

90



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA



EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUÍMICA

"DENSIDAD. VALIDACIÓN DEL GUIÓN EXPERIMENTAL
ELABORADO DENTRO DEL PROGRAMA DE REFORMA DE LA
ENSEÑANZA EXPERIMENTAL"

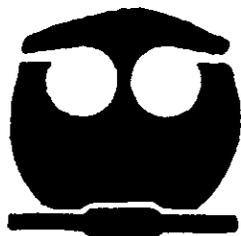
TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

PRESENTA

GABRIELA HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ DEL CASTILLO



297490

MÉXICO, D.F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado Asignado

Presidente	Prof. Adela Castillejos Salazar
Vocal	Prof. Jesús González Pérez
Secretario	Prof. Mercedes Llano Lomas
1er Suplente	Prof. B. Xóchitl Martínez Lascurain
2o Suplente	Prof. Hermila Llaven Nucamendi

Sitio donde se desarrolló el tema:

Lab C-7, Facultad de Química, UNAM.

Asesor del tema:

Mercedes Llano Lomas



Supervisor Técnico

Graciela Müller Carrera



Sustentante:

Gabriela Hernández Fernández del Castillo



AGRADECIMIENTOS

A la UNAM y Fundación UNAM, por su apoyo en programas como el de iniciación temprana a la docencia.

A Mercedes Llano y Graciela Müller por su constante interés en el aprendizaje de los estudiantes y por todo el tiempo que le dedicaron a esta tesis.

A todos los profesores, alumnos y amigos que contribuyeron en la realización de este trabajo

DEDICATORIAS

A mis padres por su amor, por los valores que me han inculcado, por su apoyo incondicional.

A mis hermanos Manuel, Lulú, Ale, Marcelino y Jorge por su cariño y sinceridad.

A mis amigos Alfredo, Elizabeth, Itzé, Luis, Raúl y Uriel con los que he compartido muchos momentos y quienes son como mi segunda familia.

A Adrián, Alex, Cuau, David, Eduard, Javier, Juan Septián, Laley, Manuel, Nahanny, Rafa, Ramón, Rich, porque mi vida no sería lo mismo sin haberlos conocido.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
III. ENSEÑANZA DEL CONCEPTO "DENSIDAD"	5
IV. GUIÓN DE TRABAJO EXPERIMENTAL	18
V. HERRAMIENTAS DESARROLLADAS PARA LA EVALUACIÓN DEL GUIÓN EXPERIMENTAL	27
VI. RESULTADOS	36
VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS	103
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
Bibliografía	106

I. INTRODUCCIÓN

El Programa de Reforma de la Enseñanza Experimental (PREE) se inició en la Facultad de Química en el año 1994 debido a la preocupación de muchos profesores por mejorar el aprovechamiento de los alumnos en las asignaturas prácticas. Una de las actividades más importantes dentro de este Programa ha sido la elaboración de guiones experimentales que permitan a los alumnos adquirir el conocimiento con asombro e interés.

El análisis de los contenidos del Laboratorio de Química General mostró que uno de los temas que requieren ser estudiados por la vía experimental es el de "Densidad". La experiencia que se tiene indica que es un concepto difícil de aprender y aprehender cuando sólo se enseña desde un enfoque teórico, y además es un concepto ampliamente requerido para la resolución de problemas de muchas asignaturas.

La finalidad de esta tesis es determinar, a través del análisis de resultados experimentales obtenidos por los alumnos, si el guión experimental "Densidad" contiene los elementos necesarios para que el alumno logre descubrir por sí mismo este concepto.

Se presenta un estudio bibliográfico de la forma en que se enseña este tema desde la secundaria y ejemplos de aplicaciones que tiene durante las carreras. Se incluyen los fundamentos considerados para la elaboración del guión experimental y se presentan las herramientas que se utilizan actualmente para evaluar el desempeño de los alumnos. Tanto el guión experimental como las herramientas para la evaluación fueron diseñados previamente a éste trabajo, sin embargo se hicieron algunas modificaciones a las herramientas para facilitar su uso. Los resultados que se han obtenido a través de varios semestres en los que se ha utilizado el guión se analizan y se llega a la conclusión de cómo se cumplen los objetivos planteados al diseñar este guión.

II. ANTECEDENTES.

La enseñanza en el laboratorio tiene sus inicios por lo menos el año 1820 (Pickering, 1993). En aquel entonces los laboratorios eran lugares en donde el conocimiento se adquiría a través de la realización de experimentos y desde entonces el laboratorio ha sido parte esencial en el aprendizaje de la ciencia. Sin embargo, debido a la falta de innovación en los métodos, en la actualidad algunos cursos de laboratorio se han convertido en cursos aburridos en los que el único interés del alumno es acreditar la materia.

Los experimentos que se llevan a cabo en un laboratorio deben permitir al alumno aprender conceptos que si sólo son estudiados en forma teórica serían muy difíciles de asimilar y además deben despertar su curiosidad para explicarse los fenómenos estudiados. Sin embargo, durante muchos años la enseñanza experimental se ha limitado a proporcionar a los estudiantes una receta de cocina a seguir con el fin de obtener un resultado numérico determinado, sin una preocupación real porque en él se adquiriera conocimiento.

Esto ocasiona que en carreras de carácter científico como la Química, en donde la enseñanza experimental es un elemento clave en el aprendizaje, se tenga una formación deficiente de profesionistas, que no son capaces de describir con precisión los fenómenos naturales o leyes científicas, y mucho menos, de identificar los fenómenos y problemas que intervienen dentro de un proceso industrial o un equipo determinado.

Esta problemática se ha analizado dentro de la Facultad de Química y se logró concluir que la causa no se encuentra en programas de estudio mal estructurados o en una seriación de materias inadecuada; tampoco es una justificación la baja calidad de los alumnos o los profesores, sino que existe una defectuosa aprehensión del conocimiento estipulado en el plan de estudios.

En 1994 dio inicio en la Facultad de Química el Programa de Reforma de la Enseñanza Experimental (PREE), con el fin de estructurar el trabajo en los laboratorios de manera que se permita al alumno adquirir el conocimiento a través de un proceso de descubrimiento de los fenómenos, en donde él mismo sea capaz de buscar respuestas al fenómeno estudiado, de manera opuesta a la práctica tradicional en donde la enseñanza es de carácter receptivo, pasivo y en donde el estudiante sólo contempla, repite y sigue instrucciones. Se busca que por medio de un problema bien definido, que contenga una incógnita que debe resolverse por vía experimental, sea posible encontrar una explicación y se pueda inferir la ley o concepto en estudio. Esta reforma busca despertar mayor interés por el trabajo experimental, de tal forma que además de que se adquiriera el conocimiento preciso se haga con asombro y placer.

Los lineamientos del PREE (Hernández Luna, 1994) establecen que se deben seleccionar aquellos temas o conceptos cuyo aprendizaje se vea favorecido al realizarse por vía experimental.

Una vez seleccionados los conceptos a estudiar, se proponen los siguientes pasos para el desarrollo de los guiones experimentales a utilizar dentro de los cursos de laboratorio.

1. Definir de manera precisa el objetivo académico a conseguir y el objeto de conocimiento a ser aprendido por el estudiante.
2. Realizar el trabajo experimental requerido en el laboratorio a fin de que el profesor adquiriera un conocimiento pleno del fenómeno por enseñar.
3. Seleccionar las sustancias, materiales, equipo, métodos de análisis, medidas de seguridad, etc. necesarios para las actividades experimentales de los estudiantes.
4. Establecer las condiciones de operación apropiadas para la experimentación.
5. Generar el problema experimental que al ser resuelto por el estudiante le permitirá adquirir el conocimiento señalado en el punto 1.
6. Elaborar el guión de enseñanza experimental para el estudiante. Este guión debe contar con los siguientes elementos:
 - a) Título del guión
 - b) Enunciado del problema a resolver. Este debe consistir en una pregunta clara y concisa dirigida al estudiante. Debe señalarse que sólo hay una respuesta correcta y que en ella radica la solución al problema.
 - c) Información estrictamente necesaria para el estudiante sobre sustancias, materiales, equipo, métodos de análisis, medidas de seguridad, tratamiento de desechos, etc.
 - d) Información sobre intervalos de operación experimental recomendables, así como secuencia de eventos.
 - e) Cuestionario sobre aspectos relacionados a las actividades propias de la experimentación. Este cuestionario debe contener una serie de preguntas que persiguen lo siguiente:
 - ✓ Ayudar a fijar la atención del estudiante en los aspectos claves, necesarios para dar solución al problema planteado.
 - ✓ Inducir al estudiante a percatarse de las relaciones de causalidad existentes en el o los fenómenos bajo estudio.
 - ✓ Ayudar al estudiante a constatar por sí mismo la validez de los resultados obtenidos a lo largo del estudio experimental.
 - ✓ Facilitar el ordenar convenientemente los resultados obtenidos.
 - ✓ La última pregunta de este cuestionario debe corresponder a la planteada en el enunciado inicial del guión y debe dar lugar a una respuesta única y

precisa. Esta respuesta será la conclusión misma del correcto análisis y validez de los resultados obtenidos durante la experimentación realizada.

Los guiones desarrollados dentro de este programa se someten a evaluación por parte de un Comité designado para determinar si efectivamente el guión cumple con los requisitos necesarios para lograr el aprendizaje del alumno. Una vez aprobados se implantan en el curso correspondiente.

Hasta este momento los participantes en este programa han sido profesores apoyados por alumnos de los últimos semestres que tienen mayor dominio de la asignatura. Ahora se requiere verificar si realmente el alumno logra un mayor conocimiento del tema después de realizar el guión experimental.

III. ENSEÑANZA DEL CONCEPTO “DENSIDAD”.

De acuerdo con la experiencia con alumnos del Laboratorio de Química General y después de analizar el contenido del programa correspondiente, se concluyó que el concepto de densidad debía considerarse para ser enseñado de acuerdo con los principios del PREE debido a lo siguiente:

- Su comprensión resulta difícil para los alumnos de Química General a pesar de que forma parte de los programas de estudio desde la secundaria.
- Se requiere para resolver problemas de diferentes asignaturas de semestres superiores.
- Su aprendizaje se facilita si se enseña por vía experimental.

En las tablas 3.1 y 3.2 se presenta un resumen del enfoque que se da a este tema en los niveles de educación media, media superior y superior. Se hizo una revisión bibliográfica de los textos utilizados en cada nivel y un análisis de la forma en la que es tratado en cada uno de ellos. Los resultados se presentan en las tablas, las cuales muestran de manera general el contenido de cada texto considerando los aspectos básicos requeridos para la enseñanza del tema; se incluyen comentarios respecto a la existencia de información adicional que permita al alumno una mayor comprensión y dominio del tema.

El objetivo de esta revisión bibliográfica es únicamente tener una idea de los conocimientos que se espera que el alumno posea en cada nivel, de acuerdo con el plan de estudios correspondientes.

3.1 “Densidad” en los libros de Texto del Nivel Medio (secundaria).

Se consultaron los siguientes textos:

Título	Autores	Editorial
A Telesecundaria.	Juárez, et al.	SEP
B Química 1.	Bannet Romero.	Harla
C La Física y la Química en el Entorno.	Guzmán, <i>et al.</i>	SITESA
D El Libro para el Maestro.	Chamizo, <i>et al.</i>	SEP
E El Mundo, Tú y la Química.	Flores, <i>et al.</i>	Esfinge
F Química 1. Segundo Grado.	Bascuñan, <i>et al.</i>	Limusa
G La Aventura con la Ciencia: Química 1.	Valdes, <i>et al.</i>	Ed. Pedagógicas

Tabla 3.1 Cuadro comparativo de contenido de la bibliografía utilizada en el Nivel Medio.

CONCEPTO	TEXTO						
	A	B	C	D	E	F	G
1. Definición y ecuación para determinar la densidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. Ejemplos de cálculo	✓		✓	✓	✓	✓	✓
3. Densidad como una propiedad intensiva			✓				✓*
4. Densidad como función de la pureza del sólido o del solvente.					✓	✓	✓
5. Densidad como función de la concentración de una solución				✓		✓	✓
6. Densidad como función de la temperatura		✓			✓	✓	✓
7. Densidad como factor de conversión masa/volumen				✓		✓	✓

* En este caso no se menciona el concepto de propiedad intensiva, pero se refieren a propiedad característica como "aquella cuyo valor es el mismo para todas las muestras de diferentes cantidades".

A. En el texto "Telesecundaria", en la sección de Física, se dedican unas páginas a explicar la densidad. El autor se enfoca principalmente a explicar por qué los líquidos y sólidos flotan sobre otros líquidos y qué ocurre cuando los líquidos tienen densidades semejantes. Incluye la fórmula para calcular la densidad y una tabla de densidades de distintos sólidos, líquidos y gases puros.

B. **Florencia Bannet Romero** trata el tema de forma muy breve. Se presenta la definición de densidad y se explica su dependencia con la temperatura. Se explican los conceptos de densidad relativa y peso específico y se incluye una tabla de densidades de distintas sustancias.

C. En "La Física y la Química en el entorno" el tema se inicia con una descripción de los conceptos de masa y volumen y tras la observación de que algunos objetos pueden ser más grandes y pesar menos se introduce el concepto de densidad. Se comparan las densidades de una canica y una bola de unicel al ver cuál de ellas flota en el agua, y también se compara la densidad de la vaselina con el agua.

Los autores se enfocan a explicar las propiedades de la materia y a diferenciar las propiedades intensivas de las extensivas. Puesto que se considera a la densidad como una propiedad intensiva muy importante, se le dedica más espacio a esta que a las demás.

D. "El Libro para el Maestro" es una guía en donde se presentan los objetivos del curso, así como una explicación de qué tanto se debe profundizar en cada tema. En cuanto al tema de densidad se tocan los siguientes puntos:

- ✓ Se explica que el alumno entenderá el concepto de densidad por medio de la comparación de las medidas de masa para un mismo volumen de diferentes materiales.
- ✓ Se presenta una experiencia de cátedra en la que se deja caer un limón en un vaso con agua y se observa que llega hasta el fondo. Posteriormente se va agregando sal al agua, esta aumenta su densidad y se logra que el limón flote.
- ✓ Como actividades complementarias se plantean problemas para comparar la densidad de varios materiales y sustancias. Los problemas incluyen una explicación a la respuesta y en su mayoría son de tipo cualitativo sólo uno de ellos incluye cálculos numéricos.
- ✓ Se plantea el desarrollo de una clase en la que los alumnos pueden determinar las densidades de varias sustancias (harina, azúcar, sal, agua, alcohol, aceite, vinagre y plastilina) registrando mediciones de masa para volúmenes constantes de ellas. El maestro debe actuar como un guía que interviene para hacerles preguntas y dar apoyo a la discusión de los estudiantes.

E. En "El Mundo, Tú y la Química", el tema de densidad se inicia con un experimento en el que se obtiene la masa para volúmenes iguales de líquidos diferentes; se obtiene la relación masa/volumen y se plantean al alumno varias preguntas al respecto. Una vez que concluye el experimento, se le da una explicación muy clara acerca de la densidad, que incluye su dependencia con la temperatura.

En un segundo experimento se determina la densidad de monedas de diferentes denominaciones para concluir que la densidad es una propiedad particular de cada sustancia, que permite diferenciarla de otras sustancias y se incluye una tabla de densidades de distintos gases, líquidos y sólidos puros.

Un último experimento consiste en verter soluciones de diferentes densidades dentro de un tubo de ensaye para que se pueda observar cuál sustancia se va hasta al fondo y cuál flota sobre las demás.

Se proponen también tres problemas para que sean resueltos por los alumnos y se incluye una lectura adicional en donde se explican fenómenos naturales relacionados con el cambio de densidad en agua y aire.

F. Los autores de "Química I. Segundo grado", hacen una introducción al tema, contando una historia en la que, al final, un amigo imaginario plantea varias preguntas acerca de porqué ocurrieron los fenómenos relatados.

El tema se desarrolla mostrando ejemplos que serán muy fácilmente recordados por el estudiante, ya que describe y explica el porqué de situaciones que se presentan en la vida

diaria. Se menciona qué es la densidad, su relación con la temperatura, el uso de la densidad en la determinación de la composición de mezclas, la razón por la que algunos materiales flotan sobre el agua y el cambio en la densidad al incrementarse la concentración de una solución. Se incluyen tablas de densidades de metales, gases, líquidos y de otros materiales como cereal, piedra, madera, etc. Se presentan ejemplos de cálculo y problemas para resolver. ejercicios numéricos. Se plantean dos experimentos, uno de ellos para medir la densidad de sólidos y líquidos y otro para comparar densidades.

G. En "La aventura con la ciencia" los autores inician el tema relatando el cuento del rey Hierón, que le pregunta a Arquímedes cómo puede determinar si una corona esta hecha con oro puro. La solución no se le presenta al alumno, sino que se le invita a que él mismo lo descubra al finalizar el tema.

Se da una explicación acerca de la masa que tendrían volúmenes iguales de diferentes sustancias y el volumen que ocuparía la misma masa de distintas sustancias. Posteriormente se presentan al alumno diversas actividades:

- a) Medición de la masa de diferentes cantidades de agua para calcular la relación masa/volumen
- b) Ordenar diferentes materiales del menos denso al más denso.
- c) Uso de diferentes unidades para expresar la densidad.
- d) Problemas resueltos
- e) Problemas por resolver
- f) Cálculo de la densidad a diferentes temperaturas
- g) Determinación de la densidad de un sólido
- h) Comparación de la densidad del agua y el aceite
- i) Determinación de la densidad de un líquido
- j) Experimento de un huevo que flota al sumergirlo en agua con sal.
- k) Comparación de densidades de distintas sustancias.

Al finalizar cada actividad se plantean varias preguntas y algunas explicaciones que le permitirán al alumno concluir lo siguiente:

- a) La densidad no depende de la cantidad de materia y es diferente para cada sustancia.
- b) La densidad se obtiene al dividir la masa entre el volumen
- c) La densidad varía con la temperatura.
- d) La densidad varía con la concentración
- e) Se puede determinar que una sustancia es menos densa que otra si flota sobre ella.

Al finalizar el capítulo se le pide al alumno que explique la solución al problema del rey Hierón planteado al principio y como lectura adicional se presenta una explicación del fenómeno de la inversión térmica.

3.2 "Densidad" en los libros de Texto del Nivel Medio Superior (preparatoria).

Se encontró que en la mayoría de los casos, la bibliografía utilizada en el nivel medio superior es la misma que se recomienda en licenciatura. En su defecto, se utilizan sólo los apuntes del profesor que imparte la clase.

3.3 "Densidad" en los libros de Texto del Nivel Superior (licenciatura).

Se consultaron los siguientes textos:

Título	Autores	Editorial
A Química.	Mortimer.	Grupo Editorial Iberoamérica
B Química.	Garritz, <i>et al.</i>	Addison Wesley- Iberoamericana
C Química.	Brown, <i>et al.</i>	Prentice Hall
D Química.	Chang.	McGrawHill
E General Chemistry.	Ebbing.	Houghton Mifflin Co
F General Chemistry.	Holtzclaw.	D.C. Health & Co.
G Chemistry.	Radel.	West Publishing Co.
H General Chemistry.	Petrucci.	Prentice Hall

Tabla 3.2 Cuadro comparativo de contenido de la bibliografía utilizada en el Nivel Superior.

CONCEPTO	TEXTO							
	A	B	C	D	E	F	G	H
1. Definición y ecuación para determinar la densidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. Ejemplos de cálculo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Densidad como una propiedad intensiva				✓		✓		✓
4. Densidad como función de la pureza del sólido o del solvente.			✓		✓		✓	
5. Densidad como función de la concentración de una solución								✓
6. Densidad como función de la Temperatura					✓	✓	✓	
7. Densidad como factor de conversión masa/volumen	✓	✓		✓	✓		✓	✓

A. Charles Mortimer en **Química** define la densidad como la masa por unidad de volumen de una sustancia. Contiene dos ejemplos resueltos en los que se pide calcular la densidad de la Tierra y el volumen de la Luna proporcionando los datos de masa y volumen para el primero y densidad y masa para el segundo. Los problemas no resueltos son del mismo estilo; en uno de ellos se le pide al alumno que determine si la mantequilla flotará sobre el agua, después de haber calculado su densidad.

B. En el libro de **Garritz, Cruz y Chamizo** se explica la densidad de una manera muy resumida. Se define la densidad como la masa que tiene una unidad de volumen y se explica que es una propiedad que caracteriza a las sustancias puras. Se incluye un ejemplo en el que muestra la masa que tienen 100 mL de diferentes sustancias (agua, éter, disulfuro de carbono y mercurio) y a partir de este dato se calcula su densidad.

Los ejercicios para resolver son sencillos e involucran encontrar el valor de la densidad, masa o volumen una vez proporcionado el dato de las otras dos variables; en ocasiones se proporcionan los valores de las dimensiones del material en estudio para calcular el volumen correspondiente.

C. El libro **Química, la Ciencia Central** contiene una definición del concepto de densidad y menciona las unidades más frecuentemente utilizadas para expresarla, así como una explicación en la que se indica la diferencia entre densidad y peso. Incluye también una tabla en la que se muestran la densidades de varios materiales como aire, madera, agua, sal, hierro y oro.

El autor presenta un ejercicio de muestra con una explicación de su resolución y otro en el que sólo se proporciona el resultado numérico. Entre los ejercicios por resolver se encuentran problemas numéricos simples y preguntas teóricas acerca de propiedades intensivas y de cómo se puede determinar si un líquido homogéneo es puro o no.

D. **Raymond Chang** define la densidad como la masa del objeto dividida entre su volumen. Explica que su valor no depende de la cantidad de masa presente, y que por lo tanto, es una propiedad intensiva.

Contiene dos ejemplos resueltos. En el primero se pide calcular la densidad del platino a partir de los valores de masa y volumen y en el segundo se pide calcular la masa del etanol para un volumen y densidad determinados. Los ejercicios presentados al final del capítulo son muy similares a los resueltos; los de mayor grado de dificultad involucran investigar densidad de diferentes elementos, así como el cálculo de la densidad de un metal a partir del volumen que ocupa al sumergirse en agua.

E. En el texto de **Darrel Ebbing, General Chemistry**, la sección inicia con definición de la densidad. Se presenta la ecuación utilizada para calcularla y se presenta un ejemplo sencillo de cálculo. Continúa con una descripción más detallada donde compara la magnitud de la densidad para un sólido (plomo), un líquido (agua, a dos diferentes temperaturas) y un gas (oxígeno). Se explica la importancia de la densidad para identificar una sustancia y determinar su pureza.

El texto contiene problemas resueltos así como ejercicios para resolver y una figura en donde se muestra una moneda de cobre flotando sobre mercurio y 3 líquidos diferentes flotando en un tubo de ensaye, uno sobre otro, en función de la densidad de cada uno de ellos.

F. Henry Holtzclaw utiliza la misma definición de densidad que en el libro anterior, afirmando que es una propiedad muy importante que sirve para caracterizar las sustancias, que es una propiedad intensiva y que su valor es función de la temperatura. Se incluye una tabla con valores de densidades de gases, líquidos y sólidos.

Los problemas resueltos son sencillos aunque involucran conversiones de sistemas de unidades, pero los ejercicios por resolver son más complicados e incluyen preguntas con las que el alumno puede reforzar el conocimiento adquirido, sobre todo, en relación a la dependencia de la densidad con la temperatura.

G. En Chemistry de Stanley Radel se explica que cada sustancia tiene una densidad característica a cierta temperatura, y que conociendo la densidad se puede identificar una sustancia, así como su pureza. También se menciona que la densidad es una propiedad cuyo valor varía al aumentar la temperatura.

Se incluyen ejercicios resueltos, una tabla de valores de densidad y una explicación de cómo se puede medir la densidad de objetos irregulares. Además se explica el concepto de gravedad específica.

H. General Chemistry, Principles and Modern Applications, de Ralph Petrucci, es el libro más completo de todos los analizados en el nivel superior. El tema se inicia explicando lo que son las propiedades intensivas y extensivas y se define la densidad como una propiedad intensiva resultado de la relación masa/volumen. Se incluye un cuadro comparativo en donde muestra el intervalo valores que puede llegar a tener la densidad de sólidos, líquidos y gases.

Los ejercicios resueltos que contiene implican la conversión de unidades y los ejercicios para resolver son del mismo estilo.

En la sección en la que se presenta del tema de "porcentaje en peso" se relaciona la densidad con la concentración y se incluyen problemas en donde se requiere conocer la densidad de una solución para que conociendo el valor de la concentración correspondiente se pueda encontrar la masa de soluto disuelta.

3.4 "Densidad". Problemas y aplicaciones a nivel licenciatura.

Como ya se mencionó anteriormente, la densidad se utiliza en la solución de problemas de las diferentes asignaturas que se imparten en la Facultad.

A continuación se presenta una explicación de los principios del termómetro y el manómetro que son aparatos donde la densidad juega un papel importante y que son ampliamente utilizados tanto en la carrera como en la industria y posteriormente se presentan ejercicios que implican la aplicación del concepto de densidad para la solución de problemas.

a) El termómetro y manómetro (Smith *et al*, 1996).

El termómetro se utiliza para medir la temperatura y consiste en un tubo de vidrio sellado que contiene generalmente mercurio y nitrógeno. Al existir un aumento en la temperatura, el mercurio se dilata y sube por el tubo, si ocurre un enfriamiento, se contrae y desciende. Una característica del mercurio es su bajo punto de fusión (-39 °C) y alto punto de ebullición (357 °C).

El manómetro es un instrumento para comparar presiones. Consiste en un tubo en forma de "U" que contiene un líquido (generalmente mercurio). Las presiones de interés, p_1 y p_2 , son transmitidas en los dos extremos de la columna a través de un gas inerte, cuya densidad es despreciable comparada con la del líquido. De esta manera, midiendo la diferencia de alturas entre ambos extremos, se puede conocer la presión del sistema en estudio aplicando la siguiente ecuación:

$$p_1 - p_2 = \rho gh \quad (\text{ec. 3.1})$$

donde

- p_1 = presión en el extremo izquierdo de la columna
- p_2 = presión en el extremo derecho de la columna
- ρ = densidad del líquido
- g = aceleración de la gravedad
- h = altura

b) Cálculo del número de Reynolds y Ecuación de Bernoulli en la carrera de Ingeniería Química (Crane, 1984)

$$Re = \frac{dv\rho}{\mu} \quad (\text{ec. 3.2})$$

- Re = Número de Reynolds
- d: diámetro
- v: velocidad del fluido
- ρ : densidad del fluido
- μ : viscosidad del fluido

Esta ecuación es muy utilizada en flujo de fluidos en el diseño de tuberías. Calculando el número de Reynolds se busca un factor de fricción en una tabla. A su vez, estas pérdidas por fricción se incluyen en la ecuación de Bernoulli que también tiene una estrecha relación con la densidad:

$$\frac{P_1}{\rho} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_L \quad (\text{ec. 3.3})$$

y

$$h_L = f' \frac{v^2}{2g} \left(\frac{L}{D} \right) \quad (\text{ec. 3.4})$$

Donde:

P_1 : Presión en el punto 1.

P_1 : Presión en el punto 1.

z_1 : altura en el punto 1

z_1 : altura en el punto 1

v : velocidad media de flujo

g = aceleración de la gravedad = 9.81 m/s o 32.2 ft/s

ρ : densidad del fluido.

f' : factor de fricción obtenido en tablas

L/D = Longitud equivalente de resistencia al flujo.

Dependiendo del tipo de problema, se pueden despejar las variables necesarias, como Presión, altura, etc.

c) Conversión de flujo másico a volumétrico y viceversa en Ingeniería Química (Himmelblau, 1988).

$$W = Q\rho \quad (\text{ec. 3.5})$$

W : Flujo másico

Q : Flujo volumétrico

ρ : densidad

Para realizar un balance de materia es necesario conocer el flujo másico ya que éste valor que permanece constante, a diferencia del flujo volumétrico que puede verse afectado por cambios en la temperatura, reacciones químicas, etc. Sin embargo, en la práctica los medidores de flujo arrojan valores en unidades de volumen por tiempo por lo que es necesario hacer la conversión a unidades de masa por tiempo

d) Método de concentración gravimétrica en la carrera de IQM (Wills, 1994).

El método de la concentración gravimétrica se utiliza dentro de esta área para separar minerales de diferente densidad relativa por acción de la gravedad y otras fuerzas. Para una separación efectiva es indispensable que exista una marcada diferencia de densidad entre el mineral y la ganga. A partir del criterio de concentración, se tendrá idea sobre el tipo de separación posible.

Aplicando la siguiente ecuación se obtiene una cociente que hace posible determinar si el conveniente utilizar este método o no:

$$r = \frac{D_h - D_f}{D_l - D_f} \quad (\text{ec. 3.6})$$

donde D_h = densidad relativa del mineral pesado
 D_l = densidad relativa del mineral ligero
 D_f = densidad relativa del medio fluido.

Si el cociente es mayor de 2.5 (absoluto), entonces la separación gravimétrica es relativamente fácil. A medida que el cociente disminuye, la eficiencia de la separación disminuye; a menos de 1.25 la concentración por gravedad, por lo general no es comercialmente posible.

e) Columna de gradiente de densidad en Química (Campbell *et al*, 1989; Storer *et al*, 1999)

Dentro del estudio de los polímeros se requiere conocer la densidad de diferentes muestras para determinar su cristalinidad o historia termomecánica y también para clasificar el polímero como de alta o baja densidad.

La columna de Gradiente de Densidad es la técnica mas ampliamente utilizada para este fin. Consiste en un tubo de vidrio graduado en donde se mezclan dos líquidos de diferente densidad. En la parte inferior de la columna se encuentra el líquido mas pesado. Conforme se va llenando la columna la concentración de la mezcla varía de tal manera que la densidad va disminuyendo con la altura y en la parte mas alta de la columna se tiene la densidad del líquido más ligero. Cuando la muestra es colocada en la columna esta permanece a la altura en donde el líquido tiene la misma densidad que la muestra.

La densidad se puede obtener a través de la gráfica de calibración elaborada previamente en donde se toma la altura de distintos flotadores de referencia de densidad conocida.

Para asegurar una medición mas precisa se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones antes de utilizar el aparato:

1. Los líquidos deben estar libres de gases antes de preparar la columna: Si se forman burbujas de aire y se adhieren al flotador de referencia o a la muestra, el error es muy grande.
2. Los flotadores de referencia y las muestras deben ser humedecidas con el líquido mas denso antes de introducirlos a la columna, con lo que se reducirá la posibilidad de formación de burbujas.
3. La columna debe estar rodeada de un baño a temperatura constante.
4. Es importante seleccionar líquidos que no actúen sobre el polímero. Soluciones de yoduro de potasio son muy recomendables.

f) Calidad de la leche en la carrera de Química de Alimentos (Veisseyre, 1988; Francis *et al*, 1992)

Una práctica muy utilizada entre productores de leche con pocos escrúpulos es el aguado de la leche, que consiste en la adición de agua a la leche, disminuyendo su valor nutritivo e incrementando el riesgo de contaminación por gérmenes patógenos.

Existen varias técnicas para identificar si la leche ha sido adulterada, entre ellos, se encuentra la medición de la densidad que se efectúa con un lactodensímetro. La densidad de la leche puede encontrarse entre los valores de 1.028 y 1.034 g/mL. La leche entera tendría una densidad promedio de 1.032, mientras que una leche descremada de 1.036 y una leche aguada reportaría valores menores a 1.029.

g) Determinación del contenido de agua en la mantequilla en la carrera de Química en Alimentos (Hart *et al*, 1991).

De acuerdo con la Food and Drug Act del Canadá, la mantequilla no debe tener mas de un 16% de agua. El contenido de agua se puede determinar pesando con precisión entre 1.5 y 2.5 g. de mantequilla en una cápsula tarada, de fondo plano y no menos de 5 cm. de diámetro. Se debe desecar a peso constante en una estufa mantenida a la temperatura de ebullición del agua. El contenido en agua es equivalente a las pérdidas de peso experimentales.

Aunque en este caso aparentemente la densidad no está relacionada de una manera directa, el procedimiento para determinar la cantidad de agua es igual al que se utiliza en el problema 3, para determinar la concentración de la solución problema.

h) Estabilidad de emulsiones en Química de Alimentos (Fennema, 1985, 1996).

Una emulsión es una dispersión de un líquido en gotitas en otro líquido inmiscible. Un ejemplo de emulsión puede ser la mantequilla, margarina, mayonesa, aderezos, leche, nata, crema no láctea y helados.

Es posible que se produzcan cambios físicos en las gotitas dispersas durante el almacenamiento de las emulsiones alimenticias, con la posterior disminución de su calidad. Los cambios de estabilidad de las emulsiones alimenticias pueden desarrollarse a través de los procesos de descremado, floculación y coalescencia.

El fenómeno del descremado se lleva a cabo la flotación o sedimentación de las gotitas emulsionadas y dispersas y, finalmente, hay el peligro de que el sistema se transforme en dos capas de emulsión, una más rica y otra más pobre en la fase dispersa que en la emulsión inicial. La velocidad de separación de la gotita se expresa mediante la ecuación de Stokes:

$$V = \frac{2r^2 g(\rho_1 - \rho_2)}{9\eta} \quad (\text{ec. 3.7})$$

donde:

V: velocidad de separación de la gotita

r: radio de la gotita

g: aceleración de la gravedad

η : viscosidad de la fase continua

ρ_1 y ρ_2 : densidad de las dos fases.

Por esto es deseable que las densidades de ambas fases sean muy similares en un orden de $\pm 10^2 \text{ kg/m}^3$

i) Examen General de Orina en la carrera de Químico-Fármaco-Biólogo (Kaplan *et al*, 1996, 1995; Tietz, 1970).

Una de las pruebas que se realiza en el análisis general de orina es el de gravedad específica (o densidad). Es una prueba muy importante para determinar deficiencias en el funcionamiento del riñón. Los rangos normales de densidad son de 1.003 a 1.035 g/mL. Valores superiores a 1.030 pueden indicar deshidratación, diabetes mellitus, fallas en el corazón, proteinuria e insuficiencia renal. Un valor bajo se encuentra en pacientes con hipotermia y aquellos que usan diuréticos .

Algunas técnicas conocidas para realizar esta prueba son las siguientes:

- *Urinómetro o hidrómetro*: el urinómetro es un hidrómetro diseñado para entrar y flotar en un tubo cilíndrico que contiene muestra de orina. El urinómetro tiene un cuello delgado con una escala con valores de 1.000 a 1.040. El urinómetro debe estar debidamente calibrado y se debe hacer una corrección por temperatura.

- *Refractómetro*: Se requiere una gota de orina que se coloca en el refractómetro. En algunos aparatos se puede leer directamente la gravedad específica o bien, se puede relacionar el índice de refracción con la gravedad específica.
- *Tira reactiva (reagent strip)*: consiste en una tira que contiene un electrolito que provoca un cambio en el pH basándose en la concentración iónica de la orina.
- *Gota que cae (falling-drop)*: Para esta prueba se establece que hay una relación entre la densidad y el tiempo que se requiere para que una gota caiga una distancia establecida a través de dos sensores ópticos.

IV. GUIÓN DE TRABAJO EXPERIMENTAL

Detectados el problema y la necesidad de estudiar por vía experimental el concepto “densidad” y de acuerdo con los lineamientos del PREE, se desarrolló el guión de trabajo para el curso de Laboratorio de Química General.

