

XI JORNADAS DE REDES DE INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

Retos de futuro en la enseñanza superior:
Docencia e investigación para alcanzar la excelencia académica



ISBN: 978-84-695-8104-9

XI JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

Reptes de futur en l'ensenyament superior:
Docència i investigació per a aconseguir l'excel·lència acadèmica

Coordinadores

María Teresa Tortosa Ybáñez

José Daniel Álvarez Teruel

Neus Pellín Buades

© **Del texto: los autores**

© **De esta edición:**

Universidad de Alicante

Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad

Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

ISBN: 978-84-695-8104-9

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Prácticas de laboratorio en introducción a los materiales de construcción en ingeniería de la edificación

B. Piedecausa García; S. Chinchón Payá

*Departamento de Construcciones Arquitectónicas
Universidad de Alicante*

RESUMEN (ABSTRACT)

El trabajo muestra la metodología de enseñanza-aprendizaje propuesta para las Prácticas de Laboratorio en Introducción a los Materiales de Construcción en el Grado de Ingeniería de la Edificación. Debido a su pertenencia al nuevo título de grado implantado hace tres años, esta asignatura presenta un corto recorrido temporal en comparación a otras del título extinguido; sin embargo, genera una nueva oportunidad de diseño *ex novo* que ha permitido reinterpretar la docencia de esta materia, para adaptarse más ajustadamente a los requerimientos del EEES. La asignatura forma parte de las materias básicas del Grado en Ingeniería de la Edificación y se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso. A pesar de su denominación, las competencias de la asignatura se centran en dos bloques diferenciados entre sí: química y geología básicas, necesarias para conocer la génesis y propiedades de los materiales de construcción quedando el estudio de éstos en profundidad para otras asignaturas de la titulación. Debido al diferente nivel de conocimiento de los alumnos en estas dos grandes áreas de la ciencia, se han diseñado las prácticas de forma que los conocimientos adquiridos por el alumno fueran graduales y de aplicación sucesiva en las siguientes prácticas.

Palabras clave: laboratorio, materiales de construcción, prácticas, edificación.

1. Introducción

1.1 Estado de la cuestión

La implantación de los nuevos títulos de grado supuso una importante revisión de los antiguos planes de estudio de Arquitectura Técnica (por el momento denominados Grado de Ingeniería de la Edificación) con el fin de, tras un análisis de la experiencia de los últimos años, aprovechar la oportunidad para redefinir las nuevas metodologías docentes a desarrollar adaptándolas a la reciente estructura de créditos ECTS propuesta por el Espacio Europeo de Educación Superior.

Debido a su pertenencia al nuevo título de grado implantado hace tres años, esta asignatura, Introducción a los Materiales de Construcción del Grado de Ingeniería de la Edificación, presenta un corto recorrido temporal en comparación a otras del título extinguido; sin embargo, al mismo tiempo plantea una nueva oportunidad de diseño *ex novo* que ha permitido reinterpretar la docencia de esta materia, para adaptarse más ajustadamente a los requerimientos del EEES.

Ante el importante y reciente cambio normativo en la industria de la edificación, resulta necesario un desarrollo formativo aplicado en reforzar las bases fundamentales en las que se construye el ejercicio profesional, potenciando en el estudiante la habilidad para la aplicación de sus conocimientos técnicos a la resolución de problemas basados en el dominio y control de conceptos esenciales en el ámbito de la química y la geología.

1.2 Propósito del estudio

El propósito de la labor docente realizada ha sido diseñar unas prácticas de laboratorio acordes a varios factores:

1. Factores intrínsecos a las características de la asignatura. Los más importantes son los impuestos por los organismos reguladores de la enseñanza que definen unos créditos (6 ECTS) y un temario concreto a impartir en la asignatura *Introducción a los Materiales de Construcción*. Este temario puede observarse en la

2. Tabla 1, y se centra en fundamentos químicos y geológicos [1,2,3,4], por lo que no se podrían impartir prácticas fuera de ese temario.

BLOQUE TEMÁTICO	TEMA
Bloque 1 Los materiales de construcción. Tipologías, propiedades y ensayos	Tema 1.- Los materiales de construcción y el Ingeniero de la Edificación. LOE, CTE, Marcado CE Tema 2.- Criterios de elección de los materiales de construcción en función de sus características estéticas y de sus prestaciones Tema 3.- Propiedades de los materiales de construcción Tema 4.- Caracterización y control de calidad de los materiales de construcción. Tipos de ensayos Tema 5.- Normativa. UNE, EN, y otras. Aceptación y rechazo
Bloque 2 Características químicas de los materiales de construcción	Tema 6.- Estructura de la materia Tema 7.- Enlace químico y su relación con las características macroscópicas Tema 8.- Aspectos químicos relacionados con los materiales de construcción de origen inorgánico y de origen orgánico Tema 9.- Reacciones químicas. Aspectos químicos relacionados con la durabilidad de los materiales de construcción
Bloque 3 La Geología y los materiales de construcción	Tema 10.- Las Ciencias Geológicas. La corteza terrestre. El ciclo geológico de las rocas Tema 11.- Minerales y rocas. Rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias Tema 12.- Propiedades y aplicaciones de las rocas. Áridos y materiales pétreos Tema 13.- El terreno como material de construcción. Comportamiento geotécnico
Bloque 4 Impacto medioambiental. Reciclado	Tema 14.- Procesos de fabricación de materiales de construcción. Impacto medioambiental Tema 15.- Reciclado y reutilización de materiales de construcción. Gestión de residuos

Tabla 1.- Temario de la asignatura dividido en cuatro bloques.

