



Universidad  
Tecnológica  
de Pereira

**CREG**

Comisión de Regulación  
de Energía y Gas

Portal Institucional: [www.utp.edu.co](http://www.utp.edu.co)

## Estándares de los Sistemas de Medición en las actividades de la cadena de prestación del servicio público domiciliario de gases licuado del petróleo - GLP

CONTRATO INTERADMINISTRATIVO 2012-0120



Vicerrectoría Académica - Centro de Registro y Control Académico

Universidad Tecnológica de Pereira

Acreditada Institucionalmente de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional



## EQUIPO DE TRABAJO

### GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN AUTOMÁTICA

### GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN PROCESOS DE MANUFACTURA Y DISEÑO DE MÁQUINAS

#### DOCTORADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

#### MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

#### MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA

#### MAESTRÍA EN SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE PRODUCCIÓN

Álvaro Ángel Orozco  
Ingeniero Electricista  
Ph.D en bioingeniería

Héctor Fabio Quintero  
Ingeniero Mecánico  
Ph.D en ingeniería  
mecánica

Edison Henao Castañeda  
Ingeniero Mecánico  
M. Sc. en sistemas  
automáticos de  
producción

ASESOR  
Pedro Benjumea  
PhD en  
biocombustibles

Pablo Alejandro Correa  
Ingeniero Mecánico  
M.Sc en procesos de  
manufactura.

Carlos Andrés Mesa  
Ingeniero Mecánico  
Estudiante de maestría en  
ingeniería mecánica

Jorge Mario Trejos  
Ingeniero Mecánico  
M.Sc en ingeniería  
mecánica

Juan Carlos Martínez  
Ingeniero Mecánico  
Estudiante de maestría en  
ingeniería mecánica





# CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVOS
3. GENERALIDADES
4. MEDICIÓN DE LA CALIDAD
5. MEDICIÓN DE LA CANTIDAD
6. MODELO DE BALANCE Y MUESTREO
7. CONCLUSIONES





# 1. INTRODUCCIÓN

Este estudio consiste en el diagnóstico de los sistemas de medición de la calidad y la cantidad en la cadena de prestación del servicio público domiciliario de Gases Licuados de Petróleo (GLP).

Este diagnóstico fue realizado en tres fases, a saber:

Revisión de la normatividad y regulación relevante y vigente (nacional e internacional)  
(instrumentación y metodología)

Diagnóstico de los sistemas de medición de calidad y cantidad en la cadena del GLP en Colombia

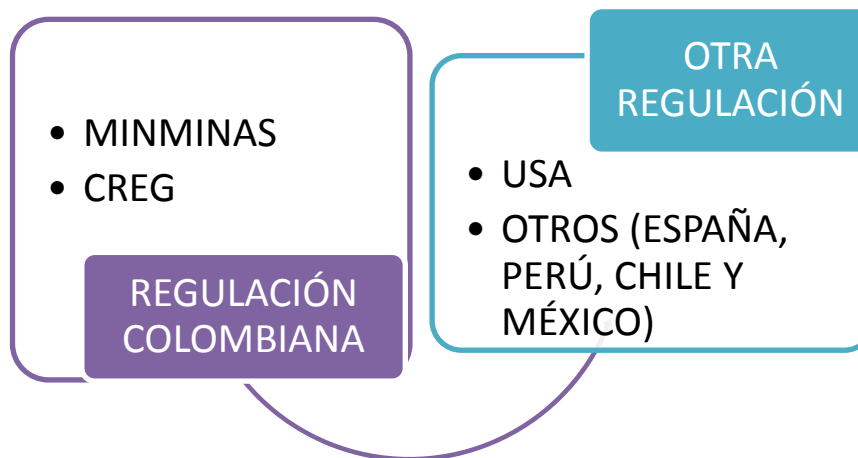
Recomendaciones de carácter técnico y metodológico sobre los aspectos del GLP transado en cada etapa de la cadena del GLP



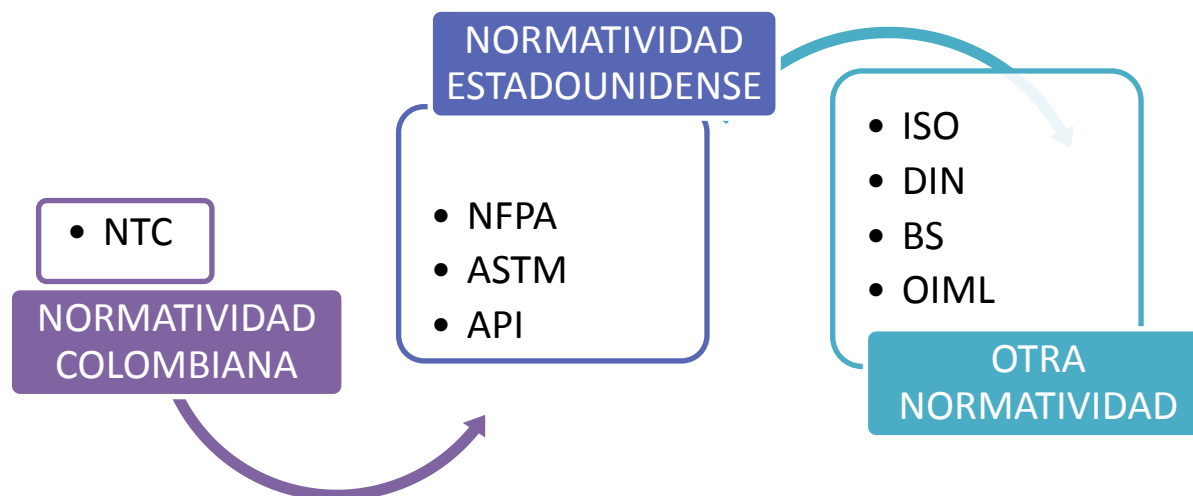


# REGULACIÓN Y NORMATIVIDAD

Regulación contemplada:



