

**ANX-PR/CL/001-02**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Matematica discreta II

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2014-15 - Segundo semestre

**FECHA DE PUBLICACIÓN**

Noviembre - 2014

## Datos Descriptivos

---

|  |   |
|--|---|
| <b>Nombre de la Asignatura</b>             | Matematica discreta II                        |
| <b>Titulación</b>                          | 10MI - Grado en Matematicas e Informatica     |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | E.T.S. de Ingenieros Informaticos             |
| <b>Semestre/s de impartición</b>           | Segundo semestre                              |
| <b>Materia</b>                             | Matematica discreta y estructuras algebraicas |
| <b>Carácter</b>                            | Obligatoria                                   |
| <b>Código UPM</b>                          | 105000107                                     |

## Datos Generales

---

|                              |            |                                     |               |
|------------------------------|------------|-------------------------------------|---------------|
| <b>Créditos</b>              | 6          | <b>Curso</b>                        | 1             |
| <b>Curso Académico</b>       | 2014-15    | <b>Período de impartición</b>       | Febrero-Junio |
| <b>Idioma de impartición</b> | Castellano | <b>Otros idiomas de impartición</b> |               |

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Superadas

El plan de estudios Grado en Matematicas e Informatica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Matematicas e Informatica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

El coordinador de la asignatura no ha definido otros conocimientos previos recomendados.

## Competencias

---

CE01 - Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Conocer demostraciones de teoremas clásicos. Comprender las definiciones de objetos matemáticos y ser capaz de plantear nuevas definiciones. Poder enunciar resultados y construir demostraciones, detectar errores en ellas o encontrar contraejemplos.

CE02 - Ser capaz de extraer de un objeto matemático aquellas propiedades fundamentales que lo caracterizan, distinguiéndolas de aquellas otras ocasionales compartidas con otros objetos matemáticos.

CE03 - Ser capaz de plantear modelos matemáticos para problemas reales, utilizando para resolverlos las herramientas necesarias, interpretando la solución en los mismos términos en que estaba planteado el problema.

CE04 - Comprender y ser capaz de encontrar soluciones a problemas matemáticos en diferentes áreas, utilizando para resolverlos las herramientas analíticas, numéricas o estadísticas disponibles.

CE06 - Diseñar algoritmos y desarrollar programas para resolver problemas en matemáticas.

CE07 - Conocer los cimientos esenciales y fundacionales de la informática, subrayando los aspectos esenciales de la disciplina que permanecen inalterables ante el cambio tecnológico.

CE08 - Formalización y especificación de problemas reales cuya solución requiere el uso de la informática.

CE09 - Capacidad de elegir y usar los métodos analíticos y de modelización relevantes, y de describir una solución de forma abstracta.

CE11 - Comprender intelectualmente el papel central que tienen los algoritmos y las estructuras de datos, así como una apreciación del mismo.

CE43 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CG01 - Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.

CG02 - Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en las áreas de la matemática y la informática.

CG05 - Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.

CG06 - Capacidad para trabajar dentro de un equipo, organizando, planificando, tomando decisiones, negociando y resolviendo conflictos, relacionándose, y criticando y haciendo autocrítica.

CG10 - Capacidad para usar las tecnologías de la información y la comunicación.

## Resultados de Aprendizaje

---

RA18 - Modelizar matemáticamente problemas reales y conocer las técnicas para resolverlos.

RA19 - Utilizar diversas técnicas para la resolución de problemas con ayuda de software matemático.

RA73 - Conocer, comprender y aplicar los conceptos, técnicas y algoritmos básicos de la teoría de grafos.

RA74 - Conocer y aplicar las técnicas de las funciones generatrices en la resolución de problemas de recuento.

RA75 - Comprender las nociones de complejidad de un algoritmo y de complejidad de un problema.

