

# **IQ-53D Laboratorio de Ingeniería Química II**

**Profesor: Jorge Castillo Guzmán**

**Profesores Auxiliares : Geogette Villalón**

**Angel Sanhueza**

**Marcela Valle**

## **Introducción**

Dentro de las múltiples habilidades y conductas necesarias en un Ingeniero de Procesos destacan las relacionadas con la observación, el análisis y el diseño. Un buen desempeño en esta materia requiere principalmente de adiestramiento en 2 etapas, una sólida base teórica de las ciencias fundamentales de la ingeniería, y una etapa de capacitación práctica, en laboratorios y terreno, donde las capacidades teóricas se aplican a las situaciones reales, al mismo tiempo el futuro ingeniero puede descubrir la validez relativa, o el alcance real de los métodos y modelos de diseño, también tiene la posibilidad de ubicarse en un contexto más verdadero del ejercicio de la profesión y su relación con el medio asociado.

En estas prácticas se pondrá especial énfasis en potenciar las aptitudes de Medir, Interpretar, Predecir, Ensayar Hipótesis, Diseñar, Actuar, Escalar. Tratando de obtener el máximo aprovechamiento de su preparación anterior.

## **Objetivo**

Conocer el uso y la operación de los Equipos a escalas piloto del Laboratorio de Operaciones Unitarias del DIQ y del Laboratorio de Fluidodinámica y Procesos de la Facultad, relacionados principalmente con las Materias de Transferencia de Calor, Transferencia de Masa, Operaciones Unitarias e Ingeniería de Procesos en general.

Diseñar y realizar experiencias en los equipos de Laboratorios de Ingeniería, con el objeto de observar y estudiar comportamientos dinámicos, analizar datos de planta y realizar escalamientos a equipos de capacidad Industrial, utilizando y aplicando todas las materias aprendidas en los cursos teóricos de la malla curricular, más la investigación bibliográfica o experimental, para resolver problemas específicos y de detalle

Adquirir destreza en la generación e interpretación de datos reales en equipos de escala piloto, mediante el diseño de experimentos, conociendo la influencia de las condiciones de operación, aspectos constructivos y de montaje industrial, sobre el funcionamiento y rendimiento de los procesos.

Comunicar, informar y presentar en forma Oral y escrita sus proyectos experimentales, fundamentos, importancia y aplicaciones, y posteriormente el resultado de estas actividades, principales discusiones y conclusiones, y las aplicaciones a los diseños y escalamientos.

## Actividades

Para Cumplir con este objetivo durante el Curso se desarrollaran las siguientes actividades:

### Demostración del uso y habilidades de los equipos

Los Alumnos recibirán una presentación teórica y entrenamiento en terreno, de los distintos equipos con los cuales podrán experimentar durante el semestre, en sesiones abreviadas toman corridas de datos las que posteriormente procesaran para entregar los resultados en una tarea debidamente evaluada, para ello los alumnos formaran grupos constituidos por 3 personas. En esta etapa se pondrá énfasis en las medidas de seguridad, los métodos y procedimientos de experimentación

### Elección del Equipo y Proceso, desarrollo del diseño experimental

Los alumnos elegirán entre las posibilidades, un Equipo y proceso, para desarrollar su diseño de experimento el cual será presentado en una sesión para todo el curso, donde recibirá los comentarios y recomendaciones de alumnos y profesores, y la definitiva aprobación, o las modificaciones que deberá realizar para ser aprobadas en una nueva presentación. En esta oportunidad se entregarán las condiciones de operación de un equipo similar al escogido para el diseño del mismo a escala industrial.

### Realización de las experiencias

Se definirá un calendario de marchas experimentales destinadas a concretar los objetivos de los proyectos, para lo cual los alumnos trabajaran agrupados de idéntica forma que para el entrenamiento, dentro de estos grupos, con supervisión del Profesor auxiliar, cada alumno liderara las experiencias en su equipo correspondiente, realizando el resto de sus compañeros, las funciones de asesoría en la operación del equipo, toma y análisis de datos.