El **objetivo** del guión es que después de resolver los problemas planteados el alumno infiera que la densidad:

- Es un valor constante a temperatura constante.
- Es una propiedad intensiva de la materia.
- Tiene una relación proporcional con la concentración
- Tiene una relación inversamente proporcional con la temperatura.

El **experimento** se trabaja con disoluciones acuosas de cloruro de sodio que es un reactivo barato, fácil de conseguir con un alto grado de pureza y no tóxico. Se preparan disoluciones problema en un intervalo de concentración de 0% a 25% y las determinaciones de densidad se hacen en un intervalo de temperatura de 10°C a 80°C.

Se requiere utilizar la sal pura para que se obtengan resultados válidos y si se siguen las indicaciones del procedimiento experimental se obtendrán los valores que se informan en la literatura con una desviación estándar de $\pm 5\%$.

El **material y equipo** requerido se enumeran a continuación:

- Vasos de precipitados de 100 y 150 mL
- Pipetas volumétricas de 25, 50 y 100 mL
- Balanza digital con precisión de 0.001 g
- Densímetros para líquidos de densidad mayor a 1
- Densímetros para líquidos de densidad menor a 1
- Tubos para densímetros (*especificaciones*)
- Parrilla de calentamiento
- Termómetros con precisión de 1°C

Los **problemas experimentales** consisten en responder las siguientes preguntas:

- **Problema 1:** ¿Cuál es el valor de la relación masa/volumen expresada en g/mL (densidad) de los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL, 100 mL?
- **Problema 2:** ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad en g/mL), de cada una de las disoluciones problema?
- **Problema 3:** ¿Cuál es la concentración expresada en por ciento en peso de cada una de las disoluciones problema?
- **Problema 4:** ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C y 70°C?

Se hacen los siguientes **comentarios y recomendaciones** a fin de lograr un mejor desarrollo del experimento.

- El tiempo necesario para que los alumnos realicen la práctica completa es de 5 sesiones de dos horas cada una.
- En caso de que se trabaje con concentraciones y/o temperaturas que no se encuentren reportados en la literatura, se pueden interpolar los valores correspondientes con la hoja de Excel "Denso", de forma que se puedan comparar los valores teóricos con los experimentales.
- No se dan especificaciones respecto al material volumétrico a utilizar para medir los volúmenes de las soluciones acuosas de cloruro de sodio. Es importante permitir que el alumno decida el material volumétrico a utilizar y que llegue a la conclusión de que obtiene mejores resultados si utiliza material de mayor precisión.
- No se debe trabajar con concentraciones superiores a 25 % ya que el valor de la solubilidad del NaCl a 20 °C es de 36 g de NaCl por 100 g de H₂O y a 80°C es de 38.4 g de NaCl por 100 g de H₂O. Debido a que esta concentración máxima depende de la solubilidad del soluto, ésta puede variar en caso de que se llegaran a utilizar otras soluciones como Cloruro de Potasio y Nitrato de Potasio, sin embargo, tanto el KCl como el KNO₃ son mucho más costosos (actualmente el NaCl cuesta 20 \$/kg mientras que el KCl cuesta 50 \$/kg y el KNO₃ 276 \$/kg).
- Para los problemas 2, 3 y 4 se deben utilizar al menos 7 disoluciones diferentes con objeto de tener un número suficiente de puntos que definan la tendencia de las gráficas solicitadas.
- La disolución "A" puede ser agua destilada, o cualquier solución cuya concentración se encuentre en el intervalo mencionado. Se recomienda dar el mismo problema a todo el grupo y decir a los alumnos que cada uno tiene un problema diferente, con objeto de verificar la calidad de manipulación.
- Se debe tener cuidado en el uso del densímetro y verificar que cuando se realice la medición el termómetro no se encuentre en el tubo para el densímetro y el densímetro no este pegado a las paredes del tubo.

A continuación se presenta el guión que forma parte del Manual de Prácticas del Laboratorio de Química General desde 1996.

Manual del alumno:

Densidad

Problema 1

¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL, en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?

Se utilizarán disoluciones acuosas de cloruro de sodio previamente preparadas.

Procedimiento experimental

1. Mida la temperatura inicial de la disolución en cada volumen que utilice; si existe alguna diferencia, trate de estandarizarla.
2. Registre todos sus datos en la tabla 1.
3. Determine la masa de cada uno de los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL.
4. Calcule la relación masa/volumen en cada caso.

Tabla 1

La temperatura inicial de la disolución es: _____.			
Volumen (mL)	25	50	100
m_1 (g)			
m_2 (g)			
m_3 (g)			
m_{promedio} (g)			
$(m/v)_{\text{promedio}}$ (g/mL)			

Cuestionario 1

1. ¿Qué relación se encuentra en los resultados obtenidos?
2. Trace el gráfico de la relación masa/volumen (ordenadas) en función del volumen utilizado (abscisas). Anéxelo.
3. Interprete la gráfica obtenida.
4. ¿Qué valor tiene la pendiente? ¿Qué significado físico tiene este valor?

Problema 2

¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

Procedimiento experimental

1. Mida la temperatura inicial de la disolución en cada volumen que utilice; si existe alguna diferencia, trate de estandarizarla.

Reforma de la Enseñanza Experimental

2. Registre todos los datos en la tabla 2.
3. Numere nueve vasos de precipitados de 100 mL.
4. Determine la masa de cada vaso perfectamente seco.
5. En cada vaso vierta 50 mL de cada una de las disoluciones problema.
6. Determine la masa de cada vaso con la disolución correspondiente.
7. Calcule la masa correspondiente a los 50 mL de cada una de las disoluciones.
8. Calcule el valor de la relación masa/volumen para cada una de las disoluciones.
9. Los vasos con las disoluciones se utilizarán para resolver el problema 3.

Tabla 2

La temperatura inicial de las disoluciones es: _____ .									
Disolución	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Volumen (mL)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Masa de la disolución (g)									
Masa/Volumen (g/mL)									

Cuestionario 2

1. ¿Tienen la misma masa los 50 mL de cada una de las disoluciones?
2. ¿Es igual la relación masa/volumen en cada caso?
3. ¿Cómo varía la relación masa/volumen de las disoluciones problema?
4. ¿Tiene algún significado esta variación con respecto a la concentración de las disoluciones? Justifique su respuesta.

Problema 3

¿Cuál es la concentración, expresada en porcentaje en peso (% p/p), de cada una de las disoluciones problema?

Procedimiento experimental

1. Registre todos sus datos en la tabla 3.
2. Evapore a sequedad el contenido de cada uno de los vasos utilizados para resolver el problema 2. Caliente con cuidado para evitar que se proyecte el sólido.
3. Deje enfriar a temperatura ambiente y registre la masa de cada vaso con el residuo sólido.
4. Determine por diferencia la masa del residuo sólido de cada uno de los vasos.
5. Calcule el valor de la relación masa del residuo/masa inicial de la disolución.
6. Multiplique por 100 para obtener el porcentaje de soluto en cada una de las disoluciones.
7. Calcule la concentración, en gramos de soluto por mililitro de disolución, de cada una de las disoluciones utilizadas.

Tabla 3

Disolución	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Volumen (mL)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Densidad (g/mL) obtenida del problema 2									
Masa disolución (g)									
Masa residuo sólido (g)									
(Masa residuo/Masa de la disolución)									
Concentración (% peso)									
Concentración (g soluto/V disolución)									

Cuestionario 3

1. ¿Tienen la misma cantidad de sal los 50 mL de cada una de las disoluciones?
2. ¿Cuál de las disoluciones tiene mayor concentración?
3. ¿Tiene sal la disolución A? ¿De qué sustancia se trata?
4. Trace el gráfico de densidad (ordenadas) en función de la concentración expresada como % p/p (abscisas).
5. Interprete la gráfica obtenida.
6. ¿Son similares para una misma disolución los valores de densidad (g/mL) y concentración (g/mL)? ¿Qué diferencia hay entre las unidades de densidad (g/mL) y las unidades de concentración (g/mL)?

Problema 4

¿Cuál es la densidad de cada una de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C y 70°C?

Procedimiento experimental

1. Utilice un densímetro para determinar el valor de la densidad de cada una de las disoluciones a las temperaturas indicadas.
2. Registre sus resultados en la tabla 4.

Tabla 4

Disolución	Concentración (% peso)	Densidad						
		10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								
I								

Cuestionario 4

1. Trace en la misma hoja de papel milimetrado las curvas de densidad (ordenadas) en función de la temperatura (abscisas), para cada una de las disoluciones utilizadas. Anéxela.
2. Interprete la familia de curvas obtenidas.
3. Trace en la misma hoja de papel milimetrado las curvas de densidad (ordenadas) en función de la concentración (abscisas) para los diferentes valores de temperatura. Anéxela.
4. Interprete la familia de curvas obtenidas.

Cuestionario final

1. ¿Existe alguna diferencia en los valores de la densidad obtenidos para cada una de las disoluciones, mediante los métodos propuestos en los problemas 2 y 4? Compare los valores de densidad correspondientes a la temperatura de trabajo del problema 2. ¿Se justifican estas diferencias?
2. ¿Es la densidad una propiedad extensiva o intensiva? Justifique su respuesta.
3. ¿Cómo varía la densidad de una disolución en función de la concentración?
4. ¿Cómo varía la densidad de una disolución en función de la temperatura?

V. HERRAMIENTAS DESARROLLADAS PARA LA EVALUACIÓN DEL GUIÓN EXPERIMENTAL

A fin de realizar la validación y el seguimiento de los resultados experimentales obtenidos por los alumnos, se desarrollaron en excel dos herramientas de apoyo, la hoja de cálculo Denso y el libro Denso.

5.1 Denso. Hoja de cálculo para la interpolación de datos teóricos.

No todas las temperaturas a las que se lleva a cabo la práctica están informadas en la literatura y la resolución de los problemas planteados requiere de la determinación de la densidad de disoluciones de diferentes concentraciones a diferentes temperaturas. Por ello se elaboró una hoja de cálculo con una macro que obtuviera todos estos valores automáticamente, arrojando resultados exactos y más rápidamente que si se hiciera el cálculo manualmente.

Esta hoja de cálculo contiene una matriz con los datos de la densidad de disoluciones acuosas del cloruro de sodio a diferentes temperaturas y concentraciones, informados en el Perry (Perry, 1984).

La elaboración de la macro consideró que la densidad a diferentes temperaturas se puede obtener de forma matemática por interpolación de los valores informados en la literatura. La densidad no tiene un comportamiento lineal con respecto a la temperatura, pero se puede considerar que sí presenta ese comportamiento si se divide el rango de temperatura en segmentos pequeños. De acuerdo con las necesidades del guión las temperaturas consideradas fueron:

Intervalo 1: 0, 2, 4, 6, 8, 10 (temperatura controlable);

Intervalo 2: 11, 12,...29, 30 (temperatura ambiente, no controlable);

Intervalo 3: 40, 50...90, 100 (temperatura controlable).

El comportamiento de la densidad con respecto a la concentración si es lineal, por lo que la macro trabaja con una ecuación *para cada línea* a temperatura constante.

La resolución de los problemas planteados requiere de la determinación de la densidad de disoluciones con diferentes concentraciones. Por lo tanto se elaboró la macro para concentraciones de 0 (agua sola) a 26 % p/p.

5.1.1 Ejemplo de cálculos

Los cálculos que se pueden hacer con "Denso" se muestran en la tabla 5.1:

Esta tabla se encuentra originalmente en blanco y se pueden ir ejecutando las macros según la temperatura a la que se requiera conocer el valor de la densidad.

TABLA 5.1 EJEMPLO DE CALCULOS REALIZADOS POR DENSO.

% Peso	Densidad						
	0	10	25	40	60	80	100
1	1.0075	1.00707	1.00409	0.99908	0.9900	0.9785	0.9651
2	1.0151	1.01442	1.01112	1.00593	0.9967	0.9852	0.9719
4	1.0304	1.02920	1.02530	1.01977	1.0103	0.9988	0.9855
8	1.0612	1.05907	1.05412	1.04798	1.0381	1.0264	1.0134
12	1.0924	1.08946	1.08365	1.07699	1.0667	1.0549	1.0420
16	1.1242	1.12056	1.11401	1.10688	1.0962	1.0842	1.0713
20	1.1566	1.15254	1.14533	1.13774	1.1268	1.1146	1.1017
24	1.19	1.18557	1.17776	1.16971	1.1584	1.1463	1.1331
26	1.2071	1.20254	1.19443	1.18614	1.1747	1.1626	1.1492

2	4	6	8	11	12	13	14	15	16
1.0074	1.0073	1.0072	1.0072	1.007	1.007	1.00647	1.00628	1.00608	1.00588
1.015	1.0148	1.0147	1.0146	1.014	1.014	1.01376	1.01354	1.01332	1.01310
1.0301	1.0299	1.0297	1.0294	1.029	1.029	1.02842	1.02816	1.02790	1.02764
1.0608	1.0604	1.0599	1.0595	1.059	1.058	1.05808	1.05775	1.05742	1.05709
1.0918	1.0912	1.0907	1.0901	1.089	1.089	1.08830	1.08791	1.08752	1.08714
1.1235	1.1227	1.122	1.1213	1.12	1.12	1.11925	1.11881	1.11838	1.11794
1.1558	1.155	1.1542	1.1534	1.152	1.152	1.15110	1.15062	1.15014	1.14966
1.1891	1.1882	1.1873	1.1865	1.185	1.185	1.18401	1.18349	1.18297	1.18245
1.2062	1.2053	1.2044	1.2035	1.202	1.201	1.20092	1.20038	1.19984	1.19930

% Peso	0	2	4	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0	0.9998	0.9999	1.0000	0.9999	0.9998	0.9997	0.9996	0.9995	0.9994	0.9992	0.9991	0.9989	0.9988	0.9986	0.9984	0.9982	0.9980	0.9978
1	1.0075	1.0074	1.0073	1.0072	1.0072	1.0071	1.0069	1.0067	1.0065	1.0063	1.0061	1.0059	1.0057	1.0055	1.0053	1.0051	1.0049	1.0047
2	1.0151	1.0150	1.0148	1.0147	1.0146	1.0144	1.0142	1.0140	1.0138	1.0135	1.0133	1.0131	1.0129	1.0127	1.0124	1.0122	1.0120	1.0118
3	1.0222	1.0220	1.0218	1.0216	1.0214	1.0212	1.0209	1.0207	1.0204	1.0202	1.0199	1.0197	1.0194	1.0192	1.0190	1.0187	1.0185	1.0182
4	1.0304	1.0301	1.0299	1.0297	1.0294	1.0292	1.0289	1.0287	1.0284	1.0282	1.0279	1.0276	1.0274	1.0271	1.0269	1.0266	1.0263	1.0261
5	1.0381	1.0379	1.0376	1.0373	1.0370	1.0367	1.0365	1.0362	1.0359	1.0357	1.0354	1.0351	1.0348	1.0346	1.0343	1.0340	1.0337	1.0335
6	1.0461	1.0458	1.0455	1.0452	1.0448	1.0445	1.0442	1.0440	1.0437	1.0434	1.0431	1.0428	1.0425	1.0422	1.0420	1.0417	1.0414	1.0411
7	1.0541	1.0537	1.0534	1.0530	1.0527	1.0523	1.0520	1.0517	1.0514	1.0511	1.0508	1.0505	1.0502	1.0499	1.0496	1.0493	1.0490	1.0487
8	1.0612	1.0608	1.0604	1.0599	1.0595	1.0591	1.0587	1.0584	1.0581	1.0578	1.0574	1.0571	1.0568	1.0564	1.0561	1.0558	1.0554	1.0551
9	1.0700	1.0696	1.0691	1.0687	1.0683	1.0679	1.0676	1.0673	1.0669	1.0666	1.0663	1.0659	1.0656	1.0653	1.0650	1.0646	1.0643	1.0640
10	1.0779	1.0775	1.0770	1.0766	1.0761	1.0757	1.0754	1.0750	1.0747	1.0743	1.0740	1.0737	1.0733	1.0730	1.0726	1.0723	1.0720	1.0716
11	1.0859	1.0854	1.0849	1.0844	1.0840	1.0835	1.0831	1.0828	1.0824	1.0821	1.0817	1.0814	1.0810	1.0807	1.0803	1.0799	1.0796	1.0792
12	1.0924	1.0918	1.0912	1.0907	1.0901	1.0895	1.0891	1.0887	1.0883	1.0879	1.0875	1.0871	1.0867	1.0864	1.0860	1.0856	1.0852	1.0848
13	1.1018	1.1013	1.1007	1.1002	1.0996	1.0991	1.0987	1.0983	1.0979	1.0975	1.0972	1.0968	1.0964	1.0960	1.0956	1.0953	1.0949	1.0945
14	1.1098	1.1092	1.1086	1.1080	1.1074	1.1069	1.1065	1.1061	1.1057	1.1053	1.1049	1.1045	1.1041	1.1037	1.1033	1.1029	1.1025	1.1021
15	1.1177	1.1171	1.1165	1.1159	1.1153	1.1146	1.1142	1.1138	1.1134	1.1130	1.1126	1.1122	1.1118	1.1114	1.1110	1.1106	1.1102	1.1097
16	1.1242	1.1235	1.1227	1.1220	1.1213	1.1206	1.1201	1.1197	1.1193	1.1188	1.1184	1.1179	1.1175	1.1171	1.1166	1.1162	1.1158	1.1153
17	1.1337	1.1330	1.1323	1.1316	1.1309	1.1302	1.1298	1.1294	1.1289	1.1285	1.1280	1.1276	1.1272	1.1267	1.1263	1.1259	1.1254	1.1250
18	1.1416	1.1409	1.1402	1.1395	1.1387	1.1380	1.1376	1.1371	1.1367	1.1362	1.1358	1.1353	1.1349	1.1344	1.1340	1.1335	1.1331	1.1326
19	1.1496	1.1488	1.1481	1.1473	1.1466	1.1458	1.1453	1.1449	1.1444	1.1440	1.1435	1.1430	1.1426	1.1421	1.1416	1.1412	1.1407	1.1403
20	1.1566	1.1558	1.1550	1.1542	1.1534	1.1525	1.1521	1.1516	1.1511	1.1506	1.1501	1.1497	1.1492	1.1487	1.1482	1.1477	1.1473	1.1468
21	1.1655	1.1647	1.1638	1.1630	1.1622	1.1614	1.1609	1.1604	1.1599	1.1594	1.1589	1.1584	1.1580	1.1575	1.1570	1.1565	1.1560	1.1555
22	1.1734	1.1726	1.1717	1.1709	1.1700	1.1692	1.1687	1.1682	1.1677	1.1672	1.1667	1.1662	1.1657	1.1652	1.1646	1.1641	1.1636	1.1631
23	1.1814	1.1805	1.1796	1.1787	1.1779	1.1770	1.1765	1.1759	1.1754	1.1749	1.1744	1.1739	1.1734	1.1728	1.1723	1.1718	1.1713	1.1708
24	1.1900	1.1891	1.1882	1.1873	1.1865	1.1856	1.1850	1.1845	1.1840	1.1835	1.1830	1.1824	1.1819	1.1814	1.1809	1.1804	1.1798	1.1793
25	1.1973	1.1964	1.1954	1.1945	1.1935	1.1925	1.1920	1.1915	1.1909	1.1904	1.1898	1.1893	1.1887	1.1882	1.1877	1.1871	1.1866	1.1860
26	1.2071	1.2062	1.2053	1.2044	1.2035	1.2025	1.2020	1.2015	1.2009	1.2004	1.1998	1.1993	1.1988	1.1982	1.1977	1.1971	1.1966	1.1961

28

TABLA 5.1 EJEMPLO DE CALCULOS REALIZADOS POR DENSO.

% Peso	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	50	70	90
1	1.00568	1.00548	1.00528	1.00508	1.00488	1.00469	1.00449	1.00429	1.00376	1.00369	1.00349	1.00330	1.00310	0.99454	0.9843	0.9718
2	1.01288	1.01266	1.01244	1.01222	1.01200	1.01178	1.01156	1.01134	1.01077	1.01068	1.01046	1.01024	1.01002	1.00132	0.9910	0.9786
4	1.02738	1.02712	1.02686	1.02660	1.02634	1.02608	1.02582	1.02556	1.02493	1.02478	1.02452	1.02426	1.02400	1.01504	1.0046	0.9922
8	1.05676	1.05643	1.05610	1.05577	1.05544	1.05511	1.05478	1.05445	1.05371	1.05346	1.05313	1.05280	1.05247	1.04304	1.0323	1.0199
12	1.08675	1.08636	1.08597	1.08559	1.08520	1.08481	1.08442	1.08404	1.08321	1.08288	1.08249	1.08210	1.08171	1.07185	1.0608	1.0485
16	1.11750	1.11707	1.11663	1.11619	1.11576	1.11532	1.11488	1.11445	1.11353	1.11314	1.11270	1.11226	1.11183	1.10154	1.0902	1.0778
20	1.14918	1.14869	1.14821	1.14773	1.14725	1.14677	1.14629	1.14581	1.14482	1.14437	1.14389	1.14341	1.14293	1.13227	1.1207	1.1082
24	1.18193	1.18140	1.18088	1.18036	1.17984	1.17932	1.17880	1.17828	1.17722	1.17672	1.17620	1.17568	1.17516	1.16406	1.1524	1.1397
26	1.19876	1.19821	1.19767	1.19713	1.19659	1.19605	1.19551	1.19497	1.19388	1.19335	1.19281	1.19227	1.19173	1.18042	1.1687	1.1559

% Peso	23	24	25	26	27	28	29	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0.9975	0.9973	0.9970	0.9968	0.9965	0.9962	0.9959	0.9956	0.9922	0.9880	0.9832	0.9778	0.9718	0.9653	0.9584
1	1.0045	1.0043	1.0041	1.0038	1.0037	1.0035	1.0033	1.0031	0.9991	0.9945	0.9900	0.9945	0.9785	0.9718	0.9651
2	1.0116	1.0113	1.0111	1.0108	1.0107	1.0105	1.0102	1.0100	1.0059	1.0013	0.9967	0.9910	0.9852	0.9786	0.9719
3	1.0180	1.0177	1.0175	1.0171	1.0170	1.0167	1.0165	1.0163	1.0121	1.0074	1.0027	0.9970	0.9912	0.9846	0.9780
4	1.0258	1.0256	1.0253	1.0249	1.0248	1.0245	1.0243	1.0240	1.0198	1.0150	1.0103	1.0046	0.9988	0.9922	0.9855
5	1.0332	1.0329	1.0327	1.0323	1.0321	1.0318	1.0316	1.0313	1.0270	1.0222	1.0175	1.0117	1.0059	0.9993	0.9927
6	1.0408	1.0405	1.0402	1.0399	1.0397	1.0394	1.0391	1.0388	1.0345	1.0297	1.0248	1.0190	1.0132	1.0066	1.0000
7	1.0484	1.0481	1.0478	1.0474	1.0472	1.0469	1.0466	1.0463	1.0419	1.0371	1.0322	1.0264	1.0205	1.0139	1.0074
8	1.0548	1.0545	1.0541	1.0537	1.0535	1.0531	1.0528	1.0525	1.0480	1.0430	1.0381	1.0323	1.0264	1.0199	1.0134
9	1.0637	1.0633	1.0630	1.0626	1.0624	1.0620	1.0617	1.0614	1.0568	1.0519	1.0469	1.0411	1.0352	1.0286	1.0220
10	1.0713	1.0709	1.0706	1.0702	1.0699	1.0696	1.0692	1.0689	1.0643	1.0593	1.0543	1.0484	1.0425	1.0360	1.0294
11	1.0789	1.0785	1.0782	1.0777	1.0775	1.0771	1.0768	1.0764	1.0718	1.0667	1.0616	1.0558	1.0499	1.0433	1.0367
12	1.0844	1.0840	1.0837	1.0832	1.0829	1.0825	1.0821	1.0817	1.0770	1.0718	1.0667	1.0608	1.0549	1.0485	1.0420
13	1.0941	1.0937	1.0934	1.0929	1.0926	1.0922	1.0918	1.0914	1.0867	1.0815	1.0764	1.0705	1.0645	1.0580	1.0514
14	1.1017	1.1013	1.1009	1.1005	1.1001	1.0998	1.0994	1.0990	1.0941	1.0889	1.0837	1.0778	1.0719	1.0653	1.0587
15	1.1093	1.1089	1.1085	1.1081	1.1077	1.1073	1.1069	1.1065	1.1016	1.0963	1.0911	1.0852	1.0792	1.0726	1.0661
16	1.1149	1.1144	1.1140	1.1135	1.1131	1.1127	1.1123	1.1118	1.1069	1.1015	1.0962	1.0902	1.0842	1.0778	1.0713
17	1.1246	1.1241	1.1237	1.1232	1.1228	1.1224	1.1220	1.1215	1.1165	1.1112	1.1058	1.0999	1.0939	1.0873	1.0808
18	1.1322	1.1317	1.1313	1.1308	1.1304	1.1299	1.1295	1.1290	1.1240	1.1186	1.1132	1.1072	1.1012	1.0947	1.0881
19	1.1398	1.1393	1.1389	1.1384	1.1379	1.1375	1.1370	1.1366	1.1314	1.1260	1.1206	1.1145	1.1085	1.1020	1.0954
20	1.1463	1.1458	1.1453	1.1448	1.1444	1.1439	1.1434	1.1429	1.1377	1.1323	1.1268	1.1207	1.1146	1.1082	1.1017
21	1.1550	1.1545	1.1540	1.1535	1.1531	1.1526	1.1521	1.1516	1.1463	1.1408	1.1353	1.1292	1.1232	1.1167	1.1101
22	1.1626	1.1621	1.1616	1.1611	1.1606	1.1601	1.1596	1.1591	1.1538	1.1482	1.1426	1.1366	1.1305	1.1240	1.1175
23	1.1703	1.1697	1.1692	1.1687	1.1682	1.1677	1.1671	1.1666	1.1612	1.1556	1.1500	1.1439	1.1379	1.1313	1.1248
24	1.1788	1.1783	1.1778	1.1772	1.1767	1.1762	1.1757	1.1752	1.1697	1.1641	1.1584	1.1524	1.1463	1.1397	1.1331
25	1.1855	1.1849	1.1844	1.1838	1.1833	1.1828	1.1822	1.1817	1.1762	1.1704	1.1647	1.1586	1.1526	1.1460	1.1395
26	1.1955	1.1950	1.1944	1.1939	1.1933	1.1928	1.1923	1.1917	1.1861	1.1804	1.1747	1.1687	1.1626	1.1559	1.1492

5.1.2 Instructivo de uso del programa Denso.

A continuación se presenta el instructivo de uso de la hoja denso:

La tabla que aparece al inicio de la hoja de cálculo presenta en color azul los datos teóricos de la densidad a diferentes temperaturas y diferentes composiciones (% en peso) de disoluciones de cloruro de sodio. Estos datos no deben ser modificados en ningún momento ya que pueden alterar los resultados de las interpolaciones que son efectuadas durante la ejecución de la macro.

1. Para comenzar a trabajar, se debe poner el cursor en la celda que indique la temperatura a la que se quiere se calcule la densidad.
2. Si se va a trabajar con las **barras de herramientas**, será necesario asegurarse que la barra de **visual basic para excel** esté a la vista. Si no es así se deberán seguir los siguientes pasos:
 - a) Ir al menú **Ver** y buscar **Barra de herramientas**, buscar dentro de las opciones que se muestran en la ventana aquella que dice **Visual basic para excel**
 - b) El cuadro que se encuentra a la izquierda de este nombre deberá ser seleccionado para que la barra aparezca en pantalla.
 - c) Oprimir el botón de **aceptar**.
3. Una vez que la barra de **Visual Basic** este en pantalla se deberá oprimir el botón **EJECUTAR** que se representa como una punta de flecha de color que señala hacia la derecha.
4. En este momento aparecerá una ventana que contiene todos los nombres de los macros existentes en este programa. Todas las macros tienen asignado el nombre densidad seguido de un número que indica la temperatura a la que hace el cálculo. Seleccionar aquella en la que se desee trabajar. Se puede verificar que en el cuadro **Descripción** se mencione la temperatura a la que trabaja la macro seleccionada.
5. Una vez elegido el macro se oprime el botón aceptar y la computadora calculará todas las densidades a esa temperatura para las composiciones que se presentan en la primera columna a la izquierda de la hoja de cálculo **DENSO**.

Los datos que aparecerán en color azul representan a los datos informados. Los datos que fueron calculados aparecerán en color negro.

Si se desea calcular la densidad a otra temperatura deberán repetirse lo anterior a partir del número 3.

Si se prefiere se puede trabajar directamente desde el menú **Herramientas** donde se buscare MACROS para que aparezca la ventana que contiene los nombres de las **Macro**. A partir de aquí se trabaja igual que en los puntos 4 y 5.

5.2 Densro. Libro de Excel para evaluar los resultados de los alumnos.

Este es un libro para uso del maestro, que efectúa los cálculos solicitados al alumno en el manual de prácticas. En general cada hoja de cálculo contiene las siguientes secciones:

- i. *Planteamiento del problema a resolver*: Se incluye el enunciado del problema al que se refiere la hoja de cálculo.
- ii. *Datos obtenidos por los alumnos*: En esta sección se capturan los datos obtenidos de cada equipo de trabajo.
- iii. *Cálculos*: Con los datos que proporcionan los alumnos excel realiza automáticamente los cálculos solicitados en el manual.
- iv. *Cálculos estadísticos*: Con base en los resultados teóricos esperados, se calculan los porcentajes de error, desviación estándar y promedio por equipo y por grupo. El porcentaje de error obtenido permite asignar una calificación al trabajo experimental realizado.
- v. *Datos teóricos*: En base a las condiciones de operación, se deben registrar los valores teóricos solicitados con el fin de poder calcular el porcentaje de error.
- vi. *Gráficas*: Con los resultados obtenidos se elaboran automáticamente las gráficas solicitadas, por equipo y por grupo, en las que se comparan los resultados experimentales con los resultados teóricos.

5.2.1 Instructivo de uso de libro de Excel Densro.

A continuación se presenta el **instructivo de uso** de la hoja denso:

El libro contiene una hoja de cálculo para cada uno de los problemas planteados en el guión del alumno.

DENSIDAD. Problema 1. Esta hoja tiene las columnas principales GAVETA, MASA (g), T (°C), DENSIDAD (m/v) y % ERROR IND.

Gaveta: Escribir el número de la gaveta o nombre de los alumnos que conformaron cada equipo.

Masa (g) : Esta columna está subdividida para registrar los valores de masa obtenidos por los alumnos para los diferentes volúmenes utilizados (25, 50 y 100 mL).

T (°C) : Se debe registrar la temperatura a la cual se trabajó el experimento.

Densidad (m/v). Una vez que se capturaron los datos experimentales, en estas columnas se realizan automáticamente los siguientes cálculos:

Densidad promedio para cada uno de los volúmenes solicitados:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{promedio}(m_1, m_2, m_3)}{\text{volumen}} \quad (\text{ec. 5.1})$$

Porcentaje de error individual en la determinación experimental de la densidad:

$$\% \text{error individual} = \frac{|\rho_{\text{teórica}} - \rho_{\text{prom}}|}{\rho_{\text{teórica}}} \times 100 \quad (\text{ec. 5.2})$$

donde

ρ_{prom} = densidad promedio = Promedio(ρ_{25} , ρ_{50} , ρ_{100})

$\rho_{\text{teórica}}$ = densidad calculada por el programa DENSO a la temperatura promedio de trabajo del grupo.

Al final de cada columna, se calcula el promedio de las masas obtenidas experimentalmente, las temperaturas registradas, las densidades calculadas y la desviación estándar y el % de error.

Para todas las hojas de este libro se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Si la tabla no se llegara a llenar completamente, porque el número de equipos sea inferior al número de renglones destinados para anotar los resultados, o porque algún equipo no realice ninguna determinación para alguno de los volúmenes sugeridos, en las celdas de resultados aparecerá la leyenda "#¡DIV/0!" y no se obtendrá la información requerida. Para solucionar este problema la fórmula contenida en la celda de resultados debe ser borrada o el renglón completo se debe eliminar, de otra forma, todas las celdas relacionadas van a mostrar la misma leyenda y las gráficas obtenidas serán erróneas.
- Cuando el número de renglones no sea suficiente para el número de equipos se deberá seleccionar un renglón haciendo click a algún número de fila, después presionar Ctrl+C, ir al menú Insertar, y seleccionar la opción "Celdas copiadas".
- Siempre que se requiera obtener el valor de la densidad teórica es necesario conocer "Temperatura de trabajo" para consultar en DENSO este valor.

GRÁF. 1, PROB. 1: Esta hoja genera automáticamente la gráfica densidad (g/mL) vs volumen (mL).

GRÁF. 2, PROB. 1: Esta hoja genera automáticamente la gráfica masa (g) vs volumen (mL).

DENSIDAD, PROBLEMA 2: esta tabla tiene las columnas principales EQUIPO, GAVETAS, MASA (g), m/v, % ERROR IND.

Equipo: anotar el número de equipo.

Gavetas: escribir el número de la(s) gaveta(s) o nombre(s) de los alumnos que conformaron cada equipo.

Masa (g): se deben introducir los datos obtenidos en el laboratorio para cada una de las disoluciones problema.

Una vez que se proporcionaron los datos de masa se realizan automáticamente los siguientes cálculos:

Densidad.

$$\rho = \frac{\text{masa}}{50\text{mL}} \quad (\text{ec. 5.3})$$

Porcentaje de error individual: Se utiliza la ecuación 5.2

Al final de cada columna se calcula el valor promedio de la masa y de la densidad de cada disolución, así como la desviación estándar y el % de error.

GRÁF. 1, PROB. 2: con los valores experimentales promedio se genera automáticamente una gráfica que compara las curvas teórica y experimental de densidad (g/mL) vs número de cada disolución.

Si para el problema 2 se realizó el experimento con menos de 9 disoluciones (ver comentarios y recomendaciones en el capítulo IV) la hoja asignará automáticamente el valor de cero a las celdas correspondientes a las disoluciones no trabajadas. Este problema se soluciona yendo a la hoja "CALCULOS EXTRAS" (situada al final del libro, después del problema 4), ubicar la sección correspondiente al Problema dos y borrar en la columna de m/v experimentales las celdas en las que aparezca el valor 0.

GRÁFS.xEQUIPO, PROB. 2: Esta hoja prepara gráficas de densidad vs. # de disolución para cada equipo.

Debe verificarse que la tabla que se encuentra en la parte superior de la hoja no contenga valores 0 ni #;DIV/0!

DENSIDAD, PROBLEMA 3: En esta hoja se deben introducir los datos de GAVETA, MASA DE LA DISOLUCIÓN, que es la obtenida para el problema 2, y MASA DEL RESIDUO, que se obtiene experimentalmente al trabajar el problema 3.

Esta hoja efectúa los cálculos para obtener el % p/p individual y promedio y el % ERROR individual y promedio por medio de las siguientes ecuaciones:

Por ciento en peso

$$\% p/p_{\text{exp}} = \frac{\text{masa}_{\text{residuo}}}{\text{masa}_{\text{disolución}}} \times 100 \quad (\text{ec. 5.4})$$

Por ciento de error

$$\% \text{error individual} = \frac{|\% p/p_{\text{teórico}} - \% p/p_{\text{exp}}|}{\% p/p_{\text{teórico}}} \times 100 \quad (\text{ec. 5.5})$$

Por ciento en peso promedio

$$\% p/p_{\text{promedio}} = \text{promedio}(\% p/p_1, \% p/p_2, \% p/p_3) \quad (\text{ec. 5.6})$$

Se tiene previsto que la disolución A, sea agua lo que implica que el % peso teórico debe ser cero. Al aplicar la ecuación 5.5 para calcular el porcentaje de error esta nos arrojaría un mensaje de error, ya que no se puede dividir entre cero. En este caso se establece una condición arbitraria en la que el % de error estará determinado de la siguiente manera:

Si el % peso promedio > 0.06 → 100 % error

Si el % peso promedio ≤ 0.06 → 0 % error

El dato de densidad teórica aparece automáticamente en esta hoja al introducirse ese dato en la hoja Densidad, Prob.2.

