

# Cinemática y Dinámica de Máquinas



Cuaderno del Estudiante



Itziar Martija López

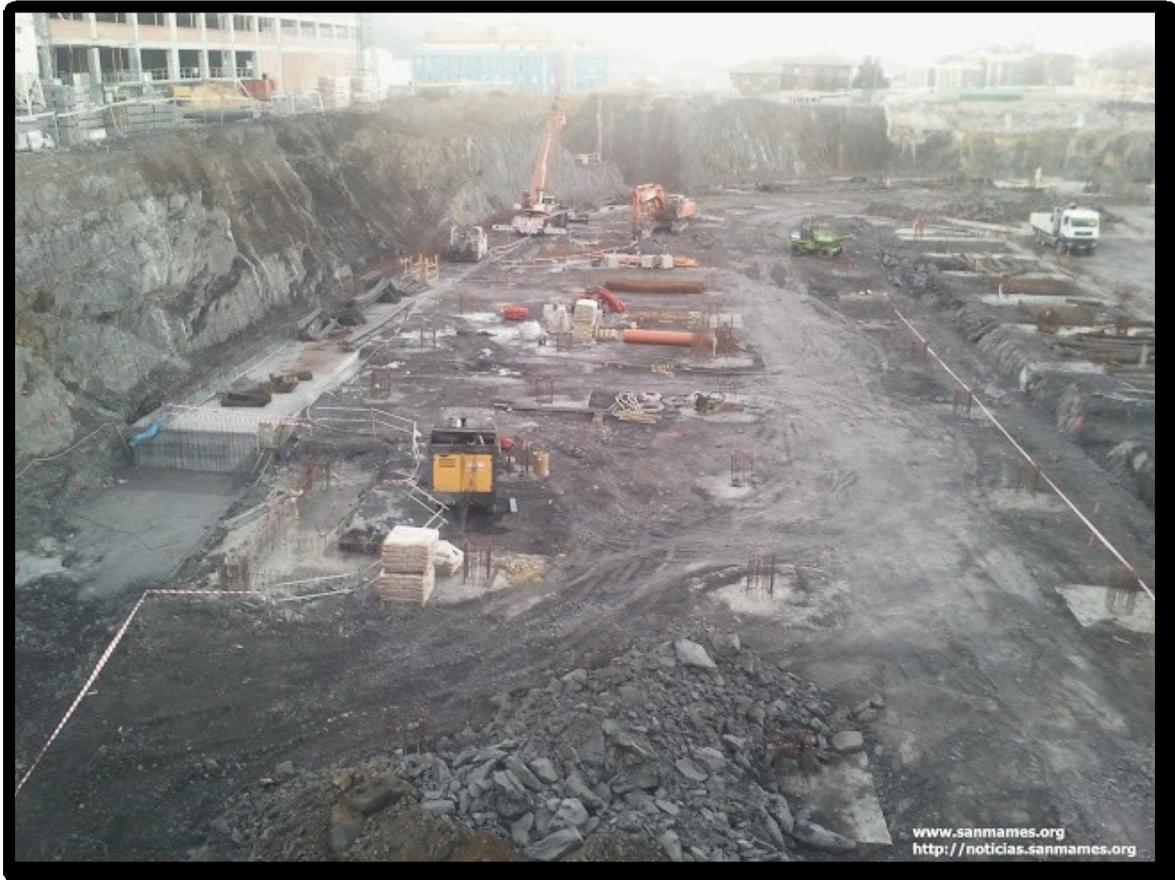
# INDICE

<b>1.</b>	<b>FORMULACIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b>	<b>2</b>
1.1.	PREGUNTA MOTRIZ	2
1.2.	ESCENARIO	2
1.3.	PREGUNTAS GUÍA	4
1.4.	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	5
<b>2.</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>7</b>
2.1.	APRENDIZAJE COOPERATIVO	7
2.2.	TAMAÑO DE LOS GRUPOS Y CRITERIOS PARA FORMARLOS	8
2.3.	TIPOS DE ACTIVIDADES	9
<b>3.</b>	<b>RELACIÓN DE ENTREGABLES</b>	<b>11</b>
3.1.	LISTA DE ENTREGABLES	11
<b>4.</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	<b>14</b>
4.1.	SISTEMA DE EVALUACIÓN	14
<b>5.</b>	<b>PLANIFICACIÓN</b>	<b>17</b>
<b>6.</b>	<b>RECURSOS</b>	<b>21</b>

## 1 FORMULACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### 1.1 PREGUNTA MOTRIZ

***¿Cómo diseñaríamos un mecanismo que logre mover material entre diferentes niveles?***



### 1.2 ESCENARIO

La empresa que está preparando el terreno para la construcción de San Mamés Berria se encuentra con el problema de que las excavadoras que manejan se encuentran trabajando en la zona de recogida del material, en un nivel inferior al que se acercan los camiones, de modo que no alcanzan a verter la tierra en los volquetes destinados a recogerla.

Tras barajar diversas posibilidades, la empresa decide construir un conjunto nuevo de pluma-cuchara, ya que las características técnicas de la grúa actual impiden superar la altura necesaria, y una grúa nueva supondría un desembolso demasiado elevado y no resulta rentable. La constructora comunica al fabricante las características técnicas para que les diseñe un brazo de excavadora adecuado a la orografía del terreno, y que por tanto permita trabajar con una altura deseada.



Como la constructora dispone de varias excavadoras de diferentes características la empresa Caterpillar se plantea diseñar brazos para dos modelos diferentes. Caterpillar encarga a dos equipos de 4 ingenieros los diseños de los brazos de excavadora que satisfagan las condiciones de la constructora. Tres de los ingenieros ellos se especializarán en un mecanismo y el cuarto integrará los subsistemas.

La empresa indica que las características técnicas que se requiere manejar son las trayectorias de los elementos de la grúa, las velocidades de funcionamiento y las fuerzas que los elementos deben soportar. El jefe de proyecto define tres fases que permitan a la empresa el aprovechamiento parcial de los diseños realizados.