Normatividad contemplada:





# MUESTRA ESTADÍSTICA

Muestra estadística representativa con un nivel de confianza global no menor a 90% y un error relativo no superior a 5%,

AGENTE	EMPRESAS	PLANTAS
COMERCIALIZADOR MAYORISTA	4	8
TRANSPORTADOR	1	2
DISTRIBUIDOR	6	13
COMERCIALIZADOR MINORISTA	5	12





## 2. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

- DEFINIR LOS ESTANDARES DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN EN TODA LA CADENA DE LA ACTIVIDAD DEL GLP, CON BASE EN LA NORMATIVIDAD TÉCNICA Y REGULACIÓN VIGENTES A FIN DE GARANTIZAR LA TRANSPARENCIA EN LAS TRANSACCIONES COMERCIALES QUE SE REALIZAN A LO LARGO DE LA CADENA DE PRESTACION DEL SERVICIO ENTRE LOS DIFERENTES AGENTES.

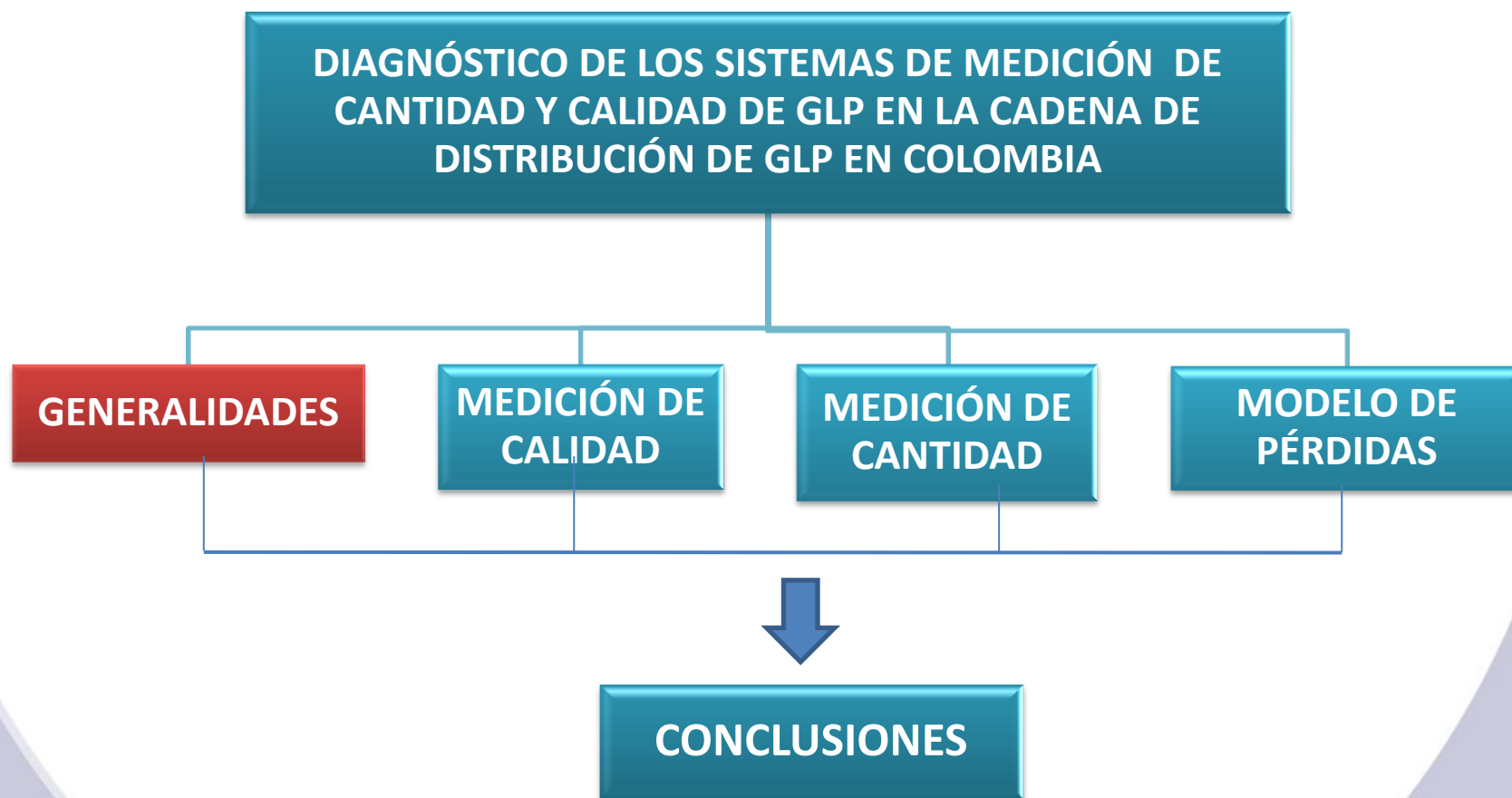
### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- REVISIÓN DE LA REGULACIÓN Y NORMATIVIDAD RELEVANTE Y VIGENTE (NACIONAL E INTERNACIONAL)
- DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN DE CALIDAD Y CANTIDAD A NIVEL NACIONAL
- RECOMENDACIONES DE CARÁCTER TÉCNICO Y METODOLÓGICO SOBRE LA MEDICIÓN DE CALIDAD Y CANTIDAD