GRAF.1,PROB.3: Contiene gráficas de densidad (g/mL) vs % peso, por grupo, comparando los valores teóricos con los experimentales.

Si se utilizaron menos de 9 disoluciones, se deben borrar las celdas que contengan 0 o "#jDIV/0!" en la hoja CALCULOS EXTRAS

DENSIDAD, PROBLEMA 4: Esta tabla obtiene el promedio de la densidad para cada solución a cada temperatura esta dividida en las siguientes columnas: GAVETA, % PESO, SOLN, 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, y la columna PROM intercalada entre cada una de las temperaturas.

GRÁF.1, PROB.4: Traza las isotermas con los datos de %peso y Densidad obtenidos en el problema 4. Toma los valores promedio de la hoja Densidad, Problema 4.

Se debe verificar que no haya celdas en la hoja de cálculo "DENSIDAD PROM, PROB.4" que contengan el valor 0 o #jDIV/0!

DENSIDAD PROM., PROB. 4: Contiene una tabla con las densidades promedio del grupo a distintas temperaturas (los valores aparecerán instantáneamente al hacerse los

cálculos en la hoja Densidad, Problema 4).

CÁLCULOS EXTRA: Contiene tablas de los valores experimentales promedio obtenidos en los problemas 1, 2 y 3. Se llenará automáticamente al asignar los valores en las hojas Densidad Problema 1, Densidad Problema 2 y Densidad Problema 3.

DENSO: Sirve para calcular la densidad teórica de las disoluciones a la temperatura promedio de trabajo. Su explicación e instructivo de uso se incluyen al principio de este capítulo.

VI. RESULTADOS

Los resultados están contenidos en un libro de excel (densro.xls) que facilita la evaluación el trabajo de los alumnos y la evaluación de la propuesta experimental planteada en el guión. Los datos experimentales que los alumnos obtienen en cada problema se capturan en las hojas de excel y éstas calculan el promedio por equipo, y por grupo, la desviación estándar (excepto en problemas 3 y 4) y el porcentaje de error (excepto en problema 4), y elaboran las gráficas con el promedio del grupo.

En los semestres nones se trabaja con alumnos de nuevo ingreso con alto rendimiento académico, de acuerdo con la selección que la Facultad de Química realiza con referencia al examen diagnóstico y en los semestres pares con alumnos que recursan la materia. Como consecuencia, los grupos de semestres nones cuentan con mayor número de alumnos, mientras que los de los semestres pares son grupos más reducidos. La forma en que los equipos de laboratorio están integrados puede variar en cada semestre y en cada problema de acuerdo al criterio del profesor del grupo.

Los alumnos de nuevo ingreso están integrados por alumno a su vez por

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los alumnos de los semestres 96-2, 97-1, 98-1*, 98-2, 99-1 y 99-2. Los resultados por problema planteado en el guión de trabajo del laboratorio, se agruparon para facilitar su consulta. La información se encuentra organizada de la siguiente manera:

- ❖ **Problema 1. ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL, en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?**
 - Semestre 96-2: Tabla 1, Gráfica 1A, Gráfica 1B.
 - Semestre 97-1: Tabla 2, Gráfica 2A, Gráfica 2B.
 - Semestre 98-1: Tabla 3, Gráfica 3A, Gráfica 3B.
 - Semestre 98-2: Tabla 4, Gráfica 4A, Gráfica 4B.
 - Semestre 99-1: Tabla 5, Gráfica 5A, Gráfica 5B.
 - Semestre 99-2: Tabla 6, Gráfica 6A, Gráfica 6B.

- ❖ **Problema 2. ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?**
 - Semestre 96-2: Tabla 7, Gráfica 7.
 - Semestre 97-1: Tabla 8, Gráfica 8.
 - Semestre 98-1: Tabla 9, Gráfica 9.
 - Semestre 98-2: Tabla 10, Gráfica 10.
 - Semestre 99-1: Tabla 11, Gráfica 11.
 - Semestre 99-2: Tabla 12, Gráfica 12.

-
- ❖ **Problema 3. ¿Cuál es la concentración, expresada en porcentaje en peso (% p/p) de cada una de las disoluciones problema?**
 - Semestre 96-2: Tabla 13, Gráfica 13.
 - Semestre 97-1: Tabla 14, Gráfica 14.
 - Semestre 98-2: Tabla 15, Gráfica 15.
 - Semestre 99-1: Tabla 16, Gráfica 16.
 - Semestre 99-2: Tabla 17, Gráfica 17.

 - * *En el semestre 98-1 no se trabajó el problema 3.*

 - ❖ **Problema 4. ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C y 70°C?**
 - Semestre 96-2: Tabla 18, Gráfica 18.
 - Semestre 97-1: Tabla 19, Gráfica 19.
 - Semestre 98-1: Tabla 20, Gráfica 20.
 - Semestre 98-2: Tabla 21, Gráfica 21.
 - Semestre 99-1: Tabla 22, Gráfica 22.
 - Semestre 99-2: Tabla 23, Gráfica 23.

 - ❖ **Resumen de resultados.** Se incluyen tablas y gráficas con los promedios obtenidos por cada semestre, así como valores teóricos, porcentajes de error, etc.
 - Problema 1: Tabla 24, Gráfica 24.
 - Problemas 2 y 3: Tabla 25, Gráfica 25.
 - Problema 4: Tabla 26, Gráfica 26A, Gráfica 26B.

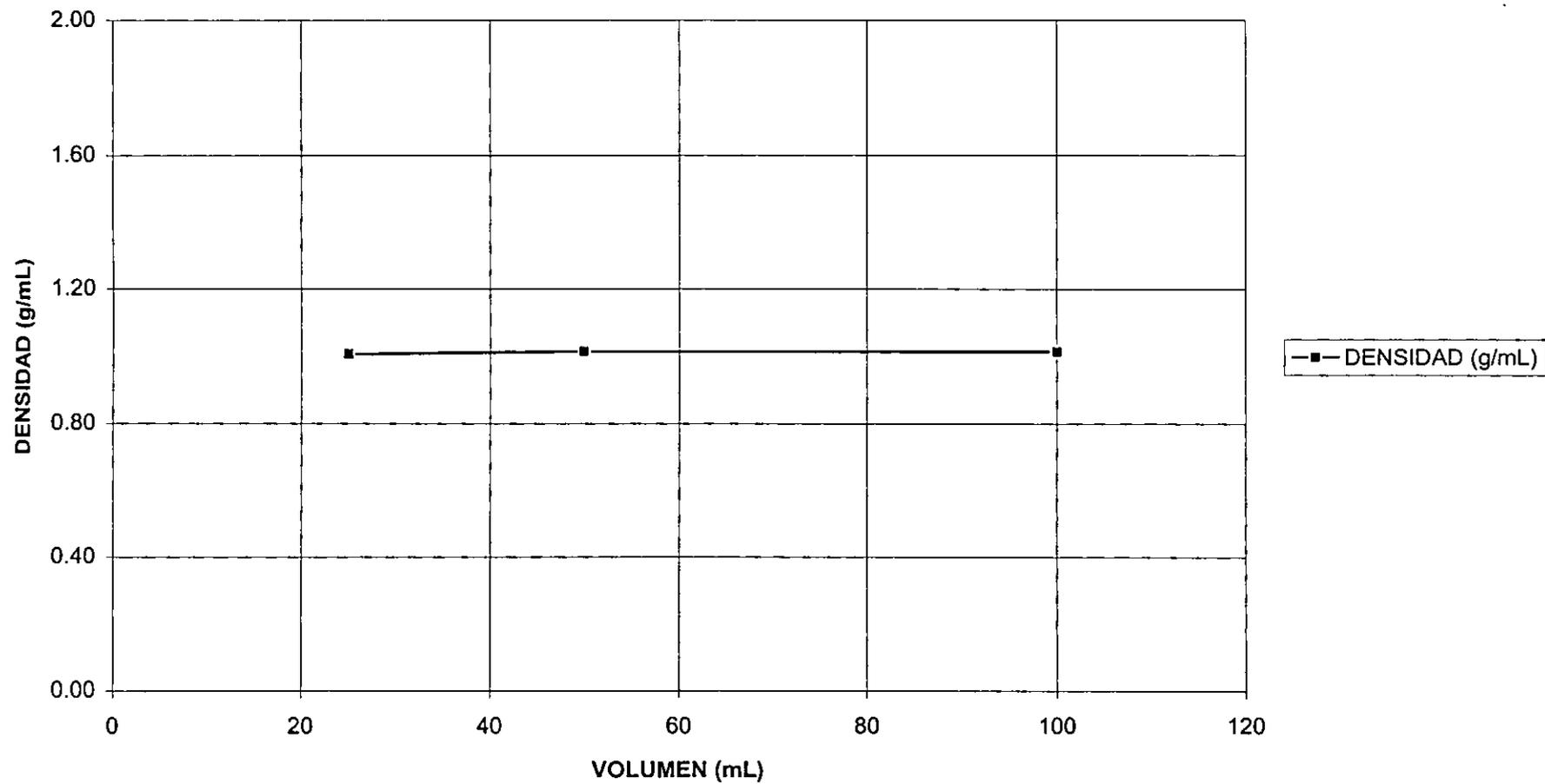
Problema 1:

¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?

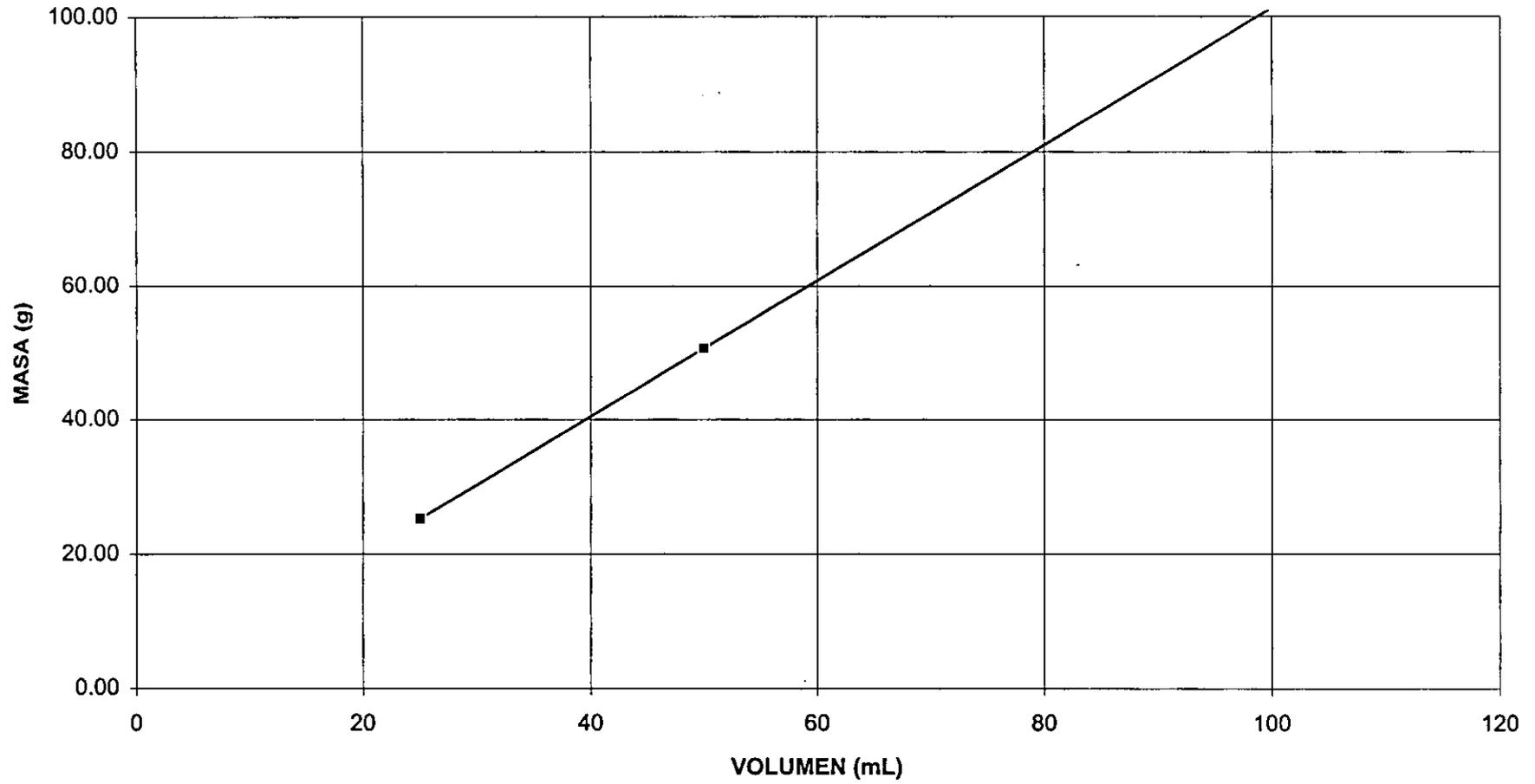
GAVETA	MASA (g)									T°C	DENSIDAD (m/v)			% error ind.
	25 mL			50 mL			100 mL				25 mL	50 mL	100 mL	
2,6	25.46	25.44	25.47	50.33	50.43	50.44	101.18	101.20	100.60	14	1.018	1.008	1.010	0.8%
10,14	25.29	25.28	25.28	50.80	50.77	50.80	101.58	101.58	101.60	14	1.011	1.016	1.016	0.6%
22,26	25.22	25.37	25.19	50.31	50.01	50.87	100.88	100.95	101.22	16	1.010	1.008	1.010	1.0%
30,34	25.29	25.22	25.22	51.07	50.57	51.07	100.70	100.50	100.34	14	1.010	1.018	1.005	0.9%
42,44	22.46	25.37	22.45	50.67	50.70	50.32	101.51	101.49	101.48	14	0.937	1.011	1.015	3.2%
46,48	25.27	25.30	25.31	50.72	50.74	50.71	101.54	101.53	101.52	14	1.012	1.014	1.015	0.6%
52,54	25.47	25.47	25.45	50.77	50.77	50.76	101.19	101.19	101.16	14	1.019	1.015	1.012	0.5%
56,58	25.34	25.33	25.34	50.85	50.83	50.80	101.50	101.49	101.51	14	1.013	1.017	1.015	0.5%
60,62	25.90	25.70	25.11	50.73	50.79	50.75	101.43	101.38	101.41	14	1.023	1.015	1.014	0.3%
64,66	25.30	25.29	25.29	50.67	50.67	50.68	101.35	101.35	101.33	14	1.012	1.013	1.013	0.7%
68,70	25.34	25.34	25.34	50.72	50.72	50.72	101.45	101.50	101.47	15	1.014	1.014	1.015	0.6%
74,79	25.35	25.34	25.36	50.70	50.67	50.73	101.48	101.48	101.52	14	1.014	1.014	1.015	0.6%
PROMEDIO	25.19			50.69			101.29			14	1.008	1.014	1.013	
σ	0.69			0.20			0.32				0.023	0.003	0.003	
% ERROR	1.2%			0.6%			0.7%				1.2%	0.6%	0.7%	

CONCENTRACION DE LA SOLUCION ES = 3 %
 DENSIDAD TEORICA DE LA SOLUCION ES = 1.0202 g/mL

Problema 1: ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?



Problema 1: ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?



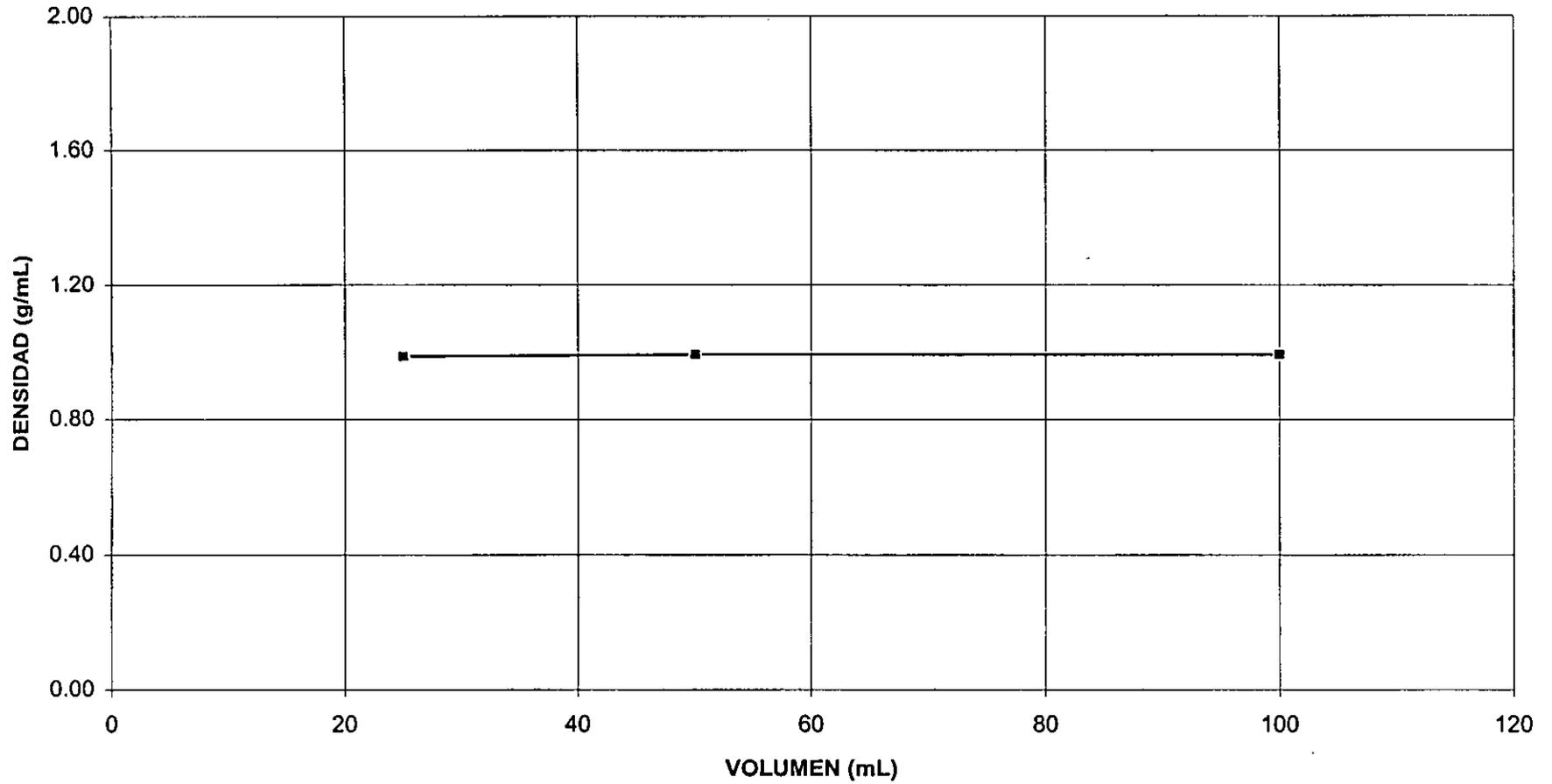
Problema 1:

¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?

GAVETA	MASA (g)									T°C	DENSIDAD (m/v)			% error ind.
	25 mL			50 mL			100 mL				25 mL	50 mL	100 mL	
2	23.93	23.40	23.72	48.74	49.72	49.67	99.90	99.61	99.86	21	0.947	0.988	0.998	2.3%
6	23.99	24.37	24.15	49.64	49.15	48.83	98.64	98.53	98.63	19	0.967	0.984	0.986	2.1%
10	24.72	24.73	24.71	49.73	49.93	49.93	99.58	99.71	99.57	20	0.989	0.997	0.996	0.6%
14	25.00	24.99	24.99	49.96	49.96	49.95	100.12	100.09	100.10	20	1.000	0.999	1.001	0.0%
22	24.29	23.87	24.06	49.09	49.01	49.05	98.02	99.08	99.02	21	0.963	0.981	0.987	2.3%
26	24.79	24.81	24.79	50.01	49.43	49.37	98.76	98.67	98.79	19	0.992	0.992	0.987	1.0%
79	25.18	24.98	25.09	49.91	49.97	49.97	99.87	99.88	99.87	19	1.003	0.999	0.999	0.0%
34	24.96	24.97	24.96	49.78	49.81	49.81	99.47	99.58	99.46	20	0.999	0.996	0.995	0.4%
42	24.70	24.32	24.62	49.87	49.82	49.90	99.44	99.38	99.40	20	0.982	0.997	0.994	0.9%
48	25.05	25.07	25.07	49.72	49.84	49.29	97.54	100.09	100.03	21	1.003	0.992	0.992	0.5%
54	24.84	24.96	24.83	49.57	49.71	49.63	98.84	98.82	98.96	19	0.995	0.993	0.989	0.8%
50	24.74	24.73	24.76	49.60	49.61	49.62	99.44	99.40	99.36	19	0.990	0.992	0.994	0.8%
56	24.95	24.94	24.93	50.02	50.04	49.93	100.17	100.06	99.77	19	0.998	1.000	1.000	0.1%
58	24.88	24.90	24.92	49.84	49.81	49.72	99.52	99.55	99.48	19	0.996	0.996	0.995	0.5%
62	24.67	24.63	24.85	49.93	49.96	49.94	99.66	99.85	99.74	20	0.989	0.999	0.998	0.5%
66	24.52	24.99	24.56	49.36	49.86	49.75	99.61	99.62	99.53	21	0.988	0.993	0.996	0.8%
68	24.59	24.76	24.89	49.59	49.49	49.49	99.94	99.63	99.60	20	0.990	0.990	0.997	0.8%
70	23.51	23.22	23.35	49.60	49.54	49.58	99.51	99.53	99.55	19	0.934	0.991	0.995	2.7%
72	25.10	25.50	25.30	49.78	49.76	49.82	98.28	99.63	99.19	20	1.012	0.996	0.990	0.1%
44	24.82	24.72	24.80	49.75	49.74	49.76	99.64	99.72	99.71	20	0.991	0.995	0.997	0.6%
74	24.86	25.16	25.05	49.74	49.60	49.64	99.39	99.39	99.25	19	1.001	0.993	0.993	0.5%
76	25.19	25.11	25.08	49.98	49.95	49.93	100.04	99.69	99.78	19	1.005	0.999	0.998	0.0%
64	25.08	25.03	24.92	49.69	49.74	49.64	99.56	99.54	99.50	21	1.000	0.994	0.995	0.4%
38	23.82	24.47	24.93	48.94	49.25	49.07	98.94	98.75	98.99	22	0.976	0.982	0.989	1.8%
30	24.19	24.61	24.68	49.50	50.13	49.70	99.64	98.74	99.34	19	0.980	0.996	0.992	1.1%
PROMEDIO		24.69			49.67			99.42		20	0.988	0.993	0.994	
σ		0.47			0.30			0.51			0.018	0.005	0.004	
% ERROR		1.3%			0.7%			0.6%			1.3%	0.7%	0.6%	

CONCENTRACION DE LA SOLUCION ES = **0.5** %
 DENSIDAD TEORICA DE LA SOLUCION ES = **1.0004** g/mL

Problema 1: ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?



Problema 1: ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?

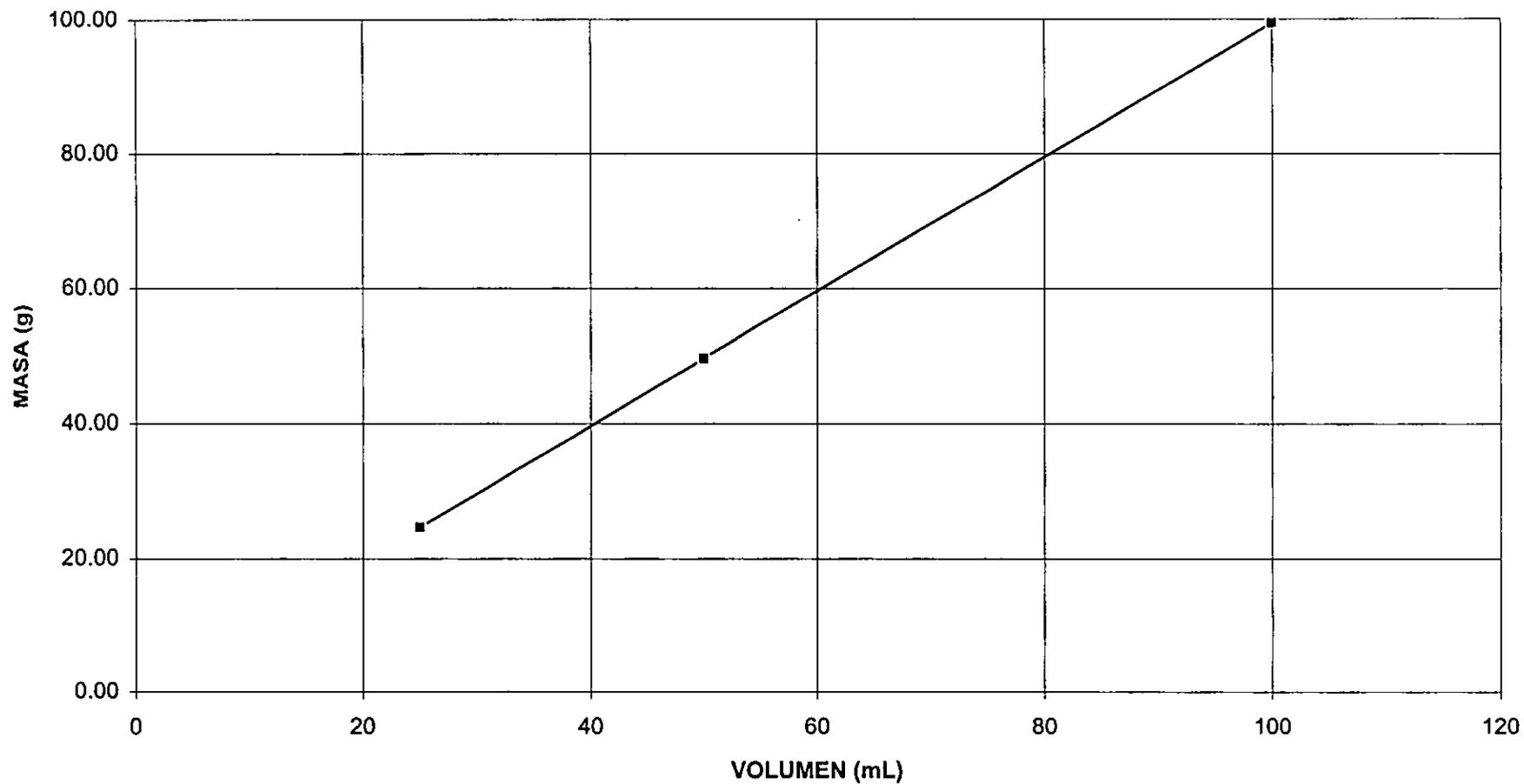


TABLA 3. RESULTADOS: "DENSIDAD, PROBLEMA 1, SEM 98-1"

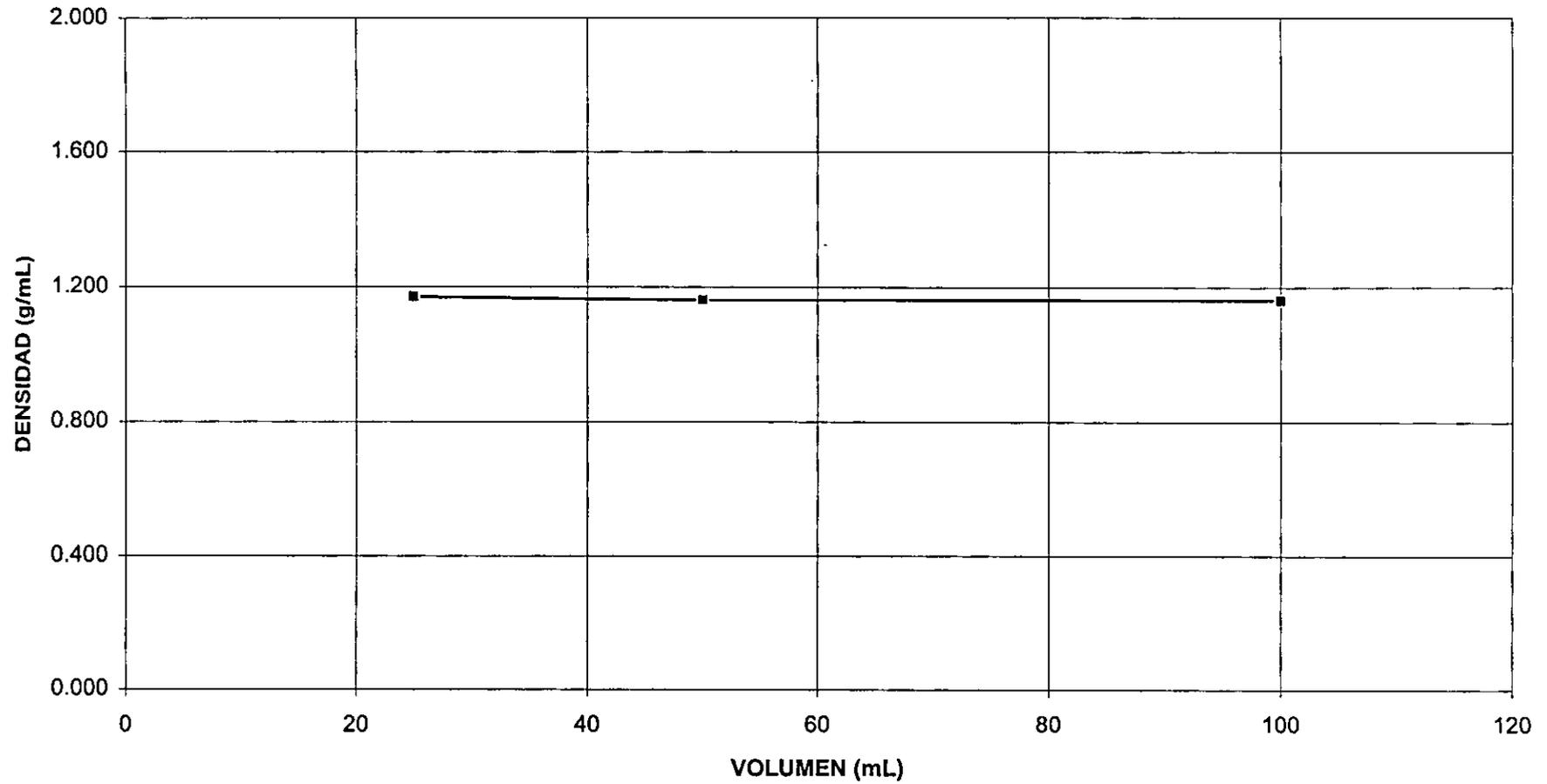
Problema 1:

¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?

GAVETA	MASA (g)									T°C	DENSIDAD (m/v)			% error ind.
	25 mL			50 mL			100 mL				25 mL	50 mL	100 mL	
Valdez	29.18	29.04	28.94	58.16	57.93	58.34	116.33	116.49	116.45	21	1.162	1.163	1.164	0.7%
Castellanos	29.19	29.11	29.13	58.12	58.13	58.11	116.50	116.22	116.34	21	1.166	1.162	1.164	0.6%
López	29.19	29.11	29.13	58.12	58.13	58.11	116.50	116.22	116.34	21	1.166	1.162	1.164	0.6%
Espinosa	27.58	26.67	27.13	54.65	54.27	53.37	122.89	112.82	112.65	21	1.085	1.082	1.161	5.3%
Martínez	29.18	29.18	29.23	58.39	58.37	58.40	116.42	116.54	116.48	21	1.168	1.168	1.165	0.4%
Ley	29.34	29.21	29.23	58.34	58.35	58.34	116.54	115.82	116.59	21	1.170	1.167	1.163	0.4%
Azcárate	28.87	29.16	30.37	59.20	58.66	59.18	114.09	113.82	112.78	21	1.179	1.180	1.136	0.6%
Mota	29.15	29.23	29.25	57.08	57.52	57.01	115.50	115.62	116.05	21	1.168	1.144	1.157	1.3%
Acosta	28.25	28.96	29.08	58.02	57.77	57.75	116.25	116.46	116.45	21	1.151	1.157	1.164	1.2%
Sánchez	29.75	29.85	29.69	58.11	57.91	58.53	116.22	115.80	115.83	21	1.191	1.164	1.160	0.0%
Gómez	28.89	28.83	28.75	58.32	57.98	58.42	116.51	116.93	116.68	21	1.153	1.165	1.167	0.8%
Fuentes	28.20	28.21	28.44	57.34	57.57	57.07	112.84	113.07	112.57	21	1.131	1.147	1.128	3.1%
Contreras	33.51	33.18	33.46	56.68	57.12	57.00	115.71	115.98	115.33	21	1.335	1.139	1.157	3.3%
Cornejo	29.09	29.09	29.09	57.95	58.77	57.90	116.43	116.71	116.51	21	1.164	1.164	1.166	0.6%
Gómez	29.09	29.09	29.09	58.61	59.00	59.00	116.44	116.71	116.51	21	1.164	1.177	1.166	0.2%
Martínez	29.31	29.29	29.39	58.81	58.52	58.43	116.94	117.14	116.98	21	1.173	1.172	1.170	0.0%
Segovia	28.18	29.82	28.95	57.65	58.93	57.74	116.27	116.42	116.58	21	1.159	1.162	1.164	0.8%
Amaro	29.11	29.44	29.21	58.29	58.57	58.53	116.70	116.89	116.81	21	1.170	1.169	1.168	0.2%
Constantino	29.24	29.29	29.27	58.33	58.38	58.55	116.05	115.93	116.33	21	1.171	1.168	1.161	0.4%
Sánchez	29.29	29.27	29.48	58.65	58.59	58.66	117.29	117.46	117.24	21	1.174	1.173	1.173	0.2%
Marzal	28.19	29.23	29.31	58.83	59.02	58.78	116.91	116.81	116.88	21	1.156	1.178	1.169	0.3%
Larrea	30.59	31.57	31.11	58.38	58.60	59.33	111.55	111.65	111.66	21	1.244	1.175	1.116	0.6%
López	29.78	29.92	29.53	59.01	59.06	59.42	116.24	116.36	116.82	21	1.190	1.183	1.165	0.7%
Andrade	28.59	28.32	28.34	57.56	57.45	57.50	115.03	115.07	115.35	21	1.137	1.150	1.152	2.2%
Pérez	29.25	29.31	29.45	59.09	58.83	58.51	116.92	116.65	116.83	21	1.173	1.176	1.168	0.1%
Espinosa	29.18	29.18	29.17	58.37	58.33	58.35	116.67	116.68	116.40	21	1.167	1.167	1.166	0.4%
PROMEDIO	29.29			58.10			115.97			21	1.172	1.162	1.160	
σ	1.073			1.003			1.622				0.042	0.020	0.013	
% ERROR	0.0%			0.8%			1.0%				0.0%	0.8%	1.0%	

CONCENTRACION DE LA SOLUCION ES = **23** %
 DENSIDAD TEORICA DE LA SOLUCION ES = **1.1713** g/mL

Problema 1: ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?