La asignatura forma parte de las materias básicas del Grado en Ingeniería de la Edificación, se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso y se plantea como una

introducción al conocimiento de los materiales de construcción. Así, la materia impartida durante el curso se divide en cuatro bloques bien diferenciados:

- El primero dedicado a las tipologías, propiedades y ensayos de los materiales de construcción.
- En el segundo se estudian las características químicas de los materiales de origen inorgánico y de origen orgánico.
- En el tercer bloque se explican aspectos geológicos relacionados con los materiales.
- Finalmente, se ha reservado un cuarto bloque para valorar el impacto generado en los procesos de extracción y de fabricación de los materiales de construcción.

Ya se ha indicado que la presente asignatura es de nueva generación, presenta poco recorrido y no puede entrar en conflicto con otras asignaturas del Grado en Ingeniería de la Edificación que abordan específicamente los materiales de construcción. Además, se ha de tener en cuenta el escaso tiempo disponible (asignatura cuatrimestral dividida en dos mitades) para cumplir con el temario: un aspecto que limita en cierta manera la profundidad y dificultad a la hora de abordar los contenidos de los temas teóricos. De la misma forma, la dificultad de las prácticas ha de ir en consonancia con la de las clases teóricas.

3. Factores dependientes de las características y necesidades del alumnado. En segundo lugar, el diseño de las prácticas también debían satisfacer otros factores que, sin ser menos importantes, varían de manera relativa en función del alumnado:

- Las Ciencias Químicas y Geológicas son campos de estudio muy amplios; sin embargo, las necesidades de los alumnos del Grado en Ingeniería de la Edificación son relativamente bajas en estas áreas y, por tanto, se ha de enfocar y centrar su enseñanza al ámbito de los materiales de construcción y de las construcciones, así como a los agentes ambientales que afectarán a todos ellos.

- El conocimiento previo del alumno respecto a las materias Química y Geología adquirido en anteriores estadios de su formación educativa y con los que acceden a este curso los alumnos del Grado en Ingeniería de la Edificación, es un condicionante importante a tener en cuenta. Es un hecho que, según el itinerario recorrido durante su educación secundaria, el alumno puede no haber cursado ninguna de dichas asignaturas y presentarse a Introducción a los Materiales de Construcción con unos conocimientos demasiado básicos. Por ello, y para asegurar el óptimo aprendizaje de los conocimientos más imprescindibles, han de evitarse las

explicaciones teóricas demasiado complejas y desarrollar más ampliamente el plano de aplicación práctica.

2. DESARROLLO DE LA CUESTIÓN PLANTEADA

2.1 Objetivos

El presente trabajo muestra la metodología de enseñanza-aprendizaje propuesta para el desarrollo de las Prácticas de Laboratorio en la asignatura de Introducción a los Materiales de Construcción dentro de los estudios del Grado de Ingeniería de la Edificación desarrollados en la Universidad de Alicante durante el curso 2012-2013.

La citada asignatura forma parte de las materias básicas de la Titulación de Ingeniería de la Edificación y se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso. A pesar de la denominación de Introducción a los Materiales de Construcción, y a diferencia de la tradición del título anterior, la asignatura no presenta los mismos contenidos que su homóloga a extinguir, denominada Materiales de Construcción; en este caso, las competencias de la nueva propuesta de diseño se centran en dos bloques diferenciados entre sí: química y geología básicas, necesarias para conocer la génesis y propiedades de los materiales de construcción quedando el estudio de éstos en profundidad para otras asignaturas de la titulación.

Debido al diferente nivel de conocimiento de los alumnos en estas dos grandes áreas de la ciencia, se han diseñado las prácticas de forma que los conocimientos adquiridos fueran graduales y de aplicación sucesiva en las siguientes prácticas, afianzando los conocimientos requeridos en el ámbito de la química y la geología, tal y como insta el Ministerio de Educación en referencia a competencias a adquirir.

2.2. Método y proceso de investigación.

Los últimos años en el sector de la edificación se han caracterizado por importantes cambios hacia un nuevo marco normativo, conllevando un notable incremento de las exigencias documentales de los proyectos de edificación y del control de obra de gran trascendencia en el ejercicio profesional del Ingeniero de la Edificación. En este nuevo contexto se evidencia la conveniencia de incidir en el necesario avance tecnológico del sector de la edificación, sin embargo, también resulta imprescindible la necesidad de potenciar el estudio de las técnicas, materiales y sistemas constructivos más tradicionales, con el fin de

establecer las bases en las que construir el conocimiento, el dominio más teórico de los conceptos básicos y el análisis crítico del alumno.