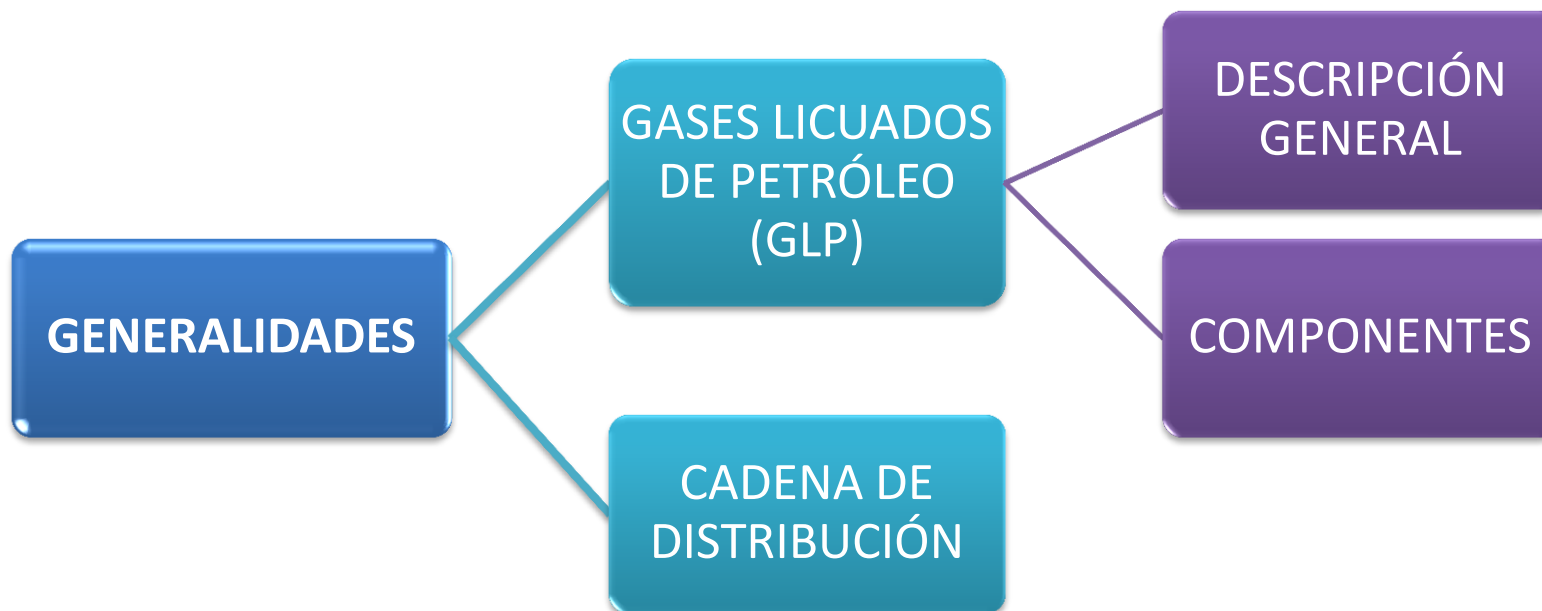


# CONTENIDO ESQUEMÁTICO





### 3. GENERALIDADES





# DESCRIPCIÓN GENERAL

**Def.** Mezcla de Hidrocarburos alifáticos saturados (i.e *alcanos* o *parafinas*) y otras impurezas encontrados en fase gaseosa a condiciones estándar NIST (20 °C y 1 atm). (Poten and Partners, 2003).

Hidrocarburos predominantes: **propano** (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) y **butano** (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>).  
Contenido de hidrocarburos más pesados e impurezas: menor que 2.5% vol. (según NTC 2303).

Su obtención se realiza mediante dos procesos: a) refinamiento del petróleo y b) secado del gas natural (Poten and Partners, 2003).

Ref. The story of LPG. 2 Ed. Poten and Partners. UK (2003).





