
La probabilidad de tardar entre 38 y 40 unidades de tiempo es así de baja (4%) porque la función de distribución está centrada en la media (37) debido al valor tan pequeño de la varianza (0,33).

■ **Pregunta 5:** Calendario de ejecución del proyecto:

En el calendario se debe representar el camino crítico (zona gris) y cada una de las actividades indicando su tiempo early (triángulo) y cuándo acabaría si empezara en ese momento (triángulo_invertido), así como su tiempo last (triángulo_invertido*) y cuándo tendría que empezar para acabar en ese momento (triángulo*).

En este calendario se representan las holguras de las actividades, pero en realidad lo que pretende representar es la disponibilidad de tiempos de ejecución.

Nota: en este problema solo se han representado las actividades A y K a modo de ejemplo, pero habría que hacerlo con todas las que no son del camino crítico, que se representan juntas.



21/10/21

□ **PROBLEMA 4:**

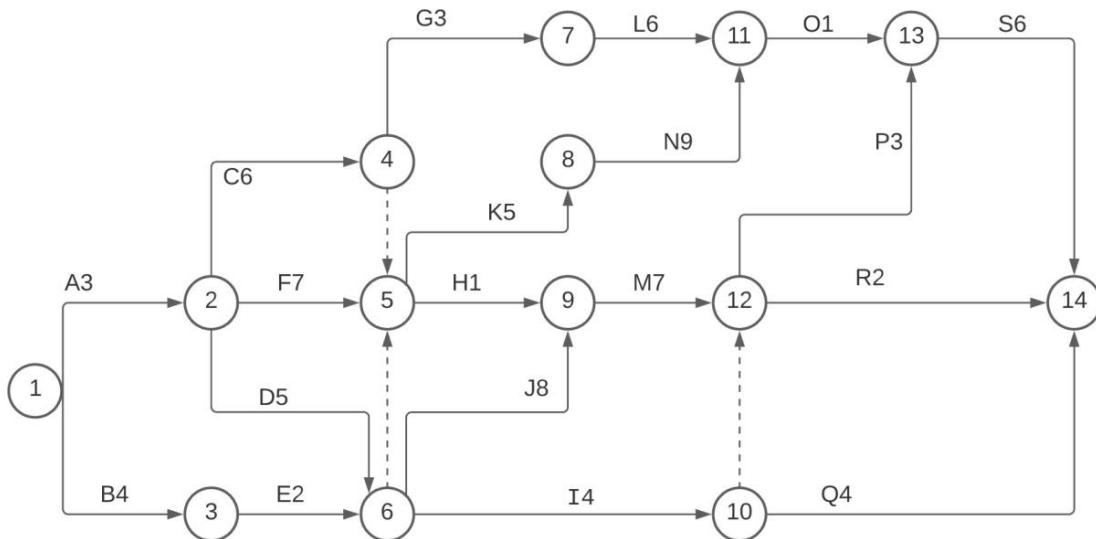
PRELACIONES

$A \rightarrow C, D, F$	$H, J \rightarrow M$
$B \rightarrow E$	$K \rightarrow N$
$C \rightarrow G, K, H$	$I \rightarrow Q, P, R$
$D, E \rightarrow J, I, K, H$	$L, N \rightarrow O$
$F \rightarrow K, H$	$M \rightarrow P, R$
$G \rightarrow L$	$O, P \rightarrow S$

TIEMPOS PERT

A: 3	H: 1	N: 9
B: 4	I: 4	O: 1
C: 6	J: 8	P: 3
D: 5	K: 5	Q: 4
E: 2	L: 6	R: 2
F: 7	M: 7	S: 6
G: 3		

1. Obtener el grafo PERT.
2. Determinar el o los caminos críticos mediante el algoritmo de Zaderenko.
3. $P(30 \leq x \leq 40)$ y $P(x \leq 32)$ sabiendo que la varianza del camino crítico es $\sigma^2 = 14$.
4. Determinar el COE en contexto de riesgo sabiendo que el coste de penalización es $Q = 15 \text{ u. m./u. t}$ y el de rebaja $a = 20 \text{ u. m./u. t}$.



■ **Pregunta 2:** Camino/s Crítico/s mediante el algoritmo de Zaderenko.

NODOS														EARLY	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	3	4												0	
2			6	7	5									3	
3					2									4	
4				0		3								9	
5							5	1						10	
6				0				8	4					8	
7										6				12	
8										9				15	
9											7			16	
10											0		4	12	
11												1		24	
12												3	2	23	
13												6		26	
14														32	
LAST	0	3	6	11	11	8	19	16	16	23	25	23	26	32	

Los nodos utilizados serían 1, 2, 6, 9, 12, 13 y 14, por lo que el camino crítico sería **ADJMPS**. El tiempo PERT del proyecto es $\mu = 32$.

Nota: se puede ver que la matriz no es del todo triangular (por encima de la diagonal), lo que significa que el grafo no se ha numerado bien. Para corregirlo se podría cambiar la numeración del nodo 5 por el 7 en el grafo y entonces la matriz sí sería triangular.

■ **Pregunta 3:** Calcular $P(30 \leq x \leq 40)$ y $P(x \leq 32)$ teniendo $\sigma^2 = 14$:

Como ya nos dan la varianza, no necesitamos saber los tiempos pesimista y optimista de lastareas.

$$x = \frac{X - \mu}{\sigma} \Rightarrow \begin{aligned} \frac{30 - 32}{\sqrt{14}} &= -0,53 \quad \Rightarrow \quad P(x \leq 30) = 0,2981 \\ \frac{40 - 32}{\sqrt{14}} &= 2,138 \quad \Rightarrow \quad P(x \leq 40) = 0,9838 \end{aligned}$$

$$\boxed{P(30 \leq x \leq 40)} = P(x \leq 40) - P(x \leq 30) = 0,9838 - 0,2981 = 0,6857 \rightarrow \boxed{69\%}$$

Para la $P(x \leq 32)$ no hace falta calcular nada porque al ser la media ($\mu = 32$), la probabilidad $\boxed{P(x \leq 32) = 50\%}$, al igual que la $P(x \geq 32)$.

Para la $P(x \leq 32)$ no hace falta calcular nada porque al ser la media ($\mu = 32$), la probabilidad $\boxed{P(x \leq 32) = 50\%}$, al igual que la $P(x \geq 32)$.

■ **Pregunta 4:** Calcular COE riesgo con $\beta = 15$ y $\alpha = 20$:

$$P(x \leq T) = \frac{\beta}{\alpha + \beta} = \frac{15}{20 + 15} = 0,428 \implies -0,18 = \frac{T - 32}{\sqrt{14}} \Rightarrow \boxed{T = 31,32 \cong 31}$$

En este caso me sale más caro quedarme corto porque $\alpha > \beta$, y por eso ofrezco el más bajo(redondear a la baja).

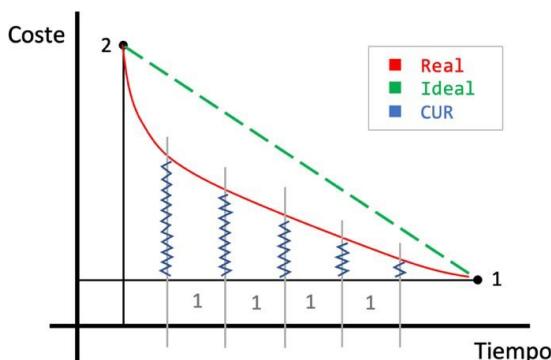
27/10/21

■ **PERT Costes:**

Tenemos PERT Tiempos, Costes y Recursos. Ya hemos visto PERT Tiempos, ahora veremos

PERT Costes.

Para que una tarea tarde menos que lo planificado, se le deben asignar más recursos. Las relaciones entre las duraciones de las actividades y los niveles de recursos (€) son:



Sabiendo que la relación coste- tiempo es así (*real*), vamos a asumir un modelo en el que la relación coste-tiempo es la *ideal*.

cómo??
→



1/6

Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

BBVA está adherido al Fondo de Garantía de Depósitos de Entidades de Crédito de España. La cantidad máxima garantizada es de 100.000 euros por la totalidad de los depósitos constituidos en BBVA por persona.

Tema 3 - PPC

Como asumimos un modelo lineal, aunque sabemos que no lo es, al coste de reducir la duración de una actividad en 1 u. t. lo llamaremos **CUR (Coste Unitario de Reducción)**.

Otros conceptos:

- **t_N (tiempo normal):** duración normal de una actividad con asignación normal de recursos. Se corresponde con el tiempo más probable, pero en la práctica (en los problemas) se utiliza el tiempo PERT.
- **t_t (tiempo tope o récord):** duración más corta posible de una actividad con la asignación máxima posible de recursos.

- **Algoritmo Ackoff-Sasiemi:** se aplica a lo que queda por hacer del proyecto cuando nos damos cuenta de que vamos mal. Por tanto, lo siguiente es en realidad un subgrafo. De hecho, la A podría estar ya empezada, por ejemplo.

ventajas

PRO



Di adiós a la publ en los apuntes y en la web

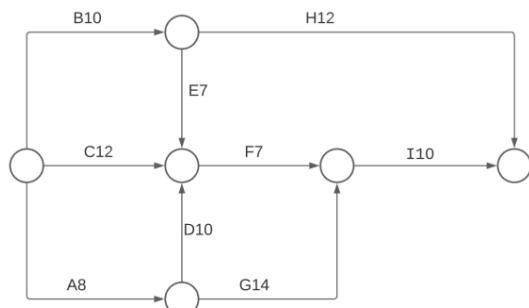


Participa gratis en todos los sorteos



Descarga carpetas completas

estudia sin publ
WUOLAH PRO



T.tope, CUR

A: 4, 2	F: 4, 5
B: 5, 4	G: 9, 3
C: 6, 3	H: 8, 2
D: 6, 4	I: 7, 1
E: 5, 5	

- **Pregunta:** Duración mínima a coste mínimo, es decir, **Programación a coste mínimo (MCE, Minimum Cost Expedition):**

- 1) Para este algoritmo se debe construir una **matriz** donde haya, inicialmente, tantas **columnas** como nº de actividades y tantas **filas** como nº de caminos. La matriz se irá ampliando conforme se vaya aplicando el algoritmo.
- 2) En el interior de la matriz se introduce el Coste Unitario de Reducción (**CUR**) de cada actividad en los caminos en los que aparezca. Para este ejemplo, la matriz inicial queda de la siguiente forma:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
BH	4							2	
BEFI		4			5	5			1
CFI			3			5			1
ADFI	2			4		5			1
AGI	2						3		1

- 3) Se añade una columna donde se indican las **duraciones actuales de los caminos**. Además, se añade una fila donde se indican las **reducciones posibles** ($t_N - t_i$) que se puedan hacer a cada actividad. Cabe recordar que, en ausencia del tiempo normal, se utiliza el tiempo PERT.
- 4) El **Camino Crítico** es aquel de mayor duración.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	1
BH		4						2		22
BEFI		4			5	5			1	34
CFI			3			5			1	29
ADFI	2			4		5			1	[35]
AGI	2						3		1	32
1	4	5	6	4	2	3	5	4	3	

- 5) De las actividades del camino crítico (ADFI), reducir la más barata (menor CUR, valor en el interior de la tabla). En este caso es la actividad I, con un coste de 1 y una posible reducción de 3 unidades de tiempo. Si la reducimos en esas 3 u.t., la duración del proyecto disminuye a 32. ¿Hay algún otro camino sin I que dure más de 32? No, pues entonces se puede reducir la I en 3 u.t.

Nota: se debe reducir la duración de todos los caminos en los que participe I.