Así, en este curso la metodología docente se ha dividido en 3 bloques de trabajo presencial (siguiendo el esquema que se recoge en la Tabla 2): el ámbito de la clase teórica (un 50% de la temporalidad), clases prácticas de problemas (un 25% de las horas) y clases de prácticas en el Laboratorio de Materiales de Construcción (otro 25%) perteneciente al Departamento de Construcciones Arquitectónicas.

ACTIVIDAD DOCENTE	HORAS PRESENCIALES	HORAS NO PRESENCIALES
CLASE TEÓRICA	30	0
PRÁCTICAS DE PROBLEMAS	15	0
PRÁCTICAS DE LABORATORIO	15	0
TOTAL	60	0

Tabla 2.- Tipos de actividades. Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura en el curso 2012-13.

Para el bloque de actividad denominado Prácticas de Laboratorio, aquel que nos ocupa en el presente trabajo, se han establecido 4 sesiones prácticas de una duración de dos horas cada una, desarrolladas de manera presencial en el Laboratorio de Construcciones Arquitectónicas en semanas alternas. Estas prácticas, han ido complementando y ampliando los conceptos desarrollados tanto en las clases teóricas como en las prácticas de problemas, generándose 4 sesiones de prácticas por semana distribuyendo los 8 grupos en los que se dividía el alumnado de la asignatura.

Una vez consensuado el temario y el objetivo de cada una de las cuatro prácticas a realizar, se estableció un modelo estándar de enunciado/guión para cada uno de los ejercicios; este modelo se facilitaba al alumnado a través del campus virtual días antes de la realización de la sesión práctica. Así, a modo de ejemplo, a continuación se recogen los objetivos y metodología de cada uno de los ejercicios propuestos al alumnado de la asignatura.

Práctica 1 IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTAL DE LABORATORIO

El objeto de la Práctica 1 es adquirir conciencia del trabajo en un laboratorio de materiales de construcción y familiarizarse con términos y definiciones comunes. Para ello, se identifican los materiales (nombre, uso, magnitud, unidad, etc.) y métodos de análisis más usuales en un laboratorio de Materiales de Construcción (métodos destructivos y no destructivos), los tipos de ensayos comúnmente empleados y la importancia de la normativa técnica en la futura práctica profesional del estudiante. Por último, en esta primera práctica, se establecen las condiciones básicas de seguridad y conducta en el trabajo en el laboratorio, que se deberán seguir y respetar a lo largo de todo el curso.



Figura 1.- Imágenes del Laboratorio de Materiales de Construcción del Departamento de Construcciones Arquitectónicas con parte del instrumental, muestras y equipamiento explicado durante la *Práctica 1*.

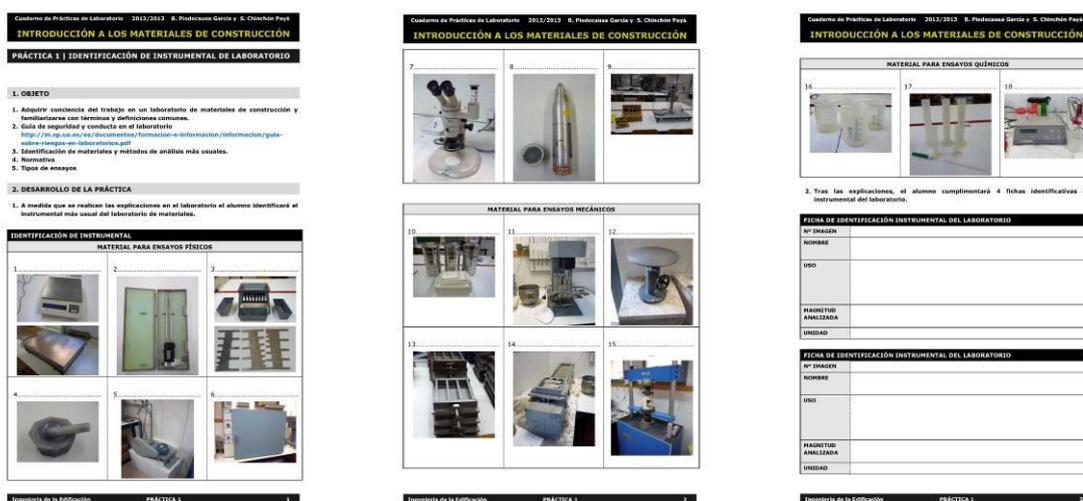


Figura 2.- Guión correspondiente a la *Práctica 1*.

Práctica 2 METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN. EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

El objeto de la Práctica 2 es, por una parte, conocer y comprender las definiciones básicas de la estadística descriptiva (Reproducibilidad, Precisión, Exactitud, Valor verdadero, Error, Error aleatorio y sistemático, Error absoluto y relativo, Media, Moda y Mediana, Desviación típica o estándar, Coeficiente de variación, etc.) y, por otra, saber expresar de forma correcta el resultado de una medición.

Se decidió incluir esta práctica porque la expresión estadísticamente correcta de los resultados es fundamental en el campo científico-técnico. Se hace mucho hincapié en las cifras significativas y los decimales del dato final así como las unidades de la medida.