# COMPONENTES

## ALCANOS

METANO

ETANO

PROPANO

I-BUTANO

N-BUTANO

PENTANO Y MÁS PESADOS

## ALQUENOS

## OTROS

1-BUTENO

NITRÓGENO

TRANS-2-BUTENO

AZUFRE

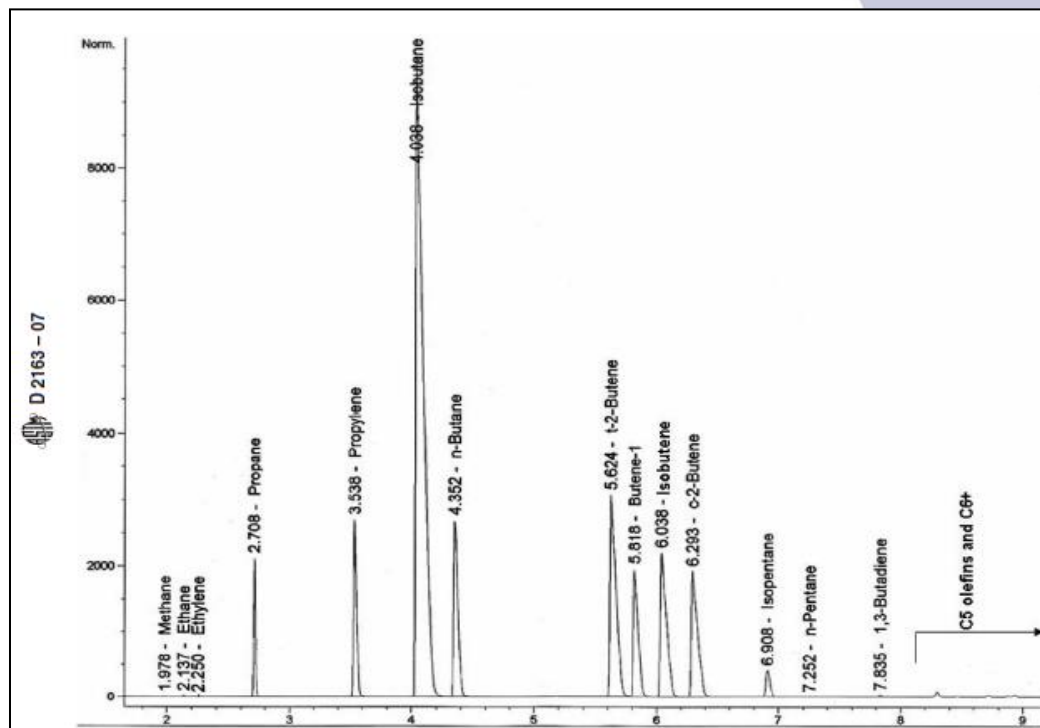
CIS-2-BUTENO

ISOBUTILENO

1-3-BUTANIENO

PROPILENO

## EJEMPLO: CROMATOGRAFÍA DE GASES (ASTM D2163)



NOTA:

Los componentes expuestos se corresponden con datos reales de producción nacional de GLP.





# COMPONENTES

## PROPIEDADES PROPANO, n-BUTANO y i-BUTANO

PROPIEDAD	UNIDAD	PROPANO	N-BUTANO	DIFERENCIA * %	I-BUTANO	DIFERENCIA* %
DENSIDAD DEL GAS	kg/m <sup>3</sup>	1,91	2,7	- 41,4	2,51	- 31,4
TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN	°C	- 42,1	- 0,5	98,8	- 11,7	72,2
PRESION DE VAPOR	kPa	951	170	82,1	348,1	63,4
PODER CALORÍFICO	Btu/ft <sup>3</sup> (MJ/m <sup>3</sup> )	2.495 (92,94)	3.201 (119,25)	-28,3	3.260 (121, 44)	- 30,7

\* Diferencia normalizada en relación al propano: (propano-butano)/propano. Un porcentaje negativo indica un valor inferior del propano.

Ref. NFPA 58, *Liquefied Petroleum Gas Code*. National Fire Protection Agency (2001)





# COMPONENTES

## CONSECUENCIAS DE LA PRESENCIA DE ALQUENOS EN EL GLP:

Combustión  
incompleta  
(hollín y  
polimerización  
de aceites)

Reducción en el  
Poder Calorífico  
Superior

Velocidad de  
llama 15%  
mayor

Presentan  
mayor  
volatilidad.

Ref. La presencia de olefinas en el GLP. Instituto Latinoamericano de la Combustión.

Disponible en:

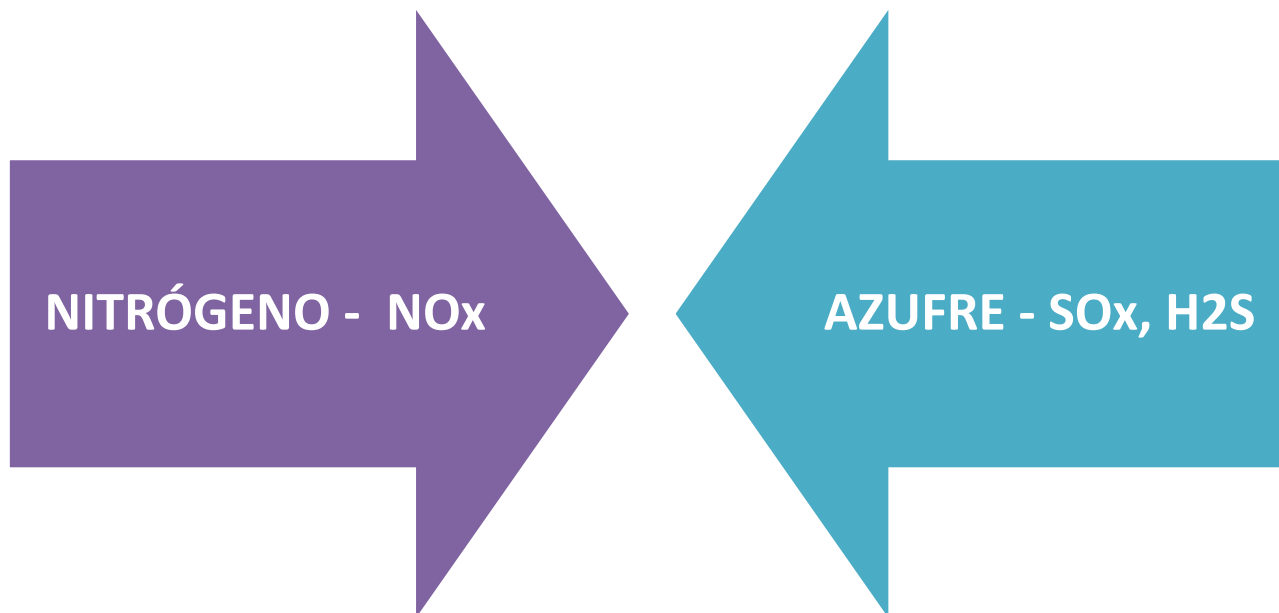
[http://www.combustionindustrial.com/img/Olefinas\\_en\\_el\\_GLP.pdf](http://www.combustionindustrial.com/img/Olefinas_en_el_GLP.pdf)