### Análisis de resultados

Los resultados obtenidos en la fase experimental serán presentados ante el curso, respaldados por un informe escrito, en ellos se explicaran los resultados, discusiones y principales conclusiones obtenidas en esta etapa experimental, que satisfacen los objetivos propuestos en el proyecto, además se presentaran los resultados del escalamiento industrial realizados con los modelos y datos obtenidos de la etapa experimental, entregando las

especificaciones técnicas, planos u otras descripciones del equipo calculado para cumplir los requerimientos solicitados.

Las actividades del curso no contemplan, expresamente, la presentación o repaso de las materias relacionadas con las experiencias, para ello el alumno, al igual que todo ingeniero, debe recurrir a sus apuntes de clases o a la extensa bibliografía disponible, parte de la cual se indica más adelante, no obstante los profesores estarán disponibles para atender consultas al respecto y discutir algún tema puntual.

## **Bibliografía**

- Foust A.S., L.A. Wenzel C.W. Clump, L. Maus and L.B. Andersen (1990) “Principios de operaciones Unitarias”. Cía. Editorial continental, México
- Geonkoplis Ch. J. (1993) “Transport Process and Units Operations”. 3<sup>rd</sup> Edition, Prentice Hall, USA.
- Kern D.O. (1973) “Procesos de Transferencia de Calor”. Continental.
- McCabe W.L., Smith J.C. and p. Harriot (1985). “Unit Operations of Chemical Engineering”. 4<sup>th</sup> Edititon McGraw Hill, USA.
- Perry R.H. and D.W. Green (eds.) (1998) , Perry’s Chemical engineering Hanboock” /th Edition, MacGraw Hill, USA.
- Treybal R.E. (1980) “Opreaciones de Transferencia de Masa” 2<sup>a</sup> Edición MacGraw Hill, Mexico
- Pinkava J. (1970) “Unit Operations in the Laboratory”, Buttherworth & Co, Czechoslovakia, 1970
- Bird B.R. , Stewart W.E. , Ligthfoot E.N. “Fenómenos de Transporte” Ed. Reverté, México, 1964.
- Badger W.L. , Banchemo J.T. “Introduction to Chemical Engineering” Ed. McGraw Hill Book Co. USA.
- Foust Alan y otros, “ Principles of Units Operations” 2<sup>a</sup> Editions , México : C.E.C.S.A., 1961.

# Reglamento del Laboratorio

## **Realización de Experiencia**

Las experiencias prácticas se realizarán en el laboratorio de Operaciones Unitarias del DIQ o en el Laboratorio de Fluidodinámicas Y Procesos de la Facultad (Fluidos) según sea el equipo que corresponda.

De acuerdo a la Programación del semestre el Laboratorio se desarrollará entre las 16 horas hasta las 19:30, comenzando por las presentaciones, las que serán realizadas en la sala de seminarios del laboratorio de Fluidodinámica y Procesos. Terminada las presentaciones programadas los alumnos deben trasladarse inmediatamente a sus respectivos equipos experimentales para comenzar su trabajo práctico.

Las actividades comenzarán puntualmente a las 16 hrs., los alumnos deben ser puntuales para evitar que las actividades prácticas se extiendan más allá del horario establecido.

La asistencia es obligatoria y solo se aceptarán excusas formales, existiendo muy poca disponibilidad para reprogramar actividades.

Durante las presentaciones se espera de los alumnos el mayor aporte posible hacia el trabajo de sus compañeros, de manera de colaborar con sus respectivos proyectos, durante los trabajos experimentales se exigirá a los alumnos mostrar el máximo grado de compromiso, seriedad y profesionalismo con el trabajo a desarrollar, así como la máxima disposición para cumplir los avances propuestos por el encargado de la experiencia, este deberá liderar la experiencia asignando tareas a cada uno de los integrantes de manera que todos tengan trabajo y puedan aprender la operación del equipo, todas estas actitudes serán rigurosamente evaluadas en una nota de apreciación personal.