RA82 - Modelizar matemáticamente problemas reales y conocer las técnicas para resolverlos

## Profesorado

---

### Profesorado

| Nombre  | Despacho | e-mail                          | Tutorias |
|---|----------|---------------------------------|----------|
| Zarzosa Rodriguez, Victoria                     | 1313     | victoria.zarzosa@upm.es         |          |
| Mata Hernandez, F.agueda                        | 1312     | agueda.mata@upm.es              |          |
| Escribano Iglesias, M. Del Carmen               | 1304     | mariadelcarmen.escribano@upm.es |          |
| Hernandez Pe?alver, Gregorio<br>(Coordinador/a) | 1306     | gregorio.hpenalver@upm.es       |          |

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorias con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

La asignatura Matemática Discreta II complementa la asignatura Matemática Discreta I del primer semestre. En ella se siguen estudiando algunas de las estructuras discretas importantes en Matemáticas y en Computación, fundamentalmente los grafos. Se realiza un estudio básico de casi todos los conceptos de Teoría de Grafos, incidiendo especialmente en los aspectos algorítmicos. También se estudia la técnica de las funciones generatrices para resolver problemas combinatorios.

## Temario

---

1. Nociones básicas de grafos y digrafos
  - 1.1. Nociones generales. Representación de grafos. Matriz de adyacencia
  - 1.2. Subgrafos. Operaciones con grafos. Isomorfismo de grafos
  - 1.3. Sucesión de grados. Caracterización de las sucesiones gráficas
  - 1.4. Caminos en grafos y digrafos. Conexión
2. Árboles: Búsquedas y optimización
  - 2.1. Árboles. Árboles con raíz. Búsquedas en grafos. Recorridos en árboles
  - 2.2. Enumeración de árboles etiquetados. Fórmula de Cayley. Código de Prüfer
  - 2.3. Árbol generador de peso mínimo: Algoritmos de Prim, Kruskal y Boruvka
  - 2.4. Otros criterios de optimización de árboles
3. Distancias y caminos mínimos
  - 3.1. Distancias en grafos. Excentricidad, centro, periferia y diámetro
  - 3.2. Caminos mínimos: Algoritmo de Dijkstra
  - 3.3. Caminos mínimos: Algoritmos de Bellman-Ford y Floyd
4. Complejidad de algoritmos
  - 4.1. Notación de Knuth. Crecimiento de funciones
  - 4.2. Complejidad de algoritmos. Complejidad de problemas
  - 4.3. Análisis de la complejidad de algoritmos básicos
  - 4.4. Clases P y NP de problemas. Problemas NP-completos
5. Conectividad y orientabilidad
  - 5.1. Conectividad por vértices y por aristas
  - 5.2. Caracterización por caminos: Teorema de Whitney
  - 5.3. Orientabilidad de grafos. Caracterización de los grafos orientables

6. Flujos en redes. Emparejamientos

- 6.1. Flujos y capacidades en una red. Teorema de Ford-Fulkerson. Algoritmo de etiquetado
- 6.2. Conectividad y flujos. Teoremas de Menger
- 6.3. Emparejamientos en grafos bipartidos. Teorema de Hall
- 6.4. Optimización de emparejamientos: Algoritmo húngaro. Estabilidad

7. Recorridos en grafos

- 7.1. Grafos eulerianos. Caracterización
- 7.2. Algoritmos de construcción de recorridos eulerianos. Problema del cartero
- 7.3. Grafos hamiltonianos. Propiedades
- 7.4. Problema del viajante. Algoritmos aproximados

8. Planaridad

- 8.1. Grafos planos. Fórmula de Euler
- 8.2. Caracterizaciones de la planaridad. Grafo dual

9. Coloración de grafos

- 9.1. Independencia y coloración. Número cromático
- 9.2. Algoritmos de coloración de vértices
- 9.3. Coloración de aristas. Otros criterios de coloración. Polinomio cromático
- 9.4. Coloración de mapas. Teorema de los cuatro colores

10. Funciones generatrices

- 10.1. Funciones generatrices y problemas de recuento
- 10.2. Series de potencias. Propiedades algebraicas. Fracciones simples
- 10.3. Resolución de relaciones de recurrencia por funciones generatrices
- 10.4. Funciones generatrices exponenciales