Problema 1: ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?

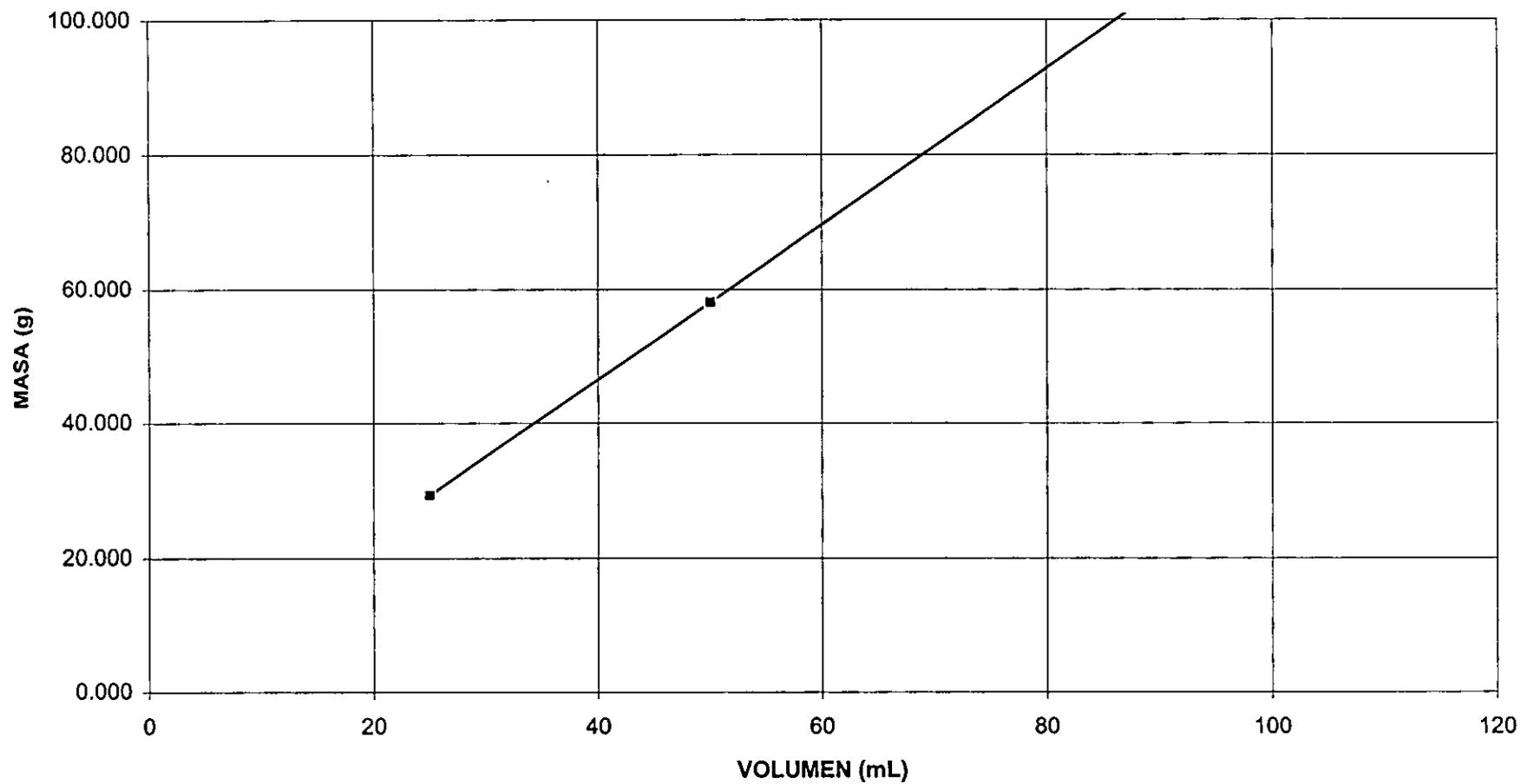


TABLA 4. RESULTADOS: "DENSIDAD, PROBLEMA 1, SEM 98-2"

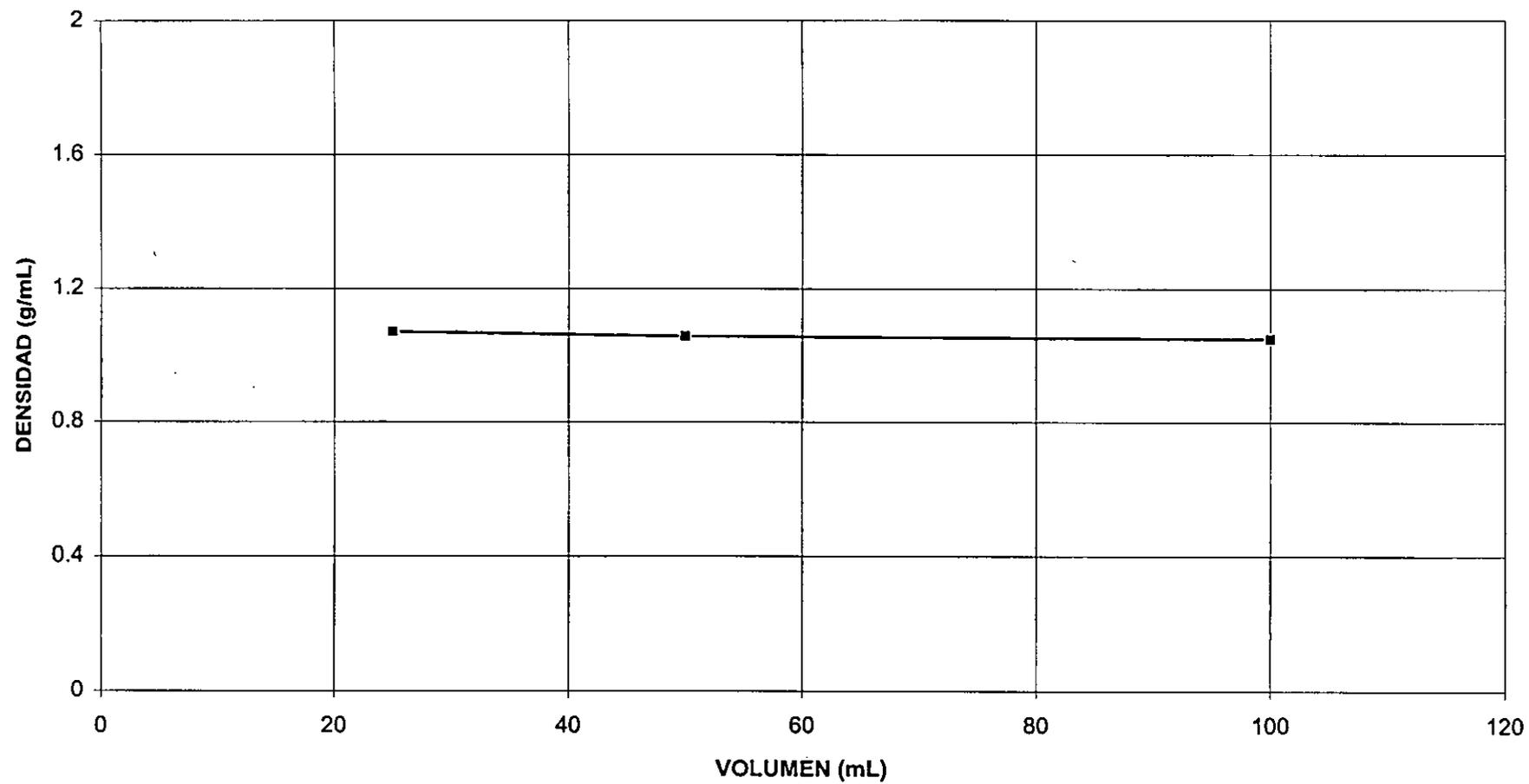
Problema 1:

¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?

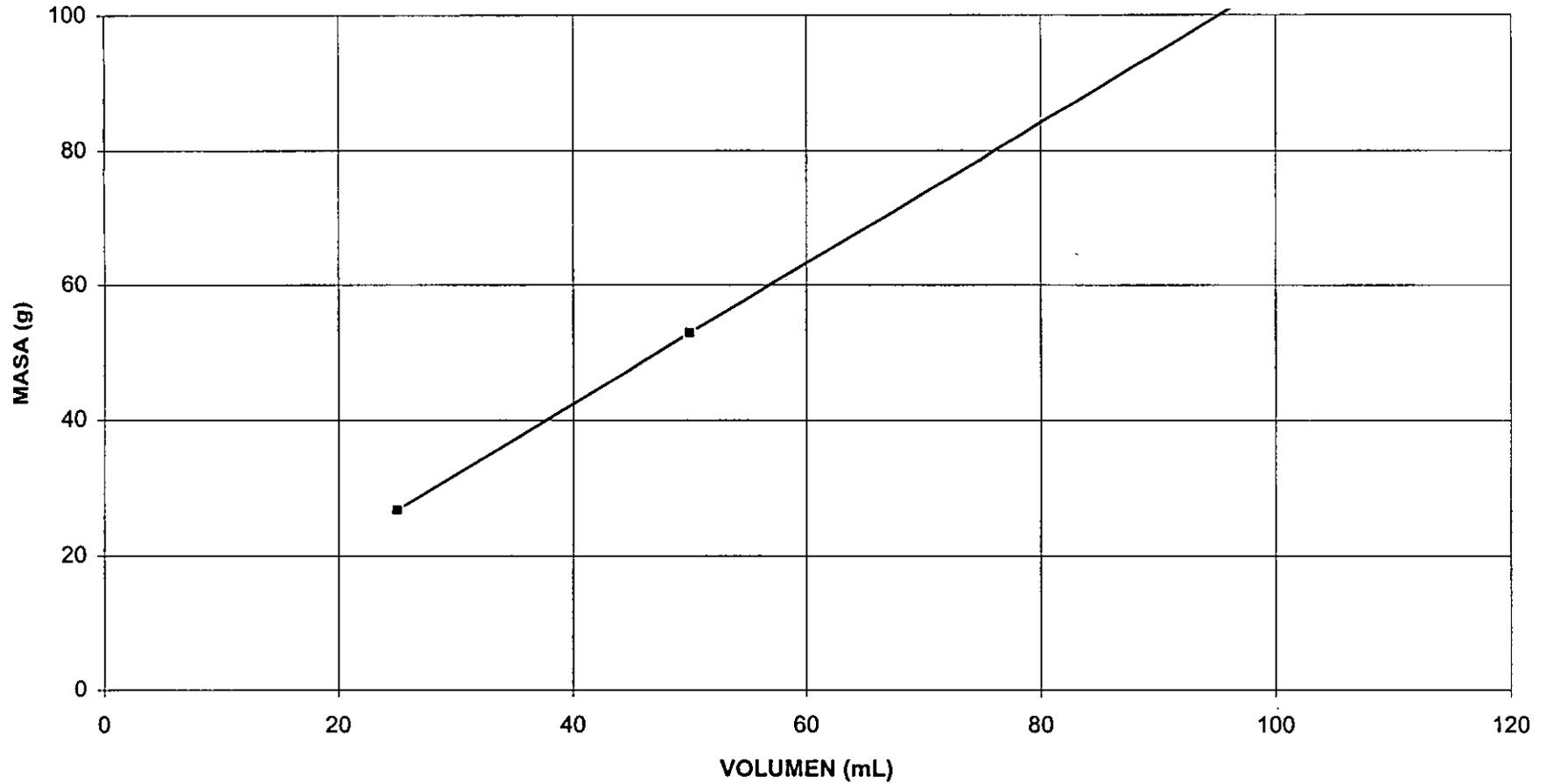
GAVETA	MASA (g)									T°C	DENSIDAD (m/v)			% error ind.
	25 mL			50 mL			100 mL				25 mL	50 mL	100 mL	
PAOLA	23.77	23.71	23.86	50.51	50.21	50.23	102.26	102.34	102.06	14	0.951	1.006	1.022	7.5%
MAURICIO	26.60	27.19	26.78	52.53	53.45	53.20	101.90	101.20	101.55	14	1.074	1.061	1.016	2.2%
ELVA	25.60	25.55	25.25	52.09	52.35	52.08	105.98	105.74	105.61	14	1.019	1.043	1.058	3.2%
ROSARIO	28.47	24.33	37.49	53.18	39.41	53.01	102.61	107.04	100.74	14	1.204	0.971	1.035	0.4%
ELSA	26.75	26.71	26.65	53.64	53.59	53.64	106.39	106.11	105.58	14	1.068	1.072	1.060	0.7%
OLIVIA	27.83	27.85	27.91	53.03	52.96	53.11	102.93	103.18	102.88	14	1.115	1.061	1.030	0.6%
ARELI	26.50	26.80	26.80	53.59	53.61	53.61	106.46	106.00	106.25	14	1.068	1.072	1.062	0.6%
LEONARDO	26.68	26.90	26.98	53.60	53.62	53.61	107.18	106.96	106.97	14	1.074	1.072	1.070	0.2%
CRISTAL	26.44	26.51	26.01	52.81	51.91	52.84	103.87	103.45	102.86	14	1.053	1.050	1.034	2.7%
SOFIA	28.30	28.36	28.40	53.50	53.47	52.50	103.92	103.78	103.92	14	1.134	1.063	1.039	0.4%
MARIANO	26.60	26.69	26.64	53.21	53.22	53.26	106.68	106.81	106.76	14	1.066	1.065	1.068	0.8%
OSCARL	25.44	25.25	25.59	51.27	51.22	51.20	105.18	105.22	105.17	14	1.017	1.025	1.052	4.0%
ROSARIO	28.91	28.97	28.93	54.26	54.23	54.34	103.89	103.94	103.90	14	1.157	1.086	1.039	1.8%
FRED	25.97	25.96	25.96	52.66	52.66	52.86	106.37	106.38	106.42	14	1.039	1.055	1.064	2.0%
PARIS	26.33	26.90	26.94	53.55	53.62	63.67	107.59	107.55	107.66	14	1.069	1.139	1.076	1.9%
ENRIQUETA	27.27	27.53	26.88	53.61	53.62	53.66	107.27	107.12	107.20	14	1.089	1.073	1.072	0.3%
GEORGINA	26.88	26.78	26.88	53.64	53.55	53.65	105.15	105.18	105.11	14	1.074	1.072	1.051	0.8%
EDGAR	25.16	25.19	25.17	52.67	52.71	52.71	105.86	105.98	105.88	14	1.007	1.054	1.059	3.2%
PROMEDIO	26.77			52.89			105.04			14	1.071	1.058	1.050	
σ	1.93			2.55			1.89				0.058	0.034	0.018	
% ERROR	0.3%			1.5%			2.2%				0.3%	1.5%	2.2%	

CONCENTRACION DE LA SOLUCION ES = 8 %
 DENSIDAD TEORICA DE LA SOLUCION ES = 1.0743 g/mL

Problema 1: ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?



Problema 1: ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?



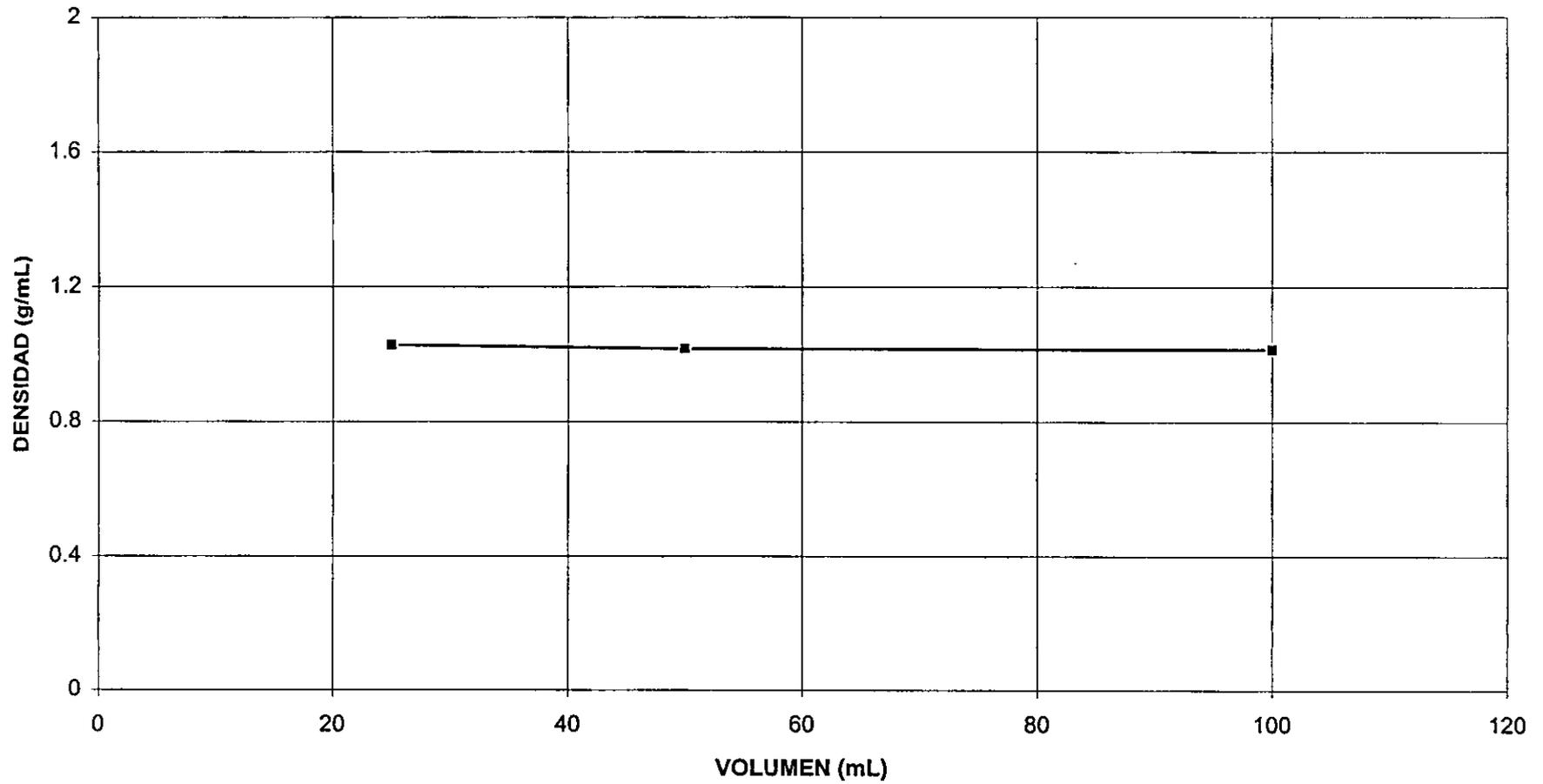
Problema 1:

¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?

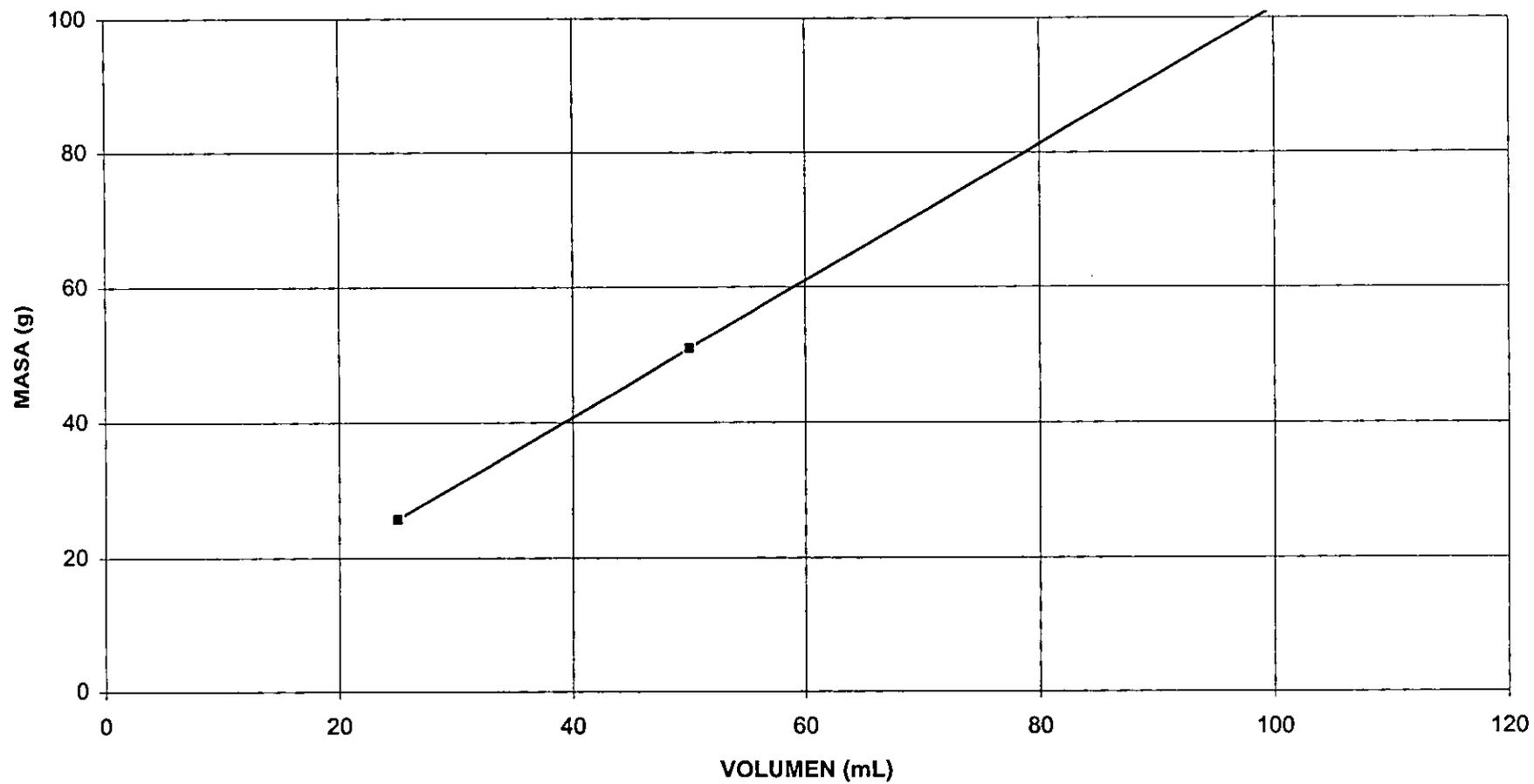
GAVETA	MASA (g)									T°C	DENSIDAD (m/v)			% error ind.
	25 mL			50 mL			100 mL				25 mL	50 mL	100 mL	
2	26.01	26.01	25.99	52.04	52.01	52.02	103.87	103.83	103.81	21	1.040	1.040	1.038	3.1%
6	25.23	25.19	25.18	50.45	50.46	50.50	101.45	101.38	101.41	21	1.008	1.009	1.014	0.2%
10	25.00	25.07	24.97	50.97	50.93	50.93	101.30	101.01	101.71	21	1.001	1.019	1.013	0.2%
14	25.22	25.16	25.06	50.84	50.86	51.13	102.97	102.78	102.85	21	1.006	1.019	1.029	0.9%
22	25.18	25.22	25.25	50.32	50.38	50.37	100.31	100.34	100.52	21	1.009	1.007	1.004	0.2%
26	26.13	26.14	26.21	47.25	46.75	47.11	98.97	99.05	98.70	21	1.046	0.941	0.989	1.6%
30	25.64	25.87	26.10	51.84	51.96	52.16	101.33	100.70	100.62	21	1.035	1.040	1.009	1.9%
34	25.12	25.14	25.12	50.30	50.35	50.30	100.35	100.60	100.57	21	1.005	1.006	1.005	0.3%
38	25.98	25.23	25.34	51.96	50.64	51.09	102.33	102.34	101.80	21	1.021	1.025	1.022	1.4%
42	25.92	25.93	25.94	51.88	51.84	51.75	103.30	103.02	103.28	21	1.037	1.036	1.032	2.6%
44	25.19	25.19	25.19	50.30	50.27	50.28	100.38	100.30	100.36	21	1.008	1.006	1.003	0.3%
48	26.00	26.01	26.00	52.12	52.05	52.09	103.29	103.30	103.30	21	1.040	1.042	1.033	3.0%
50	26.23	26.50	26.72	50.12	51.18	50.36	101.82	102.61	102.61	21	1.059	1.011	1.023	2.3%
52	25.10	25.13	25.16	50.51	50.45	50.43	101.02	101.13	100.86	21	1.005	1.009	1.010	0.0%
54	25.93	25.89	25.78	51.92	51.91	51.90	103.67	103.69	103.72	21	1.035	1.038	1.037	2.8%
56	25.38	25.20	25.22	51.07	51.07	51.42	103.10	103.24	103.27	20	1.011	1.024	1.032	1.4%
58	25.14	25.20	25.17	50.19	50.33	50.22	100.38	100.43	100.41	21	1.007	1.005	1.004	0.3%
60	26.08	26.36	26.32	52.21	52.45	52.08	103.07	103.14	103.15	21	1.050	1.045	1.031	3.3%
62	28.03	27.88	27.90	51.83	51.50	51.52	104.17	103.84	103.82	21	1.117	1.032	1.039	5.4%
64	23.91	24.35	23.74	49.70	49.78	49.62	100.75	100.50	100.93	22	0.960	0.994	1.007	2.1%
66	25.96	25.98	25.96	51.60	51.57	51.51	103.27	103.15	103.01	21	1.039	1.031	1.031	2.5%
68	27.71	27.60	27.89	52.17	52.21	52.14	100.95	101.12	101.09	21	1.109	1.043	1.011	4.6%
70	25.00	25.12	25.18	50.36	50.36	50.38	100.47	100.46	100.47	21	1.004	1.007	1.005	0.3%
72	24.77	24.95	24.86	48.53	48.55	48.54	98.04	97.93	97.95	21	0.994	0.971	0.980	2.7%
74	27.88	27.34	27.71	51.84	51.77	52.02	100.51	100.46	100.52	21	1.106	1.038	1.005	4.1%
76	25.16	25.25	25.02	50.23	50.27	50.08	100.32	100.24	100.46	21	1.006	1.004	1.003	0.4%
79	25.02	25.14	24.97	51.02	51.21	51.08	100.31	100.26	100.38	22	1.002	1.022	1.003	0.0%
PROMEDIO		25.70			50.86			101.53		21	1.028	1.017	1.015	
σ		0.91			1.17			1.55			0.037	0.024	0.016	
% ERROR		1.9%			0.9%			0.7%			1.9%	0.9%	0.7%	

CONCENTRACION DE LA SOLUCION ES = **1.5** %
 DENSIDAD TEORICA DE LA SOLUCION ES = **1.0085** g/mL

Problema 1: ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?



Problema 1: ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?



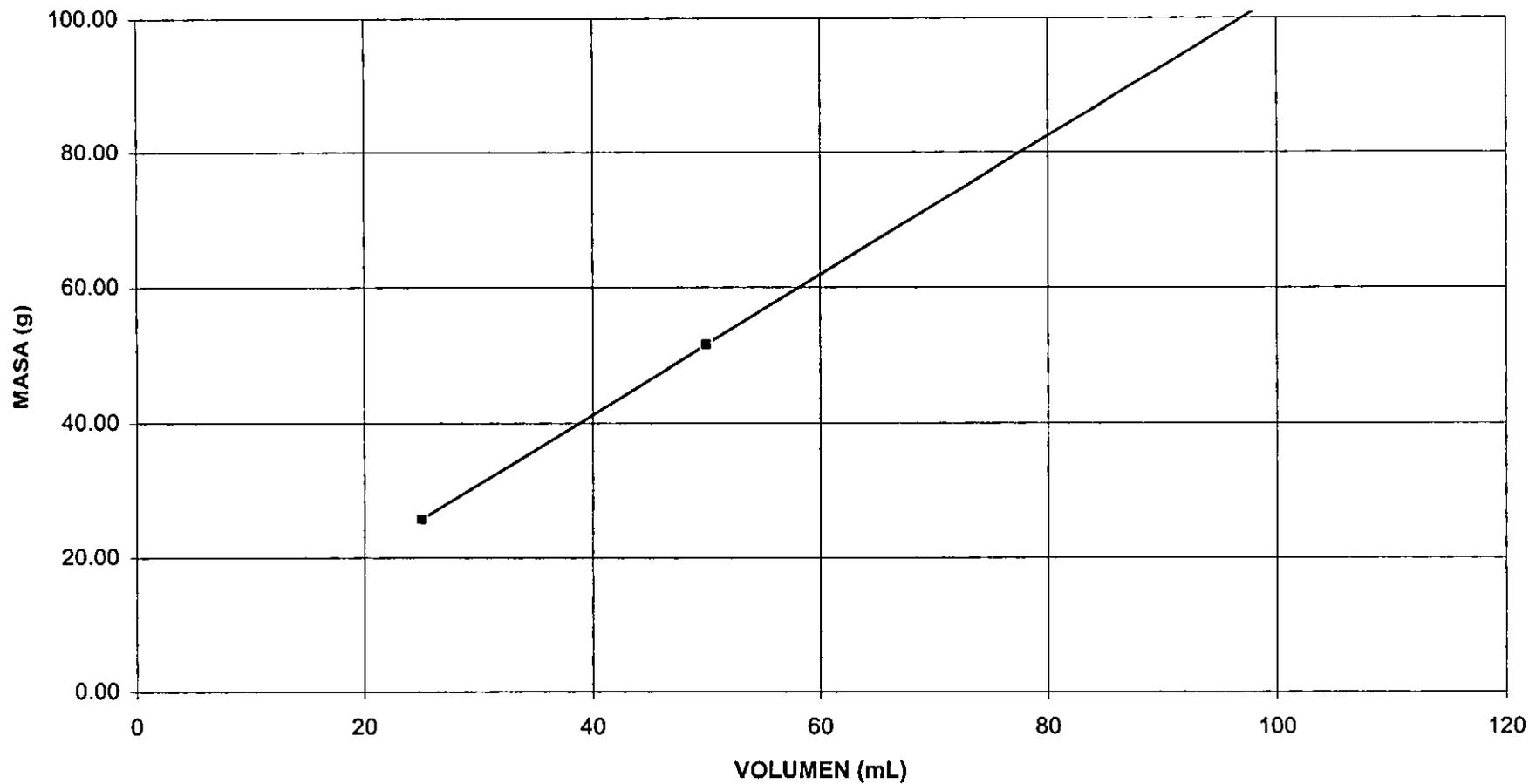
Problema 1:

¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?

GAVETA	MASA (g)									T°C	DENSIDAD (m/v)			% error ind.
	25 mL			50 mL			100 mL				25 mL	50 mL	100 mL	
GLZ. P	25.17	25.04	25.01	51.69	51.35	51.77	100.99	100.75	100.66	17	1.003	1.032	1.008	4.0%
6	25.69	25.74	25.75	50.81	49.95	50.57	101.52	102.87	103.11	16	1.029	1.009	1.025	3.4%
10	24.49	24.43	24.44	50.79	51.56	51.19	104.11	103.15	104.96	16	0.978	1.024	1.041	4.1%
GAMEZ M	28.23	28.17	28.34	52.90	52.77	52.69	102.83	102.84	102.84	16	1.130	1.056	1.028	1.3%
BARRON M	26.21	26.00	26.21	52.63	52.71	52.51	105.51	105.24	105.37	17	1.046	1.052	1.054	0.6%
22	23.75	24.22	23.54	52.53	53.23	53.87	103.42	103.46	103.61	16	0.953	1.064	1.035	3.7%
JIMENEZ O	26.02	26.85	26.02	49.37	49.63	49.87	104.31	104.84	104.82	16	1.052	0.992	1.047	2.5%
30	26.02	26.11	26.07	52.85	52.83	52.87	104.81	104.57	104.56	16	1.043	1.057	1.046	0.8%
34	25.96	26.12	25.71	50.36	51.13	51.07	100.66	100.72	100.84	16	1.037	1.017	1.007	3.5%
38	25.42	25.38	25.51	50.28	50.51	50.32	101.98	102.10	101.86	16	1.017	1.007	1.020	4.0%
PROMEDIO	25.72			51.55			103.11			16	1.029	1.031	1.031	
σ	1.16			1.24			1.60				0.048	0.025	0.016	
% ERROR	2.7%			2.5%			2.5%				2.7%	2.5%	2.5%	

CONCENTRACION DE LA SOLUCION ES = 8 %
 DENSIDAD TEORICA DE LA SOLUCION ES = 1.0571 g/mL

Problema 1: ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?



