

# GUÍA DE ELABORACIÓN DE REPORTES CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS

Ing. Mario Santizo, msantizo@url.edu.gt

## RESUMEN

La elaboración de los informes y reportes de las prácticas de laboratorio y trabajos de graduación son fundamentales en la investigación. En muchos casos se pierde la información debido a que el conocimiento adquirido no queda adecuadamente sistematizado en bitácoras de trabajo ni en documentos al final de la experiencia. La retroalimentación y la consulta se ven truncados si no existe esa memoria escrita y se interrumpe el proceso mismo de aprendizaje e investigación. Presentamos en este artículo el formato adoptado por la Facultad de Ingeniería para la elaboración de Reportes Científicos y Técnicos que gradualmente deberá irse implantando para todos los cursos que conllevan actividades prácticas, de investigación y de laboratorio.

## DESCRIPTORES

Investigación. Laboratorios. Práctica docente. Informes. Reportes técnicos. Manuales de procedimiento.

## ABSTRACT

Reports of activities when dealing with laboratory and undergraduate informs are fundamental aspects in research practice. In most cases, information is lost due to acquired knowledge is not adequately systematized in notebooks and final reports. Feedback and consulting processes are interrupted when those documents are not present. In this article it is presented the format adopted in Engineering Faculty for reporting technical and scientific activities, which should be gradually implanted for all academic activities related with research y laboratory practices.

## KEYWORDS

Research. Laboratories. Academia practice. Technical Reports. Procedure manuals.

## **PRESENTACIÓN**

En la actualidad, las instituciones de educación superior a nivel mundial están llevando a cabo procesos internos para la acreditación de sus programas académicos y certificaciones internacionales. Estas modalidades apuntan hacia la consolidación de la calidad académica a través de las mejores prácticas de enseñanza-aprendizaje, investigación científica y proyección efectiva a la comunidad.

Las actividades relacionadas con la investigación científica en las universidades latinoamericanas, además de ser impulsadas administrativamente por las autoridades académicas, incluyendo el aspecto de financiamiento, deberán contar con un elaborado sistema de procedimientos y manuales que garanticen que ese quehacer se está realizando bajo el rigor científico y que al final de cuentas posee el elemento de proyección hacia las comunidades.

Uno de los aspectos fundamentales en el sentido de la investigación, lo constituye la elaboración de los informes y reportes tanto para las prácticas rutinarias de laboratorio como para los trabajos de graduación previos a optar al título de grado. En la mayoría de los casos se pierde la rica información que de esas actividades se desprende, debido a que el conocimiento adquirido no queda adecuadamente sistematizado en bitácoras de trabajo ni en documentos al final de la experiencia. La retroalimentación y la consulta se ven truncados si no existe esa memoria escrita y se interrumpe el proceso mismo de aprendizaje e investigación.