Durante el trabajo experimental se exigirá a los alumnos el apego más estricto a las normas de Seguridad Industrial e Higiene Ambiental, debiendo seguir las instrucciones del profesor encargado.

Los alumnos deben realizar una rigurosa programación de la experiencia tomando en cuenta los transientes de los equipos, las condiciones de muestreos y los análisis necesarios, ya que el tiempo dedicado a la experimentación es muy ajustado y el fracaso de una marcha experimental tendrá una alta incidencia sobre el resultado del Proyecto. Para ello se recomienda a los alumnos considerar previamente que las condiciones de trabajo sean seguras, anticipar imprevistos, realizando pruebas de máquinas, instrumentación, servicios auxiliares y verificar la disponibilidad de materias primas e implementos de trabajo.

Deben estimar correctamente la duración de los régimen transientes, y estabilidad de los equipos frente a las perturbaciones, de manera de realizar algunas tareas con anticipación, como por ejemplo, encendido de calefactores, en este punto aprovechar la experiencia de los profesores.

Se recomienda además calibrar correctamente los Instrumentos, determinar las fuentes de errores, corregirlas previamente o estimarlas. Evaluar correctamente el tiempo de muestreo.

Analizar in-situ los datos que se están obteniendo, de manera de retroalimentarse inmediatamente para tomar decisiones y correcciones. Analizar los fenómenos observados, apoyándose en datos bibliográficos, y discutir en grupo la validez de los resultados.

Se han suprimido expresamente las guías de Laboratorio de tal forma de motivar la creatividad, planificación y dirección de los alumnos.

## **Presentaciones Orales**

Los alumnos deberán reportar cuando corresponda sus proyectos o resultados a todo el curso mediante una presentación oral, para ello contará con todos los elementos necesarios, proyectores, papelógrafos, pizarras etc. lo cual deberá preparar con la debida anticipación, de tal forma de no perder tiempo durante estas jornadas, como por ejemplo cargar y probar previamente los archivos en el PC, de tal forma que la actividad sea rápida y expedita, se recomienda que las exposiciones sean breves y concisas, utilizando transparencias con pocas frases o ecuaciones, desarrollando verbalmente los detalles. Finalmente se dará paso a una breve ronda de preguntas y comentarios que será moderada por el profesor

En estas actividades se espera una actitud constructiva y participativa de los alumnos, con un verdadero espíritu crítico en beneficio del conocimiento, sin olvidar que nos movemos en el ámbito de las ciencias exactas y la objetividad.

La asistencia a esta actividad es obligatoria y será controlada, igual que la práctica experimental.

Las presentaciones quedaran grabadas para revisarlas, si fuera necesario, durante la presentación final

## **Preparación y Evaluación de Informes escritos**

El informe debe presentarse en forma claramente legible, muy bien estructurada y con información muy precisa y ordenada, utilizando tercera persona. No debe extenderse en temas irrelevantes. Se debe redactar de tal forma que sea comprensible por si mismo para una persona que no conoce el equipo y no ha participado a la experiencia.

El informe debe contener las siguientes partes:

1. Página de encabezamiento: esta incluye el título de la experiencia, fecha, número del grupo y nombres de los alumnos.
2. Resumen Ejecutivo: en no más de 200 palabras, se resumen la experiencia realizada, los resultados obtenidos y las principales conclusiones.
3. Introducción a la experiencia. Debe contener los siguientes puntos redactados en forma razonablemente breve, (máximo tres páginas): (a) introducción y antecedentes, (b) objetivo y alcance de la experiencia, (c) metodología y (d) resultados esperados según la información bibliográfica.
4. Resultados: se deben entregar los resultados provenientes del tratamiento de los datos y mediciones experimentales, en forma de tablas y/o gráficos, según corresponda. Utilizar el Sistema Internacional de Unidades (SI). Se recomienda la presentación de los datos más relevantes en forma gráfica. En caso de efectuar un ajuste de función, se debe señalar claramente los parámetros del ajuste y los coeficientes de errores.
5. Discusión: consiste en un análisis crítico del trabajo realizado, incluyendo un análisis de los errores cometidos durante las mediciones. Comparar algunos valores de las variables de operación, coeficientes, rendimientos, etc., con los antecedentes obtenidos de la literatura.