Curso de Prácticas de Laboratorio 2012/2013 B. Pinedosa García y S. Chacón Post
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
PRÁCTICA 2 | METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN. EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

1. OBJETIVO

1. Conocer y comprender las definiciones básicas de la estadística descriptiva.
2. Saber expresar de forma correcta el resultado de una medición.

2. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Lee el siguiente texto.

Cualquier medición ha de realizarse mediante un método reproducible y ha de poder maximizar la precisión y exactitud del mismo. Para ello siempre será necesario contar con instrumental y equipos calibrados.

El resultado obtenido de una medición no es el valor verdadero, el valor medido está condicionado a errores. Algunos de estos errores, los que dependen de la práctica y conocimientos del analista pueden minimizarse, pero siempre habrá una pequeña componente sistemática o aleatoria ineliminable en una medición.

En la medida de lo posible, cualquier resultado se ha de medir varias veces y se ha de calcular la media de los valores más que la moda o la mediana. Para expresar el resultado ha de expresarse el número de incertidumbres de los valores, generalmente con el valor de desviación típica o estándar. Se han de tener en cuenta las cifras significativas formadas que ocurren periódicamente al redondear.

2. Definiciones.

Reproducibilidad: capacidad de dar el mismo resultado en mediciones diferentes, realizadas en las mismas condiciones, a lo largo de periodos dilatados de tiempo. Esta cantidad debe evaluarse a largo plazo.

Precisión: capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes, realizadas en las mismas condiciones. Esta cantidad debe evaluarse a corto plazo. Cuanto más pronto sea, menos dispersión entre los resultados que se obtengan.

Exactitud: grado de concordancia entre el resultado de un proceso de medida y el valor verdadero.

Ingeniería de la Edificación PRÁCTICA 2 1

Curso de Prácticas de Laboratorio 2012/2013 B. Pinedosa García y S. Chacón Post
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Reproducibilidad: la reproducibilidad de un aparato es la menor división de la escala del aparato y se corresponde con la menor cantidad que podemos medir con él.

Tolerancia: intervalo definido en una especificación o una norma, en los que es admisible que se sitúe una magnitud.

Norma: es un documento que contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia o del desarrollo tecnológico, generalmente como niveles de calidad o seguridad. Las normas son el fruto del consenso entre todas las partes interesadas e involucradas en la actividad objeto de la norma. Además, están aprobadas por un organismo de normalización reconocido.

Calibración: es el conjunto de operaciones que establecen, en condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida y los valores correspondientes de esa magnitud realidades por patrones. La calibración establece las características metrologías del instrumento o del material de referencia y se realiza mediante comparación directa con patrones de medida o mediante métodos de inferencia estadística.

Valor verdadero: es el valor teórico de la magnitud que pretendemos conocer y solo podemos acercarnos a él.
 $\text{Valor verdadero} = \mu$

Error: término que se utiliza para reconocer que el resultado de cualquier medición, se supone después de corregirlo, puede tornarse como expresión del valor verdadero.

Error absoluto: error que resulta de forma impropia de un sentido o signo. Los errores absolutos se pueden fijar a cualquier caso se obtiene un gran número de mediciones del mismo valor de una magnitud.

Error sistemático: error que permanece constante, en un mismo sentido, y que puede ser debido a defectos en los aparatos de medida o al método utilizado por el analista.

Error absoluto: diferencia entre el valor obtenido de una medida y su valor verdadero. Al ser éste incógnito, se sustituye por el valor convencionalmente verdadero, por lo que el error absoluto se identifica con la exactitud y es, por tanto, una medida de la exactitud.

Error relativo: cociente entre la desviación o error absoluto y el valor convencionalmente verdadero de la magnitud analizada.
 $\delta = \frac{\Delta}{V}$

En forma porcentual se expresará como $\delta \times 100\%$.

Los errores absolutos y relativos miden la exactitud del medido. El concepto de error sólo se utiliza cuando existe un valor de referencia o datos con incertidumbres en la medida dispuestos. Esto es, en la calibración. Es por ello por lo que se utilizan otros dispositivos estadísticos a la hora de expresar los resultados de cualquier medición.

Ingeniería de la Edificación PRÁCTICA 2 2

Curso de Prácticas de Laboratorio 2012/2013 B. Pinedosa García y S. Chacón Post
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Media: es el valor promedio aritmético de los datos.
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Moda: es el valor más frecuente en una muestra.

Mediana: entendiéndose todos los datos, el valor de la mediana es el que queda justo en el centro.
$$f = \begin{cases} \frac{n+1}{2} & \text{si } n \text{ es impar} \\ \frac{n}{2} & \text{si } n \text{ es par} \end{cases}$$

Desviación típica o estándar: es una medida del grado de dispersión de los datos, de los desvíos de estos con respecto a la media. Es la raíz cuadrada de la variancia.
$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Coefficiente de variación: es un número que se utiliza para comparar la variabilidad o dispersión de los datos de diferentes grafías.
$$CV = \frac{s}{\bar{x}}$$

3. Expresión de resultados.

El resultado de medición se expresa generalmente como un valor medido (único y una incertidumbre de la medida, que se tienen en cuenta dos cifras decimales).