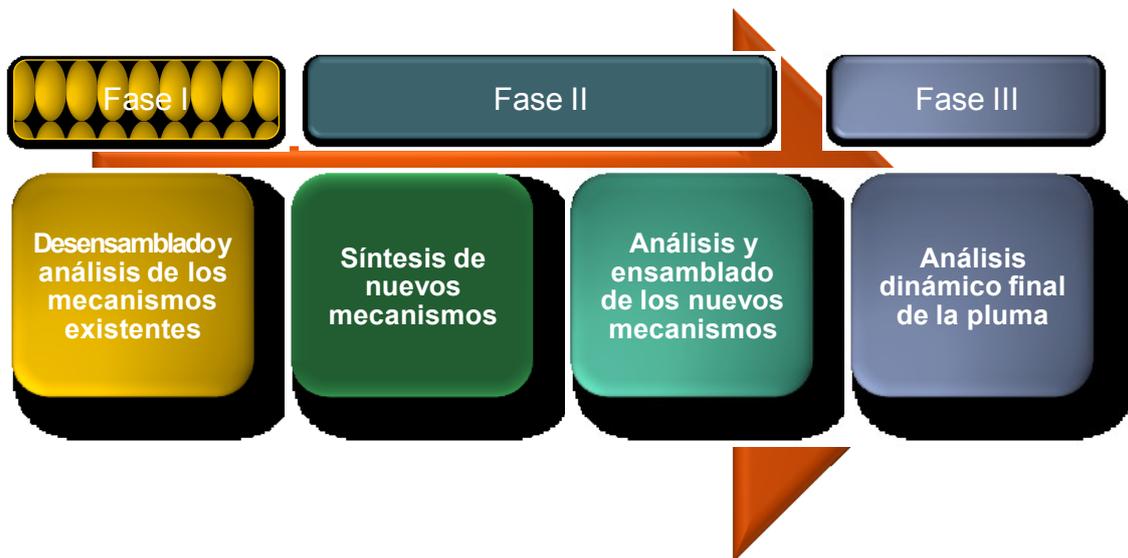


Figura 1. Fases del proyecto

### 1. PRIMERA FASE

- Para realizar la síntesis de los mecanismos que den lugar al modelo modificado, objeto del proyecto, será necesario:
  - Determinar cuáles son los mecanismos independientes que forman la pluma y la cuchara
  - Conocer su rango de movimientos, las trayectorias descritas y sus características geométricas

- Calcular las velocidades y aceleraciones que se producen en el movimiento

## 2. SEGUNDA FASE

- Conocido el comportamiento, se debe diseñar una pluma con nuevas dimensiones, y entre sus características será necesario:
  - Obtener el rango de movimientos y las trayectorias descritas.
  - Calcular nuevamente las velocidades y aceleraciones.

## 3. TERCERA FASE

- Sobre el conjunto de nuevos mecanismos diseñados, se debe hacer el estudio del comportamiento dinámico, que consistirá en :
  - Definir los criterios de diseño dinámico para el sistema.
  - Obtener los esfuerzos debidos al movimiento de la pluma y la cuchara.
  - Valorar la necesidad de incorporar sistemas de equilibrado.

### 1.3 PREGUNTAS GUÍA

---

#### 1. PRIMERA FASE

*¿Cuáles son los mecanismos básicos que forman la pluma de la excavadora?*

*¿Cuáles son las trayectorias que describen los elementos de la pluma de excavadora?*

A partir de estas preguntas guía, se debe generar el debate sobre cuáles son los mecanismos independientes que aparecen en la pluma de la excavadora, y qué función tienen en el movimiento de la cuchara, que al fin es el elemento que recoge, transporta y derrama la carga.

Para poder diseñar la excavadora que cumpla con los requisitos de trabajo será imprescindible el estudio previo de la pluma actual. Para realizar este paso es necesario realizar un proceso de “desensamblado funcional”. Así se debe dividir el sistema en los mecanismos simples necesarios analizando su comportamiento.

*¿Cuál es la topología de los mecanismos básicos que forman la grúa?*

*¿Cómo están unidos los elementos que forman cada mecanismo?*

*¿Cuál es el sistema que hace moverse al mecanismo y en consecuencia qué rango de movimientos se obtiene?*

*¿Cuáles son las trayectorias de los distintos puntos clave del mecanismo?*

*¿Qué velocidades y aceleraciones se consiguen en los diferentes elementos a partir del elemento motor o de entrada?*

## 2. SEGUNDA FASE

Una vez que se recabe la información sobre el comportamiento del sistema original, se podrá pasar a diseñar nuevos elementos que conformen unos mecanismos simples modificados. En este nuevo sistema habrá que rehacer los cálculos de trayectorias, velocidades y aceleraciones de cada mecanismo simple. Se “ensamblarán” los nuevos diseños en la estructura global dando lugar al nuevo sistema mecánico (objeto del proyecto).

*¿Qué elementos debo modificar para obtener el rango de movimientos necesario para desempeñar la función deseada?*

Para realizar el proceso de síntesis hay que conocer las variables que consiguen modificar el comportamiento de los distintos subsistemas que conforman el conjunto pluma-cuchara de la grúa. Una vez modificadas dichas variables (las dimensiones de los elementos) se obtendrá un sistema diferente al original, hasta alcanzar el comportamiento deseado, pero en esta ocasión esa tarea es sencilla, ya que se ha adquirido la capacidad de hacerlo de forma certera y sistemática.

## 3. TERCERA FASE

El problema llamado dinámico, en el que intervienen las fuerzas, es complejo y deben conocerse los momentos reducidos que soportan los mecanismos implicados, a causa de su movimiento. Para analizar el comportamiento dinámico se deben conocer los esfuerzos que aparecen, y debatir sobre la necesidad de emplear algún sistema que compense las variaciones de dichos momentos.

*¿Cuáles son los criterios de diseño que debes manejar para el diseño dinámico?*

*¿Qué esfuerzos aparecen en el funcionamiento de la grúa?*

*¿Es necesario incorporar algún elemento que compense las variaciones de las fuerzas en el funcionamiento?*

### 1.4 OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

---

La asignatura tiene su sentido en el proceso de diseño mecánico, recogiendo una importante parte de los principios fundamentales: La cinemática y la dinámica para el análisis, y la síntesis dimensional para el diseño (creación de mecanismos).