Como esta actividad ya no tiene reducción posible, se “elimina”. Se parará el algoritmo cuando se hayan “eliminado” todas las actividades de un camino o cuando comience a subir de nuevo el coste de reducir, en cuyo caso nos quedaremos con las opciones más baratas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I'	1	2
BH		4						2		22	22
BEFI		4			5	5			1	34	31
CFI			3			5			1	29	26
ADFI	2			4		5			1	[35]	[32]
AGI	2						3		1	32	29
1	4	5	6	4	2	3	5	4	3		
2	4	5	6	4	2	3	5	4	0		

- 6) En otra tabla vamos viendo las reducciones realizadas y el coste acumulado por esas reducciones:

2	
Actividad	I
Reducción	3
Coste	1x3
Acumulado	3

- 7) El camino crítico sigue siendo ADFI. Ahora reducimos la actividad A, la más barata con un coste de 2 y una posible reducción de 4 u.t. En este caso no reduciremos todas las u.t. posibles, sino que solo reduciremos A en 1 u.t. porque al hacerlo ya se encuentra otro camino sin A (camino BEFI) que dura lo mismo (31 u.t.):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I'	1	2	3
BH		4						2		22	22	22
BEFI		4			5	5			1	34	31	31
CFI			3			5			1	29	26	26
ADFI	2			4		5			1	35	32	31
AGI	2					3			1	32	29	28
1	4	5	6	4	2	3	5	4	3			
2	4	5	6	4	2	3	5	4	0			
3	3	5	6	4	2	3	5	4				

	2	3
Actividad	I	A
Reducción	3	1
Coste	1x3	1x2
Acumulado	3	5

- 8) Ahora tenemos dos caminos con la máxima duración: BEFI y AFI. Reduciremos la actividad de coste menor de ambos caminos. Podríamos escoger las actividades A y B porque son las más baratas de cada camino, pero vemos que el coste de reducirlas ($2 + 4 = 6$) es mayor que el de la F, que tiene un coste de 5. Por eso escogemos la F para reducir, porque su reducción es realmente más barata. Tiene una posible reducción de 3 u.t. que podemos realizar porque al disminuir la duración de los caminos vemos que no hay ninguno sin F que dure menos de 28 u.t., resultado de esa reducción.

	A	B	C	D	E	F'	G	H	I'	1	2	3	4
BH		4						2		22	22	22	22
BEFI		4			5	5			1	34	31	31	28
CFI			3			5			1	29	26	26	23
ADFI	2			4		5			1	35	32	31	28
AGI	2					3			1	32	29	28	28
1	4	5	6	4	2	3	5	4	3				
2	4	5	6	4	2	3	5	4	0				
3	3	5	6	4	2	3	5	4					
4	3	5	6	4	2	0	5	4					

	2	3	4
Actividad	I	A	F
Reducción	3	1	3
Coste	1x3	1x2	3x5
Acumulado	3	5	20

- 9) Ahora tenemos tres caminos con la máxima duración: BEFI, ADFI y AGI. Debemos reducir la actividad de menor coste de cada camino de entre las que aún no se han “eliminado”: para el BEFI sería la B y para los caminos ADFI y AGI sería la A. Ambas actividades A y B se reducirán en 3 u.t. para que no haya otros caminos sin alguna de ellas con duraciones mayores.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	1	2	3	4	5
BH		4					2			22	22	22	22	19
BEFI		4			5	5			1	34	31	31	28	25
CFI			3			5			1	29	26	26	23	23
ADFI	2			4		5			1	35	32	31	28	25
AGI	2						3		1	32	29	28	28	25
1	4	5	6	4	2	3	5	4	3					
2	4	5	6	4	2	3	5	4	0					
3	3	5	6	4	2	3	5	4						
4	3	5	6	4	2	0	5	4						
5	0	2	6	4	2		5	4						

	2	3	4	5
Actividad	I	A	F	A, B
Reducción	3	1	3	3
Coste	1x3	1x2	3x5	3x6
Acumulado	3	5	20	38

- 10) Seguimos teniendo los mismos tres caminos: BEFI, ADFI y AGI. Reduciremos en cada camino la actividad de menor coste: las actividades B, D y G en 2 u.t. para que no haya otros caminos sin alguna de ellas con duraciones mayores.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	1	2	3	4	5	6
BH		4					2			22	22	22	22	19	17
BEFI		4			5	5			1	34	31	31	28	25	23
CFI			3			5			1	29	26	26	23	23	23
ADFI	2			4		5			1	35	32	31	28	25	23
AGI	2						3		1	32	29	28	28	25	23
1	4	5	6	4	2	3	5	4	3						
2	4	5	6	4	2	3	5	4	0						
3	3	5	6	4	2	3	5	4							
4	3	5	6	4	2	0	5	4							
5	0	2	6	4	2		5	4							
6	0	0	6	2	2		3	4							

	2	3	4	5	6
Actividad	I	A	F	A, B	B, D, G
Reducción	3	1	3	3	2
Coste	1x3	1x2	3x5	3x6	2x11
Acumulado	3	5	20	38	60



Si tu ordenador tiene más años que los que dura tu carrera: toca cambio.



Tema 3 - PPC

- 11) Viendo los cuatro caminos que tenemos ahora (BEFI, CFI, ADFI y AGI), debemos reducirlas actividades E, C, D y G en 2 u.t. para no tener otros caminos sin alguna de ellas con duraciones mayores.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	1	2	3	4	5	6	7
BH		4						2		22	22	22	22	19	17	17
BEFI		4			5	5			1	34	31	31	28	25	23	21
CFI			3		5				1	29	26	26	23	23	23	21
ADFI	2				4	5			1	35	32	31	28	25	23	21
AGI	2						3		1	32	29	28	28	25	23	21
1	4	5	6	4	2	3	5	4	3							
2	4	5	6	4	2	3	5	4	0							
3	3	5	6	4	2	3	5	4								
4	3	5	6	4	2	0	5	4								
5	0	2	6	4	2		5	4								
6	0	6	2	2			3	4								
7		4	0	0			1	4								

Paramos el algoritmo porque ya se han “eliminado”, entre otras, las actividades A, D, F e I; que componen el camino crítico ADFI

	2	3	4	5	6	7
Actividad	I	A	F	A, B	B, D, G	E, C, D, G
Reducción	3	1	3	3	2	2
Coste	1x3	1x2	3x5	3x6	2x11	2x15
Acumulado	3	5	20	38	60	90

Esta tabla final contiene todas las reducciones posibles y el coste de cada una. Así mismo, indica qué actividades habría que reducir, de la forma más barata, si queremos que el proyecto dure X unidades de tiempo.

Por tanto, las respuestas a la pregunta de “¿Cómo se reduce el proyecto?” son:

- Lo máximo que se puede reducir el proyecto es de 35 a 21 u.t.
- El coste de esa reducción es de 90 unidades monetarias.

28/10/21

PROBLEMA 5:**PRELACIONES**

A → K, E, C	I → M
B → E, C	J → F, N
C → O, G	K → D, J
D → H, I	M → L
E → F, N	N → L
F → M	O → N
G → L	

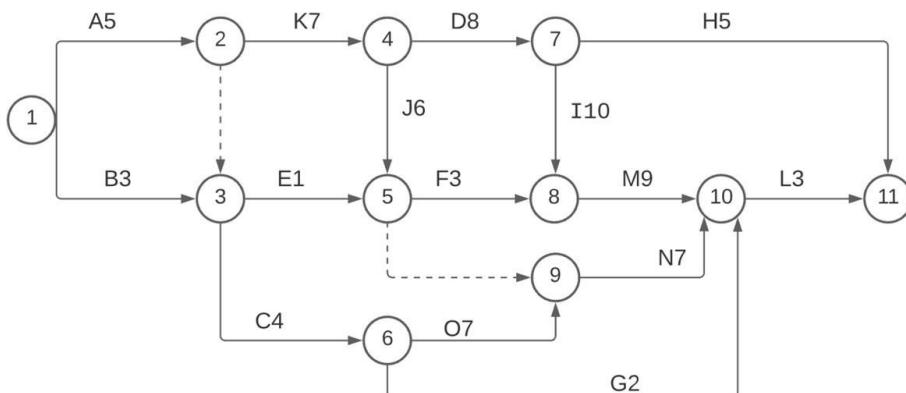
TIEMPOS PERT

A: 5	F: 3	K: 7
B: 3	G: 2	L: 3
C: 4	H: 5	M: 9
D: 8	I: 10	N: 7
E: 1	J: 6	O: 7

1. Determinar el o los Caminos Críticos mediante el algoritmo de Zaderenko.
2. $P(x \leq 50)$ y $P(40 \leq x \leq 43)$ sabiendo que la varianza del camino crítico es $\sigma^2 = 5$.
3. Determinar el COE en contexto de incertidumbre sabiendo que el coste de penalización es $Q = 600 \text{ u. m./u. t}$ y el de rebaja $a = 500 \text{ u. m./u. t}$. Además, es poco probable que serebajen 39 u.t. y que se sobrepasen 45 u.t.
4. Transcurridas 18 u.t. de ejecución del proyecto, las actividades A, B, C, K, O y E se han completado. Estudiar la reducción del resto del proyecto a coste mínimo teniendo la siguiente información de tiempo tope y CUR:

T. tope y CUR

D: 5, 6	H: 4, 3	L: 3, 5
F: 3, 3	I: 8, 4	M: 7, 3
G: 1, 2	J: 3, 2	N: 7, 1



- **Pregunta 1:** Camino/s Crítico/s mediante el algoritmo de Zaderenko.

		NODOS										EARLY
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
NODOS	1		5	3								0
	2			0	7							5
	3					1	4					3
	4					6		8				12
	5							3	0			18
	6								7	2		7
	7							10			5	20
	8								9			30
	9								7			18
	10									3		39
	11											42
LAST		0	5	21	12	27	25	20	30	32	39	42

Los nodos utilizados serían 1, 2, 4, 7, 8, 10 y 11, por lo que el camino crítico sería AKDIML. El tiempo PERT del proyecto es $\mu = 42$.

- **Pregunta 2:** Calcular $P(x \leq 50)$ y $P(40 \leq x \leq 43)$ teniendo $\sigma^2 = 5$:

Como ya nos dan la varianza, no necesitamos saber los tiempos pesimista y optimista de lastareas.

$$x = \frac{X - \mu}{\sigma} \Rightarrow \frac{50 - 42}{\sqrt{5}} = 3,577 \Rightarrow P(x \leq 50) \cong 1 \cong 100\%$$

$$x = \frac{X - \mu}{\sigma} \Rightarrow \frac{40 - 42}{\sqrt{5}} = -0,894 \Rightarrow P(x \leq 40) = 0,1867$$

$$\frac{43 - 42}{\sqrt{5}} = 0,447 \Rightarrow P(x \leq 43) = 0,6700$$

$$P(40 \leq x \leq 43) = P(x \leq 43) - P(x \leq 40) = 0,6700 - 0,1867 = 0,4833 \rightarrow 48\%$$

- **Pregunta 3:** Calcular COE incertidumbre con $\beta = 600$ y $\alpha = 500$. Límites de 39 y 45:

	39	40	41	42	43	44	45	MAX
39	0	600	1200	1800	2400	3000	3600	3600
40	500	0	600	1200	1800	2400	3000	3000
41	1000	500	0	600	1200	1800	2400	2400
42	1500	1000	500	0	600	1200	1800	1800
43	2000	1500	1000	500	0	600	1200	2000
44	2500	2000	1500	1000	500	0	600	2500
45	3000	2500	2000	1500	1000	500	0	3000

El compromiso óptimo de ejecución en contexto de incertidumbre es **42**.

También calcularemos el Compromiso Óptimo de Ejecución en contexto de riesgo:

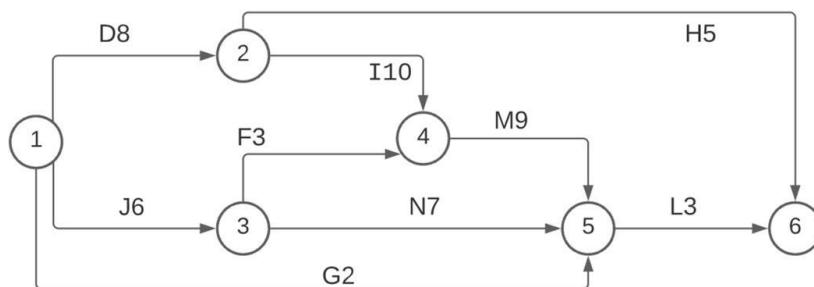
$$P(x \leq T) = \frac{\beta}{\alpha + \beta} = \frac{600}{500 + 600} = 0,5454 \implies x = 0,11$$

$$0,11 = \frac{T - 42}{\sqrt{5}} \Rightarrow T = 42,25 \cong 43$$

En este caso sale más caro pasarse porque $\beta > \alpha$, y por eso se ofrece el más alto (redondear al alza). Este COE es el que utilizaremos para obtener la penalización por la diferencia entre la duración resultante de reducir el proyecto y lo prometido.

- **Pregunta 4:** Reducción del resto del proyecto a coste mínimo habiéndose completado las actividades A, B, C, K, O tras 18 u.t.