Número de cifras significativas
Para un determinado valor, es el número de (cifras) dígitos que no tienen sentido de incertidumbre o duda del valor, a partir del primer dígito que no sea cero. El cero es considerado como un dígito, excepto cuando se utiliza para localizar el punto decimal como en 0,08 (un dígito significativo).

Número de lugares decimales
Para un determinado valor, es el número de lugares decimales a partir del punto decimal o coma decimal a partir de la derecha, hasta el último dígito proporcionado, como en 0,08 (dos lugares decimales).

A la hora de expresar un resultado de medición con la incertidumbre asociada se siguen las siguientes reglas:

1. La incertidumbre tendrá dos cifras significativas como máximo. Estas son las primeras que cuenten de izquierda a derecha.
2. La medida debe expresarse con el mismo número de decimales que la incertidumbre.

Si la cantidad en cuestión contiene más de dos cifras, entonces deberá redondearse. Las reglas de redondeo son:

1. Cuando el dígito que sigue al que va a ser redondeado es menor que 5, la cifra redondeada se mantiene sin cambio.
2. Cuando el dígito que sigue al que va a ser redondeado es mayor que 5, la cifra redondeada se redondea al siguiente número.

Ingeniería de la Edificación PRÁCTICA 2 3

Figura 3.- Guión correspondiente a la Práctica 2.

Práctica 3 DENSIDADES: PICNÓMETRO Y BALANZA HIDROSTÁTICA

El objeto de la Práctica 3 es realizar un recordatorio sobre las propiedades generales de los cuerpos: masa, volumen y densidad; establecer distintos métodos para la determinación de densidades en sólidos regulares e irregulares y para la determinación de densidades en líquidos. Finalmente, en ella se realiza una parte más experimental mediante la determinación de la densidad de un líquido con el picnómetro y la densidad de un sólido con la balanza hidrostática por aplicación del Principio de Arquímedes.



Figura 4.- Material e instrumental necesario para la *Práctica 3*. (a) picnómetro lleno del líquido problema. (b) instrumental para la preparación del líquido problema. (c) balanza hidrostática para la determinación de la densidad del sólido problema.

En esta práctica los alumnos deberán aplicar los conocimientos adquiridos durante la práctica anterior para la expresión de los resultados. También se aprecia de manera práctica la importancia de la Normativa relacionada en los ensayos y métodos analíticos utilizados (conceptos de la *Práctica 1*).

Centro de Práctica de Laboratorio 2012/2013 B. Pineda-García y E. Chochón-Pérez
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PRÁCTICA 3 | DENSIDADES: PICNÓMETRO Y BALANZA HIDROSTÁTICA

1. OBJETIVO

INTRODUCCIÓN. RECORRIDO DE CONCEPTOS GENERALES

1. Procedimientos generales de los cuerpos masas, volumen y densidad.
2. Métodos para la determinación de densidades en sólidos regulares e irregulares.
3. Métodos para la determinación de densidades en líquidos.

PARTE 1. MEDIDA DENSIDADES DE LÍQUIDOS CON EL PICNÓMETRO

1. Determinar la densidad de un líquido con el picnómetro. Estimar las incertidumbres de medición.

PARTE 2. MEDIDA DENSIDADES DE SÓLIDOS CON LA BALANZA HIDROSTÁTICA

1. Determinar la densidad de un sólido con la balanza hidrostática por aplicación del Principio de Arquímedes. Estimar las incertidumbres de medición.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

PARTE 1. MEDIDA DENSIDADES DE LÍQUIDOS CON EL PICNÓMETRO

El picnómetro es un instrumento sencillo que se utiliza para determinar la densidad de líquidos y sólidos no solubles.

Su característica principal es la de mantener un volumen fijo en su interior, lo que sirve para comparar las densidades de dos líquidos, uno conocido (usualmente agua destilada a una temperatura conocida) y otro por conocer.

PARTE 2. MEDIDA DENSIDADES DE SÓLIDOS CON LA BALANZA HIDROSTÁTICA

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES: todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido experimenta una fuerza vertical hacia arriba (Empuje), cuyo valor es igual al peso del fluido desalojado.

Por tanto, si un cuerpo de volumen V se encuentra totalmente sumergido en un líquido de densidad ρ_L el empuje que experimenta el cuerpo es

$$E = \rho_L V = m_L$$

3. MATERIAL DE LABORATORIO

PARTE 1. MEDIDA DENSIDADES DE LÍQUIDOS CON EL PICNÓMETRO

1. Balanza.
1. Picnómetro.
1. Agua destilada (líquido de referencia).
1. Líquido problema.
1. Termómetro.

Ingeniería de la Edificación PRÁCTICA 3 1

Centro de Práctica de Laboratorio 2012/2013 B. Pineda-García y E. Chochón-Pérez
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PARTE 2. MEDIDA DENSIDADES DE SÓLIDOS CON LA BALANZA HIDROSTÁTICA

1. Sólido problema.
1. Balanza hidrostática.
1. Caja de pesas.
1. Tara.
1. Agua destilada.
1. Vaso de precipitados.
1. Termómetro.