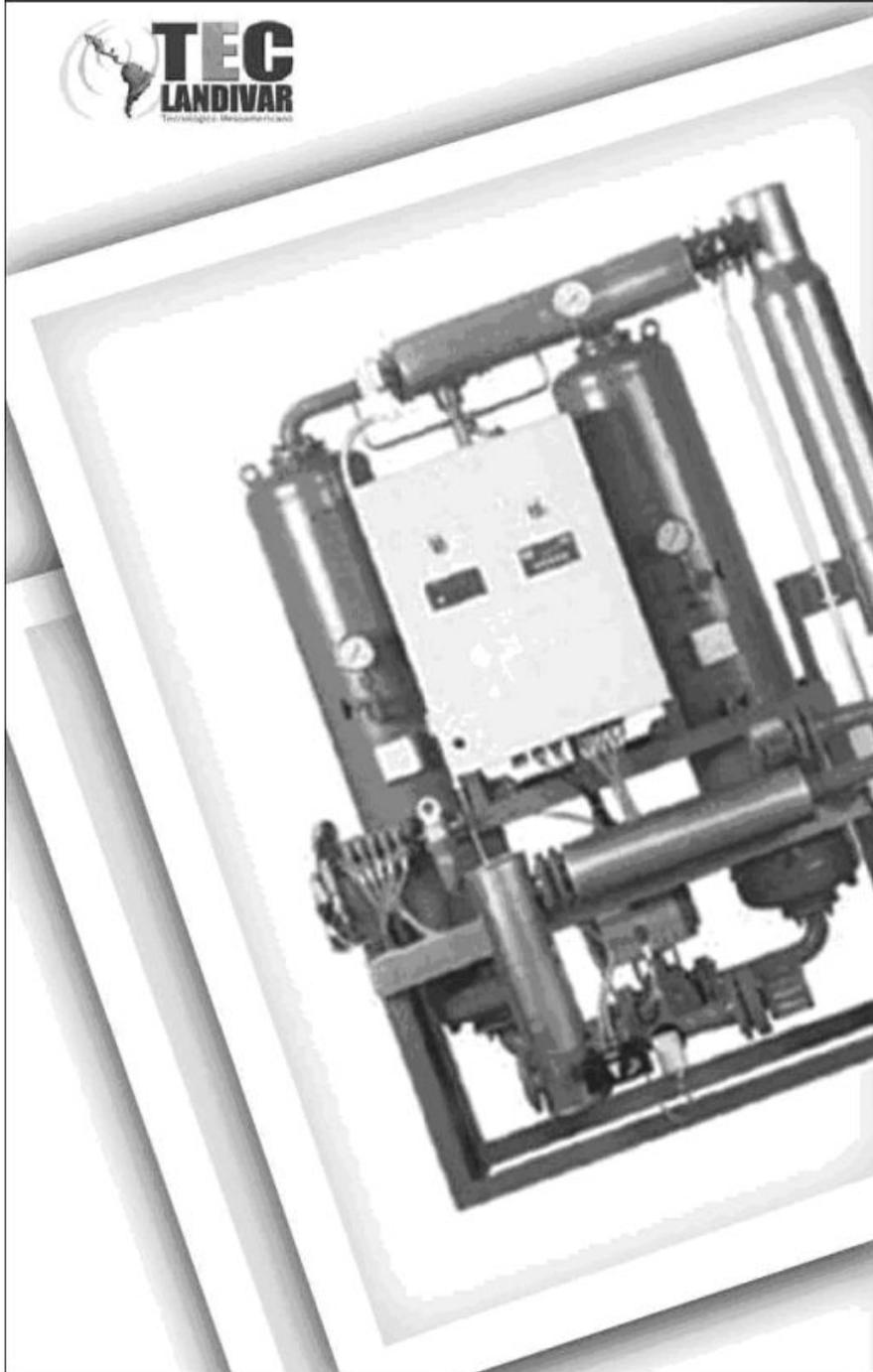
Es de mencionar el caso de los cursos prácticos Ingeniería Primero (ver artículo relacionado en este mismo boletín) e Ingeniería Aplicada, estructurados dentro del currículo de estudios de las carreras de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar. Estas actividades académicas son inminentemente orientados a la práctica de ingeniería y que no por ello quedan exentos de la elaboración de reportes de progreso e informes finales, que sistematicen el conocimiento adquirido, lo evalúen, ponderen y generen una memoria académica.

Presentamos en este artículo el formato adoptado por la Facultad de Ingeniería para la elaboración de Reportes Científicos y Técnicos que gradualmente deberá irse implantando para todos los cursos que conllevan actividades extra-aula, y específicamente de laboratorio o de investigación.

**EL EDITOR**

# Guía para la Elaboración de Reportes Científicos y Técnicos

Ing. Mario Santizo



**Laboratorios del Tec Landívar**  
Facultad de Ingeniería



# Guía para la Elaboración de Reportes Científicos y Técnicos

Laboratorios del TEC Landívar

El objetivo de esta guía es de exponer al estudiante el mecanismo de elaboración de reportes en el área científica y/o industrial.

Consultando las normas de la Organización Internacional para la Normalización [ISO], estudios de investigación e informes técnicos; se desarrolla esta guía para la elaboración de reportes científicos y técnicos.

## CONTENIDO DEL REPORTE

Índice

Abstract

Introducción

1. Fundamento teórico
2. Objetivos
3. Metodología
4. Resultados
5. Discusión de resultados
6. Conclusiones

Bibliografía

7. Apéndice

7.1 Diagrama de equipo

7.2 Muestra de calculo

7.3 Datos originales

7.4 Datos calculados

7.5 Análisis de error

7.5.1 Error en la medida experimental

7.5.2. Error en medidas indirectas

7.5.3. Propagación de errores

La descripción de cada una de las partes que conforma la guía para la elaboración de reportes científicos y técnicos es la siguiente:

### **1. Fundamento teórico:**

En esta sección se presentan los fundamentos teórico prácticos que sirven de base para realizar la práctica. Cualquier ecuación de diseño o modelo matemático utilizado deberá ser explicado con todo detalle en esta sección. No es una descripción de temas que además no sean utilizados como fundamentos o no se mencionen como parte del reporte. En esta sección se deben desarrollar las ecuaciones de diseño que describen los fundamentos de la ingeniería que forman parte del experimento o reporte. Las ecuaciones que se desarrollen en esta sección deben ser numeradas del lado derecho utilizando el programa Math Type. Cada variable correspondiente a cada ecuación debe describirse incluyendo dimensionales. Cualquier ecuación debe contener su rango de aplicación, seguido de la referencia como nota al pie al final de cada página, la cuál incluirá el texto o documento incluyendo la página consultada, esta referencia también debe aparecer en la bibliografía. A partir de esta sección, la páginas se numeran en la parte inferior centrada con números arábigos. (Esta sección abarca de 3 a 5 páginas)

### **2. Objetivos:**

Es una de las secciones más importantes en la elaboración de reportes científicos y técnicos. Los objetivos deben ser tales, que se desarrollen a través de un método experimental y no consecuencia de una investigación bibliográfica. Es muy importante la descripción científica del objetivo y deben ser claramente identificados. Deben excluirse párrafos que no describan objetivos. Usar oraciones puntuales. En esta sección se debe utilizar símbolos en vez de nombrar una variable que se repita varias veces. No se deben presentar en tabla.

### **3. Metodología:**

Es una descripción del método experimental que se utilizó para obtener resultados experimentales. Debe incluirse rangos, condiciones de operación, repeticiones, niveles de experimentación. La metodología descrita debe ser tal, que un profesional de cualquier rama de la ingeniería o técnico debe ser capaz de entender como se desarrolló la práctica y si es necesario, reproducir sin ningún problema o duda la práctica o experimento realizado. La metodología incluye la descripción del procedimiento paso a paso numerada de la forma en que se obtuvieron los datos. En esta sección debe describirse con toda claridad la descripción del equipo utilizado. En esta sección se debe incluir un diagrama de flujo del equipo utilizado, incluyendo los flujos y localización de las variables monitoreadas. A continuación se adjunta un diagrama de flujo sin localización de variables de operación; el cual

debe elaborarse utilizando el programa VISIO profesional 2003: (Esta sección abarca de tres a cuatro hojas)



**4. Resultados:**

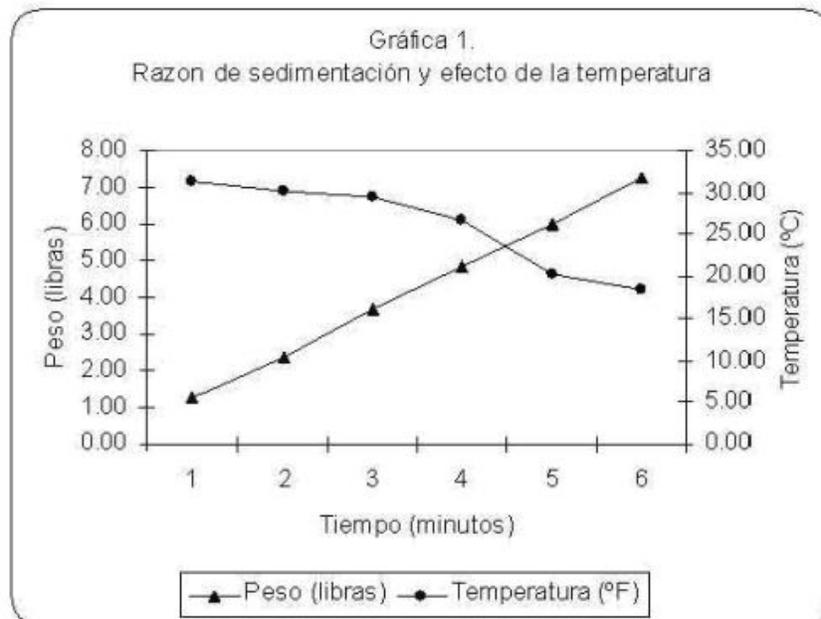
En esta sección se colocan los resultados finales del experimento o práctica. Los resultados deben responder a los objetivos identificados. Los resultados son la expresión mínima a la cual se pueden reducir los datos calculados; estos pueden expresarse en forma de ecuación y/o gráfica o en forma de tabla. Es conveniente en la gráfica insertar la ecuación respectiva a la misma. Se deberá explicar detallada y claramente el procedimiento que se utilizó para obtener los resultados.