El subgrafo resultante es el siguiente:



ELIGE DESTINO
Y JUÉGALO EN

Marvel's Spider-Man
y cientos de juegos con
PlayStation Plus Premium
por solo 16,99 al mes

Consigue esta oferta con
las Tarjetas Regalo
PlayStation en



TE FALTA FNAC | FNAC.es

**NEW
YORK
A UN
SALTO**

La ciudad
que nunca
duerme

1 MES

16,99 €

Tema 3 - PPC

	D	F	G	H	I	J	L	M	N	1	2	3	4
DH	6			3						13	13	13	13
DIML	6				4		5	3		30	28	26	23
JFML			3				2	5	3		22	20	20
JNL							2	5	1		16	16	16
GL				2				5			5	5	5
1	3	0	1	1	2	3	0	2	0				
2	3		1	1	2	3		0					
3	3		1	1	0	3							
4	0		1	1		3							

Con el COE de riesgo se prometen 43 u.t., y según nos pasemos o nos quedemos cortos en la duración del proyecto al reducir actividades, calcularemos la penalización correspondiente teniendo que $\beta = 600$ y $\alpha = 500$, y observando el coste acumulado (multiplicado por 100).

	2	3	4	
Duración total (+ 18 u.t.)	48	46	44	41
Duración	30	28	26	23
Actividad	-	M	I	D
Reducción	-	2	2	3
Coste	0	3x2	4x2	6x3
Acumulado	0	6	14	32
Penalización	3000	1800	600	1000
Total	3000	2400	2000	4200

- Para 48 nos pasamos (β) 5 u.t. de lo prometido y tenemos 0 de coste:

$$\text{Penalización} \rightarrow 5 \cdot 600 = 3000$$

$$\text{Total} \rightarrow 3000 + 0 \cdot 100 = 3000$$

- Para 46 nos pasamos (β) 3 u.t. de lo prometido y tenemos 6 de coste:

$$\text{Penalización} \rightarrow 3 \cdot 600 = 1800$$

$$\text{Total} \rightarrow 1800 + 6 \cdot 100 = 2400$$

- Para 44 nos pasamos (β) 1 u.t. de lo prometido y tenemos 14 de coste:

$$\text{Penalización} \rightarrow 1 \cdot 600 = 600$$

$$\text{Total} \rightarrow 600 + 14 \cdot 100 = 2000$$

- Para 41 nos quedamos cortos (α) 2 u.t. de lo prometido y tenemos 32 de coste:

$$\text{Penalización} \rightarrow 2 \cdot 500 = 1000$$

$$\text{Total} \rightarrow 1000 + 32 \cdot 100 = 4200$$

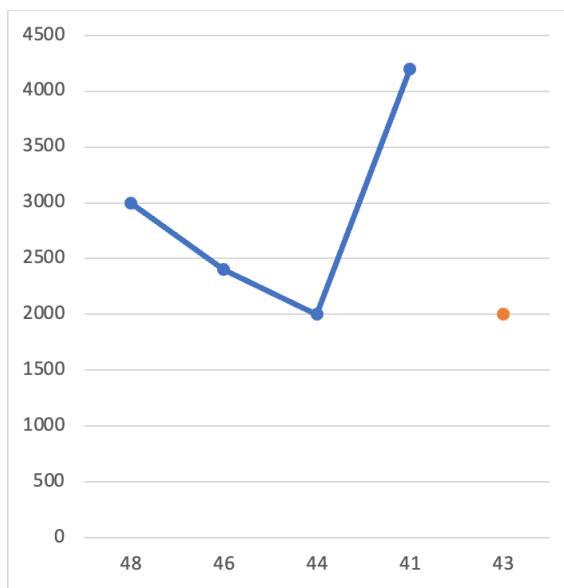
Se puede reducir el proyecto hasta las 41 unidades de tiempo, pero esto no interesa porque sale muy caro (4200 unidades de coste). Por eso, es posible que interese no reducir tanto el proyecto. Por ejemplo, si en lugar de reducir 3 u.t. la actividad D, la reducimos en 1 u.t., el proyecto se quedaría en 43 u.t. totales, que coincide con lo prometido (COE). En este caso el coste total no es de 4200, sino de 2000.

- Para 43 cumplimos lo prometido y tenemos 20 de coste:

$$\text{Penalización} \rightarrow 0$$

$$\text{Total} \rightarrow 0 + 20 \cdot 100 = 2000$$

Con los valores de coste total vemos cómo va disminuyendo según se reducen las actividades, hasta que vuelve a aumentar. Por eso a veces interesa no reducir tanto ciertas actividades, para evitar costes mayores.



Observando los casos en los que más barata salga la reducción, vemos que reducir a 44 y 43 u.t. cuesta, en ambos casos, 2000 unidades de coste. Al coincidir en coste, se debe debatir cuál es la mejor opción viendo si interesa cumplir lo prometido al cliente, aunque se vaya justo de tiempo, o escoger una duración mínimamente mayor que no se aleja mucho de lo prometido (solo 1 u.t.) y que permitiría algo más de tiempo.

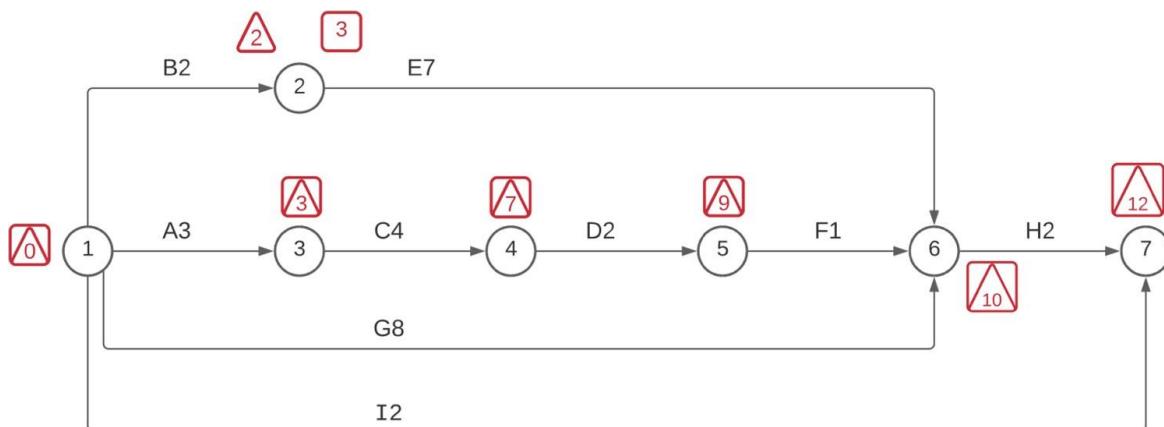
03/11/21 **PERT Recursos:**

- **Asignación:** Ejecutar el proyecto en el mínimo plazo posible sin sobrepasar un determinado nivel de recursos disponibles.
 - Se utiliza un algoritmo algo pobre y sin nombre.
- **Nivelación:** consiste en lo visto en las organizaciones para la ejecución de proyectos donde se liberaban recursos de unos proyectos a otros o no, lo que podría dar lugar a tener recursos socios o falta de ellos.
 - El problema de la nivelación consiste en planificar el proyecto dentro del plazo previsto, pero haciendo un uso de los recursos de la forma más uniforme posible.
 - Se utiliza el **Algoritmo de Burguess-Killebrew**.

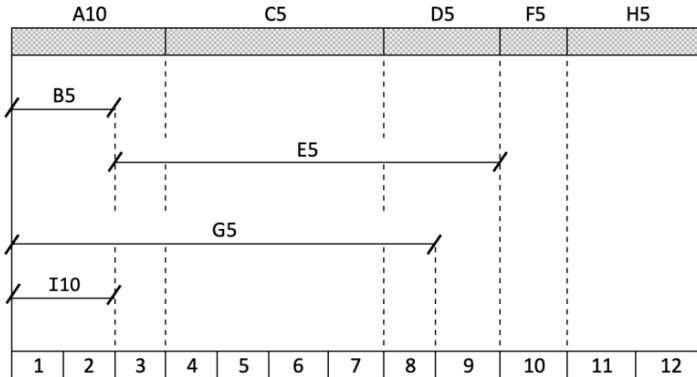
 Algoritmo Burguess-Killebrew: es el utilizado para la **nivelación** de recursos. Se explica con el siguiente ejemplo:

Vamos a ejecutar un proyecto donde las actividades:

- A e I consumen 10 unidades de recursos cada una.
- El resto de las actividades consumen 5 unidades de recursos.

**Camino Crítico: ACDFH $\mu = 12$**

- 1) Creamos el **calendario de ejecución** con los tiempos más tempranos de inicio y solo con ellos. Representamos las unidades de recursos que se consumen; por ejemplo, la A consume 3 unidades de tiempo y 10 unidades de recursos.



2) Vemos cuántas unidades de recursos se consumen cada día y lo representamos en la hoja de carga.

	A10	C5	D5	F5	H5							
Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recursos	30	30	20	15	15	15	15	15	10	5	5	5

$\sum x^2 = 3500$



ELIGE DESTINO Y JUÉGALO EN



Marvel's Spider-Man
y cientos de juegos con
PlayStation Plus Premium
por solo 16,99 al mes

Consigue esta oferta con
las Tarjetas Regalo
PlayStation en



TE FALTA FNAC | FNAC.es

**NEW
YORK
A UN
SALTO**

La ciudad
que nunca
duerme

1 MES

16,99
€

- 3) Observamos las actividades no críticas y vemos cuál tiene un tiempo early de fin más tardío, que en este caso es la actividad E: como tiene una holgura de 1 u.t. ($10 - 2 - 7 = 1$), la retrasamos de estar 2 a 9, a estar 3 a 10. Se consume toda su holgura, por lo que pasa a ser crítica.

	A10	C5	D5	F5	H5							
B5												
E5												
G5												
I10												
Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recursos	30	30	20	15	15	15	15	15	10	5	5	5
	30	30	15	15	15	15	15	15	10	10	5	5

$$\sum x^2 = 3500$$

$$\sum x^2 = 3400$$



El **objetivo** del algoritmo es ir aplanando la hoja de carga de forma que se “nivelen” las unidades de recursos necesarias. *Nota: no siempre es posible aplanar por completo la hoja de carga.*

- 4) La siguiente actividad no crítica con tiempo early de fin más tardío es la G, que tiene una holgura de 2 u.t. ($10 - 0 - 8 = 2$). Viendo cómo va quedando la hoja de carga y la suma decuadrados ($\sum x^2$), sabremos si retrasarla 1 o 2 u.t. Escogemos la opción que aplane más la hoja de carga y que dé menor valor en la suma de cuadrados: retrasarla 2 u.t. Se consume toda su holgura, por lo que pasa a ser crítica.

	A10	C5	D5	F5	H5							
Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recursos	30	30	20	15	15	15	15	15	10	5	5	5
B5												
E5												
G5												
I10												

$\sum x^2 = 3500$
 $\sum x^2 = 3400$
 $\sum x^2 = 3100$



- 5) La siguiente actividad no crítica con tiempo early de fin más tardío es la I, que tiene una holgura de 10 u.t. ($12 - 0 - 2 = 10$). Viendo cómo va quedando la hoja de carga y la sumade cuadrados ($\sum x^2$), sabremos cuántas u.t. retrasarla. Escogemos la opción que aplane más la hoja de carga y que dé menor valor en la suma de cuadrados: retrasarla 10 u.t.