## Cronograma

**Horas totales:** 79 horas

**Horas presenciales:** 79 horas (50.6%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

| Semana   | Actividad Presencial en Aula  | Actividad Presencial en Laboratorio   | Otra Actividad Presencial | Actividades Evaluación |
|----------|---|---|---------------------------|------------------------|
| Semana 1 | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |   |                           |                        |
| Semana 2 | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |   |                           |                        |
| Semana 3 | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |   |                           |                        |
| Semana 4 | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | <p><b>Realización de prácticas de ordenador</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |                           |                        |
| Semana 5 | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | <p><b>Realización de prácticas de ordenador</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |                           |                        |

|           |   |   |  |   |
|-----------|---|---|--|---|
| Semana 6  | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |   |  | <p><b>Prueba de evaluación escrita</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> |
| Semana 7  | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |   |  |   |
| Semana 8  | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | <p><b>Realización de prácticas de ordenador</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |  |   |
| Semana 9  | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | <p><b>Realización de prácticas de ordenador</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |  |   |
| Semana 10 | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |   |  |   |
| Semana 11 | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>  |   |  | <p><b>Prueba de evaluación escrita</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> |

|           |   |   |  |  |
|-----------|---|---|--|--|
| Semana 12 | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b><br/>Duración: 02:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b><br/>Duración: 01:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | <p><b>Realización de prácticas de ordenador</b><br/>Duración: 02:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |  | <p><b>Prácticas de laboratorio</b><br/>Duración: 00:00<br/>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas<br/>Evaluación continua<br/>Actividad no presencial</p>  |
| Semana 13 | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b><br/>Duración: 02:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b><br/>Duración: 03:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |   |  |  |
| Semana 14 | <p><b>Explicación de contenidos teóricos y resolución de ejercicios</b><br/>Duración: 02:00<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b><br/>Duración: 03:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |   |  |  |
| Semana 15 | <p><b>Resolución de ejercicios</b><br/>Duración: 05:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>  |   |  |  |
| Semana 16 |   |   |  | <p><b>Prueba de evaluación escrita</b><br/>Duración: 02:00<br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación continua<br/>Actividad presencial</p> <p><b>Trabajo en grupo. Memoria y presentación oral</b><br/>Duración: 01:00<br/>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo<br/>Evaluación continua<br/>Actividad presencial</p> <p><b>Entregas periódicas de ejercicios</b><br/>Duración: 00:00<br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación continua<br/>Actividad no presencial</p> |
| Semana 17 |   |   |  | <p><b>Examen final</b><br/>Duración: 02:00<br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación sólo prueba final<br/>Actividad presencial</p>   |

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

| Semana | Descripción                                   | Duración | Tipo evaluación              | Técnica evaluativa                       | Presencial | Peso | Nota mínima | Competencias evaluadas   |
|--------|---|----------|------------------------------|--|------------|------|-------------|--|
| 6      | Prueba de evaluación escrita                  | 02:00    | Evaluación continua          | EX: Técnica del tipo Examen Escrito      | Sí         | 23%  | 3 / 10      | CG05, CG06, CG10, CE01, CE02, CE03, CE04, CE06, CE07, CE08, CE09, CE11, CG01, CG02, CE43 |
| 11     | Prueba de evaluación escrita                  | 02:00    | Evaluación continua          | EX: Técnica del tipo Examen Escrito      | Sí         | 23%  | 3 / 10      |  |
| 12     | Prácticas de laboratorio                      | 00:00    | Evaluación continua          | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | No         | 10%  |             |  |
| 16     | Prueba de evaluación escrita                  | 02:00    | Evaluación continua          | EX: Técnica del tipo Examen Escrito      | Sí         | 24%  | 3 / 10      |  |
| 16     | Trabajo en grupo. Memoria y presentación oral | 01:00    | Evaluación continua          | TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo    | Sí         | 10%  |             |  |
| 16     | Entregas periódicas de ejercicios             | 00:00    | Evaluación continua          | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual  | No         | 10%  |             |  |
| 17     | Examen final                                  | 02:00    | Evaluación sólo prueba final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito      | Sí         | 100% | 5 / 10      | CG01, CG02, CG05, CG06, CG10, CE01, CE02, CE03, CE04, CE06, CE07, CE08, CE09, CE11, CE43 |

## Criterios de Evaluación

### Convocatoria ordinaria (junio)

Según una de las siguientes opciones:

#### 1) Sistema de evaluación continua.

La calificación del alumno será la que resulte en la suma correspondiente del cuadro de las actividades de evaluación anteriores. Será condición indispensable para la evaluación continua la entrega de, al menos, el 80% de los ejercicios propuestos tanto en clase como en el laboratorio y la participación activa en el trabajo en grupo.