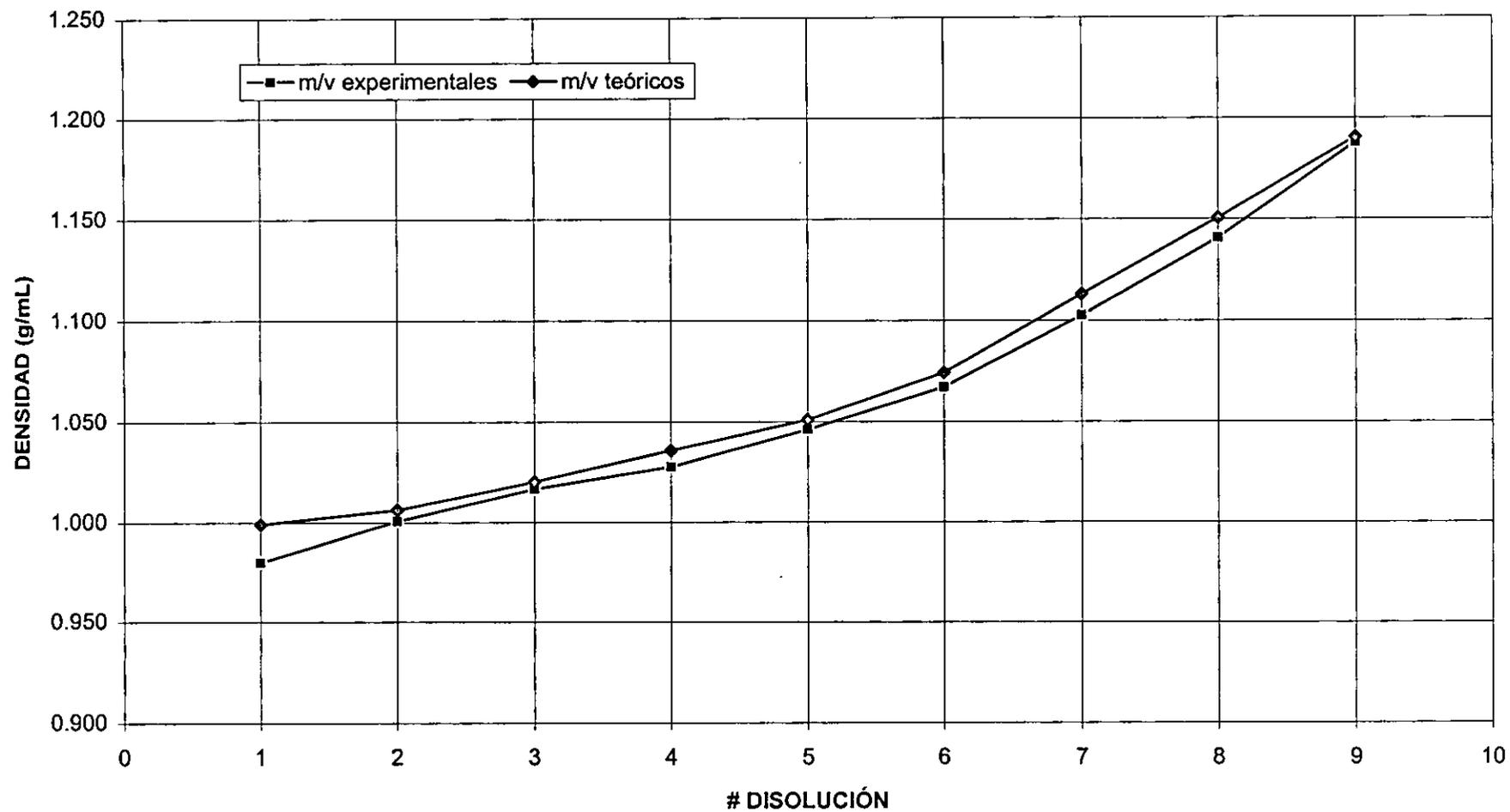
PROBLEMA 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

EQUIPO	Gavetas	DISOLUCIÓN NUMERO														
		1			2			3			4			5		
		masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.
1	2,6	49.19	0.984	1.5%	49.95	0.999	0.7%	51.87	1.037	1.7%	51.40	1.028	0.7%	52.41	1.048	0.3%
2	10,14	49.76	0.995	0.4%	50.20	1.004	0.2%	50.90	1.018	0.2%	51.63	1.033	0.3%	52.30	1.046	0.5%
3	22,26	49.55	0.991	0.8%	49.61	0.992	1.4%	50.57	1.011	0.9%	50.86	1.017	1.8%	51.60	1.032	1.8%
4	30,34	49.66	0.993	0.6%	50.07	1.001	0.5%	50.78	1.016	0.5%	51.54	1.031	0.5%	52.20	1.044	0.7%
5	42,44	49.57	0.991	0.8%	49.90	0.998	0.8%	50.34	1.007	1.3%	51.38	1.028	0.8%	51.91	1.038	1.2%
6	54,52	49.75	0.995	0.4%	49.70	0.994	1.2%	50.73	1.015	0.5%	51.53	1.031	0.5%	52.70	1.054	0.3%
7	46,48	49.63	0.993	0.7%	50.04	1.001	0.5%	50.93	1.019	0.2%	50.69	1.014	2.1%	52.06	1.041	0.9%
8	58,56	49.83	0.997	0.3%	50.13	1.003	0.4%	50.91	1.018	0.2%	51.59	1.032	0.4%	52.38	1.048	0.3%
9	60,62	42.50	0.850	14.9%	50.18	1.004	0.3%	50.64	1.013	0.7%	51.47	1.029	0.6%	53.31	1.066	1.4%
10	64,66	49.92	0.998	0.1%	50.20	1.004	0.2%	50.88	1.018	0.3%	51.56	1.031	0.4%	52.24	1.045	0.6%
11	68,70	49.74	0.995	0.4%	50.39	1.008	0.1%	50.67	1.013	0.7%	51.56	1.031	0.4%	52.30	1.046	0.5%
PROM.		49.01	0.980		50.03	1.001		50.84	1.017		51.38	1.028		52.31	1.046	
CONC % TEORICO			0			1			3			5			7	
σ			0.999			1.006			1.020			1.036			1.051	
% ERROR			0.043			0.005			0.008			0.006			0.009	
			1.9%			0.6%			0.3%			0.8%			0.5%	

PROBLEMA 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

		DISOLUCION NUMERO											
		6			7			8			9		
EQUIPO	Gavetas	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.
1	2,6	52.89	1.058	1.5%	54.73	1.095	1.7%	56.58	1.132	1.7%	59.51	1.190	0.0%
2	10,14	54.87	1.097	2.2%	55.30	1.106	0.6%	57.45	1.149	0.1%	59.35	1.187	0.3%
3	22,26	52.75	1.055	1.8%	54.63	1.093	1.8%	56.62	1.132	1.6%	58.69	1.174	1.4%
4	30,34	53.27	1.065	0.8%	55.22	1.104	0.8%	57.04	1.141	0.9%	62.10	1.242	4.3%
5	42,44	53.08	1.062	1.2%	54.88	1.098	1.4%	56.79	1.136	1.3%	58.90	1.178	1.0%
6	54,52	53.34	1.067	0.7%	55.70	1.114	0.1%	57.31	1.146	0.4%	59.38	1.188	0.2%
7	46,48	53.16	1.063	1.0%	55.07	1.101	1.0%	56.92	1.138	1.1%	58.70	1.174	1.4%
8	58,56	53.44	1.069	0.5%	55.35	1.107	0.5%	57.16	1.143	0.6%	59.22	1.184	0.5%
9	60,62	53.41	1.068	0.6%	55.13	1.103	0.9%	57.26	1.145	0.5%	59.11	1.182	0.7%
10	64,66	53.33	1.067	0.7%	55.13	1.103	0.9%	57.07	1.141	0.8%	59.11	1.182	0.7%
11	68,70	53.40	1.068	0.6%	55.25	1.105	0.7%	57.17	1.143	0.6%	59.22	1.184	0.5%
PROM.		53.36	1.067		55.13	1.103		57.03	1.141		59.39	1.188	
CONC %			10			15			20			25	
TEORICO			1.074			1.113			1.151			1.190	
σ			0.011			0.006			0.006			0.019	
% ERROR			0.7%			0.9%			0.9%			0.2%	

Problema 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?



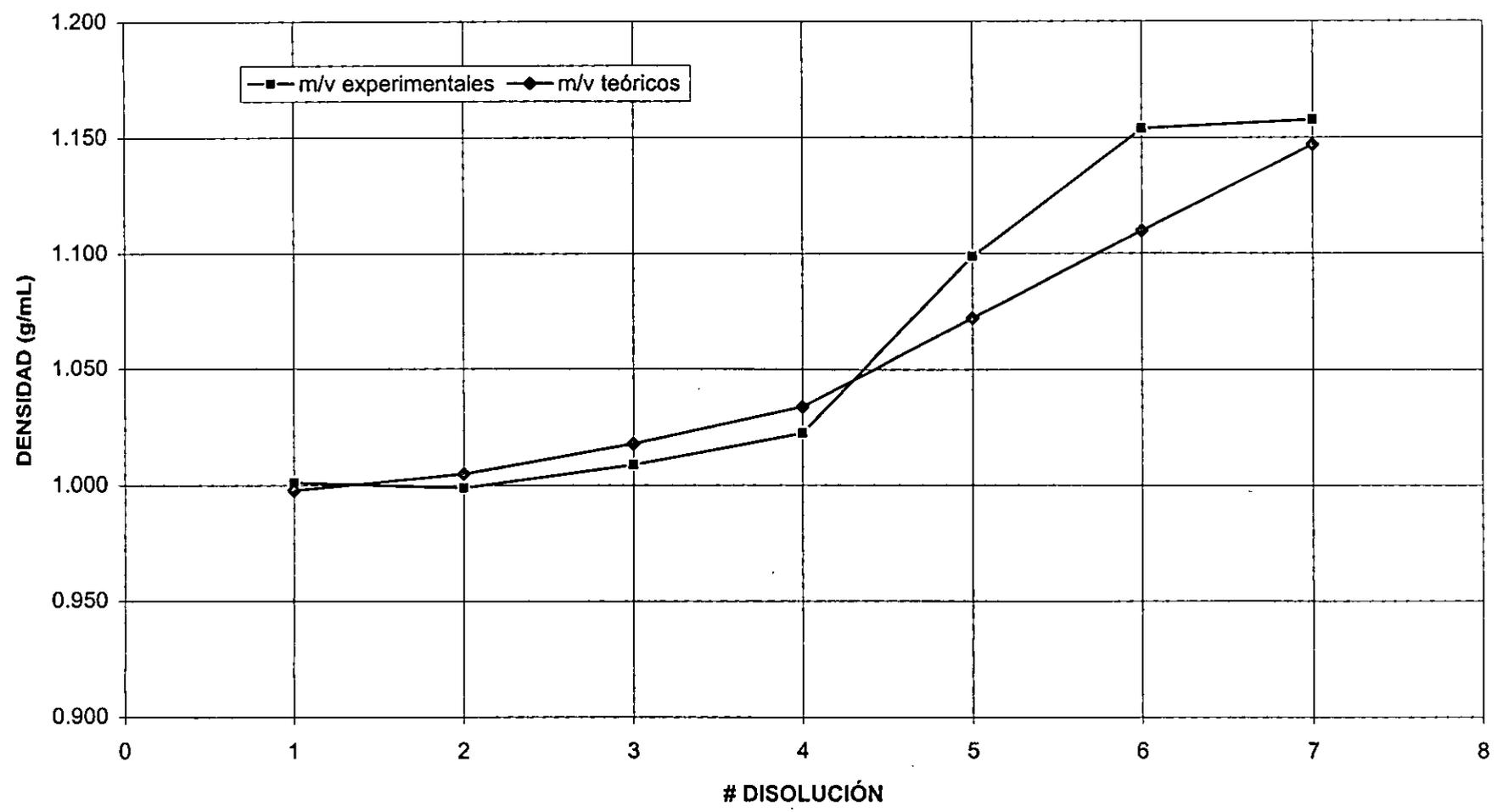
PROBLEMA 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

EQUIPO	DISOLUCION NUMERO											
	1			2			3			4		
	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.
A	49.93	0.999	0.1%	50.44	1.009	0.4%	51.07	1.021	0.3%	51.23	1.025	0.9%
B	49.87	0.997	0.1%	49.45	0.989	1.6%	50.42	1.008	0.9%	51.14	1.023	1.1%
C	52.14	1.043	4.5%	48.97	0.979	2.5%	50.90	1.018	0.0%	51.64	1.033	0.1%
D	49.82	0.996	0.2%	50.02	1.000	0.5%	49.72	0.994	2.3%	51.58	1.032	0.2%
E	49.72	0.994	0.4%	50.59	1.012	0.7%	49.49	0.990	2.8%	51.30	1.026	0.8%
F	49.51	0.990	0.8%	50.30	1.006	0.1%	50.97	1.019	0.1%	51.01	1.020	1.3%
G	49.48	0.990	0.8%	49.88	0.998	0.7%	50.58	1.012	0.6%	50.01	1.000	3.3%
PROM.	50.07	1.001		49.95	0.999		50.45	1.009		51.13	1.023	
CONC %		0			1			3			5	
TEORICO		0.998			1.005			1.018			1.034	
σ		0.019			0.012			0.012			0.011	
% ERROR		0.3%			0.6%			0.9%			1.1%	

PROBLEMA 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

EQUIPO	DISOLUCION NUMERO								
	5			6			7		
	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.
A	62.53	1.251	16.7%	65.62	1.312	18.2%	58.12	1.162	1.3%
B	53.29	1.066	0.6%	56.44	1.129	1.7%	58.32	1.166	1.7%
C	53.46	1.069	0.3%	56.27	1.125	1.4%	58.19	1.164	1.5%
D	53.68	1.074	0.1%	56.55	1.131	1.9%	58.28	1.166	1.6%
E	54.04	1.081	0.8%	56.17	1.123	1.2%	58.10	1.162	1.3%
F	53.37	1.067	0.4%	56.43	1.129	1.7%	58.25	1.165	1.6%
G	54.17	1.083	1.1%	56.37	1.127	1.6%	55.89	1.118	2.5%
PROM.	54.93	1.099		57.69	1.154		57.88	1.158	
CONC % TEORICO		10			15			20	
σ		1.072			1.110			1.147	
% ERROR		0.067			0.070			0.018	
		2.5%			4.0%			0.9%	

Problema 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?



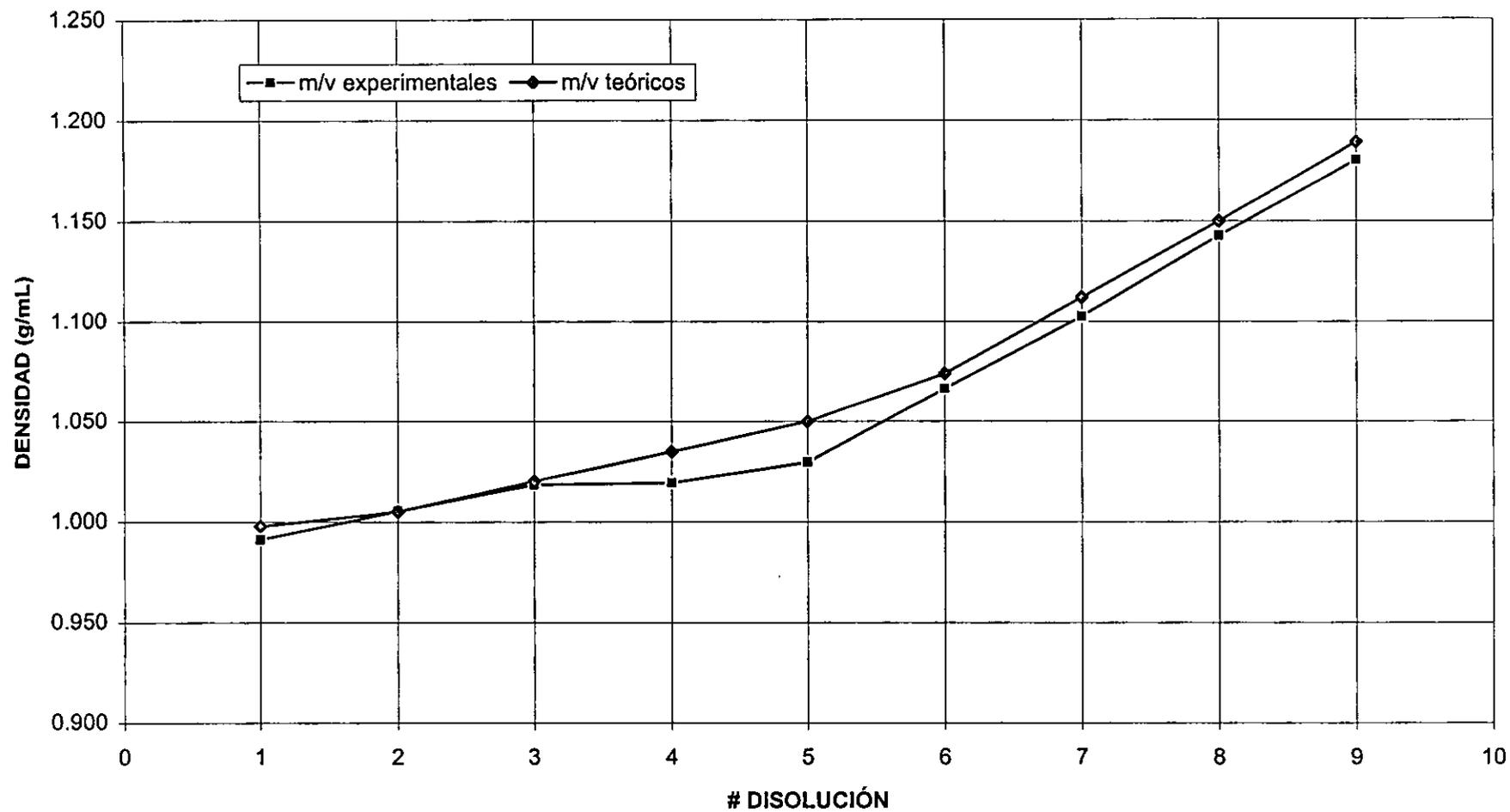
PROBLEMA 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen [densidad], en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

EQUIPO	DISOLUCION NUMERO														
	1			2			3			4			5		
	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.
1	49.43	0.989	0.9%	50.27	1.005	0.0%	50.81	1.016	0.4%	51.14	1.023	1.2%	52.16	1.043	0.6%
2	50.02	1.000	0.2%	50.10	1.002	0.3%	50.97	1.019	0.1%	50.80	1.016	1.8%	50.81	1.016	3.2%
3	49.30	0.986	1.2%	50.43	1.009	0.4%	50.86	1.017	0.3%	51.03	1.021	1.4%	51.30	1.026	2.3%
4	49.50	0.990	0.8%	50.27	1.005	0.0%	51.00	1.020	0.0%	50.86	1.017	1.7%	51.65	1.033	1.6%
PROM.	49.56	0.991		50.27	1.005		50.91	1.018		50.96	1.019		51.48	1.030	
CONC %	0			1			3			5			7		
TEORICO	0.998			1.005			1.020			1.035			1.050		
σ	0.006			0.003			0.002			0.003			0.011		
% ERROR	0.7%			0.0%			0.2%			1.5%			1.9%		

PROBLEMA 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

EQUIPO	DISOLUCIÓN NUMERO											
	6			7			8			9		
	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.
1	53.34	1.067	0.7%	55.12	1.102	0.9%	57.18	1.144	0.6%	59.00	1.180	0.8%
2	53.36	1.067	0.6%	55.20	1.104	0.7%	57.15	1.143	0.6%	59.36	1.187	0.2%
3	53.15	1.063	1.0%	55.18	1.104	0.8%	57.12	1.142	0.7%	59.05	1.181	0.7%
4	53.45	1.069	0.5%	55.00	1.100	1.1%	57.10	1.142	0.7%	58.62	1.172	1.4%
PROM.	53.33	1.067		55.12	1.102		57.14	1.143		59.01	1.180	
CONC %		10			15			20			25	
TEÓRICO		1.074			1.112			1.150			1.189	
σ		0.003			0.002			0.001			0.006	
% ERROR		0.7%			0.9%			0.6%			0.7%	

Problema 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?



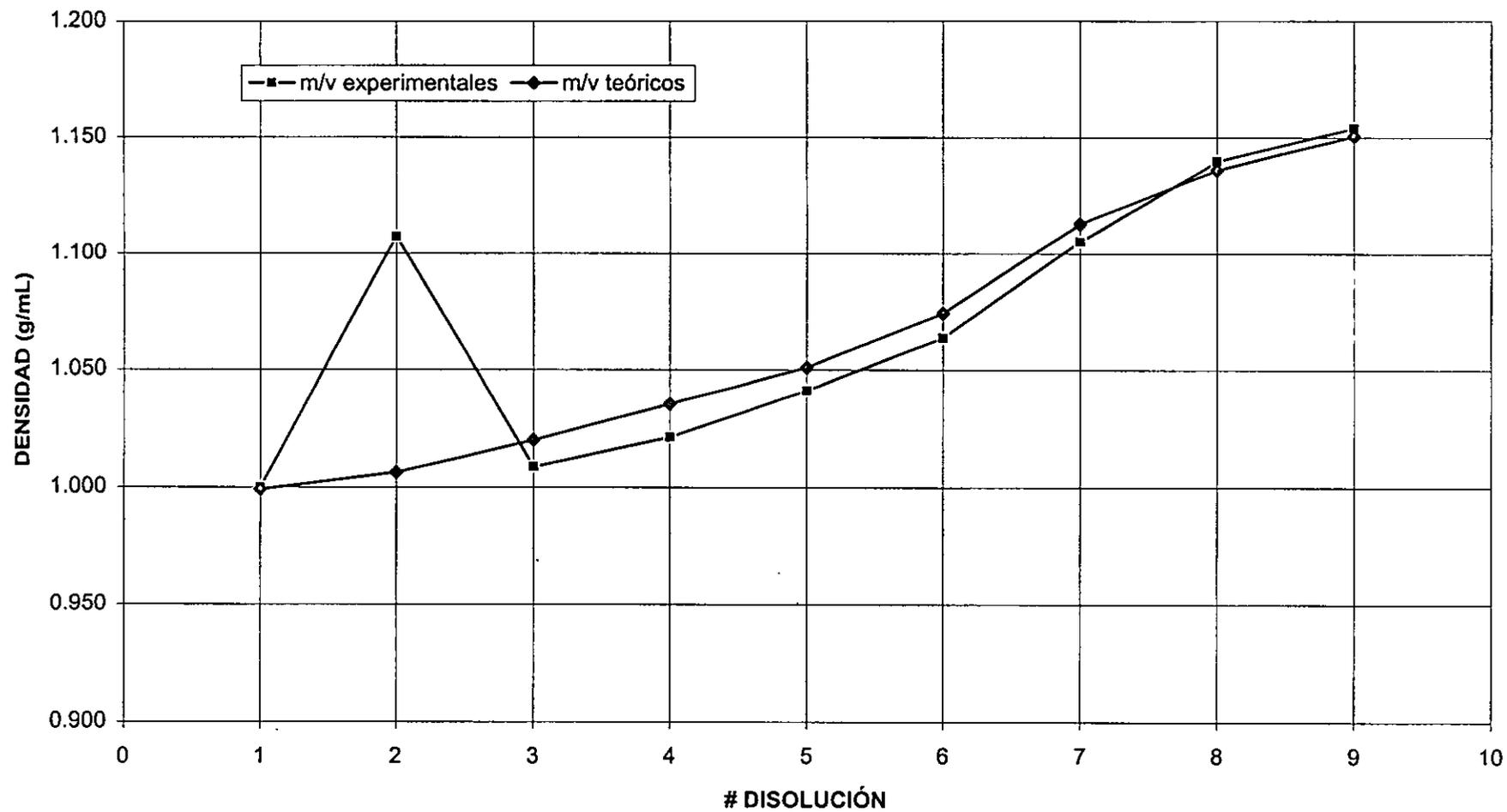
PROBLEMA 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

EQUIPO	Gavetas	DISOLUCION NUMERO											
		1			2			3			4		
		masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.
1	ENRIQUETA	50.00	1.000	0.1%									
2	ROBERTO	49.99	1.000	0.1%									
3	ROSARIO				55.38	1.108	10.1%						
4	RAFAEL				55.36	1.107	10.0%						
5	ROSA MA.							50.30	1.006	1.4%			
6	OSCAR							50.58	1.012	0.8%			
7	ELVA										50.62	1.012	2.2%
8	JANNELY										51.53	1.031	0.5%
9	OLIVIA												
10	EDGAR												
11	ARELI												
12	GINA												
13	EDGAR												
14	SOFIA												
15	MAURICIO												
16	VERE												
17	LEONARDO												
18	ELSA												
PROM.		50.00	1.000		55.37	1.107		50.44	1.009		51.08	1.022	
CONC %			0			1			3			5	
σ TEORICO			0.999			1.006			1.020			1.036	
σ			0.000			0.000			0.004			0.013	
% ERROR			0.1%			10.0%			1.1%			1.4%	

PROBLEMA 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

EQUIPO	Gavetas	DISOLUCION NUMERO														
		5			6			7			8			9		
		masa (g)	m/v (g/mL)	% error Ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error Ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.
1	ENRIQUETA															
2	ROBERTO															
3	ROSARIO															
4	RAFAEL															
5	ROSA MA.															
6	OSCAR															
7	ELVA															
8	JANNELY															
9	OLIVIA	52.21	1.044	0.7%												
10	EDGAR	51.93	1.039	1.2%												
11	ARELI				53.37	1.067	0.6%									
12	GINA				53.00	1.060	1.3%									
13	EDGAR							55.27	1.105	0.7%						
14	SOFIA							55.26	1.105	0.7%						
15	MAURICIO										57.14	1.143	0.6%			
16	VERE										56.84	1.137	0.1%			
17	LEONARDO													57.67	1.153	0.2%
18	ELSA													57.74	1.155	0.4%
PROM.		52.07	1.041		53.19	1.064		55.27	1.105		56.99	1.140		57.71	1.154	
CONC %			7			10			15			18			20	
TEORICO			1.051			1.074			1.113			1.136			1.151	
σ			0.004			0.005			0.000			0.004			0.001	
% ERROR			0.9%			1.0%			0.7%			0.3%			0.3%	

Problema 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?



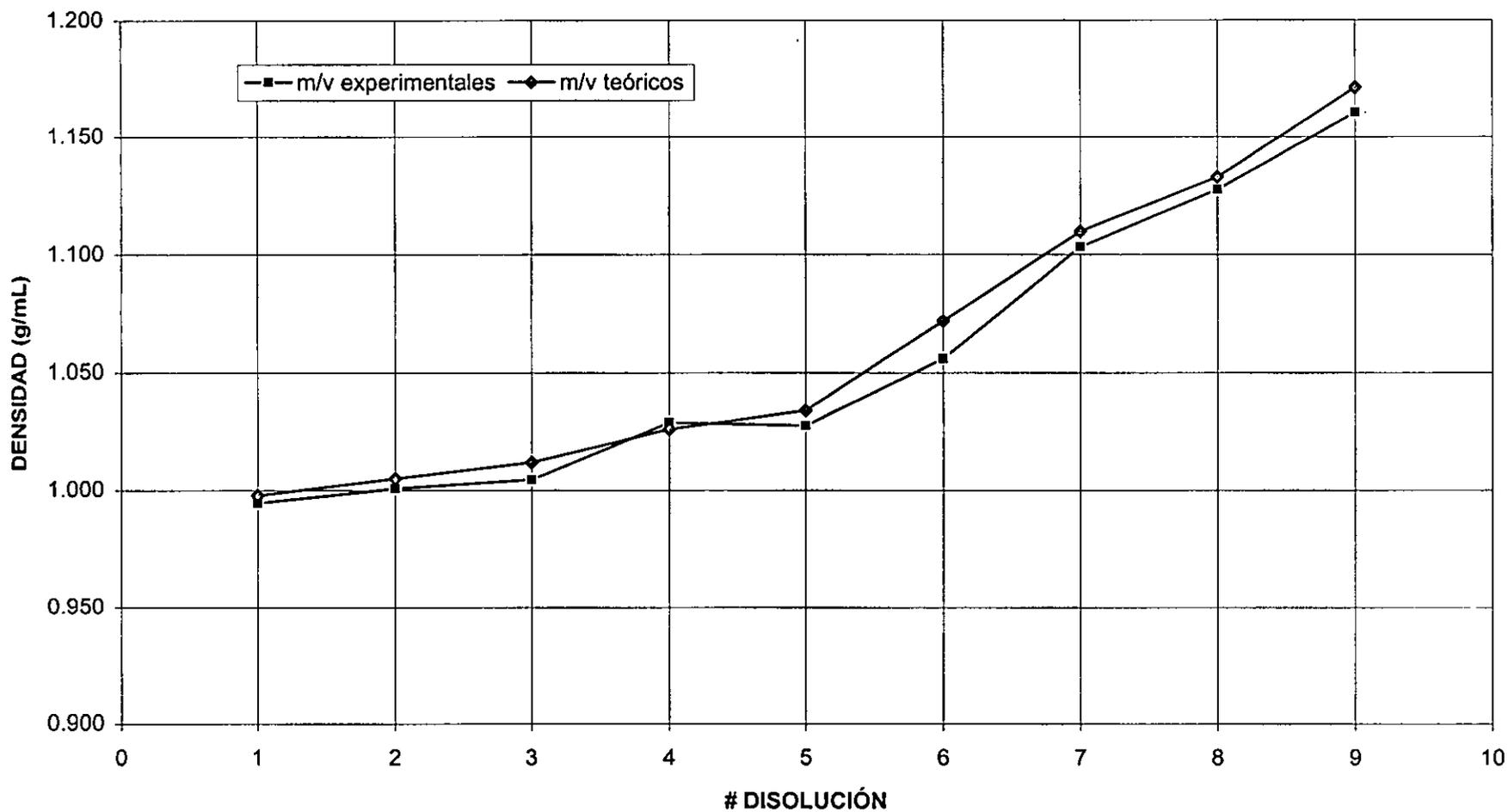
PROBLEMA 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

EQUIPO	DISOLUCIÓN NUMERO											
	1			2			3			4		
	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.
I	49.98	1.000	0.2%	50.23	1.005	0.0%	50.33	1.007	0.5%	51.36	1.027	0.1%
II	49.97	0.999	0.1%	50.09	1.002	0.3%	50.29	1.006	0.6%	50.73	1.015	1.1%
III	48.98	0.980	1.8%	49.48	0.990	1.5%	50.10	1.002	1.0%	50.99	1.020	0.6%
IV	49.98	1.000	0.2%	50.12	1.002	0.3%	50.00	1.000	1.2%	51.70	1.034	0.8%
V	49.75	0.995	0.3%	50.21	1.004	0.1%	50.19	1.004	0.8%	51.21	1.024	0.2%
VI	49.73	0.995	0.3%	50.12	1.002	0.3%	50.47	1.009	0.3%	52.66	1.053	2.7%
PROM.	49.73	0.995		50.04	1.001		50.23	1.005		51.44	1.029	
CONC	0			1			2			4		
TEÓRICO	0.998			1.005			1.012			1.026		
σ	0.008			0.006			0.003			0.014		
% ERROR	0.3%			0.4%			0.7%			0.3%		

PROBLEMA 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

EQUIPO	DISOLUCIÓN NUMERO														
	5			6			7			8			9		
	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.
I	51.65	1.033	0.1%	50.39	1.008	6.0%	55.17	1.103	0.6%	56.35	1.127	0.5%	58.02	1.160	0.9%
II	51.67	1.033	0.1%	52.88	1.058	1.3%	55.05	1.101	0.8%	56.48	1.130	0.3%	58.38	1.168	0.3%
III	51.37	1.027	0.6%	52.80	1.056	1.5%	55.88	1.118	0.7%	56.35	1.127	0.5%	55.02	1.100	6.0%
IV	50.77	1.015	1.8%	53.56	1.071	0.1%	54.80	1.096	1.3%	56.32	1.126	0.6%	58.25	1.165	0.5%
V	51.65	1.033	0.1%	54.33	1.087	1.4%	54.86	1.097	1.2%	56.53	1.131	0.2%	60.38	1.208	3.1%
VI	51.17	1.023	1.0%	52.80	1.056	1.5%	55.26	1.105	0.4%	56.30	1.126	0.6%	58.05	1.161	0.9%
PROM.	51.38	1.028		52.79	1.056		55.17	1.103		56.39	1.128		58.02	1.160	
CONC		5			10			15			18			23	
TEÓRICO		1.034			1.072			1.110			1.133			1.171	
σ		0.007			0.026			0.008			0.002			0.034	
% ERROR		0.6%			1.5%			0.6%			0.5%			0.9%	

Problema 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?



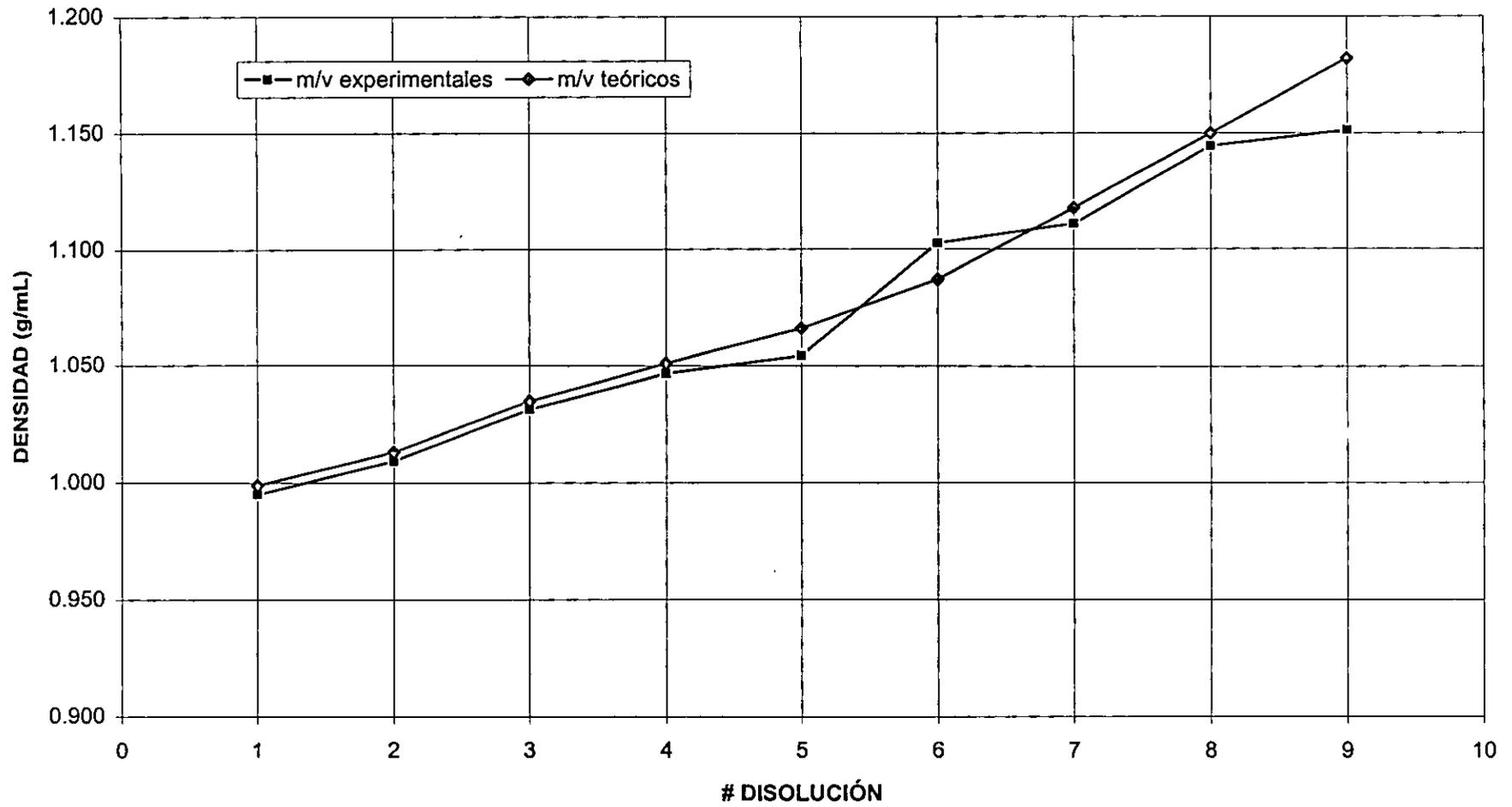
PROBLEMA 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

EQUIPO	DISOLUCION NUMERO											
	1			2			3			4		
	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.
1	49.75	0.995	0.4%	50.40	1.008	0.5%	51.67	1.033	0.2%	52.32	1.046	0.4%
2	49.76	0.995	0.4%	50.52	1.010	0.3%	51.47	1.029	0.5%	52.36	1.047	0.4%
PROM.	49.76	0.995		50.46	1.009		51.57	1.031		52.34	1.047	
CONC %	0			2			5			7		
TEORICO	0.999			1.013			1.035			1.051		
σ	0.000			0.002			0.003			0.001		
% ERROR	0.4%			0.4%			0.3%			0.4%		

PROBLEMA 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

EQUIPO	DISOLUCIÓN NUMERO														
	5			6			7			8			9		
	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.	masa (g)	m/v (g/mL)	% error ind.
1	52.71	1.054	1.1%	56.14	1.123	3.3%	55.55	1.111	0.6%	57.23	1.145	0.5%	58.82	1.176	0.5%
2	52.71	1.054	1.1%	54.12	1.082	0.4%	55.56	1.111	0.6%	57.23	1.145	0.5%	56.31	1.126	4.7%
PROM.	52.71	1.054		55.13	1.103		55.56	1.111		57.23	1.145		57.57	1.151	
CONC %		9			12			16			20			24	
TEORICO		1.066			1.087			1.118			1.150			1.182	
σ		0.000			0.029			0.000			0.000			0.035	
% ERROR		1.1%			1.4%			0.6%			0.5%			2.6%	

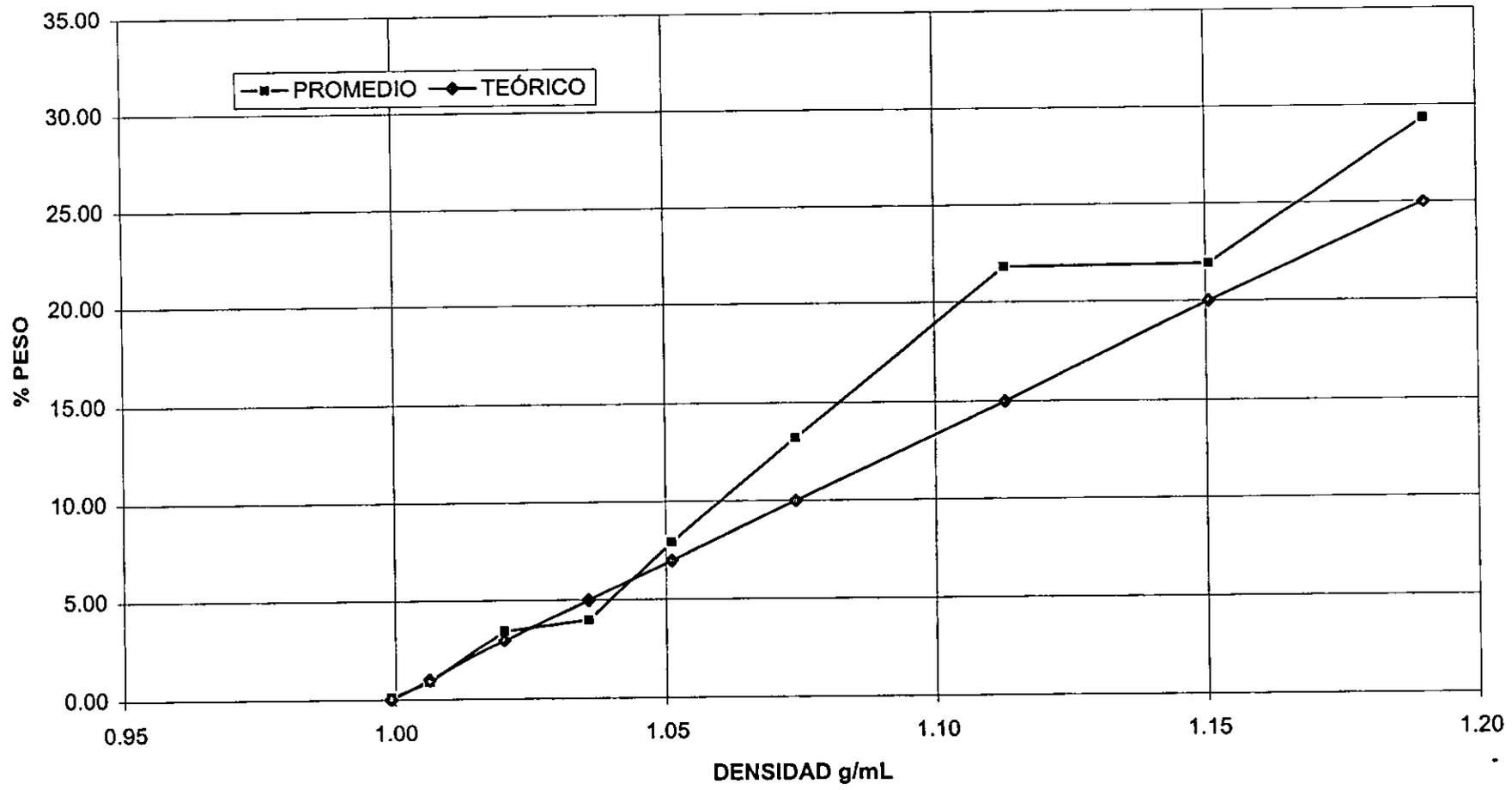
Problema 2: ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?