	A10	C5	D5	F5	H5							
Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recursos	30	30	20	15	15	15	15	15	10	5	5	5
	30	30	15	15	15	15	15	15	10	10	5	5
	25	25	15	15	15	15	15	15	15	15	5	5
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

$\sum x^2 = 3500$
 $\sum x^2 = 3400$
 $\sum x^2 = 3100$
 $\sum x^2 = 2700$



04/11/21

PROBLEMA 6:

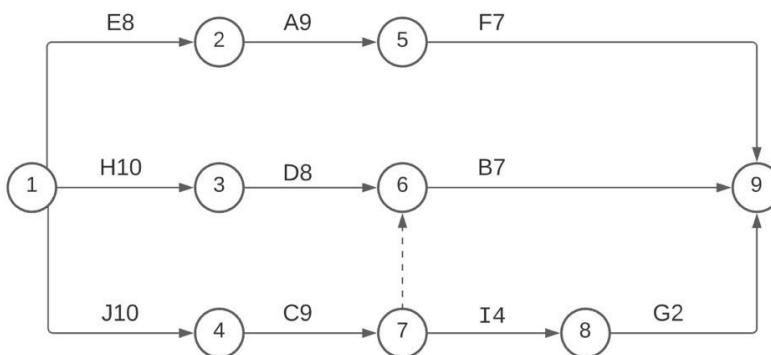
PRELACIONES

A → F	H → D
C → B, I	I → G
D → B	J → C
E → A	

T. normal, T. tope, C

A: 9, 6, 3	F: 7, 4, 5
B: 7, 4, 5	G: 2, 1, 2
C: 9, 7, 4	H: 10, 6, 4
D: 8, 5, 6	I: 4, 2, 2
E: 8, 6, 3	J: 10, 7, 3

- El Compromiso Óptimo de Ejecución con el cliente es de **20** unidades de tiempo.
- El coste de penalización es de $Q = 10 \text{ u. m. / u. t.}$
- Pregunta:** Determinar el plazo de ejecución más interesante para la empresa de proyectos.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	1	2	3	4	5
EAF	3				3	5					24	24	24	23	22
HDB		5		6				4			25	25	24	23	22
JCB		5	4							3	26	25	24	23	22
JCIG			4				2		2	3	25	24	24	23	22
1	3	3	2	3	2	3	1	4	2	3					
2	3	3	2	3	2	3	1	4	2	2					
3	3	2	2	3	2	3	1	4	2	2					
4	2	2	2	3	2	3	1	3	2	1					
5	1	2	2	3	2	3	1	2	2	0					

ELIGE DESTINO Y JUÉGALO EN

 PlayStation Plus
PREMIUM



Marvel's Spider-Man
y cientos de juegos con
PlayStation Plus Premium
por solo 16,99 al mes

Consigue esta oferta con
las Tarjetas Regalo
PlayStation en



TE FALTA FNAC | FNAC.es

NEW
YORK
A UN
SALTO

La ciudad
que nunca
duerme

1 MES

16,99 €

Aunque no se llegaran a "eliminar" todas las actividades de algún camino, se ha parado la reducción porque, como se puede ver en la siguiente tabla, si se continuara volvería a subir el coste total de la misma. Es por eso que no llegamos a saber la máxima reducción que se puede hacer de este proyecto, pero tampoco nos interesa. Con un COE de 20 u.t., se ha calculado la penalización correspondiente en cada caso teniendo que $\beta = 10$ y observando el coste acumulado.

② ③ ④ ⑤

Duración	26	25	24	23	22
Actividad	-	J	B	A, H, J	A, H, J
Reducción	-	1	1	1	1
Coste	0	3x1	5x1	10x1	10x1
Acumulado	0	3	8	18	28
Penalización	60	50	40	30	20
Total	60	53	48	48	48

21
A, C, H
1
11x1
39
10
49

A lo mejor es suficiente con reducir hasta 24, 23 o incluso 22 unidades de tiempo, que son los casos más baratos. El debate está en qué opción es más interesante para la empresa de proyectos: reducir a 22 para acercarse lo máximo posible a lo prometido al cliente (COE de 20) o quedarse en 24, sacrificando la confianza con el cliente, pero teniendo más tiempo real para el proyecto.

10/11/21

② PROBLEMA 7:

PRELACIONES

A ⊥ C, D, E, F	D, E ⊥ G, H, I	H ⊥ J, L
B ⊥ E, F	F ⊥ I	J ⊥ K
C ⊥ G	G ⊥ K	I ⊥ M

T. normal

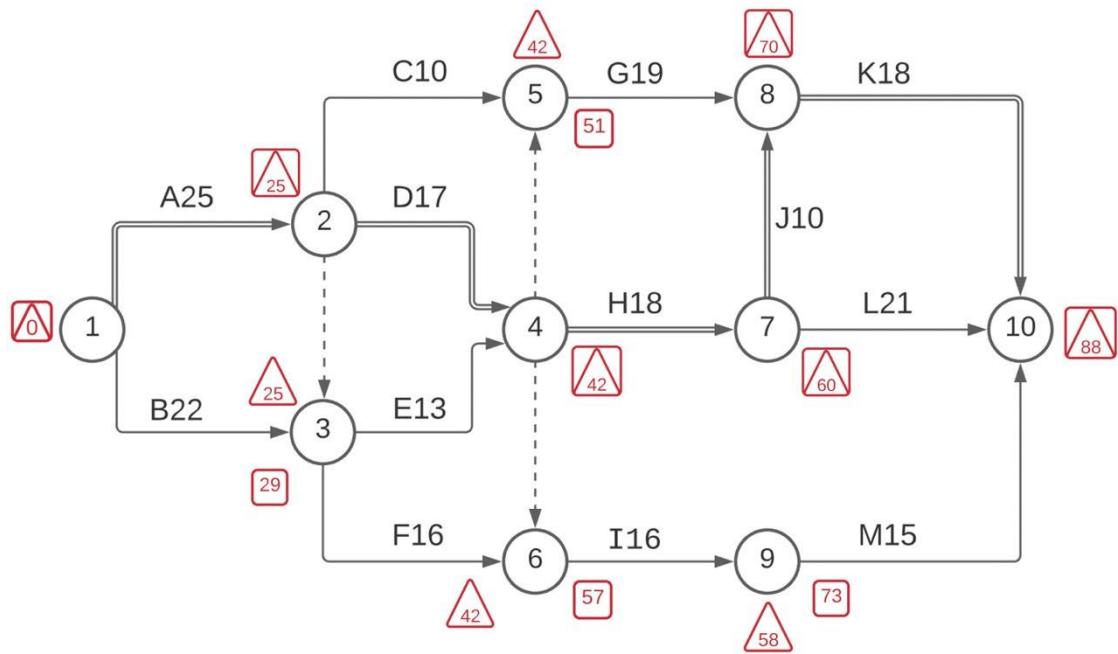
A: 25	F: 16	J: 10
B: 22	G: 19	K: 18
C: 10	H: 18	L: 21
D: 17	I: 16	M: 15
E: 13		

T. tope, CUR

A: 21, 20	E: 10, 5	H: 12, 35	K: 12, 40
B: 18, 10	F: 12, 7	I: 10, 40	L: 17, 12
C: 8, 15	G: 15, 20	J: 8, 32	M: 15, 18
D: 13, 15			

1. Determinar el o los Caminos Críticos.
2. Conociendo los tiempos tope, los CUR, el coste de penalización de $Q = 32 \text{ u. m.}/\text{u. t.}$ y el **Compromiso Óptimo de Ejecución** con el cliente de 75 unidades de tiempo, determinar la duración más interesante para la empresa de proyectos (Programación a coste mínimo).

■ **Pregunta 1:** Grafo PERT y Camino/s Crítico/s.



■ **Pregunta 2:** Duración más interesante con $\beta = 32$ y COE de 75.

Antes de aplicar el algoritmo de Ackoff-Sasiemi podemos directamente obviar las actividades cuyo CUR sea mayor que el coste de penalización (32) porque en esos casos no interesa reducirlas si sale tan caro. Eliminamos estas actividades (H, I y K) antes de empezar y no las incluimos en la matriz.

	A	B	C	D	E	F	G	J	L	M	1	2	3	4	5
ACGK	20		15				20				72	72	69	68	68
ADGK	20			15			20				79	75	72	71	71
ADHJK	20				15			32			88	84	81	80	78
ADHL	20				15				12		81	77	74	73	73
AEGK	20					5	20				75	75	72	70	70
AEHJK	20					5		32			84	84	81	79	77
AEHL	20					5			12		77	77	74	72	72
AEIM	20					5				18	69	69	66	64	64
ADIM	20					15				18	73	69	66	65	65
AFIM	20									18	72	72	69	68	68
BEGK		10				5	20				72	72	72	71	71
BEHJK		10				5		32			81	81	81	80	78
BEHL		10				5			12		74	74	74	73	73
BEIM		10				5				18	66	66	66	65	65
BFIM		10					7				18	69	69	69	69
1		4	2	4	3	4	4	2	4	4					
2		4	2	0	3	4	4	2	4	4					
3		1	4	2	3	4	4	2	4	4					
4		0	4	2	2	4	4	2	4	4					
5			4	2	2	4	4	0	4	4					

Nota: se han reducido las actividades A y E antes que la J porque su coste ($20 + 5 = 30$) es menor que el de la J (32). Es decir, es más barato reducir esas.

Se han eliminado todas las actividades del camino ADHJK, por lo que tenemos que la reducción máxima que se puede hacer de este proyecto es de 88 a 78 u.t. Esto no significa que se deba hacer, pues hay otras opciones de reducción a igual coste, como se ve en la siguiente tabla, que podrían aplicarse.

Con un COE de 75 u.t., se ha calculado la penalización correspondiente en cada caso teniendo que $\beta = 32$ y observando el coste acumulado.

	2	3	4	5	
Duración	88	84	81	80	78
Actividad	-	D	A	A, E	J
Reducción	-	4	3	1	2
Coste	0	15x4	20x3	25x1	32x2
Acumulado	0	60	120	145	209
Penalización	416	288	192	160	96
Total	416	348	312	305	305

79
J
1
32x1
177
128
305

Nos encontramos dos opciones seguidas con el mismo coste (305) que son 80 y 78. Esto da a pensar que a lo mejor reducir la J solo 1 u.t. podría tener el mismo coste, lo que se comprueba que ocurre (columna aparte). Por tanto, tenemos 3 opciones para la duración del proyecto: 80, 79 o 78. El debate está en cuál es más interesante para la empresa de proyectos, siendo las más beneficiosas 80 u.t. (si queremos más tiempo) y 78 u.t. (si queremos acercarnos más a lo prometido).

cómo???



1/6

Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.

BBVA está adherido al Fondo de Garantía de Depósitos de Entidades de Crédito de España. La cantidad máxima garantizada es de 100.000 euros por la totalidad de los depósitos constituidos en BBVA por persona.

ventajas

PRO



Dí adiós a la publicidad en los apuntes y en la web



Participa gratis en todos los sorteos



Descarga carpetas completas

estudia sin publicidad
WUOLAH PRO

Tema 4 – Evaluación Financiera

Tema 4 – Evaluación Financiera

11/11/21

¿Qué es y para qué sirve la Evaluación Financiera de Proyectos?

Cuando un empresario acomete un proyecto, no lo hace por gusto. Cabe recordar la definición de Proyecto: “*Unión temporal de recursos humanos y no humanos para obtener algún tipo de beneficio*”. Puede ser un beneficio social, pero la mayoría de las veces *la pella es la pella*.

Con lo cual, el empresario pretende obtener un beneficio, que fundamentalmente puede ser de dos tipos: incrementar cobros o disminuir pagos. O lo que es lo mismo, aumentar el rendimiento de su empresa, ya sea por ahorrar costes o incrementar ventas.

Por otro lado, los empresarios no suelen tener gran cantidad de dinero guardado. Tienen una cierta liquidez, a la que en muchos casos le obliga la ley para demostrar que son capaces de afrontar los pagos inminentes, pero no tienen suficiente para entrar en un proyecto importante. Por tanto, muchas veces, por no decir siempre, hay que usar avales bancarios o préstamos. Tanto el que te avala como el que te presta quiere tener una cierta garantía de que tienes solvencia. Así, cuando una empresa pide un préstamo para hacer un proyecto, el banco le pide un **Análisis Financiero del Proyecto**.

Todo proyecto que lleve algo de dinero exige obtener un Análisis Financiero porque si no, el banco no lo financiará. Es algo imprescindible.

- Se pretende demostrar la **rentabilidad** de la inversión que se va a hacer. Esto se hace obteniendo una serie de índices: absolutos o relativos. Los relativos son mucho más interesantes que los absolutos, que pueden ser “haciendo esta inversión vamos a obtener 5000 €”, pero no tienes con lo que comparar para saber si es mucho o poco. Por lo tanto, los índices relativos son más clarificadores que los absolutos porque usan una comparación.
- Otra utilidad de este tipo de análisis de inversiones es el **Análisis de Sensibilidad**, que consiste en poner en duda las suposiciones:
 - Al hacer un estudio de este tipo, se deben suponer muchas cosas: que voy a tardar 3 años en desarrollar un producto, que cuando termine tendrá una cierta demanda, que voy a ser capaz de venderlo a un cierto precio, incluso hasta cuál va a ser el *Interés Medio del Mercado Monetario*. De hecho, un análisis financiero de este tipo es una prospectiva de futuro, y el futuro es desconocido. Estos análisis no se deben compartir por completo ni con el banco, si acaso se le muestra una “foto fija”.
 - El Análisis de Sensibilidad da una cierta seguridad sobre las equivocaciones en mis suposiciones. Es una herramienta muy útil porque aporta los intervalos dentro de los cuales la inversión sigue siendo rentable aun cuando no se cumplen las previsiones: supongo que voy a ser capaz de vender el producto a 500€, pero, aunque lo tuviera que vender a 100€, seguiría ganando dinero. O supongo que voy a tardar 3 años en desarrollar el producto, pero si tardara 5, también podría seguir ganando dinero.
- La conclusión que hay que sacar es si la inversión es muy sensible o poco sensible a las variaciones del parámetro:
 - Sería **muy sensible** si con variaciones pequeñas del parámetro, hay variaciones grandes de la rentabilidad.
 - Sería **poco sensible** si con variaciones grandes del parámetro, hay variaciones pequeñas de rentabilidad.