# COMPONENTES

## CONTAMINANTES:



Ref. The story of LPG. 2 Ed. Poten and Partners. UK (2003).





## TIPOS DE GLP

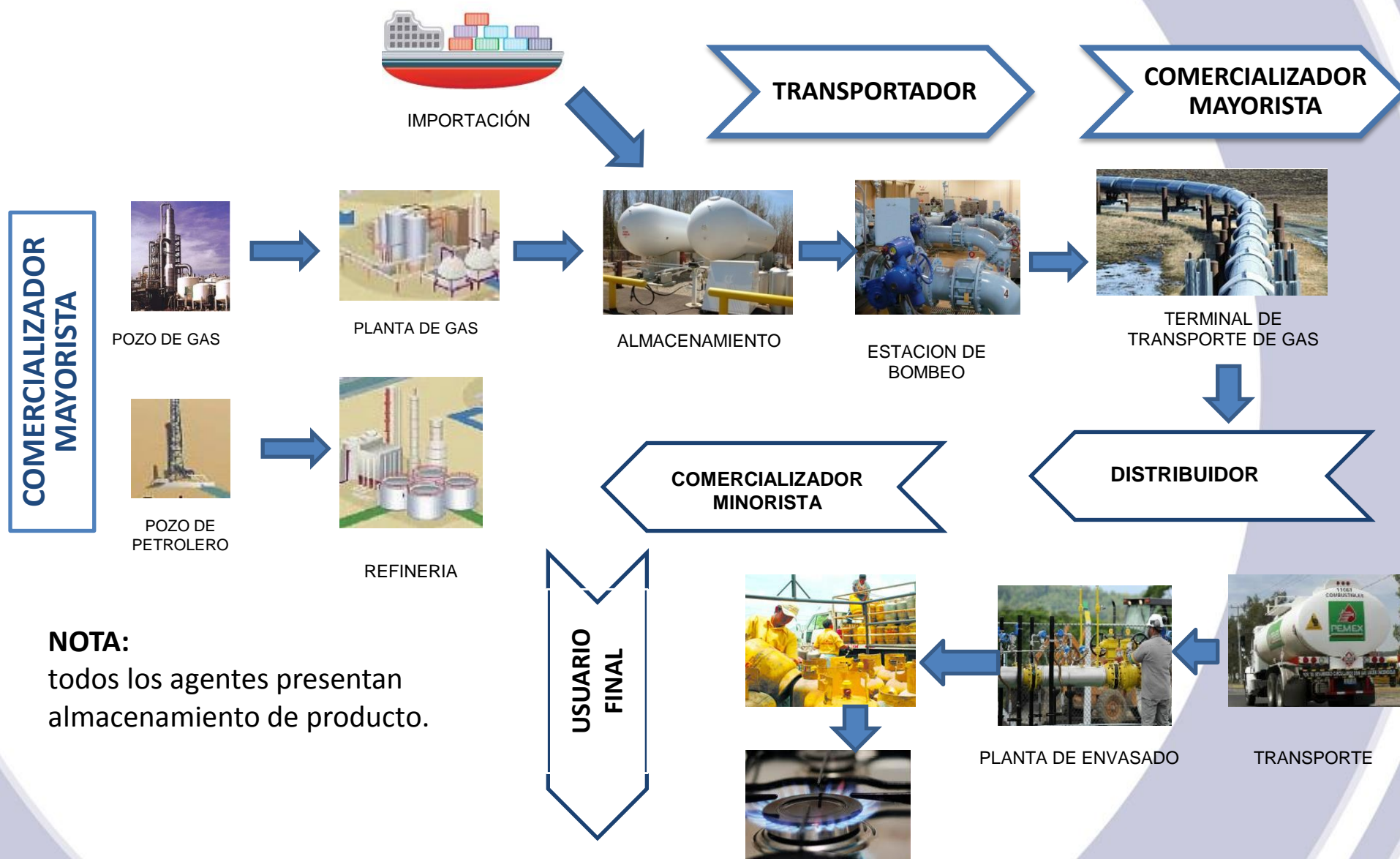
<b>PROPANO COMERCIAL</b>	Limita: butanos o más pesados: 2.5% vol.
<b>BUTANO COMERCIAL</b>	Limita: pentanos o más pesados: 2% vol. Máx.
<b>MEZCLAS P-B</b>	Limita: pentanos o más pesados: 2% vol. Máx.
<b>PROPANO PARA USO ESPECIAL (HD5)</b>	Limita: butanos o más pesados: 2.5% vol. Limita Propileno: 5% vol. (mejora características antidetonantes)

Ref. NTC 2303: GASES LICUADOS DE PETRÓLEO (GLP). Instituto colombiano de normas técnicas y certificación, Bogotá, Colombia 2007.  
ASTM D1835: Standard Specification for Liquefied Petroleum (LP) Gases. ASTM International, West Conshohocken, USA 2011.