- Tabla: Deberá contener un título en la parte superior de la tabla que inicie con la palabra tabla, seguido del número de tabla y un punto; luego se escribe la descripción o título de la tabla. Cuando se haga referencia a una tabla en cualquier parte del reporte deberá insertarse nota de pie al final de página indicando: Ver Tabla x. A continuación se presenta un ejemplo de tabla elaborada en programa Word:

Tabla 1.  
Perdida de presión en tuberías

Flujo (pie <sup>3</sup> /min.)	Largo (m)	Diámetro (pulg.)	Pérdida de presión (lb/plg <sup>2</sup> )
3.12	12	¼	14.56
7.23	12	½	23.14
14.32	12	1	32.34
29.32	12	1 ½	42.12
58.42	12	2 ½	51.58

- **Gráficas:** Igual que las tablas, las gráficas deben estar perfectamente bien identificadas con su respectivo título. El título de la gráfica se coloca en la parte de arriba y deberá iniciar con la palabra Gráfica, seguido del número que le corresponda y punto; y luego la descripción de la gráfica. La gráfica debe enmarcarse en un cuadro con puntas redondeadas. Es importante también elaborar gráficas que relacionen dos, tres o más variables con el propósito de relacionar las tendencias entre ellas; y así conformar una conclusión respecto a la correlación de las variables. Si los valores entre una y otra variable de la gráfica difieren en valores de  $10^3$  se debe utilizar gráficas en escala logarítmica. A continuación se presenta un ejemplo de gráfica elaborada en programa Excel:



- **Calculos:** Se realizan utilizando el programa Math Type, como fondo primario Arial 12 puntos y espaciamiento entre líneas del 200% y el resultado debe cuadrícularse (es una opción de Math Type). A continuación se presenta un ejemplo:

Balace en secador

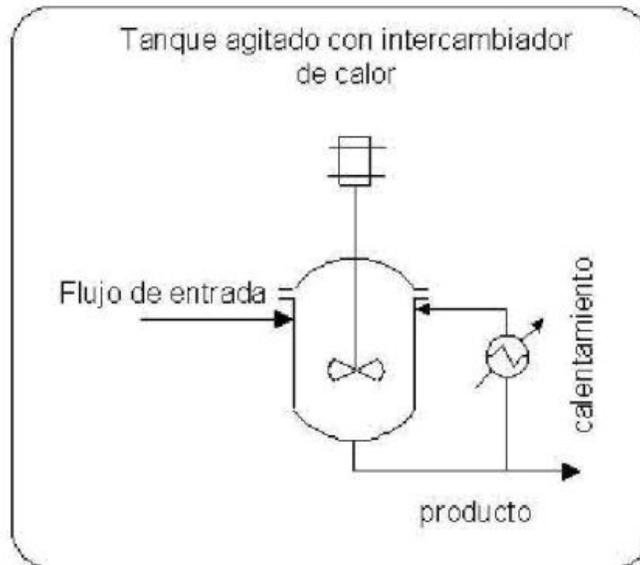
$$\left( \frac{909.1 \text{ lb papel seco saliendo}}{\text{hr}} \right) \left( \frac{1.96 \text{ lb H}_2\text{O}}{98.04 \text{ lb papel seco}} \right)$$

$$= 18.18 \frac{\text{lb H}_2\text{O saliendo}}{\text{hr}}$$

Agua evaporada

$$90.9 - 18.18 = 72.72 \frac{\text{lb H}_2\text{O evaporada}}{\text{hr}}$$

- Diagrama de flujo: Los diagramas de flujo se realizarán en programa VISIO profesional 2003. A continuación se presenta un ejemplo:



##### 5. *Discusión de resultados:*

Es la sección más importante del reporte, debe incluir una explicación profunda y científica de los datos obtenidos en la práctica. Debe establecerse el vínculo entre los datos obtenidos y los resultados a través de su discusión. Si algún resultado no fue lo que se esperaba, se trata de discutir acerca de las razones por la cual el resultado fue distinto a lo esperado y las implicaciones que tiene la tendencia no esperada. En esta sección, el autor debe ser crítico y objetivo; debe referirse a los resultados analíticos, ecuaciones de diseño y/o experimentales, rangos de aplicación de las ecuaciones y gráficas que den soporte a los argumentos. Deben compararse los resultados experimentales con los de la literatura y en determinado momento, si existe una desviación considerable debido a inexactitud de los equipos de medición; argumentarlo a través de un análisis de error adecuado. En esta sección también es muy importante incluir referencias bibliográficas o de documentos en nota al pie al final de página incluyendo la referencia y página respectiva; además de indicar esta referencia en el bibliografía. A cada discusión de resultados, corresponde una conclusión con el mismo número y secuencia. No debe haber conclusiones, sin discusión de resultados. (Esta sección abarca de dos a cinco hojas aproximadamente)