- Parámetros que definen una inversión:** se usa el ‘año’ como unidad de tiempo.
- **Pagos de inversión (K_0, K_1, \dots, K_p):** pagos para “echar a andar” el proyecto.
 - K_0 significa que hay un año 0 donde se invierte, pero no se produce. En el año 0 solo hay pago de inversión.
 - El año 1 de la inversión es el año en el cual la inversión empieza a producir algún tipo de beneficio, por pequeño que sea.
 - Cuando se dice que en el año X se va a pedir un préstamo, se trata como pago de inversión.
- **Movimientos de fondos (R_1, R_2, \dots, R_n):** son la diferencia de los cobros menos los pagos.
 - Como quiero incluir en la cuenta todo lo que va a entrar y todo lo que va a salir, puse utilice el concepto de *movimientos de fondos*.
 - Algunos los llaman *flujos de caja*, pero no es lo mismo porque, a diferencia de los movimientos de fondos, esos no incluyen los impuestos
 - Por definición, no hay R_0 .
 - La ‘n’ de R_n es la *vida útil u horizonte* del proyecto. Como se quiere evaluar la rentabilidad del proyecto, no de la empresa, se debe poner un horizonte porque los proyectos tienen una duración delimitada.
- **Riesgo:** se debe tener en cuenta en el sentido de incertidumbre, de no estar seguro de las suposiciones que estoy haciendo. Se debe hacer un análisis de riesgo que lleve al análisis desensibilidad.
- **Liquidez:** también llamado *Período de Recuperación*, se interpreta de dos maneras:
 - Tiempo en el cual el proyecto empieza a generar beneficios:
 - Se dice que el proyecto es líquido o más líquido si empieza a generar beneficios en un período corto de tiempo.
 - Se dice que el proyecto no es líquido si tarda mucho en generar beneficios.
 - Matemáticamente, se trata del momento en el cual la diferencia entre los movimientos de fondos positivos (lo que entra) y negativos (lo que sale), empieza a ser positiva. Es decir, el año del último “cambio de signo”.
 - Cuando la diferencia empieza a ser positiva, se dice que se ha alcanzado el *período de recuperación*. Así, cuanto más corto sea este período, diré que el proyecto es más líquido.
- Otros conceptos:** solo trabajaremos con cobros y pagos.
 - **Cobro:** ingreso físico de dinero en caja. Si no ha entrado dinero (ingreso), no ha habido cobro.
 - **Ingreso:** cuando se adquiere el derecho a tener un cobro. Si el cliente “paga” en letras, ha ingresado y se incluye en la contabilidad, pero no ha cobrado.
 - **Pago:** salida física de dinero de caja. Si no ha salido dinero (gasto), no ha habido pago.
 - **Coste:** se incurre en coste cuando se adquiere la obligación de hacer un pago. No es lo mismo pagar que deber.
 - **Gasto:** se incurre en gasto cuando se consume o se usa un bien que se ha adquirido. También se incluye en la contabilidad a modo de amortización.

- Supuestos simplificativos:** supuestos que se van a tener en cuenta, al menos inicialmente, para simplificar el análisis.

- 1) Todos los **cobros y pagos se producen simultáneamente** el 31 de diciembre de cada año. Este supuesto se utiliza para poder usar el ‘año’ como unidad de tiempo. Si no, habría que utilizar el ‘día’.
- 2) **Certidumbre:** estoy seguro de todos los parámetros financieros que voy a utilizar. Se hacen muchas “fotos fijas” donde me creo todo. Al hacer un cambio, hago otra “foto fija” y me lo creo todo. Este supuesto es una simplificación relativa.
- 3) Los **movimientos de fondos no varían monetariamente**. Es lo mismo que decir que la inflación es 0. (Este supuesto se eliminará al avanzar en el tema e incluir la inflación).
- 4) Existe un **mercado perfecto de capitales**. Significa que a todos nos cuestan igual los recursos. Este supuesto dice que puedo conocer en todo momento el interés medio de los préstamos. (Esto es mentira, pero lo vemos así para simplificar los números).

- Índices:** a partir de los supuestos anteriores se obtienen los índices.

- **VAN** (Valor Actual Neto): es el más importante.
 - Es un índice absoluto porque mide cuánto dinero voy a ganar en unidades monetarias de hoy.
 - Se debe entender la influencia del tiempo en el valor del dinero: no tiene que ver con la inflación. Aunque los precios no suban, el dinero (guardado) pierde valor de por sí debido al *coste de oportunidad*. Es decir, pierde valor por las cosas que no se hacen con él al no gastarlo.
 - Si hoy tengo R , el año que viene tendré $R(1 + i)$ siendo i el interés que da el banco.
 - Si en el año ‘ p ’ quiero gastar R_p , hoy debo tener:⁹

$$\frac{R_p}{(1+i)^p}$$

- Esta operación, que representa la influencia del tiempo en el valor del dinero, se llama actualizar. Es decir, poner todas las unidades monetarias de todos los años de inversión como unidades monetarias de hoy.
- Se debe actualizar porque, al influir el tiempo en su valor, el dinero de hoy no vale lo mismo que el de los años venideros.
- También se podría actualizar al año ‘ n ’, lo que se llama *Valor Futuro*.
- Así, el VAN es la suma actualizada de los movimientos de fondos. Los cobros menos los pagos, pero puestos anteriormente en la unidad monetaria del año 0 (hoy). Por eso es *Valor Actual Neto*.

$$VAN = -K_0 - \frac{K_1}{(1+i)} - \frac{K_2}{(1+i)^2} - \dots + \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} \geq 0$$

- Si el **VAN > 0**, significa que la inversión es ‘VAN’ mejor (más) que haber llevado el dinero al banco. Es decir, que la inversión es rentable.
- Si el **VAN = 0**, no es que se pierda dinero, sino que sale igual que haberlo llevado al banco. Sin embargo, llevarlo al banco no tiene riesgo porque es un contrato firmado, por lo que es más seguro.

- Con esto, se entiende el VAN como cuánto gano por encima de lo que hubiera ganado habiendo llevado el dinero al banco, que te aplica un interés (i).

- **TIR** (Tasa Interna de Rendimiento):

- Conceptualmente, es el interés que me tendría que ofrecer el banco para hacer indiferente la inversión, es decir, para quererlo llevar al banco.
- Es un índice relativo porque se puede decir que “esta inversión es como llevar el dinero al banco al ‘TIR’ %”.
- Numéricamente, es la tasa de interés que hace 0 el VAN. Por eso, se obtiene igualando el VAN (no calculado) a 0 y despejando la i . Solo tiene sentido calcularla si el polinomio obtenido tiene una única solución real positiva. Hay dos condiciones suficientes (basta cumplir 1) para saber si tiene una única solución real positiva:
 1. La sucesión de movimientos de fondos sin acumular y sin actualizar tiene un único cambio de signo.
 2. La sucesión de movimientos de fondos acumulados y sin actualizar tiene un único cambio de signo.
 - Si se cumple alguna de estas condiciones, comprobando inicialmente la primera, se debe calcular la TIR.
 - Si no se cumple ninguna, no es que no haya solución, sino que no sabes si la tiene. Y como no lo sabes, no la calculas. Entonces se dirá que la TIR no tiene sentido matemáticamente y que se utilizarán otros índices.
- La TIR es un análisis de sensibilidad sobre el interés medio del mercado.
- **Liquidex** o período de recuperación: (explicado anteriormente) es un índice relativo que consiste en ir calculando el VAN año por año y la última vez que pase de negativo a positivo, diré que ha ocurrido el *período de recuperación*. Si sale un período corto, diré que la inversión líquida. Si sale un período largo, diré que la inversión no es líquida.
- **Anualidad (del proyecto)** (a): es un índice relativo que indica que una inversión (de la empresa que encarga el proyecto) es equivalente a una que proporciona un cobro anual constante de valor ' a '. Por tanto, es un índice equivalente. Se entiende como el cobro anual constante que iguala al VAN. Para obtenerla:
 - 1) Calcular VAN.
 - 2) Sustituir los movimientos de fondos (R_j) por ' a ' y despejar ' a ':

$$VAN = \dots + \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} \Rightarrow \dots + \sum_{j=1}^n \frac{a}{(1+i)^j} \Rightarrow \dots + a \cdot \sum_{j=1}^n \frac{1}{(1+i)^j}$$

Si tu ordenador tiene más años que los que dura tu carrera: toca cambio.



¿Necesitas un portátil para estudiar pero eres de los que se echa una partidita para desconectar? Con el Katana GF66 de MSI lo tienes todo; movilidad, autonomía y rendimiento óptimo para compaginar tus dos facetas

Tema 4 – Evaluación Financiera

17/11/21

Otros conceptos:

- **Relación Beneficio-Inversión** (Q o también (B/I)): el VAN, como índice absoluto, es poco representativo, por lo que la relación Q compara el VAN con la inversión. Por tanto, Q es un índice relativo. Matemáticamente se define como el VAN dividido por el valor absoluto de la suma actualizada de los pagos de inversión y suele darse en %:

$$Q(B/I) = \frac{VAN}{\left| \sum_{j=1}^n \left(\frac{K_j}{(1+i)^j} \right) \right|} \cdot 100$$

- **Anualidad (del préstamo)** (a): en este caso el inversor es el banco y el concepto es el mismo que el de la anualidad del proyecto. Se tienen en cuenta tres valores:

- C : Capital o lo que me van a prestar
- i : Interés del préstamo
- n : A devolver en ' n ' años. Número de períodos.

- El banco tendrá un único pago de inversión, que es C en el año 0, y como es de hoy no hay que actualizarlo $\Rightarrow K_0$
- La anualidad se cobrará ' n ' veces.

$$-C + \sum_{j=1}^n \frac{a}{(1+i)^j}$$

- Se ve que lo anterior es el VAN, que debería ser positivo para que le interese al banco dar el préstamo. Sin embargo, el interés que sacará el banco a la inversión es la TIR (i), por lo que el VAN del préstamo para el banco es 0 debido a que la TIR es “la tasa de interés que hace 0 el VAN”. También se puede ver como que el VAN (para el banco) es 0 cuando el *Interés Medio del Mercado* es igual a la *Tasa Interna de Rendimiento*.

$$VAN = -C + \sum_{j=1}^n \frac{a}{(1+i)^j} = 0 \quad \Rightarrow \quad a = \frac{C}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{(1+i)^j}}$$

- Si se tuviera el ‘mes’ como unidad de tiempo, se obtendría el *pago mensual* en lugar de la anualidad: $i \rightarrow \frac{i}{12} \quad n \rightarrow n \cdot 12$

PROBLEMA 1: Se desea calcular la rentabilidad de una inversión con los siguientes datos:

- Interés Medio del Mercado Monetario (i) = 10 %
- $K_0 = 30 \cdot 10^6 \quad K_1 = 20 \cdot 10^6 \quad K_2 = 10 \cdot 10^6$
- En los años 7 a 11 (5 años) se devolverá un **préstamo** de $20 \cdot 10^6$ al 10%.
- Se prevén los siguientes **pagos**: $P = 5 \cdot 10^6 + 100 \cdot p$ siendo ' p ' el número de unidades anuales de producto vendidas. Los 5 millones es la parte fija (sueldos, alquileres...) y el resto es la parte variable en función de la actividad.

- Se va a vender un producto y estimamos que del año 1 al 5 (incluido) venderemos 1000 unidades/día. Del año 6 al 20 venderemos 1500 unidades/día. Los **cobros** son los resultados de estas ventas. Se entiende que el horizonte del proyecto (vida útil) será 20 años.
- **Precio de venta** de 200 u.m./u.producto (sin IVA ya que no se incluye el IVA en nuestras cuentas porque las empresas no lo pagan, pero sí todos los demás impuestos).
- Respecto al **número de días útiles al año**, considerar que se trabaja 200 días es una previsión optimista. En este caso usaremos 230 días. Si no nos indican este número, nos deben dar las unidades vendidas al año.

1. Calcular el *Valor Actual Neto* (VAN).
2. Calcular la *Relación Beneficio-Inversión* (Q).
3. Calcular la *Tasa Interna de Rendimiento* (TIR).
4. Realizar un Análisis de Sensibilidad sobre el precio del producto.

■ **Pregunta 1:** Calcular el VAN.