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

PARTE 1. MEDIDA DENSIDADES DE LÍQUIDOS CON EL PICNÓMETRO

1. Se anota la masa del picnómetro vacío ($M_{picnómetro}$).
2. Se anota la masa del picnómetro enrasado con el fluido de referencia (agua destilada) enrasado que se forman burbujas ($M_{picnómetro+agua}$) Para ello se coloca la tapa del picnómetro de modo que el agua rebosa y el capilar quede completamente lleno en seco el exterior del picnómetro.
3. Se anota la temperatura del agua destilada para consultar su densidad en tabla.
4. Se anota la masa del picnómetro enrasado con el fluido problema evitando que se formen burbujas ($M_{picnómetro+problema}$). Para ello se coloca la tapa del picnómetro de modo que el líquido problema rebosa y el capilar quede completamente lleno en seco el exterior del picnómetro.
5. Se calcula el volumen del picnómetro.

$$V_{picnómetro} = \frac{M_{picnómetro+agua} - M_{picnómetro}}{\rho_{agua}}$$

$$V_{picnómetro} = \frac{M_{picnómetro+problema} - M_{picnómetro}}{\rho_{problema}}$$

6. Se calcula la densidad del líquido problema.

$$\rho_{problema} = \frac{M_{picnómetro+problema} - M_{picnómetro}}{V_{picnómetro}}$$

PARTE 2. MEDIDA DENSIDADES DE SÓLIDOS CON LA BALANZA HIDROSTÁTICA

DETERMINACIÓN DE LA MASA DEL SÓLIDO

1. Se coloca sobre el platillo sin gancho un cuerpo (tara) cuya masa sea mayor que la de los sólidos a medir y que se mantendrá durante todo el experimento.
2. Se cuelga el sólido problema de un gancho bajo el otro platillo. Se colocan pesas en dicho platillo hasta equilibrar la balanza. Se anota la masa necesaria para equilibrarlo M_{tara} (se despreja la Masa del gancho).
3. Sin tocar la tara, se desliza el cuerpo y se vuelve a equilibrar la balanza, obteniendo la Masa de la tara (M_{tara}).
4. Se determina la masa del sólido.

$$M_{sólido} = M_{tara} - M_{tara}$$

Ingeniería de la Edificación PRÁCTICA 3 2

Centro de Práctica de Laboratorio 2012/2013 B. Pineda-García y E. Chochón-Pérez
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE UN SÓLIDO POR LA MEDIDA DEL EMPUJE

5. Sin quitar la tara, se coloca de nuevo el cuerpo suspendido del gancho, pero ahora totalmente sumergido en el agua destilada de un vaso de precipitados (el cuerpo no debe tocar en las paredes ni el fondo).
6. En esta situación, el equilibrio se logra colocando otra vez pesas. Se anota la masa necesaria para equilibrarlo $M_{tara+agua}$ (se despreja la Masa del gancho).
7. Considerando el Principio de Arquímedes, y como el empuje es una fuerza, escribimos la ecuación de equilibrio utilizando las pesas del sólido y la tara en lugar de sus masas. Se calcula el empuje según la siguiente expresión:

Para en la balanza hidrostática: $M_{tara+agua} G + M_{sólido} G = M_{tara} G + E$

$$E = M_{tara+agua} G + M_{sólido} G - M_{tara} G$$

8. Se mide la temperatura del líquido de referencia utilizado (agua destilada). En función de ella se anota su densidad según la siguiente tabla:

TEMPERATURA (T) [°C]	DENSIDAD (ρ) [g/cm³]	TEMPERATURA (T) [°C]	DENSIDAD (ρ) [g/cm³]
0	0,9998	40	0,9912
5	0,9999	45	0,9902
10	0,9997	50	0,9891
15	0,9991	55	0,9877
20	0,9982	60	0,9862
25	0,9970	65	0,9846
30	0,9956	70	0,9828
35	0,9941	75	0,9809

9. Finalmente, se utiliza la siguiente expresión para el cálculo de la densidad del sólido problema.

$$\rho_{sólido} = \frac{M_{sólido} G}{E}$$

5. CUESTIONES A RESOLVER

PARTE 1. MEDIDA DENSIDADES DE LÍQUIDOS CON EL PICNÓMETRO

1. Compara con otros grupos los resultados de densidad obtenidos, determina en qué momento se encuentran las dudas y explica las diferencias entre los valores promedio. Determina la dispersión entre las medidas.
2. ¿Por qué es necesario conocer la temperatura del agua para efectuar correctamente la medida de la densidad con el picnómetro?
3. Para la utilización de líquido de referencia (servirá otro líquido para la medida de la densidad de un sólido en la balanza hidrostática) ¿Por qué?

Ingeniería de la Edificación PRÁCTICA 3 3

Figura 5.- Guión correspondiente a la *Práctica 3*.

Práctica 4 DETERMINACIÓN DEL PH DE UNA DISOLUCIÓN

El objeto de la Práctica 4 es la determinación del pH mediante el método colorimétrico y el método potenciométrico, así como la comprobación experimental del grado de carbonatación de un mortero mediante el uso de indicadores de pH específicos (fenolftaleína).