PROBLEMA 3: ¿Cuál es la concentración expresada en por ciento en peso de cada una de las disoluciones problema?

GAVETA	No. DISOL.	MASA DE LA DISOLUCION (g)	MASA DEL RESIDUO (g)	% PESO	% ERROR IND.	DENSIDAD TEORICA	% PESO PROMEDIO	% PESO TEORICO	% ERROR
2	1	49.93	0.11	0.22	100%	0.999	0.11	0	100%
54		49.78	0.00	0.00	0%				
10	2	49.69	0.42	0.85	15.5%	1.006	0.88	1	11.6%
58		50.13	0.47	0.93	7.2%				
64		50.11	0.44	0.88	12.2%				
22	3	50.57	1.76	3.48	15.9%	1.020	3.48	3	15.9%
62		50.77	1.52	2.99	0.2%				
68		50.70	2.01	3.96	32.1%				
6	4	51.20	2.54	4.96	0.8%	1.036	4.01	5	19.8%
30		51.80	3.13	6.04	20.8%				
66		51.58	0.53	1.02	79.6%				
14	5	52.35	3.53	6.74	3.7%	1.051	7.92	7	13.2%
42		53.18	5.34	10.04	43.4%				
70		52.15	3.64	6.98	0.3%				
26	6	52.75	8.63	16.36	63.6%	1.074	13.20	10	32.0%
46		53.18	5.34	10.04	0.4%				
34	7	53.27	11.60	21.78	45.2%	1.113	21.82	15	45.5%
79		56.74	12.42	21.89	45.9%				
44		56.79	12.38	21.80	45.3%				
56	8	57.16	11.37	19.89	0.5%	1.151	21.92	20	9.6%
74		57.07	13.67	23.95	19.8%				
48	9	59.05	19.98	33.84	35.3%	1.190	29.35	25	17.4%
60		59.11	14.70	24.87	0.5%				

Problema 3. ¿Cuál es la concentración, expresada en por ciento en peso, de cada una de las disoluciones problema?



PROBLEMA 3: ¿Cuál es la concentración expresada en por ciento en peso de cada una de las disoluciones problema?

GAVETA	No. DISOL.	MASA DE LA DISOLUCIÓN (g)	MASA DEL RESIDUO (g)	% PESO	% ERROR IND.	DENSIDAD TEORICA	% PESO PROMEDIO	% PESO TEORICO	% ERROR
70/54	1	49.72	0.00	0.00	0%	0.998	0.00	0	0%
44		49.51	0.00	0.00	0%				
14		49.87	0.00	0.00	0%				
2		50.30	0.00	0.00	0%				
74		49.93	0.00	0.00	0%				
34	52.14	0.00	0.00	0%					
58	2	50.02	0.58	1.16	16.0%	1.005	1.04	1	4.4%
74		50.59	0.47	0.93	7.1%				
74	3	50.66	1.74	3.43	14.5%	1.018	3.23	3	7.8%
48		50.97	1.53	3.00	0.1%				
68		50.58	1.63	3.22	7.4%				
6		51.07	1.58	3.09	3.1%				
38		50.97	1.74	3.42	13.9%				
52	4	51.01	2.54	4.98	0.4%	1.034	5.31	5	6.1%
62		51.58	3.22	6.24	24.9%				
68		51.00	2.63	5.16	3.1%				
79		51.30	2.67	5.20	4.1%				
6		51.23	2.29	4.47	10.6%				
42	51.84	3.00	5.79	15.7%					
62	5	53.69	4.32	8.05	19.5%	1.072	9.88	10	1.2%
10		62.53	5.94	9.50	5.0%				
42		52.60	5.32	10.11	1.1%				
79		53.82	6.39	11.87	18.7%				
56	6	56.61	10.91	19.27	28.5%	1.110	19.43	15	29.5%
30		56.44	11.20	19.84	32.3%				
10		65.62	14.06	21.43	42.8%				
50		56.27	10.10	17.95	19.7%				
72		56.37	10.35	18.36	22.4%				
52		56.17	10.48	18.66	24.4%				
66	56.55	11.60	20.51	36.8%					
42	7	58.93	14.22	24.13	20.7%	1.147	26.61	20	33.0%
76		55.89	16.41	29.36	46.8%				
66		58.28	11.14	19.11	4.4%				
30		58.51	22.30	38.11	90.6%				
52		58.19	14.96	25.71	28.5%				
60		58.25	17.11	29.37	46.9%				
14	58.12	11.89	20.46	2.3%					

Problema 3. ¿Cuál es la concentración, expresada en por ciento en peso, de cada una de las disoluciones problema?

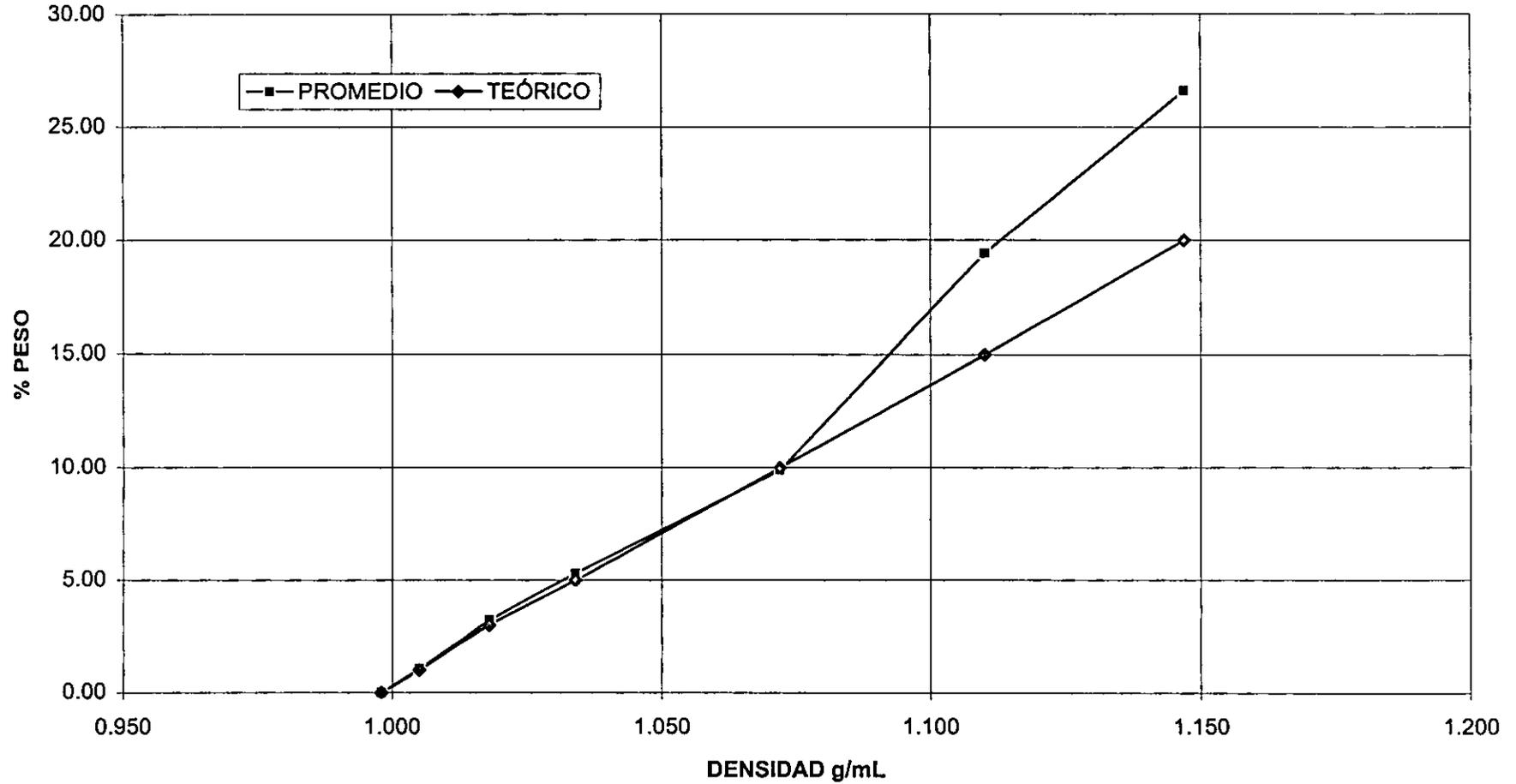
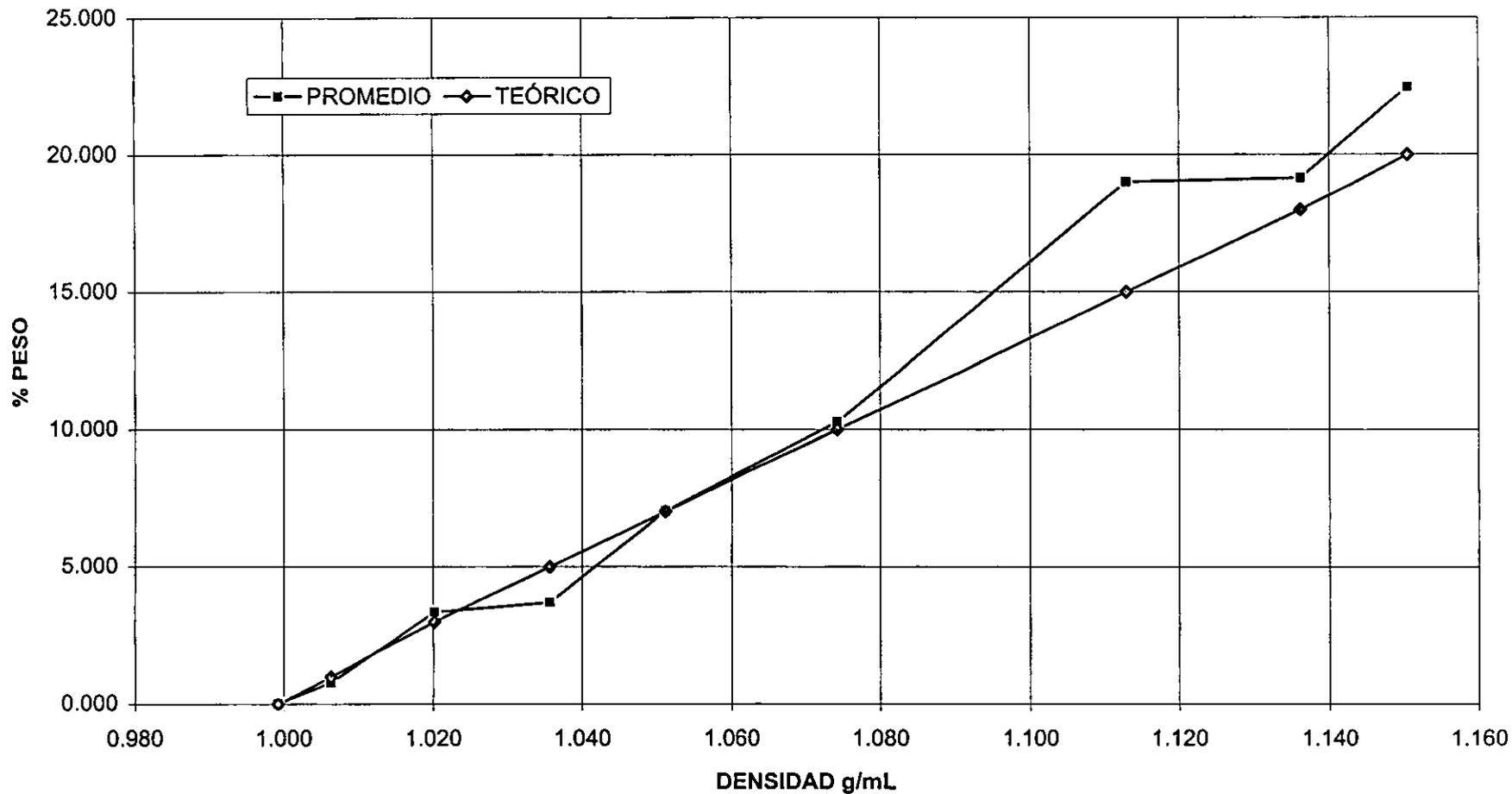


TABLA 15. RESULTADOS: "DENSIDAD, PROBLEMA 3, SEM 98-2"

PROBLEMA 3: ¿Cuál es la concentración expresada en por ciento en peso de cada una de las disoluciones problema?

GAVETA	No. DISOL.	MASA DE LA DISOLUCION (g)	MASA DEL RESIDUO (g)	% PESO	% ERROR IND.	DENSIDAD TEORICA	% PESO PROMEDIO	% PESO TEORICO	% ERROR
ENRIQUETA ROBERTO	1	50.00	0.01	0.02	0%	0.999	0.02	0	0%
		49.99	0.01	0.02	0%				
ROSARIO Y RAFAEL	2	55.38	0.44	0.79	20.5%	1.006	0.79	1	20.5%
ROSA MA. OSCAR	3	50.30	1.54	3.06	2.1%	1.020	3.36	3	12.0%
		50.58	1.85	3.66	21.9%				
ELVA Y JANNELY	4	50.62	1.88	3.71	25.7%	1.036	3.71	5	25.7%
OLIVIA EDGAR	5	52.21	3.58	6.86	2.0%	1.051	7.02	7	0.3%
		51.93	3.73	7.18	2.6%				
ARELI GINA	6	53.37	5.75	10.77	7.7%	1.074	10.28	10	2.8%
		53.34	5.22	9.79	2.1%				
EDGAR SOFIA	7	52.27	11.33	21.68	44.5%	1.113	19.03	15	26.8%
		55.26	9.05	16.38	9.2%				
MAURICIO VERE	8	57.14	11.96	20.93	16.3%	1.136	19.17	18	6.5%
		56.84	9.89	17.40	3.3%				
LEONARDO ELSA	9	57.67	13.40	23.24	16.2%	1.151	22.46	20	12.3%
		57.74	12.52	21.68	8.4%				

Problema 3. ¿Cuál es la concentración, expresada en por ciento en peso, de cada una de las disoluciones problema?



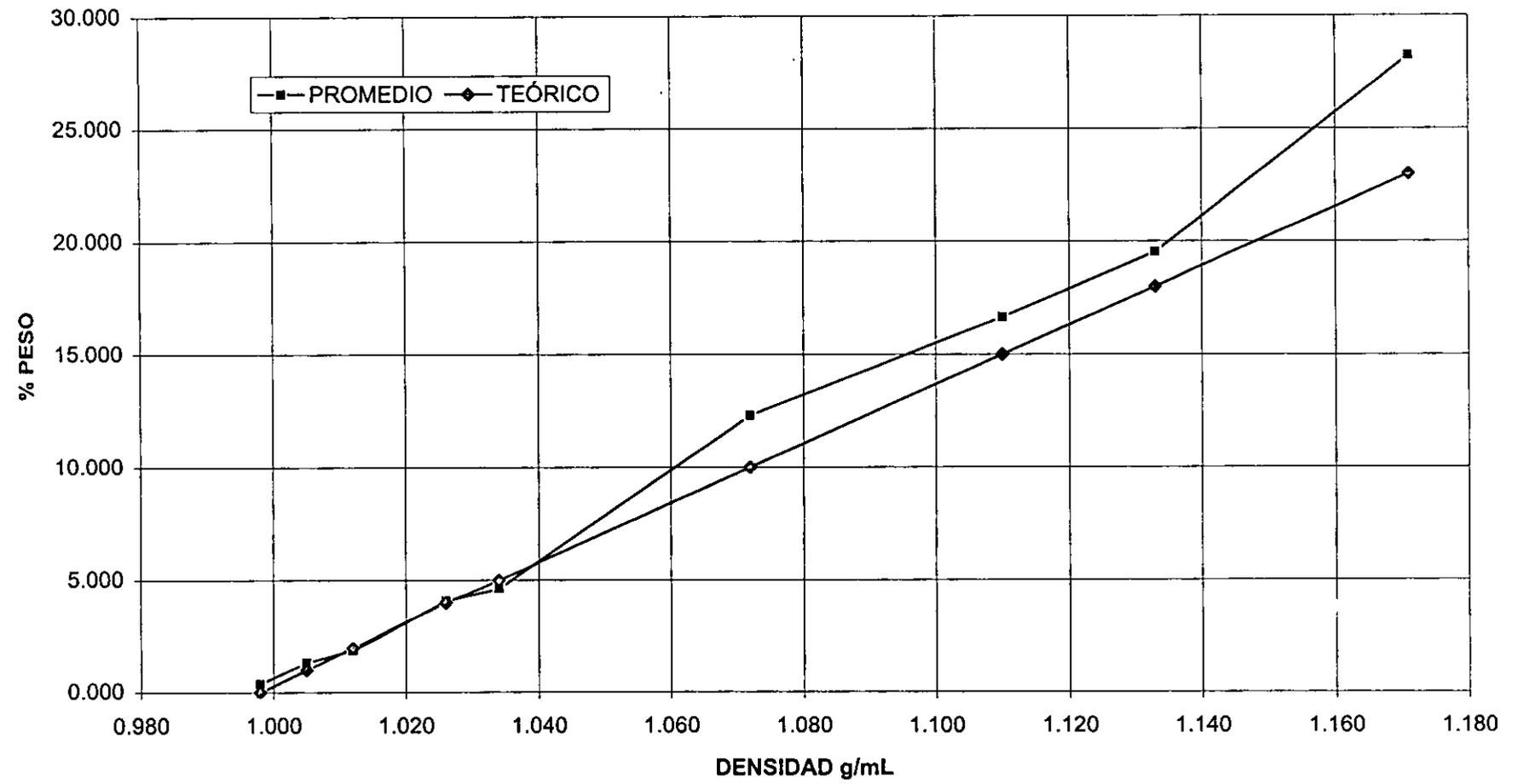
Problema 3: ¿Cuál es la concentración expresada en porcentaje en peso de cada una de las disoluciones probl

SERIE	No. DISOL.	MASA DE LA DISOLUCION (g)	MASA DEL RESIDUO (g)	% PESO	% ERROR IND.	DENSIDAD TEORICA	% PESO PROMEDIO	% PESO TEORICO	% ERROR
I	1	50.08	0.95	1.90	100%	0.998	0.37	0	100%
II		49.98	0.01	0.02	0%				
III		48.98	0.10	0.20	100%				
IV		49.98	0.01	0.02	0%				
V		49.75	0.02	0.04	0%				
VI		49.73	0.02	0.04	0%				
I	2	50.23	0.55	1.09	9.5%	1.005	1.33	1	32.8%
II		50.09	0.50	1.00	0.2%				
IV		50.12	0.46	0.92	8.2%				
V		50.20	0.60	1.20	19.5%				
VI		20.12	0.49	2.44	143.5%				
I	3	50.44	0.91	1.80	9.8%	1.012	1.88	2	6.1%
II		50.68	0.95	1.87	6.3%				
III		50.50	0.96	1.90	5.0%				
IV		50.00	0.94	1.88	6.0%				
V		50.19	0.91	1.81	9.3%				
VI		50.47	1.01	2.00	0.1%				
I	4	51.36	1.97	3.84	4.1%	1.026	4.08	4	1.9%
II		50.73	2.06	4.06	1.5%				
IV		51.70	2.03	3.93	1.8%				
V		51.21	2.15	4.20	5.0%				
VI		52.66	2.30	4.37	9.2%				
I	5	51.65	2.23	4.32	13.6%	1.034	4.62	5	7.6%
II		50.63	1.04	2.05	58.9%				
IV		50.77	2.78	5.48	9.5%				
V		51.65	2.88	5.58	11.5%				
VI		51.17	2.91	5.69	13.7%				

Problema 3: ¿Cuál es la concentración expresada en por ciento en peso de cada una de las disoluciones probl

SERIE	No. DISOL.	MASA DE LA DISOLUCION (g)	MASA DEL RESIDUO (g)	% PESO	% ERROR IND.	DENSIDAD TEORICA	% PESO PROMEDIO	% PESO TEORICO	% ERROR
I	6	50.39	6.69	13.28	32.8%	1.072	12.29	10	22.9%
II		52.88	6.69	12.65	26.5%				
IV		53.55	5.27	9.84	1.6%				
V		54.33	6.80	12.52	25.2%				
VI		52.80	6.94	13.15	31.5%				
II	7	55.05	9.17	16.66	11.1%	1.110	16.64	15	10.9%
III		55.88	8.74	15.64	4.3%				
IV		54.80	10.15	18.52	23.5%				
VI		55.25	8.69	15.73	4.9%				
I	8	56.35	10.87	19.29	7.2%	1.133	19.52	18	8.4%
III		56.35	10.95	19.43	8.0%				
IV		56.32	10.97	19.48	8.2%				
V		56.53	10.77	19.05	5.8%				
VI		56.30	11.45	20.34	13.0%				
II	9	58.38	13.73	23.52	2.3%	1.171	28.22	23	22.7%
III		55.02	18.68	33.95	47.6%				
IV		58.25	16.56	28.43	23.6%				
V		60.38	16.30	27.00	17.4%				

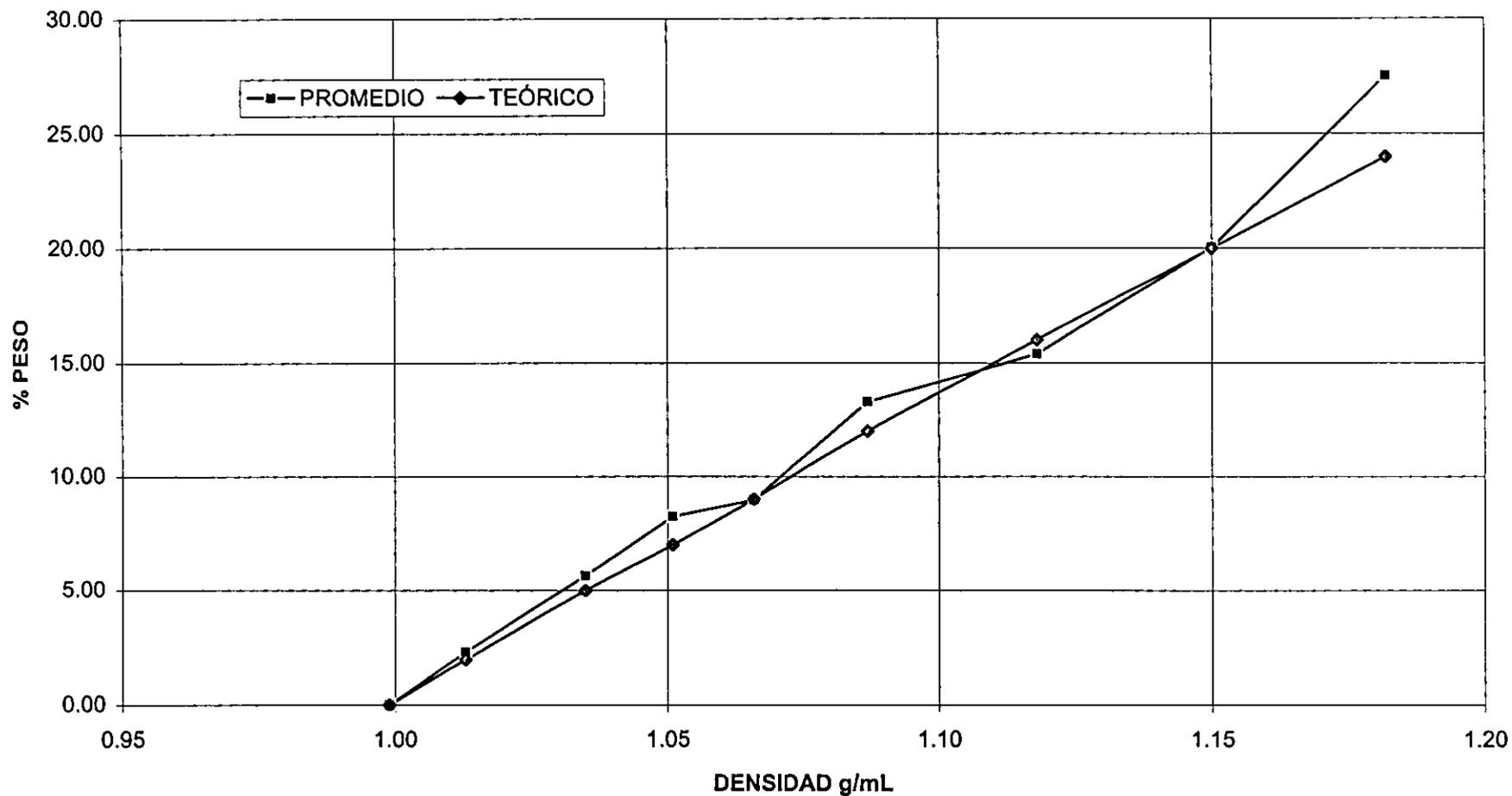
Problema 3. ¿Cuál es la concentración, expresada en por ciento en peso, de cada una de las disoluciones problema?



PROBLEMA 3: ¿Cuál es la concentración expresada en por ciento en peso de cada una de las disoluciones problema?

GAVETA	No. DISOL.	MASA DE LA		% PESO	% ERROR IND.	DENSIDAD TEORICA	% PESO PROMEDIO	% PESO TEORICO	% ERROR
		DISOLUCION (g)	RESIDUO (g)						
I	1	49.75	0.00	0.00	0%	0.999	0.00	0	0%
II		49.75	0.00	0.00	0%				
I	2	50.40	1.33	2.64	31.9%	1.013	2.33	2	16.7%
II		50.46	1.02	2.03	1.4%				
I	3	51.67	2.56	4.95	0.9%	1.035	5.65	5	13.0%
II		51.47	3.27	6.35	26.9%				
I	4	52.32	3.65	6.98	0.3%	1.051	8.25	7	17.8%
II		52.36	4.98	9.51	35.9%				
I	5	52.71	4.72	8.95	0.5%	1.066	8.96	9	0.4%
II		52.93	4.75	8.97	0.3%				
I	6	56.14	7.86	14.00	16.7%	1.087	13.28	12	10.7%
II		54.12	6.80	12.57	4.7%				
I	7	55.55	8.76	15.76	1.5%	1.118	15.39	16	3.8%
II		55.64	8.36	15.03	6.1%				
I	8	57.23	11.48	20.06	0.3%	1.150	20.05	20	0.2%
II		57.22	11.46	20.03	0.1%				
I	9	58.82	16.03	27.26	13.6%	1.182	27.52	24	14.7%
II		58.96	16.38	27.78	15.8%				

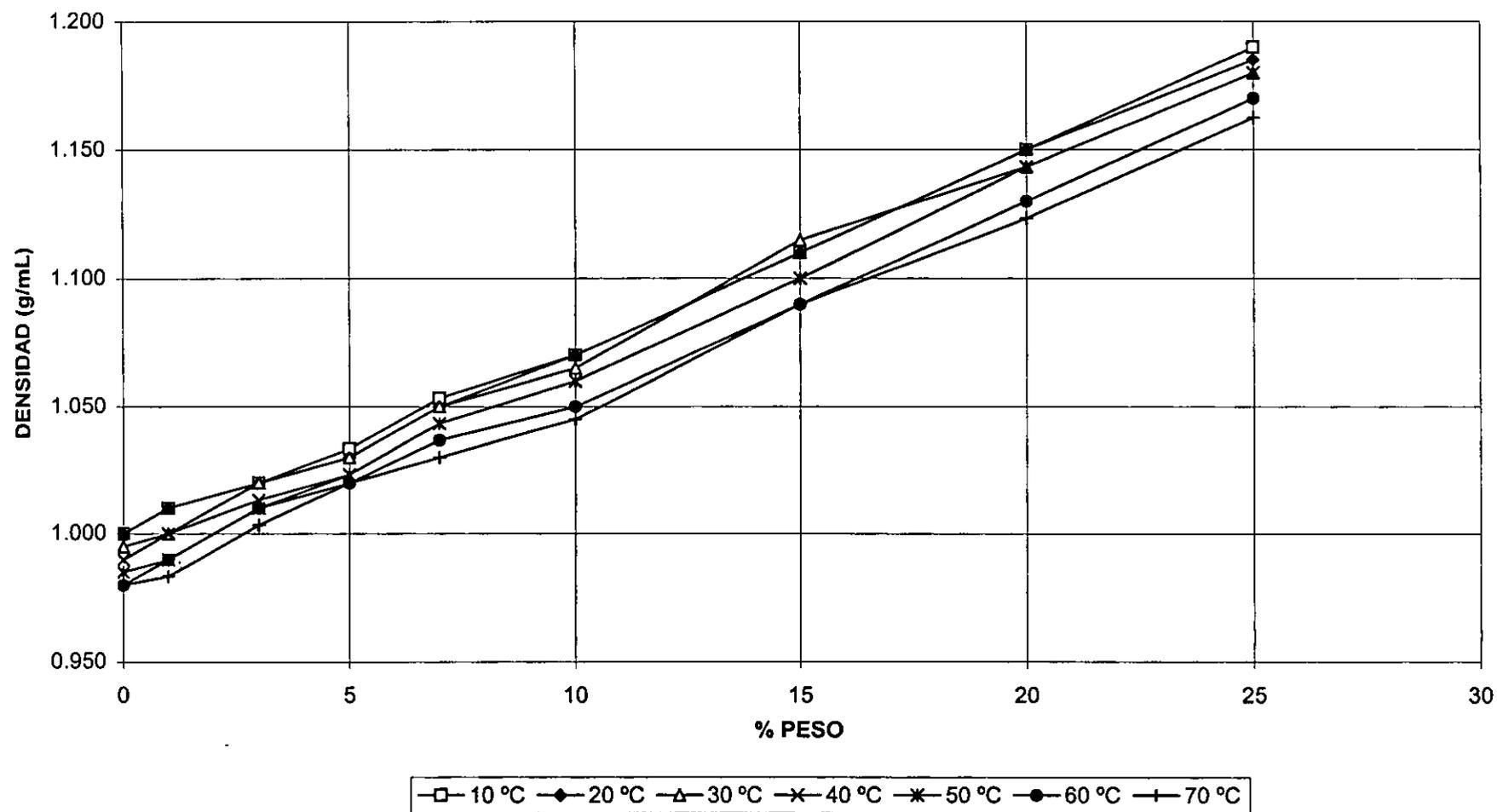
Problema 3. ¿Cuál es la concentración, expresada en por ciento en peso, de cada una de las disoluciones problema?



PROBLEMA 4: ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C y 70 °C?

GAVETA	% PESO	SOLN	TEMPERATURA													
			10°C	PROM	20°C	PROM	30°C	PROM	40°C	PROM	50°C	PROM	60°C	PROM	70°C	PROM
2 54	0	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.995	0.990	0.990	0.990	0.985	0.980	0.980	0.980	0.980
			1.000		1.000		0.990		0.990		0.980		0.980			
10 58 64	1	2	1.010	1.010	1.010	1.010	1.000	1.000	1.000	1.000	0.990	0.990	0.990	0.990	0.990	0.983
			1.010		1.000		1.000		0.990		0.990					
			1.010		1.000		1.000		0.990		0.990					
22 62 68	3	3	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020	1.020	1.010	1.013	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.003
			1.020		1.020		1.020		1.020		1.010		1.010			
			1.020		1.020		1.020		1.010		1.010					
6 30 66	5	4	1.030	1.033	1.030	1.030	1.030	1.030	1.020	1.023	1.020	1.023	1.020	1.020	1.020	1.020
			1.030		1.030		1.030		1.020		1.020					
			1.040		1.030		1.030		1.030		1.030					
14 42 70	7	5	1.050	1.053	1.050	1.050	1.050	1.050	1.040	1.043	1.040	1.043	1.040	1.037	1.030	1.030
			1.050		1.050		1.050		1.040		1.040					
			1.060		1.050		1.050		1.050		1.050					
26 46	10	6	1.070	1.070	1.070	1.070	1.070	1.065	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060	1.050	1.050	1.045
			1.070		1.060		1.060		1.060		1.060					
34 52	15	7	1.110	1.110	1.110	1.110	1.120	1.115	1.100	1.100	1.100	1.100	1.090	1.090	1.090	1.090
			1.110		1.110		1.110		1.110		1.100		1.100			
44 56 74	20	8	1.150	1.150	1.150	1.150	1.140	1.143	1.140	1.143	1.140	1.143	1.130	1.130	1.120	1.123
			1.150		1.150		1.150		1.140		1.140					
			1.150		1.150		1.140		1.140		1.140					
48 60	25	9	1.190	1.190	1.190	1.185	1.180	1.180	1.180	1.180	1.180	1.180	1.170	1.170	1.160	1.163
			1.190		1.180		1.180		1.180		1.170		1.165			

Problema 4. ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C y 70°C?