En primer lugar, se deben conocer los **movimientos de fondos** (cobros menos pagos).

$$\text{Cobros} = \frac{\text{unidades}}{\text{día}} \cdot \text{días_año} \cdot \text{precio} \Rightarrow \begin{cases} \text{años } 1 - 5 \Rightarrow 1000 \cdot 230 \cdot 200 = 46 \cdot 10^6 \\ \text{años } 6 - 20 \Rightarrow 1500 \cdot 230 \cdot 200 = 69 \cdot 10^6 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{Pagos} &= 5 \cdot 10^6 + 100 \cdot \underbrace{\frac{\text{unidades}}{\text{día}} \cdot \text{días_año}}_p \\ &\Rightarrow \begin{cases} \text{años } 1 - 5 \Rightarrow 5 \cdot 10^6 + 100 \cdot 1000 \cdot 230 = 28 \cdot 10^6 \\ \text{años } 6 - 20 \Rightarrow 5 \cdot 10^6 + 100 \cdot 1500 \cdot 230 = 39,5 \cdot 10^6 \end{cases} \end{aligned}$$

$$\text{Movimientos de fondos} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \text{años } 1 - 5 \Rightarrow R_{1-5} = 46 \cdot 10^6 - 28 \cdot 10^6 = 18 \cdot 10^6 \\ \text{años } 6 - 20 \Rightarrow R_{6-20} = 69 \cdot 10^6 - 39,5 \cdot 10^6 = 29,5 \cdot 10^6 \end{cases}$$

En segundo lugar, calculamos la **anualidad del préstamo** con un capital (C) de $20 \cdot 10^6$ al 10% (i) y a devolver en años 7 a 11 (n de 5 años):

$$a = \frac{20 \cdot 10^6}{\sum_{j=1}^5 \frac{1}{(1+0,1)^j}} = \frac{20 \cdot 10^6}{\sum_{j=1}^5 \frac{1}{1,1^j}} = 5,276 \cdot 10^6$$

Para un préstamo de 20 millones se acabará pagando más de 26 millones tras los 5 años ($5 \cdot 5,276 = 26,38$).

Finalmente, se tiene que el VAN es: (el interés (i) usado aquí es el del mercado monetario)

$$VAN = -K_0 - \frac{K_1}{1+i} - \frac{K_2}{(1+i)^2} - a \cdot \underbrace{\sum_{j=7}^{11} \frac{1}{(1+i)^j}}_{K_{7-11}} + R_{1-5} \cdot \sum_{j=1}^5 \frac{1}{(1+i)^j} + R_{6-20} \cdot \sum_{j=6}^{20} \frac{1}{(1+i)^j}$$

$$\begin{aligned}
 VAN &= -30 \cdot 10^6 - \frac{20 \cdot 10^6}{1,1} - \frac{10 \cdot 10^6}{1,1^2} - 5,276 \cdot 10^6 \cdot \sum_{j=7}^{11} \frac{1}{1,1^j} + 18 \cdot 10^6 \cdot \sum_{j=1}^5 \frac{1}{1,1^j} \\
 &\quad + 29,5 \cdot 10^6 \cdot \sum_{j=6}^{20} \frac{1}{1,1^j} = \\
 &= -67,7358 \cdot 10^6 + 207,5543 \cdot 10^6 \Rightarrow \boxed{VAN = 139,82 \cdot 10^6}
 \end{aligned}$$

■ **Pregunta 2:** Calcular la Q.

$$Q = \frac{VAN}{\left| \sum_{j=1}^n \left(\frac{K_j}{(1+i)^j} \right) \right|} \cdot 100 = \frac{139,82 \cdot 10^6}{|-67,7358 \cdot 10^6|} \cdot 100 \Rightarrow \boxed{Q = 206 \%}$$

No significa que haya ganado un 206% más, solo es la comparación entre el VAN y lo invertido, y no significa nada más. Por eso, es un concepto que al cliente le gusta, pero que en realidad significa poco. El realmente importante es la TIR.

■ **Pregunta 3:** Calcular la TIR.

Como se cumple la condición suficiente primera, podemos calcular la TIR, que debe ser mayor que el interés del banco (10%).

Para ver qué tasa de interés hace 0 el VAN (definición de la TIR), sustituyo en el VAN la i por λ y veo para qué valor de λ se acerca más a 0 el VAN (prueba y error). De hecho, la TIR es un análisis de sensibilidad sobre el interés medio del mercado.

- Para $\lambda = 20\% = 0,2$ sale un VAN de 50,37
- Para $\lambda = 30\% = 0,3$ sale un VAN de 15,84
- Para $\lambda = 35\% = 0,35$ sale un VAN de 6,31
- Para $\lambda = 37\% = 0,37$ sale un VAN de 3,31
- Para $\lambda = 40\% = 0,4$ sale un VAN de -0,56 $\Rightarrow \boxed{TIR = 40 \%}$

Esto significa que esta inversión es como llevar el dinero al banco al 40%, que eso no ocurre nunca. Por lo tanto, la inversión es muy rentable.

■ **Pregunta 4:** Análisis de Sensibilidad sobre el precio del producto.

En primer lugar, recalculamos los cobros (y los movimientos de fondos) dejando como incógnita el precio del producto:

$$\text{Cobros} = \frac{\text{unidades}}{\text{día}} \cdot \text{días}_\text{año} \cdot \text{precio} \Rightarrow \begin{cases} \text{años } 1-5 \Rightarrow 1000 \cdot 230 \cdot x = 0,23 \cdot 10^6 \cdot x \\ \text{años } 6-20 \Rightarrow 1500 \cdot 230 \cdot x = 0,345 \cdot 10^6 \cdot x \end{cases}$$

$$\text{Movimientos de fondos} \quad (\text{Cobros} - \text{Pagos}) \Rightarrow \begin{cases} \text{años } 1-5 \Rightarrow R_{1-5} = 0,23 \cdot 10^6 \cdot x - 28 \cdot 10^6 \\ \text{años } 6-20 \Rightarrow R_{6-20} = 0,345 \cdot 10^6 \cdot x - 39,5 \cdot 10^6 \end{cases}$$

Finalmente, sustituimos en el VAN, igualamos a ≥ 0 y despejamos x :

$$\begin{aligned} VAN = & -30 \cdot 10^6 - \frac{20 \cdot 10^6}{1,1} - \frac{10 \cdot 10^6}{1,1^2} - 5,276 \cdot 10^6 \cdot \sum_{j=7}^{11} \frac{1}{1,1^j} + (0,23 \cdot 10^6 \cdot x - 28 \cdot 10^6) \\ & \cdot \sum_{j=1}^5 \frac{1}{1,1^j} + (0,345 \cdot 10^6 \cdot x - 39,5 \cdot 10^6) \cdot \sum_{j=6}^{20} \frac{1}{1,1^j} \geq 0 \end{aligned}$$

$$x \geq 144 \text{ u. m./u. producto}$$

Esto significa que bajando el precio hasta 144, la inversión seguiría siendo rentable y equivalente a llevarla al banco al 10%, a diferencia del caso anterior que con un precio de 200 teníamos una rentabilidad del 40%.

Este Análisis de Sensibilidad dice que la inversión es **poco sensible** a la variación del parámetro porque sigue siendo rentable, aunque la variación sea grande (28%). Se tiene un margen en el precio.

18/11/21

■ **PROBLEMA 2:** Se desea calcular la rentabilidad de una inversión con los siguientes datos:

- Intereses Medios del Mercado Monetario: $i_{1-3} = 12\%$ $i_{4-5} = 10\%$ $i_{6-12} = 8\%$
- $K_0 = 50 \cdot 10^6$ $K_1 = 50 \cdot 10^6$
- En el año 5 se realiza una reinversión de $20 \cdot 10^6$ € con **préstamo** a 3 años (6, 7 y 8) al 10%.
- Se prevén los siguientes **cobros** anuales:
 - $C_{1-5} = 70 \cdot 10^6$
 - $C_{6-12} = 90 \cdot 10^6$
- Se prevén los siguientes **pagos** anuales:
 - $P_{1-5} = 50 \cdot 10^6$
 - $P_{6-12} = 60 \cdot 10^6$

1. Calcular el *Valor Actual Neto* (VAN) y la *Relación Beneficio-Inversión* (Q).
2. Calcular la *Tasa Interna de Rendimiento* (TIR).
3. Determinar si la reinversión en el año 5 es rentable sabiendo que, de no hacerse, los movimientos de fondos disminuirían en un 10% a partir del año 6.

■ **Pregunta 1:** Calcular el VAN y la Q.

En primer lugar, se deben conocer los **movimientos de fondos**.

$$\text{Movimientos de fondos } (Cobros - Pagos) \Rightarrow \begin{cases} \text{años } 1-5 \Rightarrow R_{1-5} = 70 \cdot 10^6 - 50 \cdot 10^6 = 20 \cdot 10^6 \\ \text{años } 6-12 \Rightarrow R_{6-12} = 90 \cdot 10^6 - 60 \cdot 10^6 = 30 \cdot 10^6 \end{cases}$$

ELIGE DESTINO Y JUÉGALO EN



Marvel's Spider-Man
y cientos de juegos con
PlayStation Plus Premium
por solo 16,99 al mes

Consigue esta oferta con
las Tarjetas Regalo
PlayStation en



TE FALTA FNAC | FNAC.ES

**NEW
YORK
A UN
SALTO**

La ciudad
que nunca
duerme

1 MES

16,99 €

Tema 4 – Evaluación Financiera

En segundo lugar, calculamos la **anualidad del préstamo** con un capital (C) de $20 \cdot 10^6$ al 10% (i) y a devolver en 3 años (6, 7 y 8):

$$a = \frac{20 \cdot 10^6}{\sum_{j=1}^3 \frac{1}{1,1^j}} = 8,042 \cdot 10^6$$

Finalmente, se tiene que el VAN es: (el interés (i) usado aquí es el del mercado monetario)

$$\begin{aligned} VAN = -50 \cdot 10^6 - \frac{50 \cdot 10^6}{1,12} - \frac{8,042 \cdot 10^6}{1,12^3 \cdot 1,1^2} \cdot \sum_{j=1}^3 \frac{1}{1,08^j} + 20 \cdot 10^6 \cdot \sum_{j=1}^3 \frac{1}{1,12^j} + \frac{20 \cdot 10^6}{1,12^3} \\ \cdot \sum_{j=1}^2 \frac{1}{1,1^j} + \frac{30 \cdot 10^6}{1,12^3 \cdot 1,1^2} \cdot \sum_{j=1}^7 \frac{1}{1,08^j} \Rightarrow \boxed{VAN = 57,75 \cdot 10^6} \end{aligned}$$

Así mismo, tenemos la relación Q:

$$Q = \frac{57,75}{106,83} \cdot 100 \Rightarrow \boxed{Q = 54 \%}$$

■ **Pregunta 2:** Calcular la TIR.

Como se cumple la condición suficiente primera, podemos calcular la TIR, que debe ser mayor que el interés del banco (10%). Podemos reformular el VAN para buscar un solo interés fijo, la TIR:

$$VAN = -50 \cdot 10^6 - \frac{50 \cdot 10^6}{1+i} - 8,042 \cdot \sum_{j=6}^8 \frac{1}{(1+i)^j} + 20 \cdot \sum_{j=1}^5 \frac{1}{(1+i)^j} + 30 \cdot \sum_{j=6}^{12} \frac{1}{(1+i)^j}$$

La tasa de interés que hace 0 el VAN, la TIR, es: **TIR = 21 %**

■ **Pregunta 3:** Determinar si la reinversión en el año 5 es rentable sabiendo que, de no hacerse, los movimientos de fondos disminuirían en un 10% a partir del año 6.

Si no se realizara la reinversión, se tendría que:

$$\begin{aligned} VAN = -50 \cdot 10^6 - \frac{50 \cdot 10^6}{1,12} + 20 \cdot 10^6 \cdot \left(\sum_{j=1}^3 \frac{1}{1,12^j} + \frac{1}{1,12^3} \cdot \sum_{j=1}^2 \frac{1}{1,1^j} \right) + \frac{27 \cdot 10^6}{1,12^3 \cdot 1,1^2} \\ \cdot \sum_{j=1}^7 \frac{1}{1,08^j} \Rightarrow \boxed{VAN = 60,79 \cdot 10^6} \end{aligned}$$

Se puede ver que no hacer la reinversión es mejor opción que sí hacerla porque se gana más aun invirtiendo menos. Si se viera que se gana menos al invertir menos (al no hacerla), entonces habría que comparar ambas opciones mediante otro índice.