Los estudiantes debéis comprender la estructura de mecanismos: elementos y pares cinemáticos que los constituyen, número de grados de libertad del mecanismo, concepto de cadena cinemática.

Para poder realizar el análisis previo de la grúa de partida debéis aprender a aplicar los teoremas fundamentales del movimiento plano, complementando lo ya estudiado en la asignatura de Mecánica Aplicada de 2º curso, como base teórica para el análisis y síntesis dimensional de mecanismos.

Así pues, adquiriréis las capacidades para la realización del análisis cinemático de mecanismos planos: estudio de la rotabilidad, análisis de posiciones singulares y obtención de parámetros de calidad de los mecanismos.

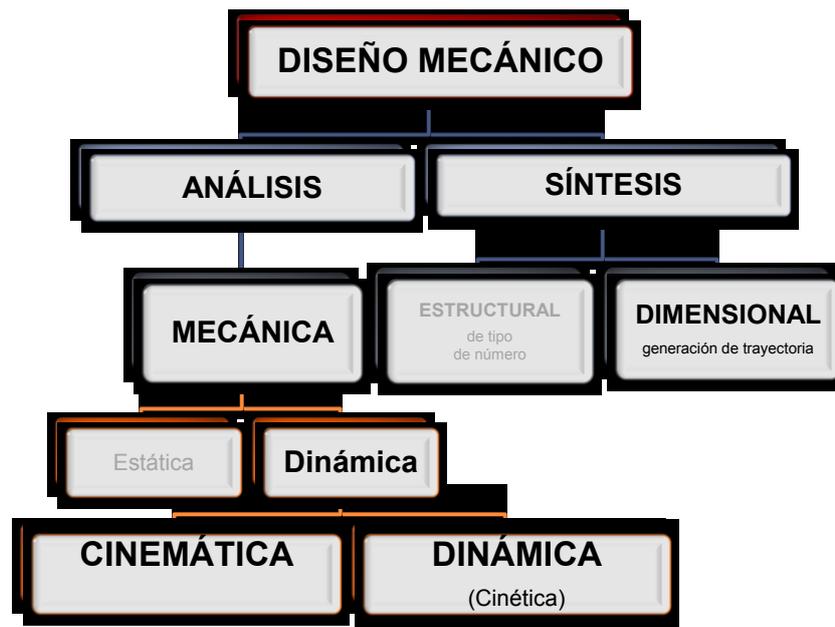


Figura 2. Aspectos fundamentales del diseño mecánico

Se relacionan los objetivos de aprendizaje del proyecto con los resultados de aprendizaje de la asignatura (Ri). A partir del análisis del escenario los estudiantes deben ser capaces de:

- Describir los principales componentes de una máquina **(R3)**
- Realizar una clasificación de las máquinas en función sus propiedades y características cinemáticas y dinámicas **(R1)**
- Afrontar de forma autónoma la modelización de un sistema mecánico compuesto de sólidos rígidos o deformables y elementos mecánicos simples **(R2)**
- Realizar el análisis cinemático exhaustivo de mecanismos planos y espaciales **(R2)**
- Manejar las técnicas de análisis cinemático tanto geométricas como analíticas **(R2)**
- Realizar el análisis dinámico de máquinas simples **(R2)**
- Manejar las técnicas de análisis dinámico tanto geométricas como analíticas para la resolución de los problemas inverso y directo **(R2)**
- Predimensionar un volante de inercia con métodos analíticos **(R2)**

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 APRENDIZAJE COOPERATIVO

---

Respecto a las **habilidades interpersonales y de trabajo en grupo**, la primera semana está previsto realizar unas actividades en las que se explique a los estudiantes como se va a desarrollar parte de la asignatura y trataremos sobre el tema realizando alguna actividad tipo puzle para iniciarles en la metodología, pero dándoles herramientas para comenzar a funcionar de forma eficaz.

El proyecto elegido para el próximo curso, y los que planteo en cursos sucesivos se van a adaptar a las características del grupo y viceversa. Con esto quiero decir que el escenario tiene las características necesarias para que **cada estudiante sea responsable de una parte del proyecto de idéntica dificultad y grado de ocupación que las de sus compañeros a lo largo de las tres fases**. Y la integración de los resultados que van obteniendo debe realizarla otro miembro del grupo, que irá rotando de modo que nunca un estudiante va a poder ser suplantado en sus tareas, ni evitar realizarlas sin que ello deje totalmente descompensado al equipo. Por otra parte las tareas que tienen tres miembros del equipo son las mismas, aunque aplicadas a sistemas mecánicos distintos y el rol del cuarto miembro del equipo es diferente. **Todo lo que un estudiante sepa, será de aplicación inmediata para los demás**, y eso y las actividades de grupo favorecerán la cooperación.

La propia carga semanal de la asignatura va a obligarles a dedicar un gran número de horas (una media de 6 horas semanales no presenciales), y las características de las tareas y entregables semanales van a hacer inevitables tanto **la interdependencia positiva como la exigibilidad individual** para el buen fin del proyecto. La obligación de indicar semanalmente el avance individual del proyecto ayudará a detectar a aquellos estudiantes que no estén alcanzando los conocimientos mínimos, y los test también serán de ayuda para esta tarea de la profesora.

Respecto a la **interacción cara a cara**, está previsto que los grupos estén trabajando completos en las horas de laboratorio, donde habrá cinco equipos simultáneamente, lo que garantiza la **presencia de todos para el trabajo en común** en todas las horas presenciales, y unos horarios compatibles para facilitar las reuniones fuera del aula.

La presentación semanal de un entregable con el avance coordinado de las tareas de todos los miembros será también un **espacio de reflexión** sobre el funcionamiento del equipo. Tendrán que incorporar una previsión de los avances que esperan hacer durante la siguiente semana, e irán comprobando **si alcanzan sus propias metas semana a semana**. Al final de cada fase se reunirán para trabajar en la evaluación de su **funcionamiento como grupo**.