Asimismo es necesario alcanzar una nota mínima de un 3 sobre 10 en cada una de las pruebas de evaluación escrita que aparecen en la tabla anterior. Se considera superada la asignatura con una nota mayor o igual a 5 sobre 10.

#### 2) Sistema de sólo prueba final

El alumno que desee seguir el sistema de evaluación mediante sólo prueba final, deberá comunicarlo por escrito al coordinador de la asignatura en el plazo de dos semanas a contar desde el inicio de la actividad docente de la asignatura.

Consistirá en la realización de una prueba de respuesta larga (desarrollo) que abarcará todo el temario de la asignatura.

Se considera superada la asignatura con una nota mayor o igual a 5 sobre 10

### Convocatoria Extraordinaria de julio

Consistirá en la realización de una prueba de respuesta larga (desarrollo) que abarcará todo el temario de la asignatura.

Se considera superada la asignatura con una nota mayor o igual a 5 sobre 10.

\*\*\*Las fechas de publicación de notas y revisión de exámenes se notificarán en el momento del correspondiente examen

**Los indicadores de logro que un estudiante debe verificar para averiguar sus conocimientos son los siguientes:**

|     |  |
|-----|--|
| I1  | Modelizar problemas utilizando nociones de grafos  |
| I2  | Reconocer los elementos característicos de un grafo  |
| I3  | Deducir propiedades de un grafo a partir de su matriz de adyacencia  |
| I4  | Distinguir si dos grafos son isomorfos   |
| I5  | Decidir si una sucesión es realizable como sucesión de grados de un grafo simple   |
| I6  | Explicar el significado de la conectividad de un grafo e interpretarla en términos de tolerancia a fallos.               |
| I7  | Reconocer si un grafo es un árbol  |
| I8  | Describir las propiedades de los árboles   |
| I9  | Hallar el código de Prüfer de un árbol etiquetado  |
| I10 | Construir el árbol correspondiente a un código dado  |
| I11 | Describir la terminología de los árboles con raíz  |
| I12 | Resolver problemas de decisión utilizando árboles con raíz   |
| I13 | Describir los diferentes procesos de exploración de un grafo en términos de árboles                                      |
| I14 | Aplicar los algoritmos de Prim, Kruskal y Boruvka para construir el árbol generador de peso mínimo de un grafo ponderado |
| I15 | Interpretar los algoritmos anteriores como algoritmos tipo voraz?  |
| I16 | Describir algunos criterios de optimización de árboles   |
| I17 | Definir distancia entre vértices y caminos de longitud mínima en un grafo ponderado                                      |
| I18 | Aplicar el algoritmo de Dijkstra para calcular caminos de longitud mínima en grafos ponderados                           |
| I19 | Aplicar los algoritmos de Bellman-Ford y Floyd para calcular distancias en grafos ponderados                             |
| I20 | Calcular el centro, diámetro y periferia de un grafo   |
| I21 | Aplicar las nociones de centralidad de un grafo para resolver problemas de ubicación de servicios                        |
| I22 | Describir la conectividad por vértices y por aristas de un grafo   |