24/11/21

Otros conceptos:

■ **Valor Futuro (VF):** valor equivalente de una inversión actualizado al año ‘n’ o puesto en unidades monetarias del año ‘n’. Se puede obtener de dos formas: Obtener el VAN y actualizarlo al año ‘n’.

a) Sin obtener el VAN previamente: calcular el VAN actualizando directamente al año ‘n’.

Nota: al calcular el VAN (Valor Actual, actualizado a año 0), se divide por el interés con su exponente correspondiente. Al calcular el VF (Valor Futuro, actualizado a año ‘n’), se multiplica por el interés con su exponente correspondiente. (Véase Problema 3).

■ **Inflación (g):** el valor del dinero disminuye con el tiempo si no se usa. Este concepto elimina el tercer supuesto significativo: la inflación no es 0.

- La inflación es la subida de precios a lo largo del tiempo.
- La deflación es la bajada de precios a lo largo del tiempo.

Se mide mediante un índice **IPC** (*Índice de Precios al Consumo*) que se hace con la “cesta de la compra”: el consumidor medio se gasta x% en esto y aquello, y se ve cómo ha variado. Es un índice oficial que no refleja la subida de precios real porque cada uno gasta en cosas diferentes. El IPC se usa para estimar la inflación, que mide cómo varían los precios a lo largo del tiempo.

$$\frac{R_j}{(1+i)^j} \Rightarrow \frac{R_j \cdot (1+g)^j}{(1+i)^j}$$

Para incluir la inflación (g) en el cálculo del VAN, se le debe restar al interés (i). Es decir, $1 + i$ pasa a ser $1 + i - g$. O lo que es lo mismo, antes de calcular el VAN hacer $i - g$ y trabajar con ese interés resultante.

A partir de esto, si se obtiene la TIR, como se ha restado previamente la inflación, al valor de TIR obtenido se le debe volver a sumar la inflación (g).

② **PROBLEMA 3:** Se desea calcular la rentabilidad de una inversión con los siguientes datos:

- Interés Medio del Mercado Monetario: $i = 11\%$
- Inflación: $g = 3\%$
- $K_0 = 50 \cdot 10^6$ $K_1 = 50 \cdot 10^6$
- Otros $50 \cdot 10^6$ se financian con un **préstamo** al 15% a devolver en los años 2, 3, 4 y 5.
- Además del préstamo, en el año 10 se hará una **reinversión** de $25 \cdot 10^6$ con **valor residual** de $2,5 \cdot 10^6$. El valor residual quiere decir que lo que vamos a comprar durará más que el proyecto. Por tanto, se considerará al final, en el año ‘n’.
- Se van a vender dos productos:
 - Producto 1:
 - 1000 ud/día los 10 primeros años
 - 1250 ud/día años 11 a 20
 - Precio de venta = 160 u.m./u.p.
 - Producto 2:
 - 500 ud/día años 1-10

- 625 ud/día años 11 a 20
- Precio de venta = 80 u.m./u.p.
- Días útiles al año: 230
- **Pagos:** $5 \cdot 10^6 + 25 \cdot p_1 + 20 \cdot p_2$ siendo p_1 y p_2 unidades anuales vendidas de cada producto.

1. Determinar el *Valor Futuro* (VF) sin obtener previamente el VAN.
2. Calcular la *Tasa Interna de Rendimiento* (TIR).
3. Realizar un Análisis de Sensibilidad sobre los precios de los productos sabiendo que se mantiene la proporción 2 a 1 (el producto 1 siempre vale el doble que el producto 2).

■ **Pregunta 1:** Calcular el VF sin el VAN.

En primer lugar, se deben conocer los **movimientos de fondos** (cobros menos pagos).

$$\text{Cobros} \Rightarrow \begin{cases} C_{1-10} \Rightarrow 1000 \cdot 230 \cdot 160 + 500 \cdot 230 \cdot 80 = 46 \cdot 10^6 \\ C_{11-20} \Rightarrow 1250 \cdot 230 \cdot 160 + 625 \cdot 230 \cdot 80 = 57,5 \cdot 10^6 \end{cases}$$

$$\text{Pagos} = 5 \cdot 10^6 + 25 \cdot p_1 + 20 \cdot p_2$$

$$\text{Pagos} \Rightarrow \begin{cases} P_{1-10} \Rightarrow 5 \cdot 10^6 + 25 \cdot 1000 \cdot 230 + 20 \cdot 500 \cdot 230 = 13,05 \cdot 10^6 \\ P_{11-20} \Rightarrow 5 \cdot 10^6 + 25 \cdot 1250 \cdot 230 + 20 \cdot 625 \cdot 230 = 15,0625 \cdot 10^6 \end{cases}$$

$$\text{Movimientos de fondos} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} R_{1-10} = 46 \cdot 10^6 - 13,05 \cdot 10^6 = 32,95 \cdot 10^6 \\ (Cobros - Pagos) \quad \quad \quad R_{11-20} = 57,5 \cdot 10^6 - 15,0625 \cdot 10^6 = 42,4375 \cdot 10^6 \end{cases}$$

En segundo lugar, calculamos la **anualidad del préstamo** con un capital (C) de $50 \cdot 10^6$ al 15% (i) y a devolver en años 2 a 5 (n de 4 años):

$$a = \frac{50 \cdot 10^6}{\sum_{j=1}^4 \frac{1}{1,15^j}} = 17,513 \cdot 10^6$$

Teniendo un interés del mercado del 11% y una inflación del 3%: $11 - 3 = 8\%$.

Finalmente, se tiene que el VF actualizado al año 20 es: (el interés (i) usado aquí es el calculado anteriormente)

Nota: para simplificar los cálculos se han obviado los millones (10^6).

$$VF = -50 \cdot 1,08^{20} - 50 \cdot 1,08^{19} - 17,513 \cdot \sum_{j=2}^5 1,08^{(20-j)} - 25 \cdot 1,08^{10} + 32,95 \cdot \sum_{j=1}^{10} 1,08^{(20-j)} + 42,4375 \cdot \sum_{j=11}^{20} 1,08^{(20-j)} + 2,5 \Rightarrow \boxed{VF = 894,66 \cdot 10^6}$$

Si quisiéramos obtener el VAN a partir del VF, bastaría con actualizar el VF al año 0:

$$VAN = \frac{894,66 \cdot 10^6}{1,08^{20}} = 191,947 \cdot 10^6$$

■ **Pregunta 2:** Calcular la TIR. Teniendo la fórmula del VAN:

$$VAN = -50 - \frac{50}{1+i} - 17,513 \cdot \sum_{j=2}^5 \frac{1}{(1+i)^j} - \frac{25}{(1+i)^{10}} + 32,95 \cdot \sum_{j=1}^{10} \frac{1}{(1+i)^j} + 42,4375 \\ \cdot \sum_{j=11}^{20} \frac{1}{(1+i)^j} + \frac{2,5}{(1+i)^{20}}$$

La tasa de interés que hace 0 el VAN es 27%, que añadiéndole la inflación restada anteriormente: **TIR = 30 %**

■ **Pregunta 3:** Análisis de Sensibilidad sobre los precios de los productos.

En primer lugar, recalculamos los cobros (y los movimientos de fondos) dejando como incógnita el precio del producto 2 y el del producto 1 en función del 2:

$$\text{Cobros} \Rightarrow \begin{cases} C_{1-10} \Rightarrow 1000 \cdot 230 \cdot 2 \cdot x_2 + 500 \cdot 230 \cdot x_2 = 575000 \cdot x_2 \\ C_{11-20} \Rightarrow 1250 \cdot 230 \cdot 2 \cdot x_2 + 625 \cdot 230 \cdot x_2 = 718750 \cdot x_2 \end{cases}$$

$$\text{Mov. de fondos} \Rightarrow \begin{cases} R_{1-10} = 575000 \cdot x_2 - 13,05 \cdot 10^6 = 0,575 \cdot x_2 - 13,05 \\ R_{11-20} = 718750 \cdot x_2 - 15,0625 \cdot 10^6 = 0,71875 \cdot x_2 - 15,0625 \end{cases}$$

Finalmente, reformulamos el VAN, igualamos a ≥ 0 y despejamos x_2 :

$$VAN = -50 - \frac{50}{1,08} - 17,513 \cdot \sum_{j=2}^5 \frac{1}{1,08^j} - \frac{25}{1,08^{10}} + (0,575 \cdot x_2 - 13,05) \cdot \sum_{j=1}^{10} \frac{1}{1,08^j} \\ + (0,71875 \cdot x_2 - 15,0625) \cdot \sum_{j=11}^{20} \frac{1}{1,08^j} + \frac{2,5}{1,08^{20}} \geq 0$$

$$-161,5847 + 3,85 \cdot x_2 - 87,56 + 2,2339 \cdot x_2 - 46,815 + 0,5363 \geq 0$$

$x_2 \geq 48,5 \text{ u.m./u.producto}$
$x_1 \geq 97 \text{ u.m./u.producto}$

Esto significa que bajando los precios un 40% se mantendría una rentabilidad del 11%.

Este Análisis de Sensibilidad dice que la inversión es **poco sensible** a la variación del parámetro porque sigue siendo rentable, aunque la variación sea grande (40%).

ELIGE DESTINO Y JUÉGALO EN

 PlayStation Plus
PREMIUM



Marvel's Spider-Man
y cientos de juegos con
PlayStation Plus Premium
por solo 16,99 al mes

Consigue esta oferta con
las Tarjetas Regalo
PlayStation en



TE FALTA FNAC | FNAC.ES

NEW
YORK
A UN
SALTO

La ciudad
que nunca
duerme

1 MES

16,99 €



Tema 4 – Evaluación Financiera

25/11/21

■ **PROBLEMA 4:** Una empresa desea lanzar un producto:

- **Costes** de desarrollo:
 - Año 0: 500 000 €
 - Año 1: 200 000 €
 - Año 2: 100 000 €
- Interés Medio del Mercado Monetario: $i = 5\%$
- En el año 8 se lanza una 2º versión con un **coste** de desarrollo de 250 000 €.
- Se estiman los siguientes **pagos**:
 - Parte fija: 250 000 €/año
 - Parte variable: $100 \cdot v$ siendo ' v ' el número de unidades anuales vendidas.
- El producto sale al mercado en el año 3.
- Vida útil de 15 años.

1. Si el precio de venta es de 200 €/unidad, ¿cuántas unidades anuales habría que vender?
2. Si el número de unidades/año fuera 4000, ¿cuál sería el precio mínimo?
3. Determinar si merece la pena sacar la 2º versión, considerando que se venderían 4000 unidades a 200 €, y estimando que, si no se sacara, las ventas caerían un 20% a partir del año 9.

- **Pregunta 1:** Con precio de 200 €/ud, ¿cuántas unidades anuales vendidas?

En primer lugar, se deben conocer los **movimientos de fondos** (cobros menos pagos).

$$R_{3-15} = 200 \cdot v - (250\,000 + 100 \cdot v) = 100 \cdot v - 250\,000$$

Formulamos el VAN, igualamos a ≥ 0 y despejamos v :

Nota: para simplificar los cálculos se ha tratado en miles (10^3).

$$VAN = -500 - \frac{200}{1,05} - \frac{100}{1,05^2} - \frac{250}{1,05^8} + (0,1 \cdot v - 250) \cdot \sum_{j=3}^{15} \frac{1}{1,05^j} \geq 0$$

$$v \geq 3615,44 \cong 3616 \text{ unidades anuales}$$

- **Pregunta 2:** Para 4000 unidades anuales, ¿precio mínimo?

En primer lugar, se deben conocer los **movimientos de fondos** (cobros menos pagos).

$$R_{3-15} = p \cdot 4000 - (250\,000 + 100 \cdot 4000) = p \cdot 4000 - 650\,000$$

Formulamos el VAN, igualamos a ≥ 0 y despejamos p :

Nota: para simplificar los cálculos se ha tratado en miles (10^3).

$$VAN = -500 - \frac{200}{1,05} - \frac{100}{1,05^2} - \frac{250}{1,05^8} + (p \cdot 4 - 650) \cdot \sum_{j=3}^{15} \frac{1}{1,05^j} \geq 0$$

p ≥ 190,3861 ≈ 191 €/unidad

- **Pregunta 3:** Determinar si merece la pena la reinversión con 4000 unidades anuales a 200 €/ud estimando que, si no se hiciera, bajarían las ventas un 20% a partir del año 9.

Se deben comparar las dos opciones de forma absoluta y relativa.