## 2.2 TAMAÑO DE LOS GRUPOS Y CRITERIOS PARA FORMARLOS

El proyecto lo debéis desarrollar en equipo, empleando técnicas de trabajo colaborativo tanto en el aula como en las horas de trabajo no presencial.

El grupo G01 de Cinemática y Dinámica de Máquinas está dividido en dos subgrupos de prácticas de aula (GA1, GA2) y en cuatro subgrupos de prácticas de laboratorio (GL1-GL4). Para realizar los proyectos vamos a organizar **equipos de 4 alumnos**, de manera que estimo que se desarrollarán un total de 20 proyectos (P1-P20), cinco en cada subgrupo de laboratorio, como se muestra en la figura 3.

La grúa tiene tres mecanismos básicos, por lo tanto tres miembros del grupo tendréis -cada uno- un mecanismo asignado, y el cuarto estudiante se ocupará de dar apoyo a todos en los aspectos teóricos, y de la integración de resultados de cada fase, así la exigibilidad individual será crucial para el buen fin del proyecto, y la responsabilidad de cada uno está bien delimitada. Irán rotando los roles para que todos asumáis el papel de “integrador de resultados”. En ocasiones denomino “cuarto miembro” a ese rol de integrador de resultados del equipo.

Los grupos y subgrupos los marca el centro, ya que la compatibilidad de los horarios de los subgrupos en las asignaturas de tercero es compleja de ajustar. Por lo tanto tendremos 4 subgrupos de laboratorio de unos 20 estudiantes, que serán suficientemente heterogéneos, así que dejaré que vosotros elijáis a los compañeros de proyecto dentro de esos subgrupos. De esta forma será presumiblemente más fácil que tengáis horarios coincidentes y que podáis programar las reuniones semanales.

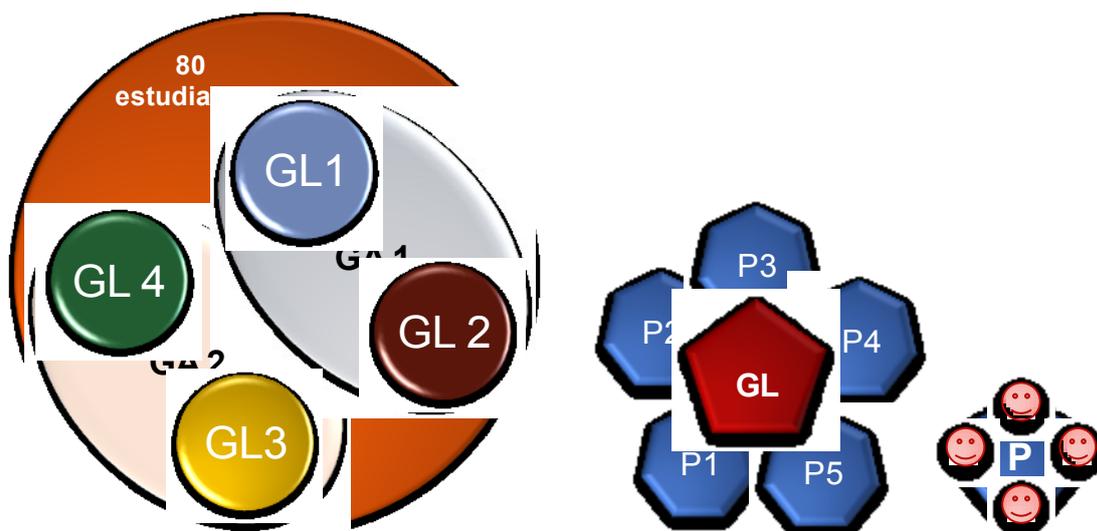


Figura 3. Estructura de grupos en la asignatura

## 2.3 TIPOS DE ACTIVIDADES

---

Las actividades que se van a llevar a cabo para el desarrollo del proyecto se describen a continuación.

### **Test de conocimientos previos.**

A partir del escenario que se presenta y a lo largo del desarrollo del proyecto los estudiantes deben ser capaces de:

**Debatir en equipo** sobre el escenario planteado.

**Búsqueda de información**, que pondrán en común los responsables de cada equipo, con el fin de llegar a una clasificación que se ajuste adecuadamente al proyecto que se plantea. El llamado “cuarto miembro” se encargará de esta actividad.

Mediante un **póster** se informará a los compañeros de equipo y al resto de la clase.

Los tres miembros del equipo que se han asignado -en la reunión de constitución y reparto de tareas del equipo de trabajo- un mecanismo de la grúa para trabajar se enfrentarán a la modelización de su sistema mecánico de forma individual, disponiendo siempre de la ayuda del “cuarto miembro” que junto con los expertos de otros grupos estará recabando la información que sus compañeros requieran. Esto se realizará a través de una actividad tipo **Puzzle**. Se deberá realizar una **memoria individual** de los desarrollos que llevan a cabo.

La **búsqueda de información colaborativa** de los “cuartos miembros” será fundamental para que se llegue a la modelización. Se **resolverán problemas en grupo**.

Deberán **plantearse y debatir en el seno del equipo los pasos a seguir** y lo expondrán a los equipos de su grupo de laboratorio. (Ver figura 3)

**Los demás equipos** (del grupo de laboratorio) **valorarán** estos pasos y los “evaluarán” no con una calificación sino indicando los aspectos que vean originales, o bien mejorables en el planteamientos de los compañeros, en una actividad de **evaluación por pares**.

No obstante el análisis de cada mecanismo será una **tarea individual**.

Mientras tanto los “cuartos miembros” que no están realizando un análisis prepararán píldoras de conocimiento para sus compañeros, y las **expondrán**.

Asimismo prepararán los informes de grupo.

Cuando los tres mecanismos vayan alcanzando los hitos del análisis **contrastarán los resultados y los cálculos** realizados entre pares. Deben explicar muy bien los resultados ya que la integración de estos es responsabilidad del “cuarto miembro” que debe obtener los resultados de conjunto.

También se harán **pruebas de conocimiento** individuales.

Se planteará una **tormenta de ideas** sobre cómo abordar la tercera fase del proyecto.