|     |   |
|-----|---|
| I23 | Interpretar la conectividad de un grafo en términos de caminos disjuntos  |
| I24 | Reconocer si un grafo es orientable   |
| I25 | Aplicar la búsqueda en profundidad para orientar un grafo   |
| I26 | Calcular el flujo máximo y la capacidad mínima en una red de transporte aplicando el algoritmo de Edmonds-Karp        |
| I27 | Relacionar las nociones de conectividad y flujos en redes. Describir teoremas tipo max-min en grafos                  |
| I28 | Describir la relación entre emparejamientos y recubrimientos en grafos generales y bipartidos                         |
| I30 | Analizar los problemas de estabilidad en emparejamientos  |
| I31 | Reconocer si un grafo es euleriano o hamiltoniano   |
| I32 | Describir condiciones necesarias o suficientes para decidir si un grafo es euleriano o hamiltoniano                   |
| I33 | Aplicar el algoritmo de Fleury para construir recorridos eulerianos   |
| I34 | Utilizar los recorridos eulerianos en el problema de la conversión de señales analógicas a digitales                  |
| I35 | Presentar el ?Problema del Viajante? incidiendo en la complejidad de su resolución exacta                             |
| I36 | Describir algoritmos aproximados para la resolución del ?Problema del Viajante?                                       |
| I37 | Analizar la bondad de las soluciones aproximadas a los problemas  |
| I38 | Caracterizar los grafos planares  |
| I39 | Detectar si un grafo es planar  |
| I40 | Utilizar la fórmula de Euler de los grafos planos para obtener propiedades de dichos grafos                           |
| I41 | Conocer los parámetros de coloración e independencia en grafos y sus relaciones.                                      |
| I42 | Describir varios algoritmos de coloración de grafos   |
| I43 | Explicar el significado del ?Teorema de los cuatro colores?   |
| I44 | Interpretar un problema en términos de grafos analizando qué concepto de grafos permite obtener una solución al mismo |
| I45 | Comparar el crecimiento de funciones con la notación de Knuth   |
| I46 | Comprender la diferencia entre complejidad de un algoritmo y de un problema   |
| I47 | Analizar la complejidad de algoritmos básicos   |
| I48 | Distinguir entre problemas de la clase P y de la clase NP   |

|     |  |
|-----|--|
| 149 | Describir el significado de la NP-completitud  |
| 150 | Expresar problemas de recuento en términos de funciones generatrices                         |
| 151 | Manejar expresiones algebraicas como series de potencias                                     |
| 152 | Resolver problemas de recuento y relaciones de recurrencia utilizando funciones generatrices |
| 153 | Distinguir entre funciones generatrices ordinarias y exponenciales                           |
| 154 | Aplicar las funciones generatrices a problemas de particiones y de análisis de complejidad   |

## Recursos Didácticos

| Descripción  | Tipo         | Observaciones   |
|--|--------------|---|
| N. Biggs: Discrete Mathematics, 2nd ed. Oxford Univ. Press, 2002   | Bibliografía | Referencia básica   |
| J. Gross, J. Yellen: Graph Theory and its Applications. CRC Press, 2nd ed. 2006                                    | Bibliografía | Referencia básica   |
| G. Hernández, Grafos: Teoría y Algoritmos. Servicio de Publicaciones, Facultad de Informática, UPM, 2006           | Bibliografía | Referencia básica   |
| G. Chartrand, P. Zhang: Introduction to Graph Theory. McGraw-Hill, 2005  | Bibliografía | Libro de consulta   |
| F. García Merayo, G. Hernández y A. Nevot: Problemas resueltos de Matemática Discreta. Ed. Thomson-Paraninfo, 2003 | Bibliografía | Libro de consulta   |
| R. Grimaldi: Matemáticas Discreta y Combinatoria, Addison-Wesley, 1997   | Bibliografía | Libro de consulta   |
| W. Kocay, D. Kreher: Graphs, Algorithms and Optimization. Chapman & Hall/CRC, 2005                                 | Bibliografía | Libro de consulta   |
| J. Matousek, J. Nešetřil: Invitación a la matemática discreta. Reverté, 2008                                       | Bibliografía | Libro de consulta   |
| D. B. West: Introduction to Graph Theory. Prentice Hall, 2001  | Bibliografía | Libro de consulta   |
| H. Wilf: Generatingfunctionology, 3rd ed. A. K. Peters, 2005   | Bibliografía | Libro de consulta   |
| A. Vieites y más: Teoría de Grafos, ejercicios resueltos y propuestos. Laboratorio con Sage. Paraninfo, 2014       | Bibliografía | Libro de consulta   |
| Página web de la asignatura  | Recursos web | <a href="http://www.dma.fi.upm.es/docencia/GradoMI/2014-2015/matematicadiscretall">http://www.dma.fi.upm.es/docencia/GradoMI/2014-2015/matematicadiscretall</a> |
| Sitio Moodle de la asignatura  | Recursos web | <a href="http://web3.fi.upm.es/AulaVirtual">http://web3.fi.upm.es/AulaVirtual</a>   |
| Aula de clase  | Equipamiento |   |
| Laboratorio  | Equipamiento |   |
| Sala trabajo en grupo  | Equipamiento |   |

## Otra Información

Todas las competencias se evaluarán en las actividades de evaluación.