- Opción 1: reinversión con 4000 unidades a 200 €.

$$R_{3-15} = 200 \cdot 4000 - (250000 + 100 \cdot 4000) = 150000$$

$$VAN_1 = -500 - \frac{200}{1,05} - \frac{100}{1,05^2} - \frac{250}{1,05^8} + 150 \cdot \sum_{j=3}^{15} \frac{1}{1,05^j}$$

VAN₁ = 327,648 · 10³ €
TIR₁ = 10%

- Opción 2: sin reinversión y caída de ventas de 20% desde año 9 (4000 – 4000 · 0,2 = 3200).

$$R_{3-8} = 200 \cdot 4000 - (250000 + 100 \cdot 4000) = 150000$$

$$R_{9-15} = 200 \cdot 3200 - (250000 + 100 \cdot 3200) = 70000$$

$$VAN_2 = -500 - \frac{200}{1,05} - \frac{100}{1,05^2} + 150 \cdot \sum_{j=3}^8 \frac{1}{1,05^j} + 70 \cdot \sum_{j=9}^{15} \frac{1}{1,05^j}$$

VAN₂ = 183,542 · 10³ €
TIR₂ = 8,5%

Se ve claramente que la opción 1, hacer la reinversión, es mejor en términos absolutos (VAN) y relativos (TIR). Por tanto, es rentable hacerla.

01/12/21

□ **PROBLEMA 5:** Se desea calcular la rentabilidad de una inversión con los siguientes datos:

- Intereses Medios del Mercado Monetario: $i_{1-8} = 5\%$ $i_{9-15} = 3\%$
- $K_0 = 60000$ $K_1 = 50000$
- Se realiza una reinversión de 90000 € con **préstamo** a 4 años (7, 8, 9 y 10) al 4%.
- Se prevén las siguientes **ventas**:
 - Año 1: 60
 - Año 2: 90
 - Años 3-15: 100
- **Pagos:** $40000 + 500 \cdot v$ siendo 'v' las ventas anuales.
- **Precio de venta:** 1250 €/ud.

1. Determinar el *Valor Actual Neto* (VAN), la *Relación Beneficio-Inversión* (Q) y la *Tasa Interna de Rendimiento* (TIR).
2. Determinar el precio mínimo de venta.
3. Determinar la cuota anual a pagar por un préstamo de 30 000 en 5 años al 10% sabiendo que el tercer año se revisa el interés al 8 %. Calcular el interés equivalente del préstamo.

■ **Pregunta 1:** Determinar VAN, Q y TIR.

En primer lugar, se deben conocer los **movimientos de fondos**.

$$R_1 = 1250 \cdot 60 - (40000 + 500 \cdot 60) = 5000$$

$$R_2 = 1250 \cdot 90 - (40000 + 500 \cdot 90) = 27500$$

$$R_{3-15} = 1250 \cdot 100 - (40000 + 500 \cdot 100) = 35000$$

En segundo lugar, calculamos la **anualidad del préstamo** con un capital (C) de 90 000 al 4% (i) y a devolver en 4 años (7, 8, 9 y 10):

$$a = \frac{90000}{\sum_{j=1}^4 \frac{1}{1,04^j}} = 24,79 \cdot 10^3 \text{ €}$$

Finalmente, se tiene que el VAN es:

$$\begin{aligned} VAN &= -60 - \frac{50}{1,05} - 24,79 \cdot \sum_{j=7}^8 \frac{1}{1,05^j} - \frac{24,79}{1,05^8} \cdot \sum_{j=1}^2 \frac{1}{1,03^j} + \frac{5}{1,05} + \frac{27,5}{1,05^2} + 35 \cdot \sum_{j=3}^8 \frac{1}{1,05^j} \\ &\quad + \frac{35}{1,05^8} \cdot \sum_{j=1}^7 \frac{1}{1,03^j} \Rightarrow \boxed{VAN = 164,30 \cdot 10^3 \text{ €}} \end{aligned}$$

Así mismo, tenemos la relación Q:

$$Q = \frac{VAN}{\left| \sum_{j=1}^n \frac{k_p}{(1+i)^j} \right|} = \frac{164,30}{\left| -60 - \frac{50}{1,05} - 24,79 \cdot \sum_{j=7}^8 \frac{1}{1,05^j} - \frac{24,79}{1,05^8} \cdot \sum_{j=1}^2 \frac{1}{1,03^j} \right|}$$

$$\boxed{Q = 0,9435 = 94 \%}$$

Por otro lado, la tasa que hace 0 el VAN (TIR) es:

$$VAN \Rightarrow -60 - \frac{50}{(1+i)} - 24,79 \cdot \sum_{j=7}^{10} \frac{1}{(1+i)^j} + \frac{5}{(1+i)} + \frac{27,5}{(1+i)^2} + 35 \cdot \sum_{j=3}^{15} \frac{1}{(1+i)^j} = 0$$

$$\boxed{TIR = 22 \%}$$

■ **Pregunta 2:** Precio mínimo de venta.

En primer lugar, se deben conocer los **movimientos de fondos** con el precio p como incógnita.

$$R_1 = 60 \cdot p - 70\,000$$

$$R_2 = 90 \cdot p - 85\,000$$

$$R_{3-15} = 100 \cdot p - 90\,000$$

Formulamos el VAN, igualamos a ≥ 0 y despejamos p :

$$\begin{aligned} VAN \Rightarrow & -60 - \frac{50}{1,05} - 24,79 \cdot \sum_{j=7}^8 \frac{1}{1,05^j} - \frac{24,79}{1,05^8} \cdot \sum_{j=1}^2 \frac{1}{1,03^j} + \frac{(0,06 \cdot p - 70)}{1,05} \\ & + \frac{(0,09 \cdot p - 85)}{1,05^2} + (0,1 \cdot p - 90) \cdot \sum_{j=3}^8 \frac{1}{1,05^j} + \frac{(0,1 \cdot p - 90)}{1,05^8} \cdot \sum_{j=1}^7 \frac{1}{1,03^j} \geq 0 \end{aligned}$$

$$p \geq 1089,05 \cong 1090 \text{ €/unidad}$$

■ **Pregunta 3:** Cuota anual a pagar por un préstamo de 30 000 en 5 años al 10% sabiendo que el tercer año se revisa el interés al 8 %. Calcular el interés equivalente del préstamo.

Calculamos la **anualidad inicial del préstamo** con un capital (C) de 30 000 al 10% (i) y adeudar en 5 años:

$$a = \frac{30\,000}{\sum_{j=1}^5 \frac{1}{1,1^j}} = 7913,92 \text{ €}$$

Realizamos la **Tabla de amortización**:

(Debo ant. – Capital ant.) (% de lo que Debo) (Cuota - Interés) (Anualidad)

AÑO	DEBO	INTERÉS	CAPITAL	CUOTA
10,00%	1	30 000,00	3000,00	4913,92
10,00%	2	25 086,08	2508,61	7913,92
10,00%	3	19 680,76	1968,08	7913,92
8,00%	4	13 734,91	1098,79	6603,32
8,00%	5	7131,59	570,53	7702,12

Al cambiar el interés se debe recalcular la anualidad a partir de lo que se debe en ese momento(año 4):

$$a = \frac{13\,734,91}{\sum_{j=1}^2 \frac{1}{1,08^j}} = 7702,12 \text{ €}$$

Nota: al terminar el último año, lo que debo del préstamo y lo pagado (capital) deben ser iguales.

El interés equivalente de esta inversión, donde el inversor es el banco, es la TIR:

$$VAN \Rightarrow -30000 + 7913,92 \cdot \sum_{j=1}^3 \frac{1}{(1+i)^j} + 7702,12 \cdot \sum_{j=4}^5 \frac{1}{(1+i)^j} = 0$$

$$TIR = 9,64 \%$$

ELIGE DESTINO
Y JUÉGALO EN

Marvel's Spider-Man
y cientos de juegos con
PlayStation Plus Premium
por solo 16,99 al mes

Consigue esta oferta con
las Tarjetas Regalo
PlayStation en



TE FALTA FNAC | FNAC.ES

NEW
YORK
A UN
SALTO

La ciudad
que nunca
duerme

1 MES

16,99 €



Tema 4 – Evaluación Financiera

02/12/21

- **PROBLEMA 6:** Los **costes de desarrollo** de un producto son de 300 000 € considerando los gastos de personal y material. La empresa de desarrollo se compromete a mantener en correcto funcionamiento durante un año las unidades vendidas durante los tres primeros años, lo que supone un **coste** de 3000 €/ud. La **vida útil** estimada es de 7 años y se espera **vender** 50, 30, 20, 10, 5, 2 y 1 unidad respectivamente.

1. Determinar el precio mínimo de venta si el *Interés del mercado* es del 8%.
2. Determinar el precio mínimo de venta para obtener una **TIR** del 20% y del 30%.
3. Si se vende a 6000€/ud, ¿qué cantidad constante habría que vender para ser rentable?
4. Determinar la cantidad mínima constante a vender para obtener una Q del 150%.

- **Pregunta 1:** Determinar el precio mínimo con un interés del 8%.

En primer lugar, se deben conocer los **movimientos de fondos** (cobros menos pagos).

$$\text{Cobros} \Rightarrow \begin{cases} C_1 = 50 \cdot p & C_3 = 20 \cdot p & C_5 = 5 \cdot p & C_7 = 1 \cdot p \\ C_2 = 30 \cdot p & C_4 = 10 \cdot p & C_6 = 2 \cdot p & \end{cases}$$

$$\text{Pagos} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = 50 \cdot 3000 = 150\,000 \\ P_2 = 30 \cdot 3000 = 90\,000 \\ P_3 = 20 \cdot 3000 = 60\,000 \end{cases}$$

$$\text{Movimientos de fondos} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} R_1 = 50p - 150\,000 \\ R_2 = 30p - 90\,000 \\ R_3 = 20p - 60\,000 \end{cases}$$

Formulamos el **VAN**, igualamos a ≥ 0 y despejamos p :

$$\begin{aligned} VAN_{0,08} \Rightarrow & -300\,000 + \frac{50p - 150\,000}{1,08} + \frac{30p - 90\,000}{1,08^2} + \frac{20p - 60\,000}{1,08^3} + \frac{10p}{1,08^4} \\ & + \frac{5p}{1,08^5} + \frac{2p}{1,08^6} + \frac{p}{1,08^7} \geq 0 \end{aligned}$$

$$p_{0,08} \geq 5609,30 \text{ €/unidad}$$

- **Pregunta 2:** Determinar el precio mínimo para una **TIR** del 20%. Y 30%. Formulamos el **VAN**, igualamos a ≥ 0 y despejamos n :

$$\begin{aligned} VAN_{0,2} \Rightarrow & -300\,000 + \frac{50p - 150\,000}{1,2} + \frac{30p - 90\,000}{1,2^2} + \frac{20p - 60\,000}{1,2^3} + \frac{10p}{1,2^4} \\ & + \frac{5p}{1,2^5} + \frac{2p}{1,2^6} + \frac{p}{1,2^7} \geq 0 \end{aligned}$$

$$p_{0,2} \geq 6379,85 \text{ €/unidad}$$

$$p_{0,3} \geq 7011,07 \text{ €/unidad}$$

- **Pregunta 3:** Si se vende a 6000 €/ud, ¿qué cantidad constante habría que vender para serrentable?

Recalculamos los **movimientos de fondos** con las ventas constantes v como incógnita:

$$R_1 = v \cdot 6000 - v \cdot 3000 = 3000v$$

$$R_2 = v \cdot 6000 - v \cdot 3000 = 3000v$$

$$R_3 = v \cdot 6000 - v \cdot 3000 = 3000v$$

Formulamos el VAN, igualamos a ≥ 0 y despejamos v :

$$VAN \Rightarrow -300\,000 + 3000v \cdot \sum_{j=1}^3 \frac{1}{1,08^j} + 6000v \cdot \sum_{j=4}^7 \frac{1}{1,08^j} \geq 0$$

$$v \geq 12,76 \cong 13 \text{ unidades}$$

- **Pregunta 4:** Determinar la cantidad mínima constante a vender para obtener una Q del 150%. Teniendo que la relación Beneficio-Inversión es:

$$Q = 150\% \Rightarrow 1,5 = \frac{VAN}{|-300\,000|} \Rightarrow VAN = 450\,000$$

Formulamos el VAN y despejamos v :

$$VAN \Rightarrow -300\,000 + 3000v \cdot \sum_{j=1}^3 \frac{1}{1,08^j} + 6000v \cdot \sum_{j=4}^7 \frac{1}{1,08^j} \geq 450\,000$$

$$v \geq 31,90 \cong 32 \text{ unidades}$$