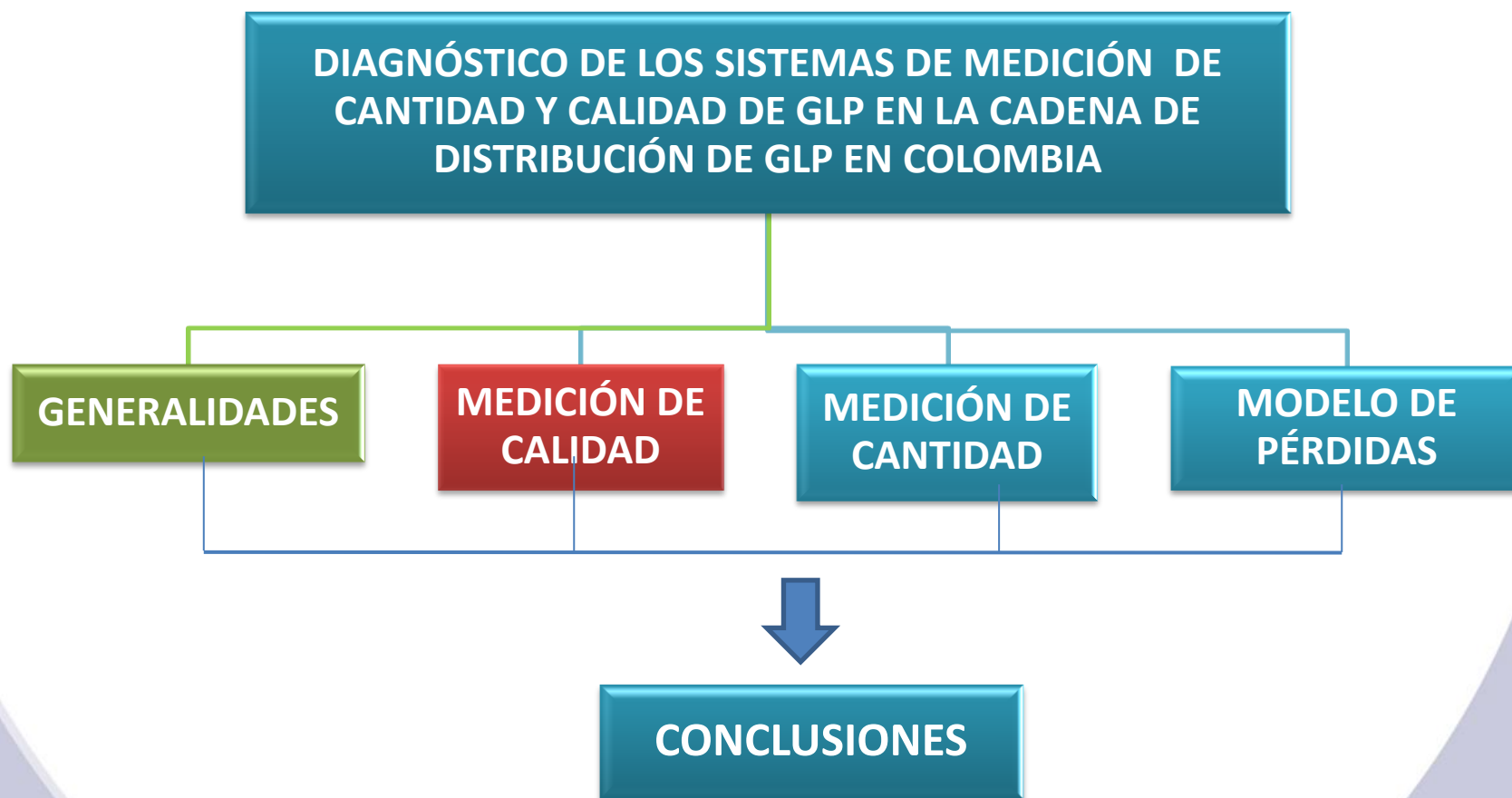


# CADENA DE DISTRIBUCIÓN



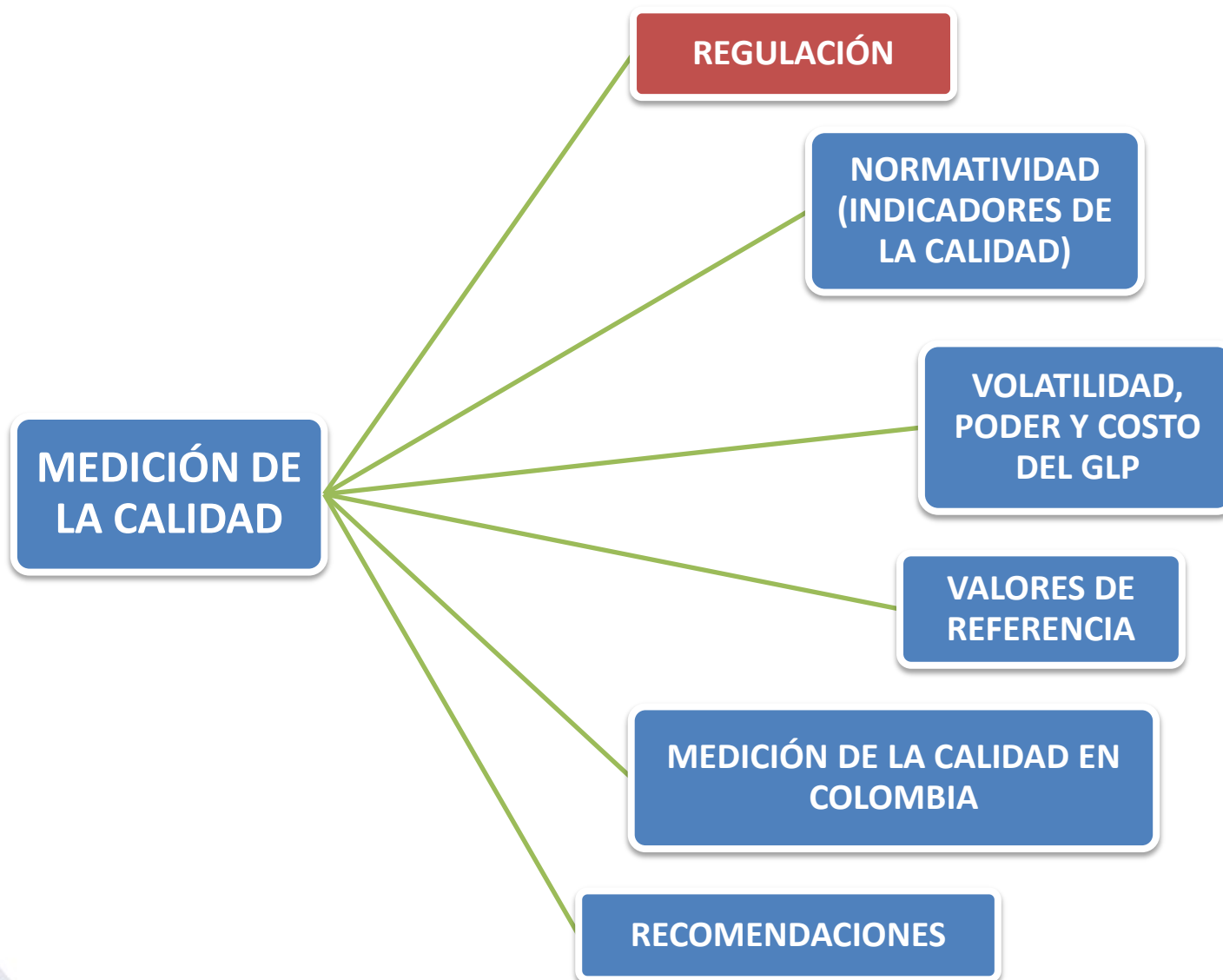


# CONTENIDO ESQUEMÁTICO





## 4. MEDICIÓN DE LA CALIDAD





# REGULACIÓN

## COLOMBIA

RESOLUCIÓN	RESPECTO A LA CALIDAD
MINMINAS 80505 de 1997	Reglamento técnico para almacenamiento, manipulación, comercialización mayorista y distribución de GLP. (Requiere calidad según NTC 2303 y odorización).
CREG 053 de 2011	Reglamento para comercializadores mayoristas de GLP. (Requiere medir y reportar la calidad)
CREG 023 de 2008	Reglamento para distribuidores y comercializadores minoristas de GLP. (Requiere del distribuidor: verificar y reportar la calidad)
CREG 092 de 2009	Reglamento para transportadores de GLP. (Requiere medir la calidad del GLP en la recepción y entrega)





# REGULACIÓN

## OTROS PAISES

PAIS	DOCUMENTO	RESPECTO A LA CALIDAD
ESTADOS UNIDOS	NFPA 58	Reglamento técnico para almacenamiento, manipulación, comercialización mayorista y distribución de GLP. (Requiere odorización).
	NFPA 59	Reglamento para el diseño, construcción, localización, instalación, operación y mantenimiento de plantas de gas para servicios públicos. (Requiere odorización).
ESPAÑA	Ley 34 de 1998 del 7 de octubre	Reglamento para el sector de hidrocarburos (requiere sistemas de medición y verificación de calidad)