**Se planificarán en grupo las tareas** a llevar a cabo para el análisis dinámico mediante un **mapa conceptual**.

Dado que la metodología va a estar basada en el trabajo colaborativo, será necesario que se detallen las responsabilidades de los miembros del grupo y la forma de garantizar que cada uno realiza su tarea. La interdependencia es grande y ello debe estimular la responsabilidad individual, y la colaboración.

- Participar activamente y asumir la responsabilidad individual en el grupo
- Colaborar utilizando los instrumentos propios del trabajo en grupo
- Transmitir por escrito u oralmente esos resultados de forma comprensible a una audiencia especializada

Se realizará una **exposición final** de los proyectos desarrollados, además de la entrega de un **informe final** del proyecto completo.

### 3 RELACIÓN DE ENTREGABLES

#### 3.1 LISTA DE ENTREGABLES

Habrán dos categorías de entregables. Unos tendrán por objeto presentar brevemente los avances individuales que se consiguen semanalmente. Otros entregables tienen la función de ser evaluables y recoger los hitos alcanzados y cálculos obtenidos.

**En la primera semana** se construirán los equipos de trabajo. Se explicarán las pautas para un trabajo en equipo eficaz y las bases para resolución de conflictos. Se debatirá sobre el escenario y sobre lo que se entiende que es el proyecto y como abordarlo. Se tendrá que explicar brevemente por escrito en un texto en línea qué se ha entendido que hay que hacer en el proyecto y cuál es el cometido individual dentro del equipo. El que asuma el papel de “integrador” entregará el Acta de constitución del equipo y los tres compañeros un texto en línea explicando su rol **(E1)**. Estos entregables no son para evaluación, sino para detectar si todos entienden su tarea y aportar **realimentación**. Se realizará un **TEST** de conocimientos previos para valorar la situación de partida.

**Las semanas 2, 3, 4** tendrán una estructura que se repetirá. Se irán calificando las tareas semanalmente y se construirá una calificación a partir de las actividades semanales. Se informará puntualmente de la evolución para la mejora del trabajo desarrollado y que se avance en buena dirección. **(E2, E3, E4)**

- ◆ Los tres estudiantes que tengan asignado un mecanismo expondrán los avances y las dificultades que se han encontrado durante el desarrollo de sus tareas individuales. Será un texto en línea descriptivo, donde reflejen el trabajo realizado en las 12 horas de la semana. **(Individuales)**
- ◆ El cuarto miembro del equipo recabará los documentos técnicos y cálculos que le proporcionen sus compañeros en la reunión semanal. Los entregará como evidencia de los avances del **grupo**. (Mínimo se celebrará una reunión por semana) Con este documento se valorará el avance del grupo y el trabajo del cuarto miembro del equipo.

En la **semana 5** se entregará un documento de **grupo** que recogerá el trabajo realizado en las fases I y II. **(E5)**

La tercera fase del proyecto se comenzará en la **semana 11**.

En la **semana 12** se entregará un texto en línea describiendo los avances **individuales** realizados en las semanas 9 y 10, 11 y 12. **(E6)**

**El proyecto final se entregará en la semana 14 (E7) y será un solo documento por cada grupo.**

En las **semanas 4, 8, 10 y 15** se realizarán exámenes individuales. Pueden ser tipo test o exámenes de cálculo relacionados siempre con los hitos de los objetivos de aprendizaje.

En la Tabla I se resumen los criterios básicos de evaluación de cada entregable.

Tabla I Relación entre los entregables, los objetivos de aprendizaje y los criterios de evaluación

SEMANA	ENTREGABLE	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	DESCRIPCIÓN DEL ENTREGABLE Y LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN
FASE I	S1	E1	T1 T2 Acta de constitución del equipo y un texto en línea explicando el encargo de cada estudiante en el proyecto. No tendrá una calificación pero servirá para que la profesora sepa si se ha comprendido la metodología que se empleará, el encargo del equipo y de cada miembro, y se proporcionará realimentación para la clarificación del encargo si es necesario.
	S2	E2	O1 O2 O3 Los estudiantes expondrán los avances y las dificultades que se han encontrado durante el desarrollo de sus tareas individuales. Será un texto en línea descriptivo, donde expliquen el trabajo realizado en las 15 horas de la semana. <b>(Individuales)</b> El cuarto miembro del equipo recabará los documentos técnicos y cálculos que le proporcionen sus compañeros en la reunión semanal. Los integrará en un documento y los entregará como evidencia de los avances del <b>grupo</b> . (Mínimo se celebrará una reunión por semana) Este documento tendrá formato de “acta” de reunión con los avances y cálculos del proyecto.
	S3	E3	O4 O5 T1, T2 Se valorará la comprensión de los conceptos cinemáticos y la precisión y claridad de los cálculos realizados según corresponda a la semana en curso (trayectorias, velocidades y aceleraciones).
FASE II	S4	E4	O4 O5 Se valorará la participación activa, la responsabilidad individual y la colaboración que se desprenda del acta de grupo.
		TEST1	T1, T2 Los hitos de cada entregable los marcan los resultados de aprendizaje que se reflejan en la lista (Oi)