PROBLEMA 4: ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C y 70 °C?

GAVETA	% PESO	SOLN	TEMPERATURA													
			10°C	PROM	20°C	PROM	30°C	PROM	40°C	PROM	50°C	PROM	60°C	PROM	70°C	PROM
2 14 34	0	1	1.000	1.000	0.999	0.999	0.996	0.996	0.992	0.992	0.988	0.988	0.986	0.986	0.980	0.980
12	1	2	1.011	1.011	1.006	1.006	1.002	1.002	0.998	0.998	0.994	0.994	0.990	0.990	0.982	0.982
6 38	3	3	1.026	1.026	1.029	1.029	1.018	1.018	1.014	1.014	1.010	1.010	1.006	1.006	1.002	1.002
6 42	5	4	1.042	1.042	1.038	1.038	1.034	1.034	1.030	1.030	1.026	1.026	1.022	1.022	1.018	1.018
10 42	10	5	1.076	1.076	1.074	1.074	1.072	1.072	1.068	1.068	1.062	1.062	1.056	1.056	1.056	1.056
10 30	15	6	1.140	1.140	1.136	1.136	1.130	1.130	1.126	1.126	1.122	1.122	1.118	1.118	1.110	1.110
14 42	20	7	1.167	1.167	1.163	1.163	1.158	1.158	1.152	1.152	1.148	1.148	1.142	1.142	1.136	1.136

Problema 4. ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C y 70°C?

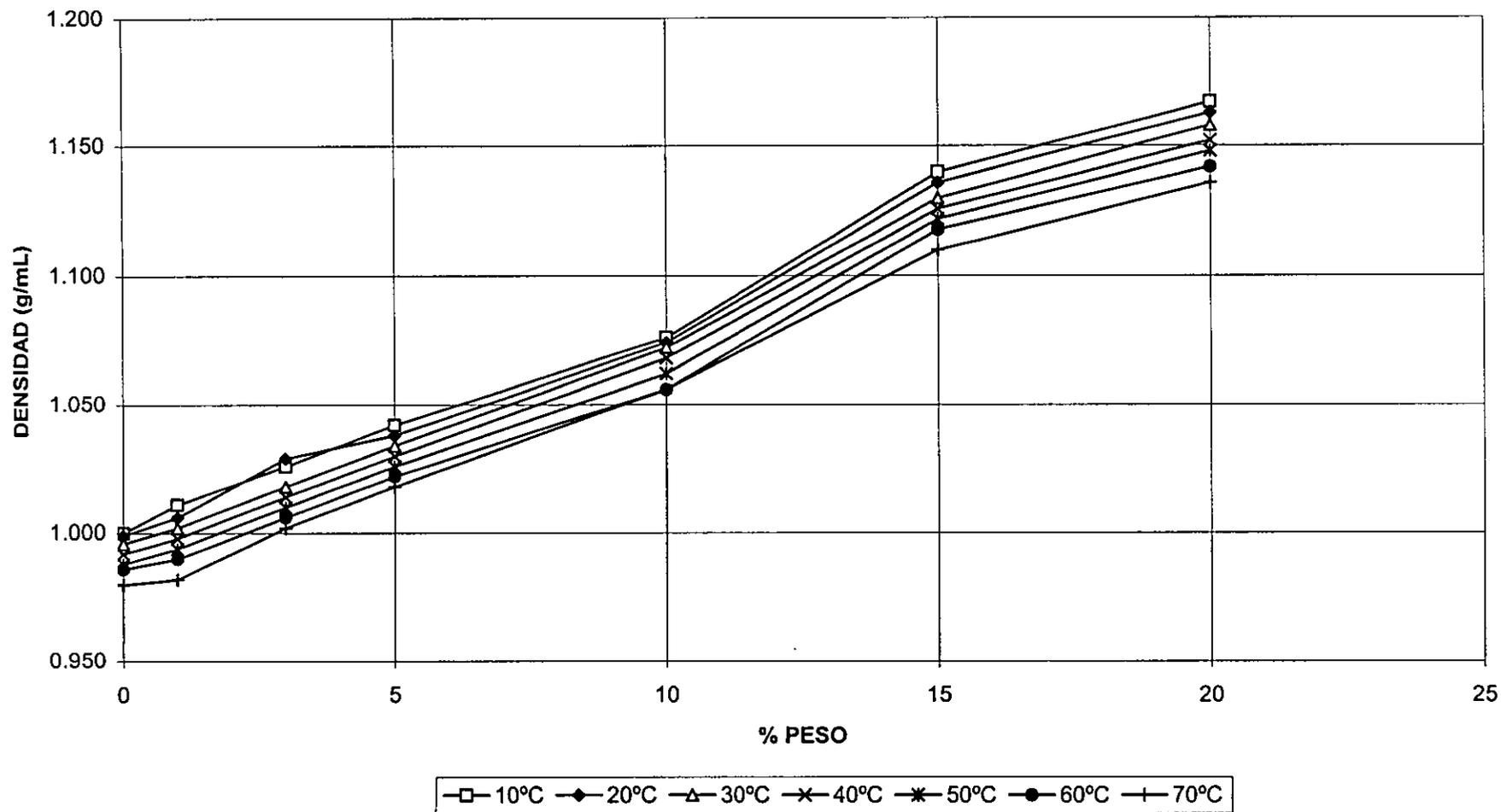
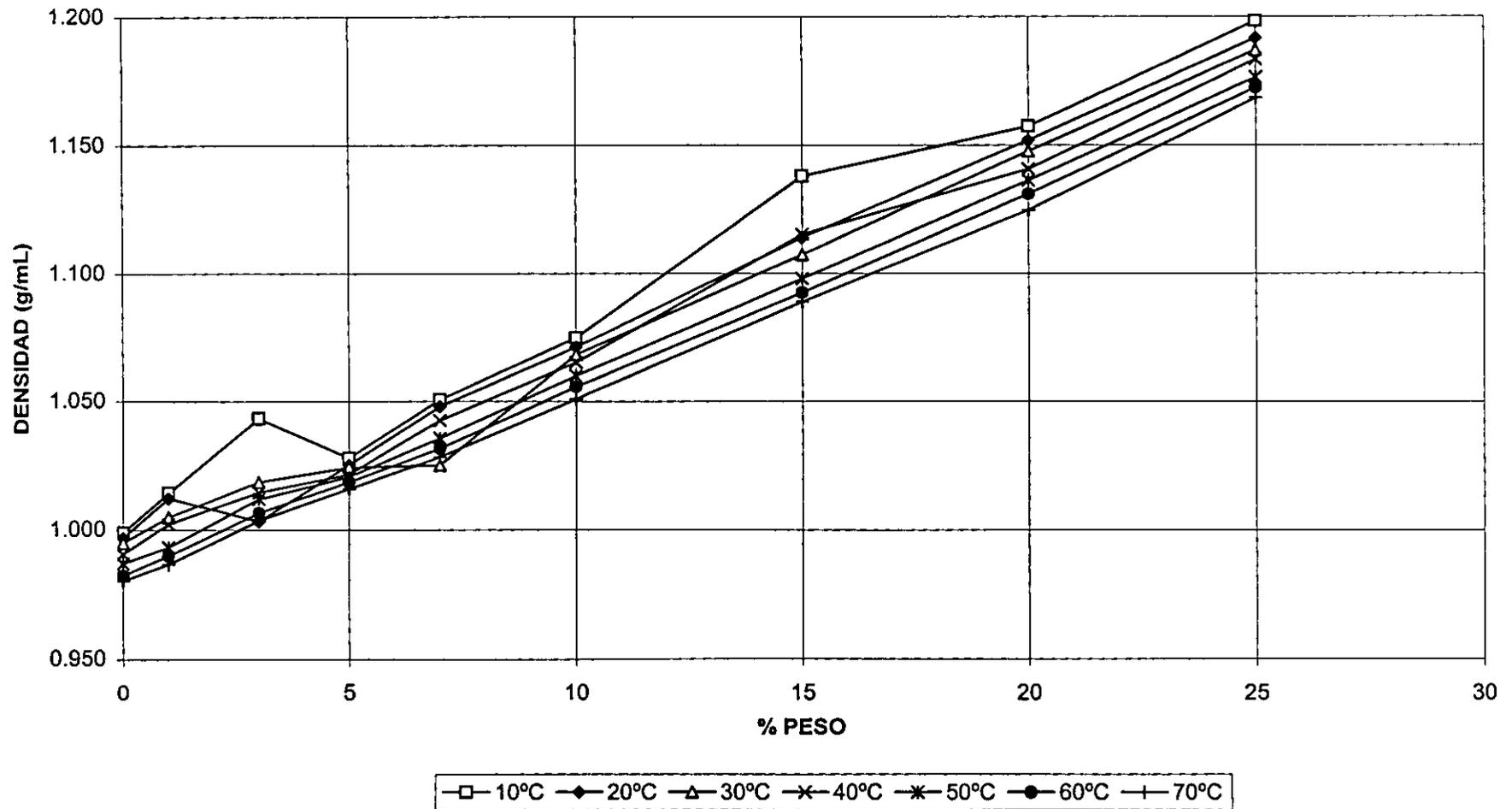


TABLA 20. RESULTADOS: "DENSIDAD, PROBLEMA 4, SEM 98-1"

PROBLEMA 4: ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C y 70 °C?

GAVETA	% PESO	SOLN	TEMPERATURA													
			10°C	PROM	20°C	PROM	30°C	PROM	40°C	PROM	50°C	PROM	60°C	PROM	70°C	PROM
Valdez Castellanos López	0	1	1.000	0.999	0.998	0.997	0.996	0.995	0.992	0.991	0.988	0.987	0.982	0.982	0.980	0.980
			0.999		0.998		0.994		0.990		0.986		0.982			
			0.998		0.995		0.995		0.990		0.987		0.983			
Espinosa Martínez Ley	1	2	1.012	1.014	1.010	1.012	1.005	1.005	1.002	1.002	0.992	0.993	0.982	0.990	0.990	0.987
			1.015		1.015		1.004		1.002		0.995		0.995			
			1.016		1.012		1.006		1.003		0.993		0.993			
Azcárate Mota Acosta	3	3	1.050	1.043	1.010	1.003	1.019	1.019	1.014	1.015	1.012	1.012	1.006	1.007	1.004	1.004
			1.040		1.000		1.019		1.015		1.012		1.007			
			1.040		1.000		1.018		1.015		1.012		1.007			
Sánchez Gómez Fuentes	5	4	1.027	1.028	1.025	1.025	1.024	1.024	1.022	1.022	1.020	1.021	1.018	1.019	1.017	1.016
			1.028		1.026		1.024		1.022		1.021		1.019			
			1.029		1.025		1.025		1.021		1.021		1.019			
Contreras Cornejo Gómez	7	5	1.050	1.051	1.048	1.048	1.005	1.025	1.042	1.043	1.036	1.036	1.032	1.032	1.030	1.028
			1.050		1.048		1.045		1.042		1.036		1.032			
			1.052		1.048		1.026		1.044		1.035		1.031			
Martínez Segovia Amaro	10	6	1.074	1.075	1.072	1.071	1.066	1.068	1.064	1.065	1.059	1.060	1.056	1.056	1.052	1.051
			1.076		1.072		1.070		1.066		1.060		1.055			
			1.075		1.070		1.069		1.066		1.061		1.056			
Constantino Sánchez Marzal	15	7	1.180	1.138	1.120	1.114	1.108	1.107	1.140	1.115	1.100	1.098	1.094	1.093	1.091	1.089
			1.118		1.112		1.108		1.104		1.098		1.092			
			1.116		1.110		1.106		1.102		1.096		1.092			
Larrea López Andrade	20	8	1.157	1.157	1.156	1.152	1.150	1.148	1.142	1.141	1.138	1.136	1.132	1.131	1.126	1.125
			1.157		1.150		1.146		1.140		1.136		1.130			
			1.158		1.150		1.147		1.140		1.135		1.131			
Pérez Espinosa	25	9	1.200	1.198	1.193	1.192	1.188	1.187	1.184	1.183	1.176	1.176	1.172	1.172	1.170	1.168
			1.195		1.190		1.188		1.182		1.175		1.172			
			1.200		1.192		1.185		1.184		1.178		1.173			

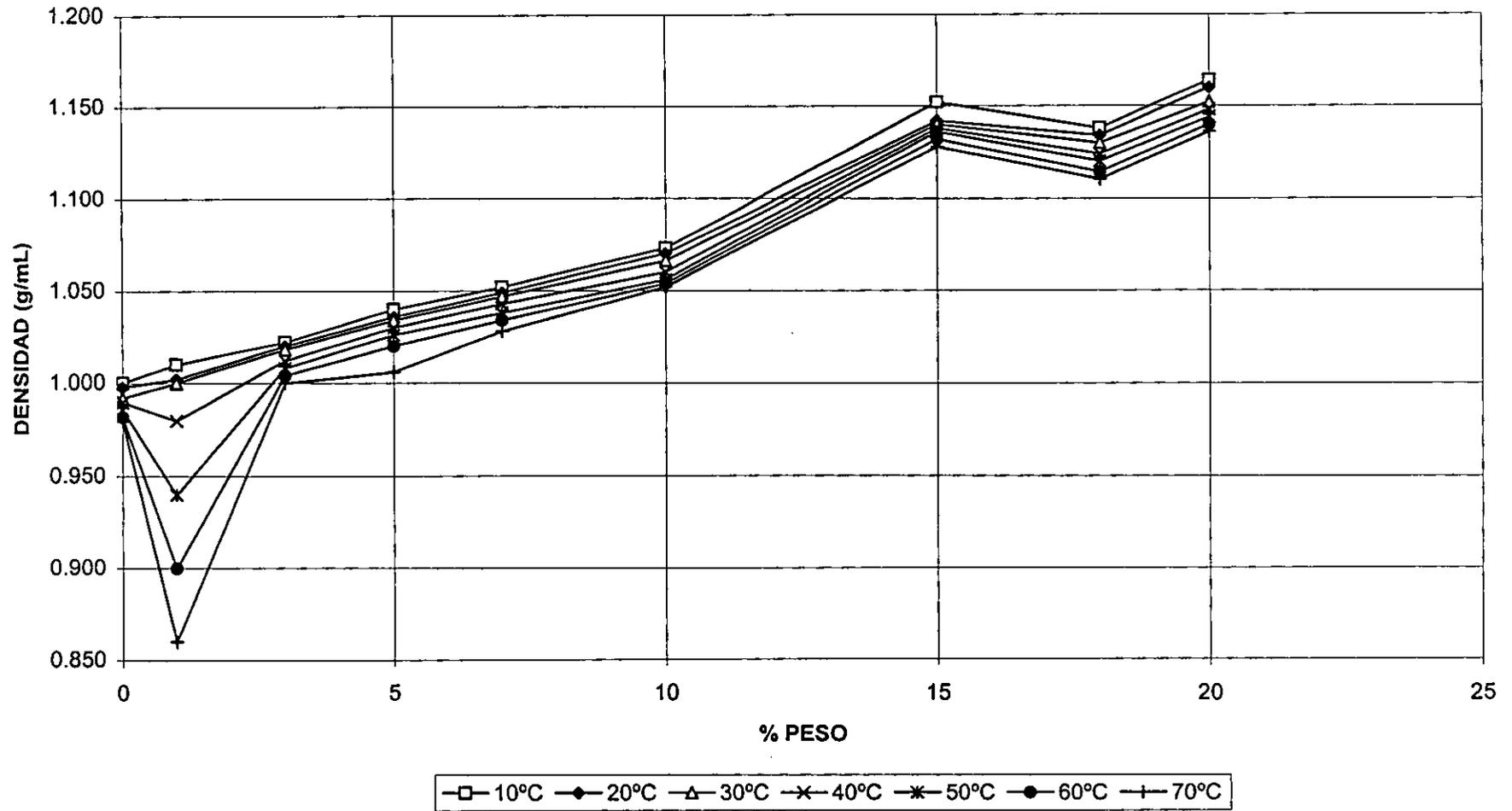
Problema 4. ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C y 70°C?



PROBLEMA 4: ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C y 70 °C?

GAVETA	% PESO	SOLN	TEMPERATURA													
			10°C	PROM	20°C	PROM	30°C	PROM	40°C	PROM	50°C	PROM	60°C	PROM	70°C	PROM
ENRIQUETA ROBERTO	0	1	1.000	1.000	0.998	0.998	0.992	0.992	0.990	0.990	0.986	0.986	0.982	0.982	0.980	0.980
ROSARIO RAFAEL	1	2	1.010	1.010	1.002	1.002	1.000	1.000	0.980	0.980	0.940	0.940	0.900	0.900	0.860	0.860
ROSA MA OSCAR	3	3	1.022	1.022	1.020	1.020	1.018	1.018	1.012	1.012	1.008	1.008	1.004	1.004	1.000	1.000
ELVA JANNELY	5	4	1.040	1.040	1.036	1.036	1.034	1.034	1.030	1.030	1.026	1.026	1.020	1.020	1.006	1.006
OLIVIA EDGAR	7	5	1.052	1.052	1.049	1.049	1.047	1.047	1.043	1.043	1.038	1.038	1.034	1.034	1.028	1.028
ARELI GINA	10	6	1.073	1.073	1.070	1.070	1.066	1.066	1.060	1.060	1.056	1.056	1.054	1.054	1.052	1.052
EDGAR SOFIA	15	7	1.152	1.152	1.142	1.142	1.140	1.140	1.138	1.138	1.136	1.136	1.132	1.132	1.128	1.128
MAURICIO VERE	18	8	1.138	1.138	1.134	1.134	1.130	1.130	1.124	1.124	1.120	1.120	1.114	1.114	1.110	1.110
LEONARDO ELSA	20	9	1.164	1.164	1.160	1.160	1.152	1.152	1.148	1.148	1.144	1.144	1.140	1.140	1.136	1.136

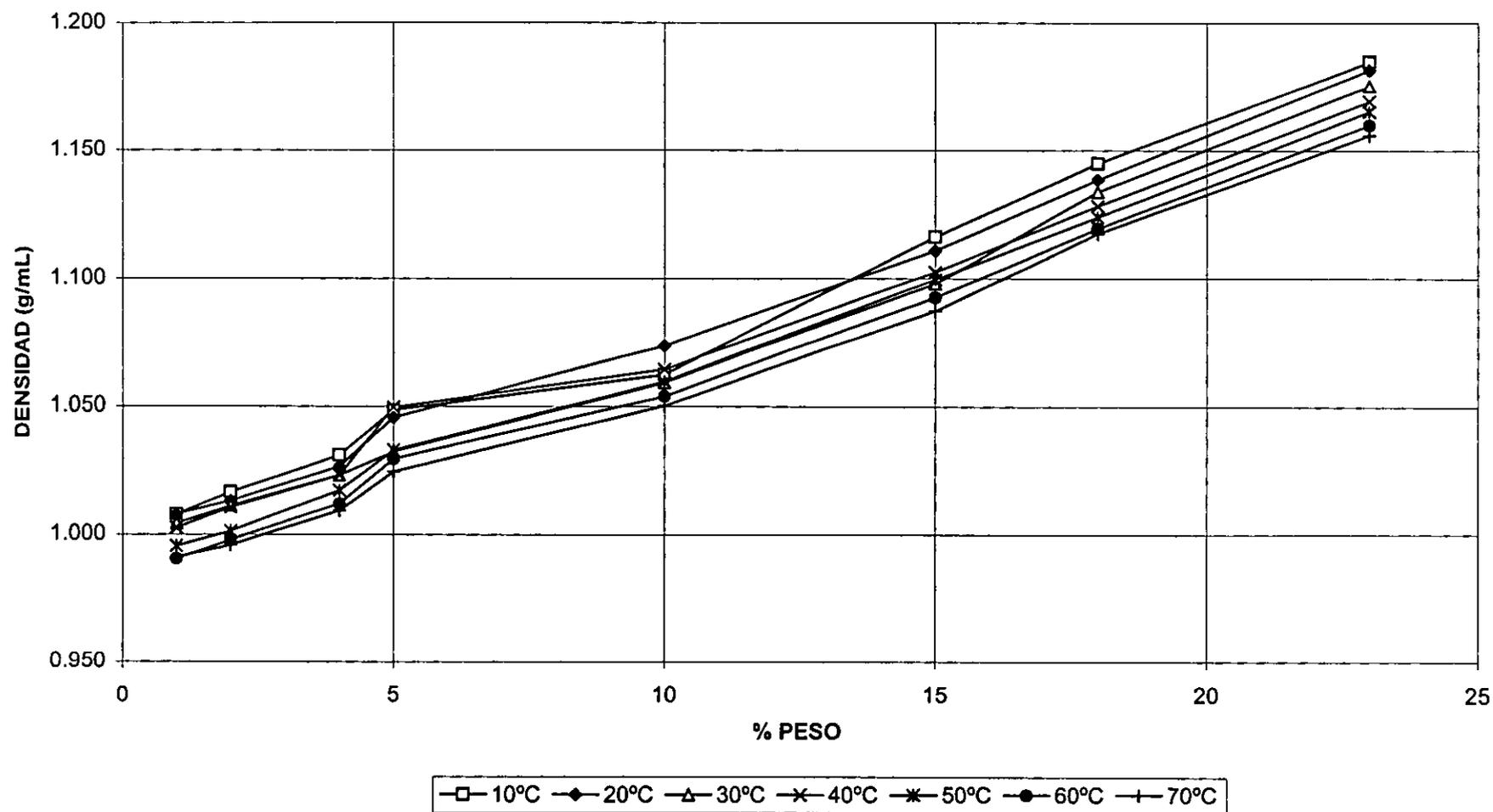
Problema 4. ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C y 70°C?



PROBLEMA 4: ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C y 70 °C?

EQUIPO	% PESO	SOLN	TEMPERATURA													
			10°C	PROM	20°C	PROM	30°C	PROM	40°C	PROM	50°C	PROM	60°C	PROM	70°C	PROM
I-II III-IV V-VI	0	1	0.998 1.000 1.000	0.999	0.994 0.995 0.992	0.994	0.996 0.992 0.996	0.995	0.990 0.990 0.992	0.991	0.988 0.985 0.988	0.987	0.984 0.984 0.984	0.984	0.981 0.982 0.982	0.982
I-II III-IV V-VI	1	2	1.008 1.008 1.008	1.008	1.006 1.010 1.008	1.008	1.004 1.005 1.004	1.004	1.000 1.000 1.008	1.003	0.998 0.995 0.994	0.996	0.992 0.990 0.990	0.991	0.986 0.990 0.998	0.991
I-II III-IV V-VI	2	3	1.016 1.016 1.018	1.017	1.014 1.012 1.014	1.013	1.012 1.010 1.012	1.011	1.008 1.006 1.018	1.011	1.000 1.002 1.002	1.001	0.996 0.998 1.000	0.998	0.992 0.998 0.998	0.996
I-II III-IV V-VI	4	4	1.030 1.032 1.031	1.031	1.028 1.026 1.026	1.027	1.024 1.024 1.022	1.023	1.020 1.022 1.028	1.023	1.016 1.020 1.016	1.017	1.012 1.012 1.012	1.012	1.008 1.010 1.010	1.009
I-II III-IV V-VI	5	5	1.036 1.072 1.038	1.049	1.034 1.069 1.034	1.046	1.031 1.034 1.032	1.032	1.058 1.028 1.063	1.050	1.022 1.053 1.024	1.033	1.019 1.050 1.020	1.030	1.014 1.046 1.014	1.025
I-II III-IV V-VI	10	6	1.073 1.076 1.038	1.062	1.073 1.074 1.074	1.074	1.040 1.068 1.070	1.059	1.063 1.065 1.065	1.064	1.061 1.058 1.060	1.060	1.053 1.053 1.056	1.054	1.050 1.051 1.050	1.050
I-II III-IV V-VI	15	7	1.116 1.115 1.118	1.116	1.112 1.110 1.111	1.111	1.080 1.108 1.106	1.098	1.104 1.102 1.102	1.103	1.099 1.100 1.100	1.100	1.092 1.092 1.094	1.093	1.088 1.086 1.088	1.087
I-II III-IV V-VI	18	8	1.149 1.144 1.142	1.145	1.138 1.140 1.138	1.139	1.132 1.136 1.134	1.134	1.123 1.132 1.130	1.128	1.120 1.128 1.124	1.124	1.119 1.122 1.118	1.120	1.119 1.118 1.116	1.118
I-II III-IV V-VI	23	9	1.186 1.184 1.184	1.185	1.184 1.180 1.181	1.182	1.178 1.174 1.174	1.175	1.170 1.166 1.172	1.169	1.166 1.162 1.168	1.165	1.160 1.158 1.162	1.160	1.158 1.154 1.156	1.156

Problema 4. ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C y 70°C?



PROBLEMA 4: ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C y 70 °C?

GAVETA	% PESO	SOLN	TEMPERATURA													
			10°C	PROM	20°C	PROM	30°C	PROM	40°C	PROM	50°C	PROM	60°C	PROM	70°C	PROM
GLEZ. P JIMENEZ F	0	1	0.998	0.998	0.998	0.998	0.996	0.996	0.990	0.990	0.986	0.986	0.982	0.982	0.978	0.978
BARRIOS N GLZ P	2	2	1.016	1.016	1.014	1.014	1.014	1.014	1.010	1.010	1.006	1.006	1.002	1.002	1.000	1.000
ARROYO O ALTAM H	5	3	1.038	1.038	1.036	1.036	1.036	1.036	1.030	1.030	1.026	1.026	1.022	1.022	1.016	1.016
	7	4	1.052	1.052	1.050	1.050	1.050	1.050	1.043	1.043	1.041	1.041	1.034	1.034	1.032	1.032
CAMPOS ESTANON	9	5	1.072	1.072	1.068	1.068	1.068	1.068	1.062	1.062	1.058	1.058	1.052	1.052	1.046	1.046
GAMEZ SANCHEZ	12	6	1.094	1.094	1.090	1.090	1.090	1.090	1.084	1.084	1.078	1.078	1.074	1.074	1.068	1.068
GALLARDO	16	7	1.118	1.118	1.127	1.127	1.127	1.127	1.120	1.120	1.112	1.112	1.110	1.110	1.109	1.109
JUAREZ ROMERO	20	8	1.152	1.152	1.150	1.150	1.150	1.150	1.138	1.138	1.134	1.134	1.132	1.132	1.130	1.130
ANGELES JIMENEZ	24	9	1.186	1.186	1.184	1.184	1.184	1.184	1.179	1.179	1.173	1.173	1.169	1.169	1.166	1.166

Problema 4. ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C y 70°C?

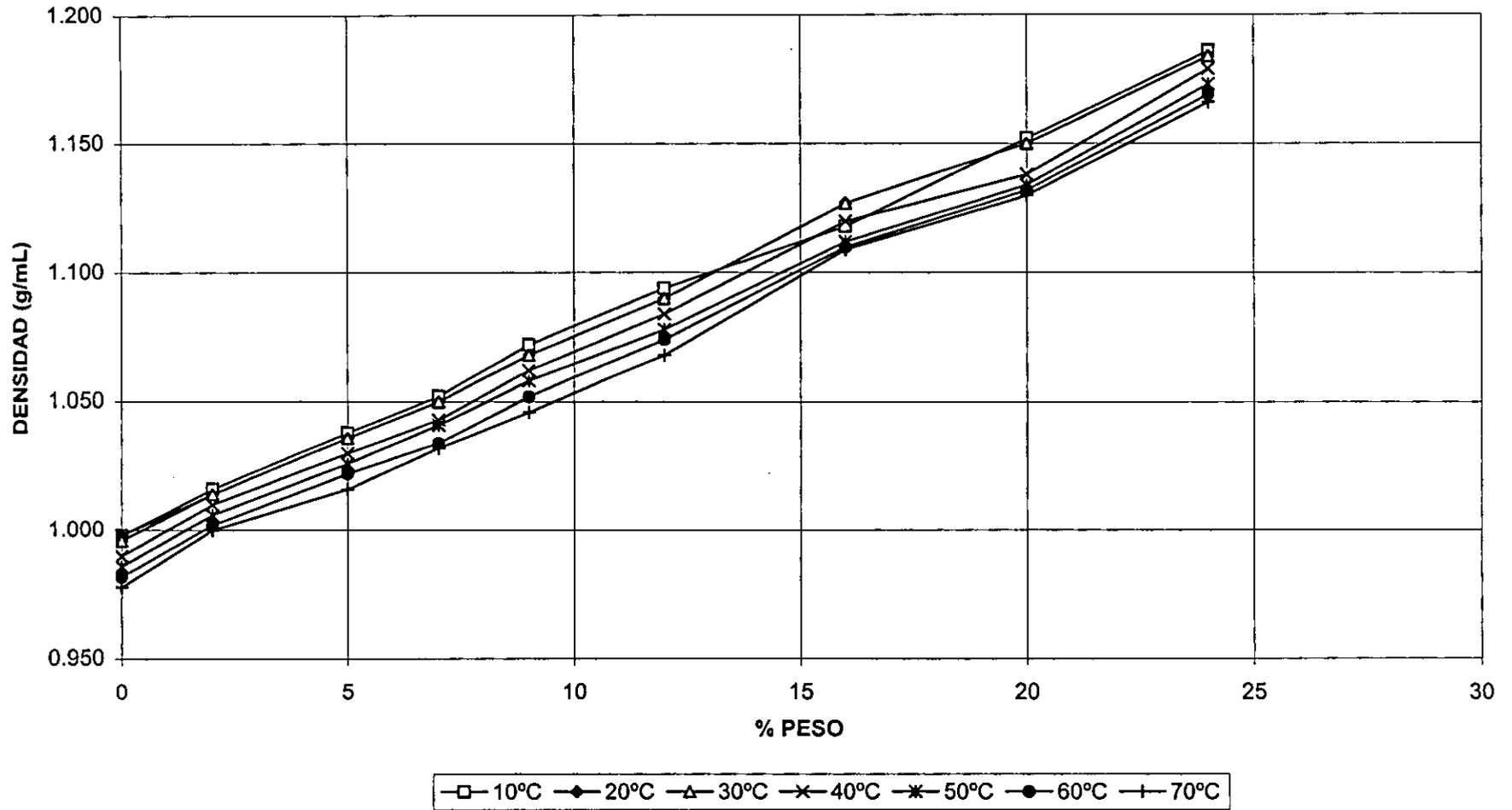
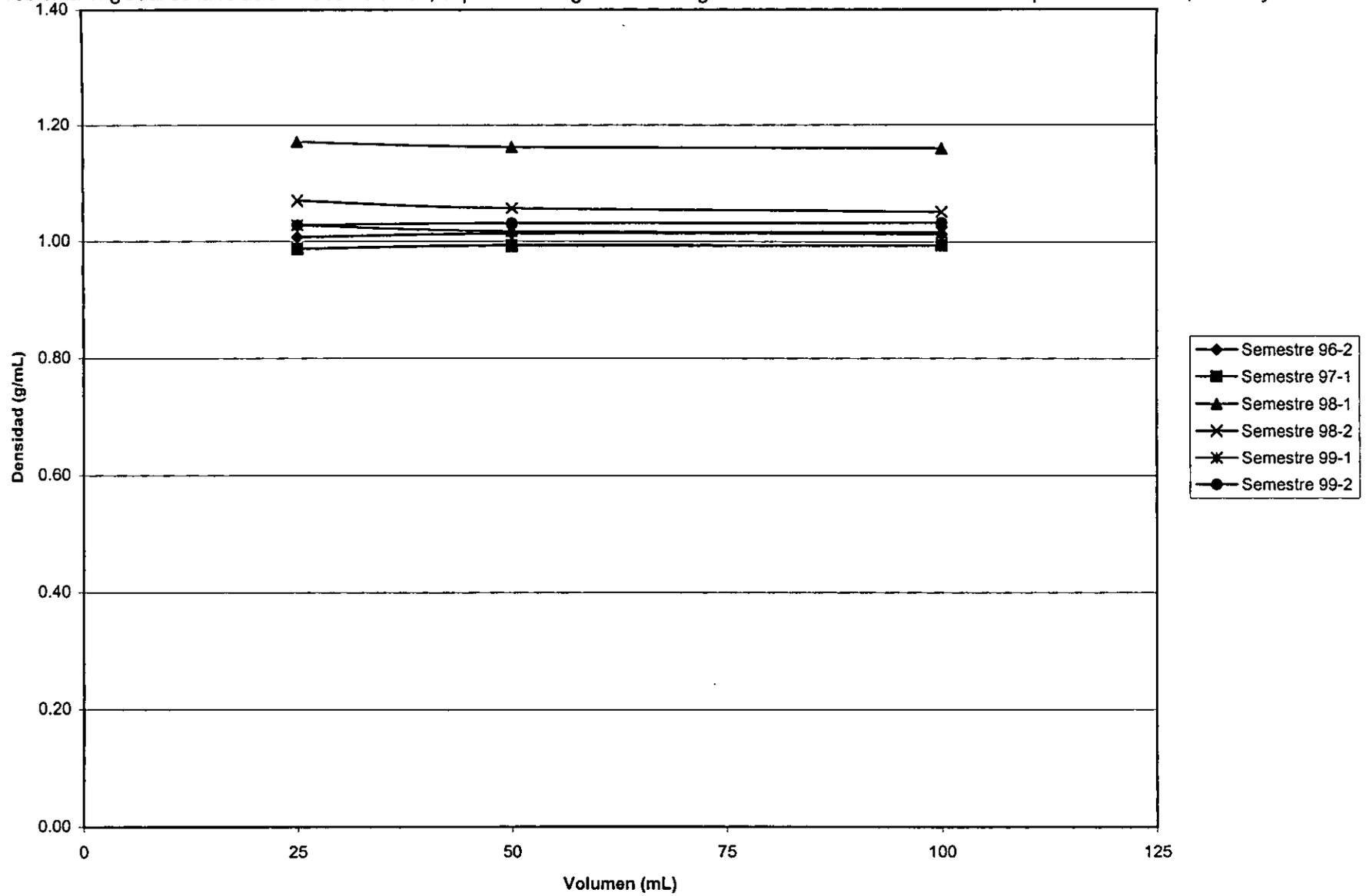


TABLA 24. RESUMEN DE RESULTADOS, PROBLEMA 1

Semestre	No. equipos	Conc. (%)	T (°C)	ρ teórica (g/mL)	DATOS EXPERIMENTALES								
					ρ			% error			σ		
					$\rho_{25\text{ mL}}$ (g/mL)	$\rho_{50\text{ mL}}$ (g/mL)	$\rho_{100\text{ mL}}$ (g/mL)	%error _{25 mL}	%error _{50 mL}	%error _{100 mL}	$\sigma_{25\text{ mL}}$ (g/mL)	$\sigma_{50\text{ mL}}$ (g/mL)	$\sigma_{100\text{ mL}}$ (g/mL)
96-2	12	3.0	14	1.0202	1.008	1.014	1.013	1.2	0.6	0.7	0.023	0.003	0.003
97-1	26	0.5	20	1.0004	0.988	0.993	0.994	1.3	0.7	0.6	0.018	0.005	0.004
98-1	26	23.0	21	1.1713	1.172	1.162	1.160	0.0	0.8	1.0	0.042	0.02	0.013
98-2	18	8.0	14	1.0743	1.071	1.058	1.050	0.3	1.5	2.2	0.058	0.034	0.018
99-1	27	1.5	21	1.0085	1.028	1.017	1.015	1.9	0.9	0.7	0.037	0.024	0.016
99-2	10	8.0	16	1.0571	1.029	1.031	1.031	2.7	2.5	2.5	0.048	0.025	0.016

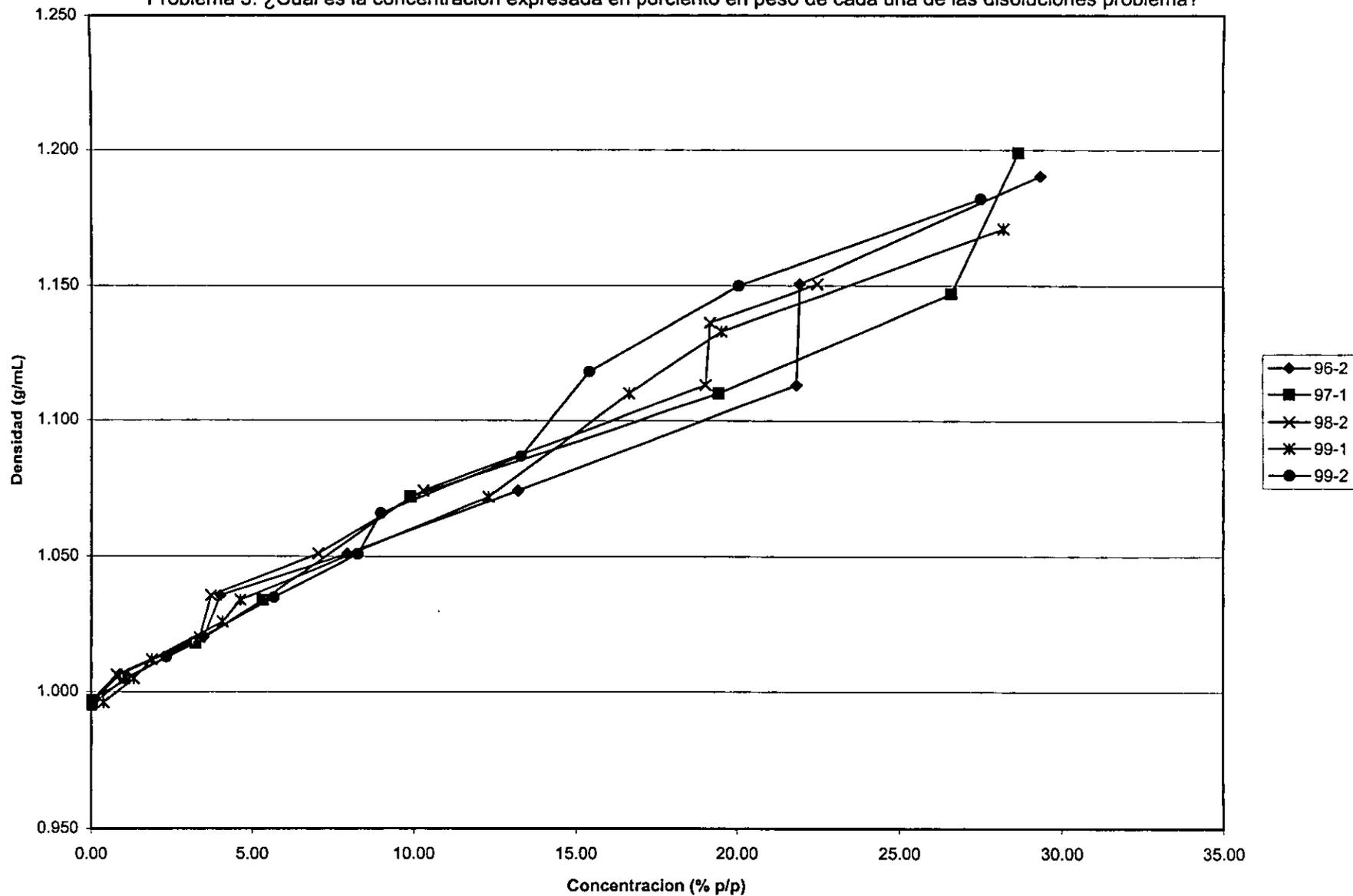
Problema 1: ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?