## 6. Conclusiones:

Representan de manera concisa, clara, profesional y comprensible los resultados de la práctica experimental. Las conclusiones deben estar vinculadas a los objetivos, resultados y discusión de resultados. Entre una conclusión y otra debe existir doble espacio. (Esta sección abarca un máximo de una hoja)

## Referencias bibliográficas:

El propósito de la bibliografía es conocer el material de referencia que se utilizó para elegir la metodología de cálculo, ecuaciones de diseño e información adicional correspondiente a la práctica. Además de las referencias de nota al pie al final de cada página; aquí también deben incluirse las páginas que se utilizaron de referencia en cada texto o documento; deberán presentarse de la siguiente manera:

### Documento técnico:

- Buller, D. C.; Harper, T. R. Proceedings of the Europe Oil & Gas Conference; Comm. European Communities: 1991; pp 182-186.
- Grim, R. E. Clay Mineralogy, 2<sup>nd</sup> ed.; Mc-Graw-Hill, Toronto, Canadá, 1968.

### Texto científico:

- M. Ruhemann, Separation of Gases, 2<sup>nd</sup> ed.; Oxford Univ. Press, 1988; pp 564
- J. P. McCullough and D. W. Scott, Experimental Thermodynamics, Vol. 1, "Calorimetry of Non-reacting systems", Butterworth, London (I.U.P.A.C.), 1968; pp 165-168

### Internet:

- <http://www.orfe.org.ar/documentos/doc00123/owg7618/ciencia0054.htm>; sección 3, párrafo 7, comentario 8, ecuación de diseño 1.1; pp 3

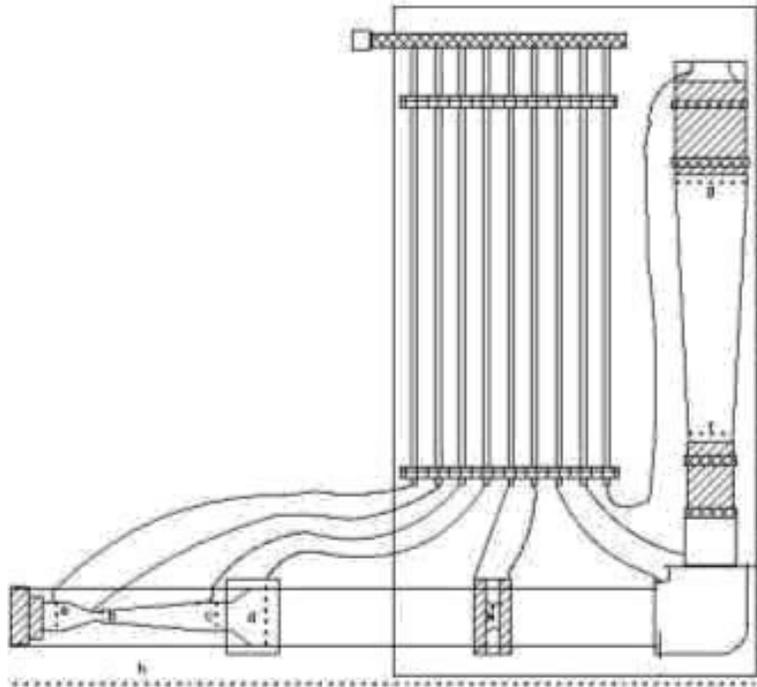
## 7. Apéndices:

Contiene información que interese a quien requiera aplicar conceptos relacionados con la práctica y además constituye el material elaborado por el autor; las secciones del apéndice son las siguientes:

### 7.1 Diagrama de equipo:

En esta sección se esquematiza el equipo. Debe incluirse el nombre técnico

del equipo; así como sus características de placa y sugerencias de cómo mejorarlo e indicar desperfectos que se hubieran identificado en el equipo durante la práctica.