	SEMANA	ENTREGABLE	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	DESCRIPCIÓN DEL ENTREGABLE Y LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN
FASE II	S5	E5	O4	El entregable 5 será el documento que recoge el trabajo realizado en las fases I y II del proyecto.
	S 10	TEST2	T3	Incluirá la explicación del encargo del grupo y los aspectos técnicos que se han ido desarrollando en los entregables previos. Se valorará la calidad técnica de los desarrollos, la claridad y la presentación. <b>(Grupo) (Rúbrica)</b>
FASE III	S11	E6	O7	El entregable 6 será un texto en línea descriptivo, donde expliquen el encargo y el trabajo realizado en la fase II, similar a los entregados en las semanas 2, 3 y 4. <b>(Individual)</b>
			O8	El cuarto miembro del equipo (rol de integrador) recabará los documentos técnicos y cálculos que le proporcionen sus compañeros en la reunión semanal. Los integrará en un documento tipo “acta” que entregará como evidencia de los avances del grupo <b>(Grupo)</b> .
			T1	Se valorará la comprensión del problema dinámico en mecanismos y la precisión y claridad del análisis dinámico realizado sobre el mecanismo que corresponda (reacciones en los pares, esfuerzos en los elementos de la pluma, momento en el elemento de entrada).
		T2	Se valorará la participación activa, la responsabilidad individual y la colaboración que se desprenda del acta de grupo.	
	S13	E7	O4, O6	Entrega del proyecto final integrando las fases i, ii y iii. Se entregará un solo documento con los cálculos cinemáticos de la grúa original y la nueva grúa diseñada con sus cálculos cinemáticos y dinámicos. Se apoyará en el entregable 5, con las mejoras que se deriven de la realimentación aportada en cada entregable. (grupo)
			O7, O8	Se realizará una presentación del trabajo realizado, que permitirá la evaluación por pares (entre grupos) además de la evaluación de la profesora. Se valorará la calidad técnica de los desarrollos técnicos, la claridad y la presentación del documento escrito <b>(Rúbrica)</b> . También se valorará la presentación oral, la capacidad de transmisión de los conocimientos, claridad y uso de lenguaje técnico adecuado <b>(Rubrica)</b>
	S15	TEST3	T3	

## 4 EVALUACIÓN

### 4.1 SISTEMA DE EVALUACIÓN

El sistema de evaluación recoge la valoración de las actividades que se desarrollan a lo largo del curso. No obstante también se realizarán pruebas de adquisición de las competencias en forma de examen.

En la valoración de las tareas semanales se comprueba que se van alcanzando los objetivos de aprendizaje. Se construye una puntuación que tendrá un pequeño peso en la nota final que irá mejorando gracias a la realimentación (virtual a través de Moodle y presencial en las tutorías). La calificación más significativa será la del proyecto una vez finalizado, y tendrá que ver fundamentalmente con los resultados de aprendizaje específicos de la asignatura. En cualquier caso, y dado el volumen de estudiantes y el número de grupos estimado, será necesario para evaluar la adquisición de competencias individualizada realizar pruebas de examen.

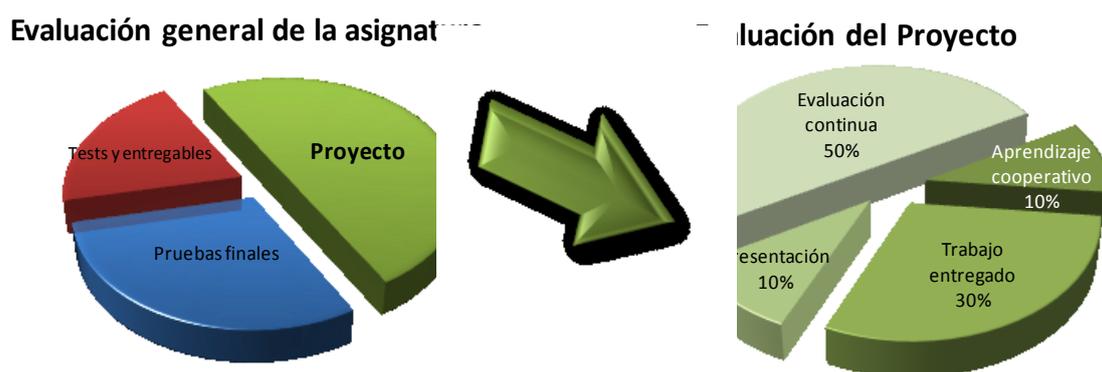


Figura 4. Sistema de evaluación

Desglose de la puntuación de la asignatura:

- El 50% de la calificación se obtendrá a través del desarrollo del proyecto, que recogerá diversos aspectos en la evaluación, incluyendo evaluación del trabajo cooperativo, así como las competencias adquiridas tanto transversales como específicas. Incluirá parte de calificación de las tareas semanales y test de conocimientos mínimos.
- El 50% restante se asignará a la evaluación de los temas no incluidos en el proyecto, que incluyen entregables, test y pruebas finales. La nota mínima de los exámenes fuera del proyecto será de un 4 para poder aprobar la asignatura.

## EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La calificación del proyecto se va a distribuir en diferentes aspectos que tratan de evaluar el nivel del trabajo desarrollado y de conocimiento adquirido por cada estudiante, así como su actitud en el trabajo en equipo y la capacidad de transmitir el conocimiento. Se resume en la Tabla I y la Tabla II.

*Tabla II Evaluación del proyecto*

### Evaluación del proyecto

Evaluación continua	<b>E2, E3, E4, E6</b>	10%
	<b>E5</b>	10%
	Tests	20%
	Valoración personal	10%
Documento final	<b>E7</b>	30%
Aprendizaje Cooperativo		10%
Presentación		10%
		<b>100%</b>

La **evaluación continua** (40%) es la que más peso tiene sobre la nota final del proyecto. Esa calificación acumulará las calificaciones de los **entregables semanales**, un total de 7 (E1-E7). Serán los entregables (**E2, E3, E4 y E6**) los de menos peso en la calificación, el entregables **E5** (nota de grupo) el de mayor peso. Los **test de conocimientos mínimos** y la **valoración personal** sobre la actitud del estudiante respecto a la asignatura completan la calificación de evaluación continua (proceso de aprendizaje, cooperación con los compañeros, asistencia, actitud, etc.). Es una **calificación individual**.

El **documento final del proyecto** (**E7**) (30%) se evaluará teniendo en cuenta la calidad de los contenidos (decisiones sobre el diseño del sistema, cálculos realizados, etc.) así como la calidad de la presentación del documento. Será una **calificación idéntica para todos los miembros del equipo**. Al final de las 3 fases se evaluará mediante una rúbrica.

El **aprendizaje cooperativo** tendrá un peso del 10%. Incluye las actividades en el seno del equipo y la participación de los alumnos en las actividades de evaluación por pares, entendida más como aportaciones que unos grupos se hacen a otros valorando los planteamientos o los diseños de los demás, etc., y realizando aportaciones enfocadas para la mejora. Se valorará la participación y la calidad de las aportaciones **entre grupos**. También aquí se valorarán los posters u otras actividades que se lleven a cabo. Se emplearán rúbricas o tablas sencillas.