Para el desarrollo de la práctica el alumno aplica conceptos adquiridos en las prácticas anteriores, concretamente la calibración del instrumental del laboratorio (visto en la *Práctica 1*) para la obtención correcta de los resultados. También se aplican conceptos de seguridad e higiene (*Práctica 1*).

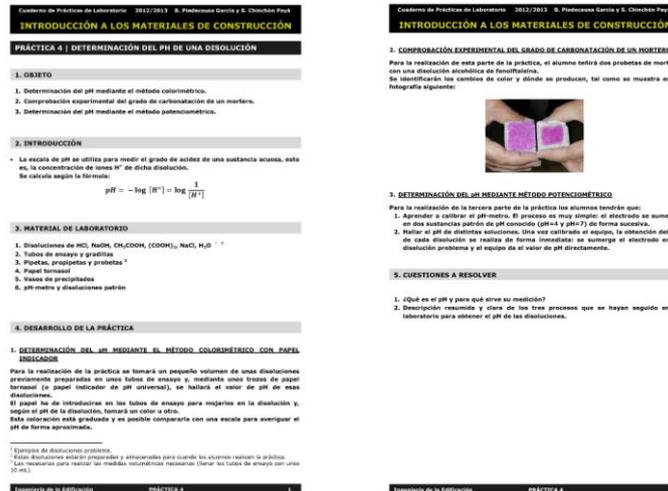


Figura 6.- Guión correspondiente a la *Práctica 4*.

Una vez finalizada cada una de las sesiones de prácticas en el laboratorio, los alumnos disponían de dos semanas para entregar al profesorado, bien en papel bien por mail, la resolución a las distintas cuestiones propuestas acerca de los contenidos correspondientes, generando un calendario de entregables durante las distintas semanas.

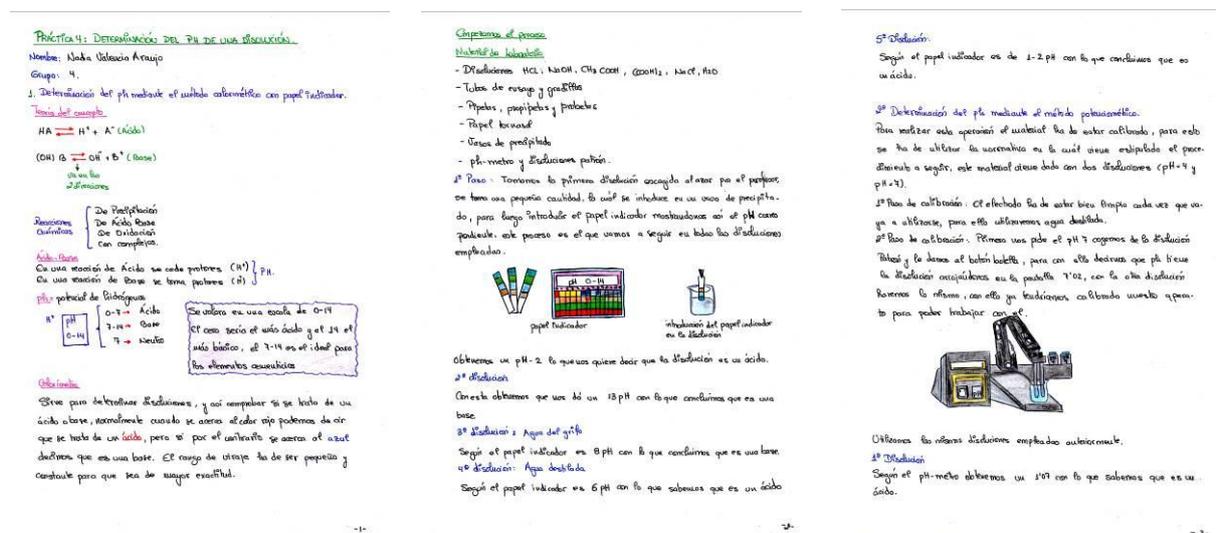


Figura 7.- Ejemplo de práctica entregada por la alumna Nadia Valencia Araujo.

Por último, cabe comentar que, para la evaluación de las citadas prácticas, se siguieron los siguientes criterios (evaluación sobre 10 puntos) [5]:

- La asistencia a la sesión implica 5 puntos.
- La entrega del guión el plazo de dos semanas (antes de realizar la práctica siguiente el mismo grupo) significa +1 punto.
- Los 4 puntos restantes evalúan el propio guión entregado valorando: la comprensión de los conocimientos adquiridos durante la práctica y aquellos correspondientes a las anteriores prácticas (caso de expresión correcta de resultados de la *Práctica 2*), la resolución de las cuestiones, e incluso la ortografía y el estilo de redacción.