### 7.2 Muestra de cálculo:

En esta sección se presenta de manera detallada los cálculos completos correspondientes a una comida elegida como muestra. La muestra de cálculo debe ser detallada y deben anotarse las aproximaciones o suposiciones que se hicieron, indicando si fuera necesario, aclaración del cálculo de muestra en nota al pie al final de la página incluyendo la referencia y número de página, además de incluirla en la bibliografía. En esta sección se aplican detalladamente las variables, ecuaciones de diseño y dimensionales utilizadas en la muestra elegida. Debe presentarlo utilizando el programa Math Type, como fondo primario Arial 12 puntos y espaciamiento entre líneas del 200%.

### 7.3 Datos originales:

Corresponden a las variables extensivas e intensivas que se obtuvieron en la experimentación o práctica. Los datos originales no son más que el

original de las hojas que contiene esta información y que esta firmada por el catedrático en color azul.

#### 7.4 Datos calculados:

En esta sección se presenta en tablas los datos intermedios y finales de cálculo de todas las corridas realizadas en la experimentación y que son calculados a partir de los datos originales. Los datos calculados deben estar numerados de acuerdo a los datos originales. Puede incluirse graficas.

#### 7.5 Análisis de error

Se deberá tomar en cuenta en la práctica el error instrumental, el error en la aplicación de las ecuaciones de diseño y la propagación de error. En otras palabras, el error instrumental ocasionado por la lectura de las variables (presión, temperatura, flujo), el error en medidas indirectas aplicado a ecuaciones de diseño y por último la propagación de error.

Si alguna variable (medición) obtenida en la práctica se considera fuera de los límites esperados, se deberá analizar esta variable a través de un gráfico de control.

##### 7.5.1. Error en la medida experimental:

$$m (\pm E)$$

lo que indica que puede existir una probabilidad de que:

$$m - E \leq m_{\text{experimental}} \leq m + E$$

##### 7.5.2. Error en medidas indirectas:

se conoce:  $x \pm \delta x$ ,  $y \pm \delta y$

calculamos:  $z = f(x, y)$

##### 7.5.3. Propagación de errores:

asignar un error a z, conocidas las incertidumbres de x & y

Este proceso permite asignar un error al resultado final.

# Objetivos y estrategia de los laboratorios de Operaciones Unitarias

## OBJETIVOS

---

**Objetivo General:** Que el futuro profesional aplique la teoría aprendida en los cursos a través de las prácticas experimentales correspondientes a cada uno de los laboratorios.

**Objetivos Específicos:**

- Determinar la lógica del funcionamiento de los diferentes equipos.
- Elaborar diagramas de los equipos utilizados en las unidades de experimentación.
- Aplicar estrategias experimentales y correlaciones prácticas que permitan alcanzar los objetivos de la práctica.
- Evaluar el funcionamiento del equipo utilizado en las unidades de experimentación.
- Comprobar las ecuaciones de diseño experimental.
- Evaluar el mejor valor experimental a través de cálculos de error.

## ESTRATEGIA

---

**1. Sesión de preparación:** Consiste en el conocimiento del equipo a operar, elaboración del diagrama de flujo y plan de trabajo, que incluye las variables a monitorear durante la ejecución del experimento. En esta sesión deben especificarse los objetivos y la metodología de cómo alcanzarlos.

Al final de la sesión debe entregarse un reporte escrito que incluya:

- Diagrama del equipo, datos de placa y su descripción
- Diagrama de flujo del equipo
- Curvas de calibración (si fuera necesario)
- Descripción de la metodología experimental para alcanzar cada uno de los objetivos propuestos en el diseño experimental.

**2. Sesión de ejecución:** Consiste en la realización del experimento. El coordinador de grupo asignado será el responsable del diseño experimental y comportamiento de grupo. Al inicio de la sesión de ejecución, el catedrático evaluará al grupo para determinar el grado de preparación; luego de la cual el catedrático podrá tomar la decisión de suspender la práctica experimental o realizarla.

**SANTIZO CALDERÓN, MARIO RENE**



Ingeniero Químico graduado de la Universidad de San Carlos de Guatemala con especialización en Auditorías Energéticas. Laboró como investigador asociado del ICAITI

y es consultor industrial especialmente del área de energía. Ha sido docente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidad del Valle y Universidad Rafael Landívar. Encargado del Laboratorio de Operaciones Unitarias, actualmente tiene a su cargo el Laboratorio de Automatización y Control de Procesos del TEC Landívar.

**Guía para la Elaboración de Reportes Científicos y Técnicos**

Ing. Mario Santizo



**Laboratorios del Tec Landívar**  
Facultad de Ingeniería