La **presentación del trabajo final** tendrá un peso del 10%. Se evaluarán entre grupos, mediante una rúbrica y la profesora evaluará también la presentación.

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber superado el 5 en los entregables E5 y E7, y haber superado el 4 en los test y la presentación que forman parte de la calificación final del proyecto.

## 5 PLANIFICACIÓN

En la figura 5 se muestra la planificación del curso indicando los hitos más significativos: entregables y test, así como el resumen de la planificación general.

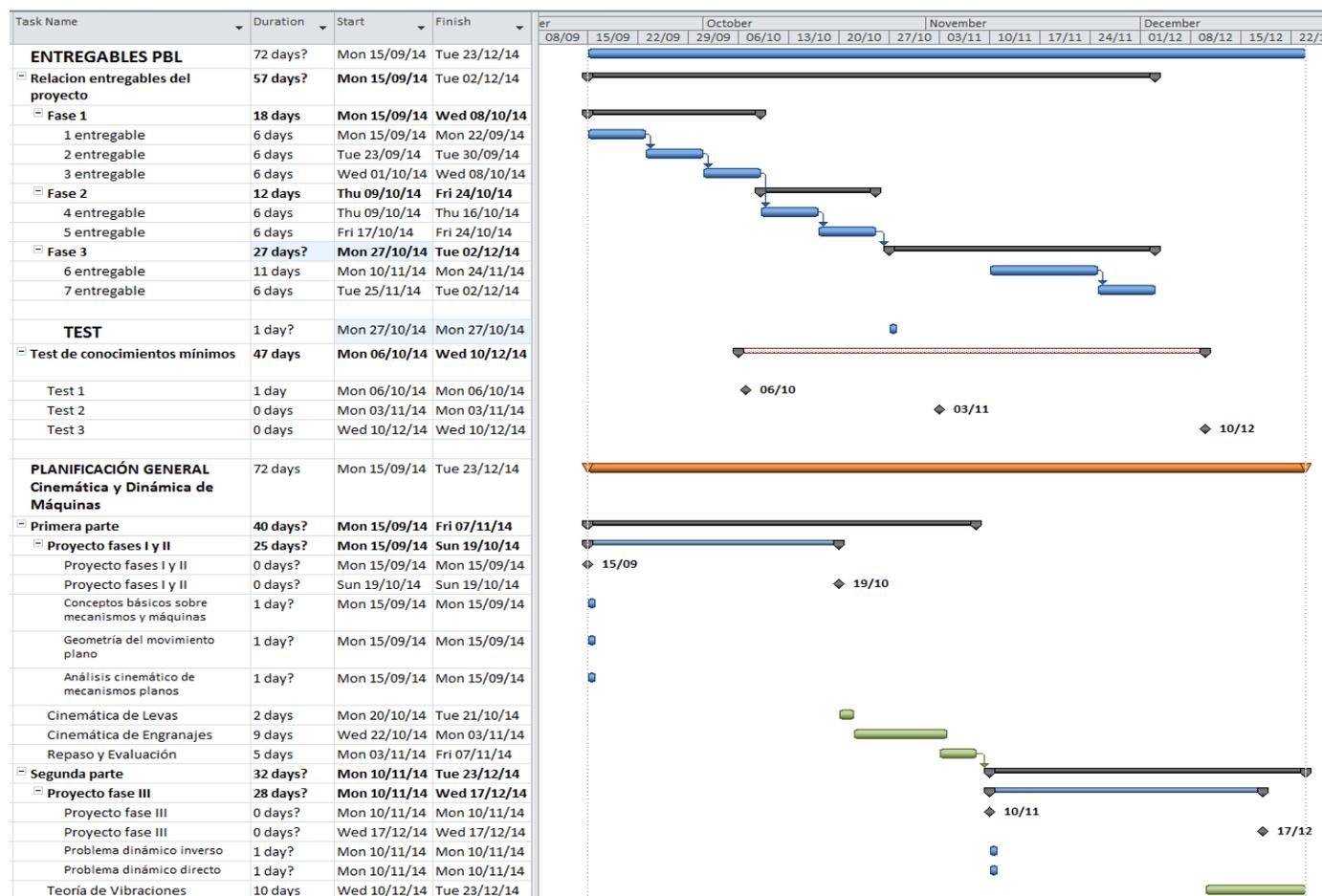


Figura 5. Hitos del proyecto y planificación general

Se describe en la Tabla III el plan de trabajo semanal haciendo una estimación de los tiempos que deben dedicarse a cada actividad. Se incluye el trabajo dentro y fuera del aula.

*Tabla III Planificación de las tareas dentro y fuera del aula*

SEMANA	TRABAJO PRESENCIAL (6 H/S)	TRABAJO NO PRESENCIAL (6 H/S)
FASE I	<b>S1 Test de conocimientos previos (45')</b> Introducción a las metodologías activas (45') Presentación del escenario y objetivos de aprendizaje del proyecto (30') Creación de los grupos (1 h) Debate en equipo (1 h) Creación de un <b>póster</b> y debate (1h)	Reparto de roles en grupo (1h) Acta de constitución del equipo y normas de funcionamiento en grupo (2h) Búsqueda de información individual (2h) Preparación del <b>primer entregable</b> (1h)
	<b>S2</b> Realimentación del primer entregable (1h) Debate en equipo sobre la programación de la Fase I(1h) Contraste entre grupos de los pasos a seguir (1h) Puzzle y debate sobre desensamblado y modelización (2h) Píldoras de conocimiento distribuidas en la semana (1 h)	Búsqueda de información individual (1h) Análisis de trayectorias, realización de los cálculos (3h) Reunión de equipo y preparación del <b>segundo entregable</b> (2h)
	<b>S3</b> Realimentación del segundo entregable (1h) Puzzle y debate sobre cómo abordar los cálculos (2h) Resolución de problemas en grupo (1h) Píldoras de conocimiento (alumnos) (1 h) Píldoras de conocimiento distribuidas (profesora) (1 h)	Búsqueda de información individual (1h) Análisis de velocidades y aceleraciones, realización de los cálculos (3 h) Reunión de equipo y preparación del <b>tercer entregable</b> (2h)