		DISOLUCIONES								
SEMESTRE		1	2	3	4	5	6	7	8	9
96-2	ρ_{teo}	0.997	1.006	1.020	1.036	1.051	1.074	1.113	1.151	1.190
	conc _{teo}	0	1	3	5	7	10	15	20	25
	ρ_{exp}	0.980	1.001	1.017	1.028	1.046	1.067	1.103	1.141	1.188
	conc. _{exp}	0.11	0.88	3.48	4.01	7.92	13.20	21.82	21.92	29.35
	$\sigma_{prob 2}$	0.043	0.005	0.008	0.006	0.009	0.011	0.006	0.006	0.019
	%error _{prob 2}	1.7%	0.6%	0.3%	0.8%	0.5%	0.7%	0.9%	0.9%	0.2%
	%error _{prob 3}	100%	11.6%	15.9%	19.8%	13.2%	32.0%	45.5%	9.6%	17.4%
97-1	ρ_{teo}	0.995	1.005	1.018	1.034	1.072	1.110	1.147	1.199	
	conc _{teo}	0.0	1.0	3.0	5.0	10.0	15.0	20.0	26.5	
	ρ_{exp}	1.001	0.999	1.009	1.023	1.099	1.154	1.158	1.169	
	conc. _{exp}	0.00	1.04	3.23	5.31	9.88	19.43	26.61	28.68	
	$\sigma_{prob 2}$	0.019	0.012	0.012	0.011	0.067	0.070	0.018	0.037	
	%error _{prob 2}	0.60%	0.6%	0.9%	1.1%	2.5%	4.0%	0.9%	2.5%	
	%error _{prob 3}	0%	4.4%	7.8%	6.1%	1.2%	29.5%	33.0%	8.2%	
98-1 ¹	ρ_{teo}	0.997	1.005	1.020	1.035	1.050	1.074	1.112	1.150	1.189
	conc _{teo}	0	1	3	5	7	10	15	20	25
	ρ_{exp}	0.991	1.005	1.018	1.019	1.030	1.067	1.102	1.143	1.180
	conc. _{Exp}	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	$\sigma_{prob 2}$	0.006	0.003	0.002	0.003	0.011	0.003	0.002	0.001	0.006
	%error _{prob 2}	0.6%	0.0%	0.2%	1.5%	1.9%	0.7%	0.9%	0.6%	0.7%
	%error _{prob 3}	---	---	---	---	---	---	---	---	---
98-2	ρ_{teo}	0.997	1.006	1.020	1.036	1.051	1.074	1.113	1.136	1.151
	conc _{teo}	0	1	3	5	7	10	15	18	20
	ρ_{exp}	1.000	1.107	1.009	1.022	1.041	1.064	1.105	1.140	1.154
	conc. _{exp}	0.02	0.79	3.36	3.71	7.02	10.28	19.03	19.17	22.46
	$\sigma_{prob 2}$	0.000	0.000	0.004	0.013	0.004	0.005	0.000	0.004	0.001
	%error _{prob 2}	0.3%	10.0%	1.1%	1.4%	0.9%	1.0%	0.7%	0.3%	0.3%
	%error _{prob 3}	0%	20.5%	12.0%	25.7%	0.3%	2.8%	26.8%	6.5%	12.3%
99-1	ρ_{teo}	0.996	1.005	1.012	1.026	1.034	1.072	1.110	1.133	1.171
	conc _{teo}	0	1	2	4	5	10	15	18	23
	ρ_{exp}	0.995	1.001	1.005	1.029	1.028	1.056	1.103	1.128	1.160
	conc. _{exp}	0.37	1.33	1.88	4.08	4.62	12.29	16.64	19.52	28.22
	$\sigma_{prob 2}$	0.008	0.006	0.003	0.014	0.007	0.026	0.008	0.002	0.034
	%error _{prob 2}	0.1%	0.4%	0.7%	0.3%	0.6%	1.5%	0.6%	0.5%	0.9%
	%error _{prob 3}	100.0%	32.8%	6.1%	1.9%	7.6%	22.9%	10.9%	8.4%	22.7%
99-2	ρ_{teo}	0.997	1.013	1.035	1.051	1.066	1.087	1.118	1.150	1.182
	conc _{teo}	0	2	5	7	9	12	16	20	24
	ρ_{exp}	0.995	1.009	1.031	1.047	1.054	1.103	1.111	1.145	1.151
	conc. _{exp}	0.00	2.33	5.65	8.25	8.96	13.28	15.39	20.05	27.52
	$\sigma_{prob 2}$	0.000	0.002	0.003	0.001	0.000	0.029	0.000	0.000	0.035
	%error _{prob 2}	0.2%	0.4%	0.3%	0.4%	1.1%	1.4%	0.6%	0.5%	2.6%
	%error _{prob 3}	0%	16.7%	13.0%	17.8%	0.4%	10.7%	3.8%	0.2%	14.7%

¹ En este semestre no se realizó el problema 3

Problema 3: ¿Cuál es la concentración expresada en porcentaje en peso de cada una de las disoluciones problema?



DENSIDADES PROMEDIO (g/mL) A DISTINTAS TEMPERATURAS

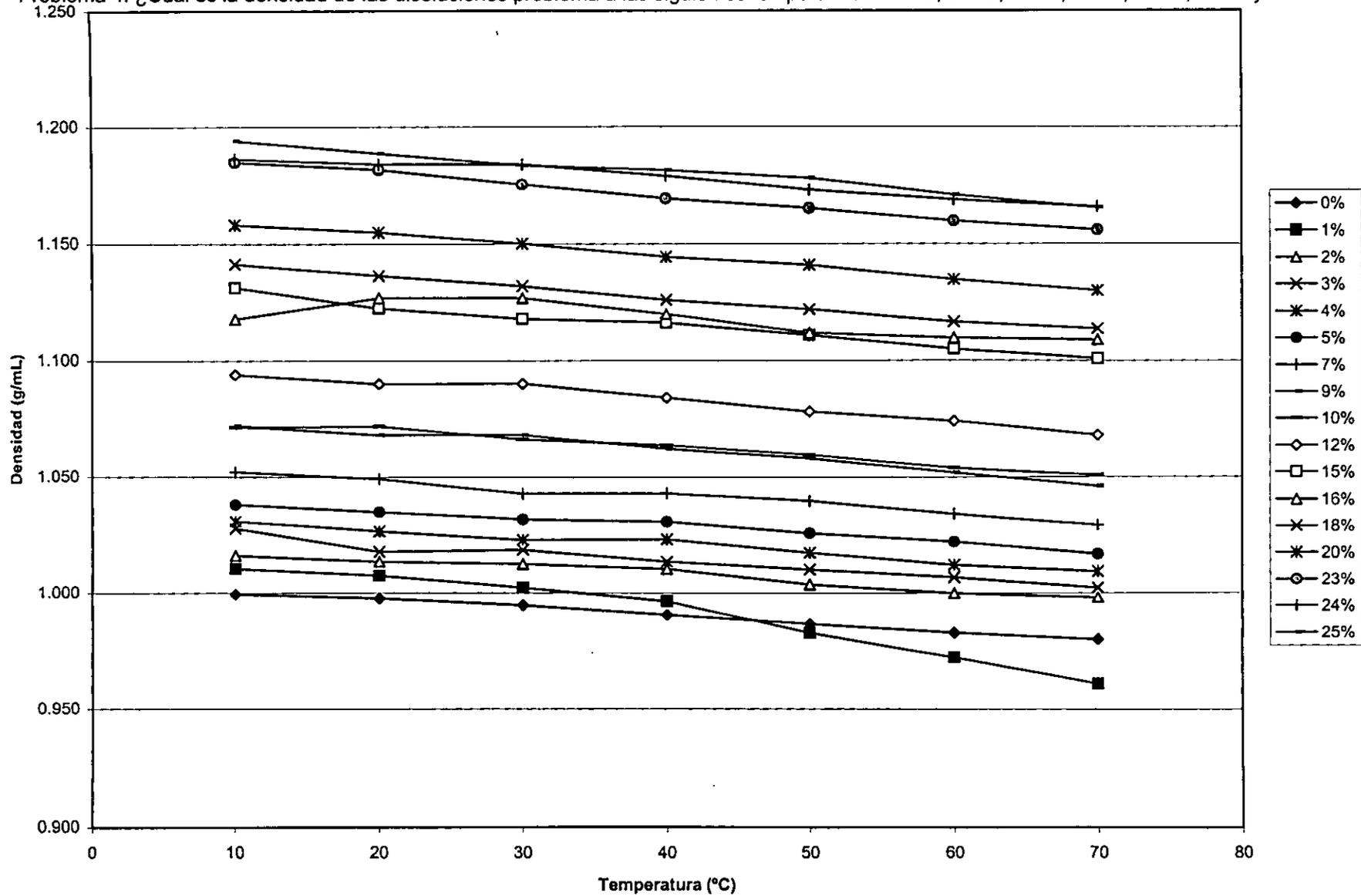
% PESO	0	1	2	3	4	5	7	9	10	12	15	16	18	20	23	24	25
10°C 96-2	1.000	1.010		1.020		1.033	1.053		1.070		1.110			1.150			1.190
10°C 97-1	1.000	1.011		1.026		1.042			1.076		1.140			1.167			
10°C 98-1	0.999	1.014		1.043		1.028	1.051		1.075		1.138			1.157			
10°C 98-2	1.000	1.010		1.022		1.040	1.052		1.073		1.152		1.138	1.164			1.198
10°C 99-1	0.999	1.008	1.017		1.031	1.049			1.062		1.116		1.145		1.185		
10°C 99-2	0.998		1.016			1.038	1.052	1.072		1.094		1.118		1.152		1.186	
PROM	0.999	1.011	1.016	1.028	1.031	1.038	1.052	1.072	1.071	1.094	1.131	1.118	1.142	1.158	1.185	1.186	1.194
Teórico	1.000	1.007	1.014	1.021	1.029	1.037	1.052	1.068	1.076	1.090	1.115	1.121	1.138	1.153	1.177	1.186	1.197
% error	0.031	0.348	0.191	0.641	0.175	0.158	0.021	0.384	0.412	0.413	1.495	0.232	0.308	0.477	0.651	0.034	0.276
σ	0.001	0.002	0.000	0.010	---	0.007	0.001	---	0.005	---	0.018	---	0.005	0.007	---	---	0.006
20°C 96-2	1.000	1.010		1.020		1.030	1.050		1.070		1.110			1.150			1.185
20°C 97-1	0.999	1.006		1.029		1.038			1.074		1.136			1.163			
20°C 98-1	0.997	1.012		1.003		1.025	1.048		1.071		1.114			1.152			1.192
20°C 98-2	0.998	1.002		1.020		1.036	1.049		1.070		1.142		1.134	1.160			
20°C 99-1	0.994	1.008	1.013		1.027	1.046			1.074		1.111		1.139	1.160		1.182	
20°C 99-2	0.998		1.014			1.036	1.050	1.068		1.090		1.127		1.150		1.184	
PROM	0.998	1.008	1.014	1.018	1.027	1.035	1.049	1.068	1.072	1.090	1.123	1.127	1.136	1.155	1.182	1.184	1.189
Teórico	0.998	1.005	1.012	1.019	1.027	1.034	1.049	1.065	1.072	1.086	1.111	1.116	1.134	1.148	1.172	1.180	1.187
% error	0.059	0.249	0.145	0.069	0.006	0.107	0.005	0.319	0.053	0.405	1.080	0.968	0.250	0.636	0.842	0.305	0.118
σ	0.002	0.004	0.000	0.011	---	0.007	0.001	---	0.002	---	0.015	---	0.003	0.006	---	---	---
30°C 96-2	0.995	1.000		1.020		1.030	1.050		1.065		1.115			1.143			1.180
30°C 97-1	0.996	1.002		1.018		1.034			1.072		1.130			1.158			
30°C 98-1	0.995	1.005		1.019		1.024	1.025		1.068		1.107			1.148			1.187
30°C 98-2	0.992	1.000		1.018		1.034	1.047		1.066		1.140		1.130	1.152			
30°C 99-1	0.995	1.004	1.011		1.023	1.032			1.059		1.098		1.134		1.175		
30°C 99-2	0.996		1.014			1.036	1.050	1.068		1.090		1.127		1.150		1.184	
PROM	0.995	1.002	1.013	1.019	1.023	1.032	1.043	1.068	1.066	1.090	1.118	1.127	1.132	1.150	1.175	1.184	1.184
Teórico	0.996	1.003	1.010	1.016	1.024	1.031	1.046	1.061	1.069	1.082	1.107	1.112	1.129	1.143	1.167	1.175	1.176
% error	0.083	0.083	0.264	0.241	0.098	0.041	0.315	0.622	0.265	0.767	1.039	1.367	0.266	0.645	0.749	0.749	0.621
σ	0.001	0.002	0.002	0.001	---	0.004	0.012	---	0.005	---	0.017	---	0.003	0.005	---	---	---
40°C 96-2	0.990	1.000		1.013		1.023	1.043		1.060		1.100			1.143			1.180
40°C 97-1	0.992	0.998		1.014		1.030			1.068		1.126			1.152			
40°C 98-1	0.991	1.002		1.015		1.022	1.043		1.065		1.115			1.141			1.183
40°C 98-2	0.990	0.980		1.012		1.030	1.043		1.060		1.138		1.124	1.148			
40°C 99-1	0.991	1.003	1.011		1.023	1.050			1.064		1.103		1.128		1.169		
40°C 99-2	0.990		1.010			1.030	1.043	1.062		1.084		1.120		1.138		1.179	
PROM	0.991	0.997	1.010	1.014	1.023	1.031	1.043	1.062	1.063	1.084	1.116	1.120	1.126	1.144	1.169	1.179	1.182
Teórico	0.992	0.999	1.006	1.012	1.020	1.027	1.042	1.057	1.064	1.077	1.102	1.107	1.124	1.138	1.161	1.170	1.176
% error	0.162	0.257	0.441	0.147	0.346	0.373	0.114	0.492	0.078	0.650	1.337	1.202	0.193	0.595	0.700	0.795	0.451
σ	0.001	0.009	0.000	0.001	---	0.010	0.000	---	0.003	---	0.016	---	0.003	0.006	---	---	---

DENSIDADES PROMEDIO (g/mL) A DISTINTAS TEMPERATURAS

% PESO	0	1	2	3	4	5	7	9	10	12	15	16	18	20	23	24	25
50°C 96-2	0.985	0.990		1.010		1.023	1.043		1.060		1.100			1.143			1.180
50°C 97-1	0.988	0.994		1.010		1.026			1.062		1.122			1.148			
50°C 98-1	0.987	0.993		1.012		1.021	1.036		1.060		1.098			1.136			
50°C 98-2	0.986	0.940		1.008		1.026	1.038		1.056		1.136		1.120	1.144			1.176
50°C 99-1	0.987	0.996	1.001		1.017	1.033			1.060		1.100		1.124	1.144			
50°C 99-2	0.986		1.006			1.026	1.041	1.058		1.078		1.112		1.134		1.165	
PROM	0.987	0.983	1.004	1.010	1.017	1.026	1.040	1.058	1.060	1.078	1.111	1.112	1.122	1.141	1.165	1.173	1.178
Teórico	0.988	0.995	1.001	1.007	1.015	1.022	1.037	1.052	1.059	1.072	1.096	1.102	1.119	1.132	1.156	1.164	1.170
% error	0.152	1.203	0.236	0.258	0.230	0.361	0.239	0.580	0.022	0.578	1.353	0.953	0.304	0.774	0.842	0.765	0.649
σ	0.001	0.024	0.003	0.002	—	0.004	0.003	—	0.002	—	0.017	—	0.003	0.006	—	—	—
60°C 96-2	0.980	0.990		1.010		1.020	1.037		1.050		1.090			1.130			1.170
60°C 97-1	0.986	0.990		1.006		1.022			1.056		1.118			1.142			
60°C 98-1	0.982	0.990		1.007		1.019	1.032		1.056		1.093			1.131			1.172
60°C 98-2	0.982	0.900		1.004		1.020	1.034		1.054		1.132		1.114	1.140			
60°C 99-1	0.984	0.991	0.998		1.012	1.030			1.054		1.093		1.120		1.160		
60°C 99-2	0.982		1.002			1.022	1.034	1.052		1.074		1.110		1.132		1.169	
PROM	0.983	0.972	1.000	1.007	1.012	1.022	1.034	1.052	1.054	1.074	1.105	1.110	1.117	1.135	1.160	1.169	1.171
Teórico	0.983	0.990	0.997	1.003	1.010	1.018	1.032	1.047	1.054	1.067	1.091	1.096	1.113	1.127	1.150	1.158	1.165
% error	0.054	1.805	0.331	0.404	0.168	0.453	0.191	0.487	0.028	0.684	1.286	1.259	0.326	0.728	0.870	0.915	0.541
σ	0.002	0.040	0.003	0.003	—	0.004	0.002	—	0.002	—	0.019	—	0.004	0.006	—	—	—
70°C 96-2	0.980	0.983		1.003		1.020	1.030		1.045		1.090			1.123			1.163
70°C 97-1	0.980	0.982		1.002		1.018			1.056		1.110			1.136			
70°C 98-1	0.980	0.987		1.004		1.016	1.028		1.051		1.089			1.125			1.168
70°C 98-2	0.980	0.860		1.000		1.006	1.028		1.052		1.128		1.110	1.136			
70°C 99-1	0.982	0.991	0.996		1.009	1.025			1.050		1.087		1.118		1.156		
70°C 99-2	0.978		1.000			1.016	1.032	1.046		1.068		1.109		1.130		1.166	
PROM	0.980	0.961	0.998	1.002	1.009	1.017	1.030	1.046	1.051	1.068	1.101	1.109	1.114	1.130	1.156	1.166	1.166
Teórico	0.978	0.995	0.991	0.997	1.005	1.012	1.026	1.041	1.048	1.061	1.085	1.090	1.107	1.121	1.144	1.152	1.159
% error	0.222	3.402	0.706	0.535	0.471	0.502	0.302	0.471	0.235	0.679	1.444	1.724	0.599	0.836	1.058	1.180	0.596
σ	0.001	0.056	0.003	0.002	—	0.006	0.002	—	0.004	—	0.018	—	0.005	0.006	—	—	0.004

GRÁFICA 26B. RESUMEN DE RESULTADOS, PROBLEMA 4.

Problema 4: ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C y 70 °C?



VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se mencionó en la introducción, el objetivo central de esta tesis es validar el guión experimental “Densidad” que se lleva a cabo en el Laboratorio de Química General. Para ello, se recuperaron y analizaron los resultados experimentales obtenidos por alumnos de seis semestres diferentes. Estos resultados ya fueron presentados en el capítulo anterior.

A continuación se presenta un análisis de los resultados obtenidos para cada uno de los problemas planteados en el guión de trabajo del alumno.

Se espera que el alumno obtenga resultados con porcentaje de $\pm 5\%$.

Problema 1. ¿Cuál es la relación masa/volumen, expresada en g/mL en los siguientes volúmenes de la disolución problema: 25 mL, 50 mL y 100 mL?

A partir de los resultados obtenidos en este problema el alumno debe ser capaz de inferir que la densidad no depende de la cantidad de materia que se está midiendo, es decir, la densidad es una propiedad intensiva.

Los resultados obtenidos en cada semestre permiten obtener gráficas de densidad vs. volumen, que son líneas cuya pendiente es prácticamente cero. En la gráfica 24, la línea que presenta mayor inclinación corresponde a la obtenida por el semestre 98-2, y esta tiene una pendiente de 0.0003.

En la tabla 24, generada a partir de los promedios obtenidos por semestre, se observan porcentajes de error en un intervalo de 0.0 a 2.7 con una desviación estándar entre 0.003 y 0.058. Estos valores se encuentran dentro de los límites esperados al diseñar el guión y con éstos, de ninguna manera hay posibilidad de concluir, que la densidad tiene una relación proporcional con el volumen.

Problema 2. ¿Cuál es la relación masa/volumen (densidad), en g/mL, de cada una de las disoluciones problema?

Al trabajar este experimento, los alumnos obtienen densidades diferentes para cada una de las disoluciones problema y pueden concluir, sin conocer las concentraciones de las disoluciones, que éstas tienen diferente composición de agua y de sal. En el guión se les dice que están trabajando con disoluciones de cloruro de sodio en agua, por lo que pueden deducir que la diferencia en las densidades obtenidas la provoca la cantidad de sal presente en la disolución.

Los alumnos encuentran valores de densidad con porcentajes de error entre 0 y 4% a excepción de la disolución 2 del semestre 98-2 en donde el error se eleva hasta un 10%.

Problema 3. ¿Cuál es la concentración expresada en por ciento en peso de cada una de las disoluciones problema?

En esta sección los alumnos determinan la concentración de las disoluciones empleadas en el problema 2 al evaporar todo el disolvente y medir la cantidad de sal presente. Los resultados obtenidos les permiten establecer que la densidad tiene una relación directamente proporcional con la concentración.

A diferencia de los problemas 1 y 2, en este problema se encuentran porcentajes de error altos, con un máximo de 45.5 % reportado en la disolución 7 del semestre 96-2 y en la disolución 1 en dos ocasiones el valor de concentración excedió el 0.06 %. En este problema existe el riesgo de que el alumno incurra en errores en la manipulación durante la evaporación y el secado. En la evaporación se puede perder sal, y esto ocasiona un valor de concentración menor al real. En el secado pueden quedar residuos de agua en el sólido y como consecuencia, el valor de concentración obtenido por el alumno será mayor al esperado.

Problema 4. ¿Cuál es la densidad de las disoluciones problema a las siguientes temperaturas: 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C?

Al trabajar con una misma disolución a diferentes temperaturas, se observa que la densidad disminuye al aumentar la temperatura.

En este caso es posible comparar los resultados obtenidos para los distintos semestres ya que la temperatura fue una variable controlada y se utilizaron soluciones con igual concentración en diferentes semestres. Esto permitió obtener un promedio de todos los resultados obtenidos para cada disolución a una temperatura determinada. A partir de este promedio se calculó un porcentaje de error, el cual no excede el 3.5 % en ninguno de los casos.

El análisis de la gráfica 26A de densidad vs. concentración promedio, en la que se comparan los resultados de todos los semestres, permite a los alumnos reafirmar lo concluido en el problema 3: la densidad varía directamente proporcional con la concentración. En esta gráfica se aprecia que para una concentración de 1 % y temperaturas de 50, 60 y 70 °C los valores de densidad se alejan de los valores teóricos, este error es ocasionado por los resultados reportados por el semestre 98-2.

En cuanto a la gráfica 26B de densidad vs. temperatura permite al alumno identificar más fácilmente que la densidad disminuye conforme aumenta la temperatura.

En este problema es fundamental la habilidad del alumno para controlar la temperatura correctamente, ya que si el calentamiento o enfriamiento se hace de una manera precipitada los datos obtenidos pueden ser erróneos debido a la velocidad de respuesta del termómetro.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A través del estudio bibliográfico que se presenta en el capítulo tres, resulta muy interesante descubrir que en la secundaria es donde se le presta más atención a este tema. En la mayoría de los casos, la literatura revisada para este nivel propone gran variedad de experimentos a realizar. Los ejercicios propuestos siempre vienen acompañados de preguntas que los ayudarán a inducir los conceptos y apoyándose en explicaciones teóricas podrán reforzar las conclusiones obtenidas a partir del experimento. Adicionalmente, algunos libros contienen artículos de interés al alumno donde se pueden ejemplificar casos en donde la densidad es el principal responsable del fenómeno descrito.

A pesar de que los libros de secundaria cuentan con un excelente contenido, se ha detectado que, a través de exámenes previos al trabajo experimental, los alumnos tienen dificultad para aplicar este concepto; por ejemplo, en problemas en donde se solicita la densidad de un material a cierto volumen cuando esta ya fue informada a un volumen diferente.

En cuanto a los libros para Licenciatura, estos contienen explicaciones más breves y no plantean experimentos; sin embargo, si se cuenta con un curso de laboratorio más estructurado que en la secundaria, el alumno debe finalizar el curso de Química General con mayores conocimientos que los que había adquirido anteriormente. Una ventaja de los libros de licenciatura es que cuentan con mayor cantidad de ejercicios numéricos.

En este mismo capítulo, se logra mostrar la importancia del concepto densidad dentro de las cinco carreras impartidas en la Facultad de Química, al haber encontrado numerosas aplicaciones en las que este concepto se ve involucrado. Las ecuaciones presentadas se pueden aplicar para problemas de otras carreras.

A partir del análisis realizado en el capítulo siete se puede concluir que la práctica cumple con sus objetivos. Estos resultados presentan en la mayoría de los casos porcentajes de error muy bajos y las gráficas elaboradas tienen la tendencia esperada en cada caso.

Aunque los errores más grandes se presentan en los grupos repetidores, estos ocurren esporádicamente. Por lo tanto, los grupos de alumnos repetidores deben ser capaces de obtener las conclusiones esperadas. Para lograr mejores resultados, es necesario que los alumnos realicen más repeticiones y esto no siempre es posible entre grupos repetidores ya que tienen un menor número de alumnos y en los problemas 2, 3 y 4 se requiere hacer mediciones por lo menos para siete disoluciones diferentes.

En cuanto a los resultados obtenidos en el tercer problema, estos se encuentran alejados de los valores teóricos. Para disminuir este error, se propone que los problemas 2 y 3 se trabajen con un volumen de 25 mL, logrando disminuir el tiempo necesario para evaporar y secar las disoluciones del problema 3.

Bibliografía

- Bannet, Florencia. Química 1, México, Editorial Harla, 1994, p. 35-36
- Bascuñan, A., Bello, S., Hernández, G., Montagut, P., Sandoval, R. Química 1. Segundo Grado, México, Limusa, 1994. p. 54-62.
- Brown, Theodore *et al.* Química La Ciencia Central, 5ª Edición, Naucalpan, Prentice Hall Hispanoamericana, 1993 p.18, 34-35.
- Juárez, César, *et al.* Telesecundaria. Asignaturas Académicas. Conceptos Básicos. Volumen 2, México, Secretaría de Educación Química, 2000, p. 403-407.
- Bustos, E.A. Estequiometría para el curso de Química General (Reforma de la enseñanza experimental en la Facultad de Química), México, Facultad de Química, UNAM, 1997.
- Campbell, D., White, J.R. Polymer Characterization. Physical Techniques, New York, Chapman and Hall, 1989, p.327-329.
- Chamizo, Jose, Antonio (coord) *et al.* Libro para el maestro. Química. Educación Secundaria, México, Secretaría de Educación Pública, 1994, p. 62-64, 79, 82-84.
- Chang, Raymond. Química, 4ª Ed (1ª en español), México, McGrawHill Interamericana de México, 1992, p. 18s, 33s.
- Crane. Flujo de Fluidos en válvulas, accesorios y tuberías, Mexico, McGrawHill, 1984, p. 1-5, 1-6.
- Ebbing, Darrel. General Chemistry, 5ª Boston, Ed. Houghton Mifflin Co., 1996, QD 31.2 E33 p. 27-29.
- Fennema, Owen R. (ed) Food Chemistry, 3ª Edición, New York, Marcel Dekker, Inc., 1996, p. 144.
- Fennema, Owen R., Introducción a la ciencia de los alimentos, Barelona, Editorial Reverté, 1985, p. 647, 662.
- Flores, Teresita, Ramírez, Arcelia. El Mundo, Tu y la Química. Química 1, 3ª Edición, Naucalpan, Editorial Esfinge, S.A. de C.V, 1999, p. 61-64
- Francis, Patrick, Gaona, Homero. Introducción a la Lactología, México, Editorial LIMUSA, 1992, p.15-17, 75-95
- Garritz, Andoni *et al.* Química, México, Addison Wesley Iberoamérica, 1994, QD49 M48C43. p. 81, 90-92.

- González, Eduardo M. "¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? Enseñanza de las ciencias. 10(2), 1992, p. 206-211.
- Guzmán, Margarita, Müller, G., Llano, M. La Física y la Química en el entorno México, Sistemas Técnicos de Edición, S.A. de C.V., 1997, p.109-115
- Hart, F. Leslie, JOHNSTONE, Harry. Análisis Moderno de los Alimentos, Zaragoza, Editorial Acribia, 1991, p.156-158.
- Hernández Luna, Llano Mercedes, "Propuesta de Reforma de la Enseñanza Experimental". Revista del IMIQ, 35(07), 1994, p. 5-7.
- Himmelblau, D.M. Balances de materia y energía, 4ª edición, México, Prentice Hall, 1988, p. 33.
- Holtzclaw, Henry. General Chemistry, 9ª Ed., Lexington, D.C. Health & Co. 1991, QD 31.2 H62. p. 18-19, 24
- Johnstone, A.H. "The Development of Chemistry Teaching". Journal of Chemical Education. 70(9), 1993, p. 701-705.
- Kaplan, Alex, LAVERNE, L. Szabo, OPHEIM, Kent E. Clinical Chemistry. Interpretation and Techniques, 4ª edición, Malvern, PA, Williams & Wilkins, 1995, p. 165-168.
- Kaplan, Lawrence A., PESCE, Amadeo J. Clinical Chemistry. Theory, analysis, and correlation, 3a Edición, St. Louis, MI, Mosby, 1996, p. 1118-1119.
- Lagowski, J.J. "Reformatting The Laboratory" Journal of Chemical Education. 66(1), 1989, p. 13s.
- Mortimer. Química, México, Grupo Editorial Iberoamérica, 1983, p. 18-22.
- Perry, R.H. (ed) *et al.* Perry's Chemical Engineers' Handbook, 6a Edición, Malasia, McGrawHill, 1984. p. 3-76, 3-83.
- Petrucci, Ralph H. General Chemistry. Principles and Modern Applications, 6ª edición, New York, Prentice Hall, 1985, p. 16-30.
- Pickering, Miles. "The teaching laboratory through history". Journal of Chemical Education. 70(9), 1993, p. 699s.
- Radel, Stanley. Chemistry, 2ª Ed., New York, West Publishing Co., 1994, QD 31.2 R33 p. 22-24, 32s.
- Reforma de la Enseñanza Experimental. Guiones para el curso de Laboratorio de Química General, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1998 p.17-24.

Smith, J.W. *et al.* Introducción a la termodinámica en Ingeniería Química, 5a edición, México, McGrawHill, 1999, p.5, 9.

Storer, Roberta, (ed) *et al.* "Standard Test Method for Density of Plastics by the Density Gradient Technique D1505-98" en: Storer, Roberta, (ed) *et al.* The American Society For Testing And Materials, Easton, MD, 1999, p.304-310.

Tietz, Norbert (ed). Fundamentals of Clinical Chemistry, Filadelfia, PA, W.B. Saunders Company, 1970, p. 704-736

Valdes, Cataño, Cervantes, La Aventura con la ciencia: Química 1. Segundo Grado, México, Ediciones Pedagógicas, 1994, p. 87-98

Veisseyre, Roger. Lactología Técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche, 3ª ed., Zaragoza, España, Editorial ACRIBIA, 1988, p.82-84.

Wills, B.A. Tecnología de Procesamiento de Minerales. Tratamiento de Menas y Recuperación de Minerales, 2ª Edición, Mexico, Editorial Limusa, S.A. de C.V., 1994, p. 279-281.