**Esta es la parte más importante del informe.** La validez de los Resultados y las Conclusiones está supeditado a esta Discusión. El lector entendido e involucrado en el proyecto presta especial dedicación a este punto.

6. Conclusiones: en esta sección se incluyen las diversas deducciones que se originan del trabajo realizado, respaldadas por los resultados obtenidos y en concordancia con los objetivos planteados. También se pueden incluir recomendaciones o sugerencias para futuras experiencias.
7. Apéndices: incluye el siguiente material de apoyo al informe: (a) hoja de datos experimentales, (b) ejemplo de cálculo, (c) nomenclatura y (d) bibliografía. Bibliografía: las referencias a la bibliografía se anotan en el texto del informe con un número entre paréntesis, el que corresponde al orden indicado en la sección de bibliografía. La bibliografía debe incluir; autor, título completo, volumen, páginas, año y editorial.

Evaluación del informe

#### Guía de Evaluación de Informes

	Puntaje
1- Página de encabezamiento y presentación general	
2- Resumen Ejecutivo	10

3-	Introducción a la experiencia	10
	(2,5) (a) Introducción y Antecedentes	
	(2,5) (b) Objetivo y alcance de la experiencia	
	(2,5) (c) Metodología	
	(2,5) (d) Resultados esperados	
4-	Resultados	20
5-	Discusión	30
6-	Conclusiones	20
7-	Apéndices	10
	(1) (a) Hoja de datos experimentales	
	(6) (b) Ejemplo de cálculo	
	(2) (c) Nomenclatura	
	(1) (d) Bibliografía	

**Total:100**

## Evaluación del curso

El Cumplimiento de los objetivos del curso se evaluará según las siguientes notas:

N1= Promedio Nota de Tareas de presentación de Equipos

N2 = Nota de Proyecto de Diseño Experimental

N3 = Nota de Trabajo de Escalamiento

N4 = Nota de apreciación personal del profesor a cargo

N2 se descompone de la siguiente manera:

$$N2 = ( N2.1 + N2.2 + N2.3 ) / 3$$

N2.1 = Nota de Proyecto Experimental (Originalidad, Dificultad, Importancia, Presentación)

N2.2 = Nota de Desarrollo de Experimentos (Rigurosidad, Exactitud, Precisión, Metodología, Implementación y desarrollo)

N2.3 = Nota de Resultados Proyecto Experimental (Consecución de Objetivos, Resultados, Presentación, Informe Final)

Nota Final

$$NF = 15\% N1 + 50\% N2 + 20\% N3 + 15\% N4$$

La nota Final debe ser mayor igual a 4.0 para aprobar el curso

## **Equipos Experimentales**

Los equipos disponibles para realizar diseño de experimentos son:

1. Intercambiador de Calor de Placas
2. Intercambiador de Tubos concentricos
3. Generador de Vapor
4. Evaporador de Película ascendente
5. Secador de Bandejas
6. Columna de Humidificación
7. Filtro Prensa
8. Destilador de Columna de Platos
9. Columna Rellena de Absorción
10. Columnas de Intercambio Iónico
11. Mixer Settler
12. Pila de Electroobtención
13. Modulo de Estudios de Intercambiadores de Calor
14. Módulo de Estudio de Proceso de Evaporación
15. Digestor Anaeróbico
16. Agitador