Prácticas de Laboratorio 2012/2013 B. Piedrauca García y S. Chinchón Pays															
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN															
HORA	Alumno/a	ASISTENCIA				TIPO DE ENTREGA				NOTA PRÁCTICAS				NOTA FINAL	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
12:30-14:30	GONTO GARFETANO, LUCIA													6,00	5,00
	CARRIO ROVIRA, SALVADOR													6,50	7,50
	GAICA GARCIA, ESTER													6,50	7,50
	GAICA NAVARRO, EDUARDO													6,50	7,50
	GARDO GOMEZ, GENNIVA													7,75	8,50
	GOMEZ CASTELLAN, JOSE CARLOS													6,50	7,50
	HERNANDEZ LOSADA, HECTOR ELIAS													6,50	7,50
	EDUARDO RAMIREZ, IVAN													6,50	7,50
	JAVIE NARRALES, ALEJANDRO													6,50	7,50
	LONER BENEFOND, ALEJANDRO													6,50	7,50
LOPEZ, DALE													6,50	7,50	
8:30-10:30	CONTELL MARTINEZ, ADEL													6,50	7,50
	DAVO PEREZ, JAVIE													6,50	7,50
	DONNINQUEZ FUERTI, ALEJANDRO													6,50	7,50
	FERNANDEZ CAMPOY, CARLOS													6,50	7,50
	GALLEGO LONER, LUCIA													6,50	7,50
	LOPEZ PONTA, ESTER													6,50	7,50
	MAIA ORTEGA, VICENTE													6,50	7,50
	NUER CARRASCO, ESTER													6,50	7,50
	SOUSA ANDRADE, RODOLFO													6,50	7,50
	VALERO ANDRÉS, NAZKA MARANELLA													6,50	7,50
VALERO SORIANO, RAFAEL													6,50	7,50	
8:30-10:30	BAIZA TORRES, JAVIE													6,50	7,50
	BORGES SERRACHILL, EVA													6,50	7,50
	COLLAZO ALFARO, ELENA													6,50	7,50
	GALLEGO RODRIGUEZ, MARIBO													6,50	7,50
	DAVILA MARTIN, MARIA													6,50	7,50
	GILIN ALEJANDRO, ESPERANZA STALIN													6,50	7,50
	RODRIGUEZ, MARIO													6,50	7,50
	BARILERA MARCEGOSA, GEORGINA													6,50	7,50
	BOY ORRAN, WENDY													6,50	7,50
	ESCOFFO AMADOR, CARLOS													6,50	7,50
19:00-21:00	BARSA DE TROYA, MARCELA													6,50	7,50
	GOMEZ LOGARDO, ENRIKA													6,50	7,50
	MARTIN SANCHEZ, ANSEL													6,50	7,50
	RODRIGUEZ SORIANO, CONSTANTINO													6,50	7,50
	PEREZ ESPERID, ADRIAN													6,50	7,50
	PEREZ ANDRÉS, GUERRA, JAVIER													6,50	7,50
	PEREZ BALAGUER, DANIEL													6,50	7,50
	PEREZ ESCOBAR, LUCIA MARIANO													6,50	7,50
	SAINZ-PARDO ALFARO, LUCAS													6,50	7,50
	SANDOVAL CHANCA, LUCIA GABRIELA													6,50	7,50
USIQUA, ANGELO MARIA													6,50	7,50	

Figura 8.- Ficha de Seguimiento de la evolución de distintos alumnos: asistencias, entregas y notas.

3. Conclusiones

Los resultados académicos obtenidos en el bloque correspondiente a las Prácticas de Laboratorio descritas en la asignatura Introducción a los Materiales de Construcción del Grado de Ingeniería de Edificación durante el presente curso 2012-13 han sido muy satisfactorios, tanto en términos absolutos como en términos comparativos con el resto de asignaturas troncales y obligatorias de la titulación.

Las metodologías y tipologías de las prácticas propuestos potencian una docencia que combina la adquisición de las habilidades necesarias en el ámbito académico y que, además, son directamente aplicables al ejercicio profesional del futuro ingeniero de la edificación, mediante la puesta en práctica para resolución de problemas reales de los conocimientos técnicos basados en el control de conceptos básicos en el ámbito de la química y la geología.

Asimismo, se ha comprobado que el desarrollo de sesiones prácticas permite complementar y sintetizar mejor la diversidad de conocimientos adquiridos por el alumno en el resto de bloques (teoría y problemas) impartidos en la citada asignatura, poniendo en práctica los principios básicos de los datos manejados.

4. Referencias bibliográficas

- [1]. CALLISTER, William D. *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*. México D.F.: Limusa Wiley, 2009 ISBN: 978-607-5-00025-1
- [2]. CHANG, Raymond. *Química*. México: McGraw-Hill, 2010. ISBN: 978-607-15-0307-7
- [3]. SASTRE, Ramón. *Propietats dels materials i elements de construcció*. Barcelona: edicions UPC, 2000. ISBN: 978-84-8301-422-
- [4]. PETRUCCI, Ralph H.; HARWOOD, William S. *Química general: principios y aplicaciones modernas*. Madrid: Pearson Educación, 2011. ISBN: 978-84-8322-680-3 (rúst.)
- [5]. JOHNSON, D.W.; JOHNSON, R.T. and SMITH, K. *A Learning: Cooperation in the College Classroom*. Minnesota: Interaction Book Company, 1991.