SEMANA	TRABAJO PRESENCIAL (6 H/S)	TRABAJO NO PRESENCIAL (6 H/S)
FASE II	<b>S4 Test 1 (2h)</b> Realimentación sobre el test (0,5 h) Debate en equipo sobre la programación de la Fase II(1h) Puzzle y debate (1 h) Contraste entre grupos (0,5 h) Píldoras de conocimiento distribuidas (profesora) (1 h)	Cambio de roles, rotación del “integrador” y redistribución de tareas. (1h) Diseño de los nuevos mecanismos (3h) Reunión de equipo y preparación del <b>cuarto entregable</b> (2h)
	<b>S5</b> Realimentación del cuarto entregable (1h) Búsqueda de información (1 h) <b>Póster</b> sobre métodos de síntesis (1h) Píldoras de conocimiento (alumnos) (1 h) Resolución de problemas en grupo (2h)	Análisis de los nuevos mecanismos (3h) Reunión de equipo y preparación del <b>quinto entregable</b> : Ensamblado y análisis final (3h)
	<b>S10 Test2 (2h)</b>	

SEMANA	TRABAJO PRESENCIAL (6 H/S)	TRABAJO NO PRESENCIAL (6 H/S)
FASE III	<b>S11</b> Presentación del problema dinámico en máquinas (1h) Búsqueda de información (1 h) Debate en equipo sobre la programación de la Fase III(1h) Elaboración de un mapa conceptual (1 h) Resolución de problemas en grupo (2h)	Cambio de roles, rotación del “integrador” y redistribución de tareas. (1h) Búsqueda de información (2h) Análisis del problema dinámico inverso (3h)
	<b>S12</b> Puzzle y debate (1 h) Resolución de problemas en grupo (2h) Píldoras de conocimiento (alumnos) (1 h) Píldoras de conocimiento (profesora) (1 h) Elaboración de un <b>póster</b> (1h)	Búsqueda de información (2h) Estudio del problema dinámico directo: cálculo del volante Reunión de equipo y preparación del <b>sexto entregable</b> : (3h)
	<b>S13</b> Reunión de expertos (3h) Resolución de problemas en grupo (2 h) Píldoras de conocimiento (profesora) (1 h)	Última rotación de roles Reunión de equipo y preparación del <b>séptimo entregable</b> (4h) Preparación de las presentaciones (2h)
	<b>S14</b> <b>PRESENTACIONES DE LOS TRABAJOS (2H)</b> <b>EVALUACIÓN POR PARES (1H)</b>	Preparación del Test 3 (2h)
	<b>S15</b> Test3 (2h)	

## 6 RECURSOS

Como recursos para la realización del proyecto se dispone de la bibliografía que se encuentra en la biblioteca y los materiales docentes elaborados para la asignatura, que serán de ayuda para centrar ideas y conceptos. Los materiales docentes en Moodle tendrán un carácter “adaptativo”, ya que se irán adecuando a las necesidades de cada fase del proyecto, y se irán incluyendo en Moodle según se vayan necesitando.

También se facilitan algunas direcciones de interés en Internet.

### a) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- ◆ Apuntes de la asignatura (Moodle)
- ◆ Hernández, A.; CINEMÁTICA DE MECANISMOS. ANÁLISIS Y DISEÑO. ISBN: 84-7738-224-0. Ed. Síntesis, 2004.
- ◆ Hernández, A.; Pinto, Ch.; Agirrebeitia, J.; Petuya, V.; DINÁMICA DE MAQUINARÍA. ISBN: 978-84-95809-41, 2008.

### b) SOFTWARE DE SIMULACIÓN

- ◆ Como software de apoyo dispondrán del programa GIM, desarrollado para análisis y síntesis de mecanismos por el grupo de investigación del Departamento de Ingeniería Mecánica, COMPMECH.
- ◆ Software de simulación de mecanismos para tablet y Chrome, [ForceEffect Motion](#).

### c) BIBLIOGRAFÍA DE PROFUNDIZACIÓN

- ◆ Uicker, J.J. (Jr.); Pennock, G.R.; Shigley, J.E. Theory of Machines and Mechanisms. Oxford University Press, 2003.
- ◆ Erdman, A. G.; Sandor, G. N.; Mechanism Design. Analysis and Synthesis. Prentice-Hall, 1997.
- ◆ Norton, R. L.; Diseño de Maquinaria, 1995.
- ◆ Waldron, K.J; Kinzel, G.L; Kinematics, Dynamics and Design of Machinery. John Wiley & Sons Inc, 1999.
- ◆ Juvinal, R.; Fundamentos de Diseño para Ingeniería Mecánica. Limusa, 1991.
- ◆ Shigley, J.E.; Mischke, Ch.R. Diseño en Ingeniería Mecánica. Mc Graw-Hill, 1995.
- ◆ Mott, R.L. Diseño de Elementos de Máquinas, Prentice Hall, 1992

### d) DIRECCIONES DE INTERNET

- ◆ [Comparadora de excavadoras](#)
- ◆ [ForceEffect Motion](#) Software de simulación para tableta o smartphone
- ◆ [www.thinkmotion.eu](#) Página web del proyecto thinkMOTION para la creación de una base datos europea online sobre contenidos de Teoría de Máquinas.
- ◆ [www.dmg-lib.org](#) Librería online sobre modelos mecánicos, bibliografía e investigadores alemanes.
- ◆ <http://kmoddl.library.cornell.edu> Colección online de modelos mecánicos.

- ◆ [www.technologystudent.com](http://www.technologystudent.com) Ejercicios sobre análisis y diseño de sistemas mecánicos.
- ◆ [www.howstuffworks.com](http://www.howstuffworks.com) Vídeos y animaciones sobre el funcionamiento de diferentes sistemas mecánicos.
- ◆ [www.tribology-abc.com](http://www.tribology-abc.com) Herramientas para cálculo online de diferentes elementos de máquinas