# REGULACIÓN

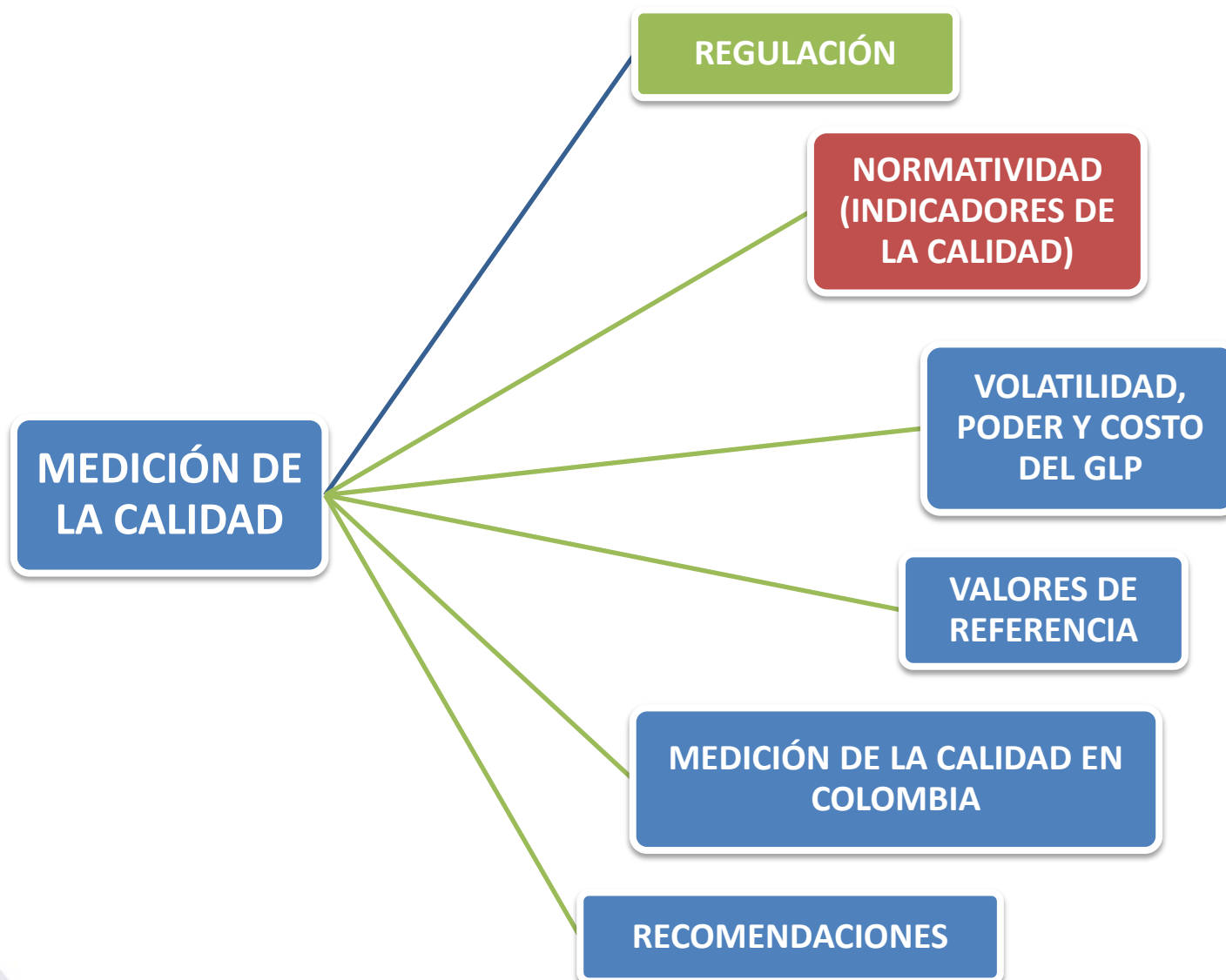
## OTROS PAISES

PAIS	DOCUMENTO	RESPECTO A LA CALIDAD
ESPAÑA	Real Decreto 1700/2003 del 15 de diciembre	Especificaciones de GLP. (Requiere calidad según ASTM D2163).
PERÚ	Decreto Supremo N° 01-94-EM	Reglamento para la Comercialización de Gas Licuado de Petróleo. (Requiere calidad según ASTM D2163).
MÉXICO	NMX-L-001-1970 secretaria de comercio y fomento industrial	Especificaciones para Gases Licuados de Petróleo. (requiere la medición y reporte de la calidad del GLP).





## 4. MEDICIÓN DE LA CALIDAD





# NORMATIVIDAD (INDICADORES DE LA CALIDAD)

INDICADOR DE CALIDAD	NORMA NTC	NORMA ASTM
Composición química	2518	D2163-07
Poder calorífico	-	D-240, D-3588
Presión de vapor	2562	D1267-02R07
Concentración de etil mercaptano	-	D5305-97R07
Temperatura de evaporación al 95% evaporado	2563	D1837-11
Corrosión de tira de cobre	2515	D1838-11
Contenido de azufre	-	D2784-11
Contenido de sulfuro de hidrógeno	-	D2420-07
Residuo	2517	D2158-11
Sequedad	-	D2713-12

Ref.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC.  
American society for testing and materials, ASTM International.





# NORMATIVIDAD (INDICADORES DE LA CALIDAD)

**CLASIFICACIÓN  
DE LOS  
INDICADORES  
DE ACUERDO A  
SU FUNCIÓN**



TIPO	Indicador de Calidad
DESEMPEÑO	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ composición química</li><li>✓ poder calorífico</li><li>✓ presión de vapor</li><li>✓ volatilidad</li></ul>
SEGURIDAD	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ presión de vapor</li><li>✓ concentración de etil mercaptano</li><li>✓ corrosión de tira de cobre</li><li>✓ contenido de azufre</li><li>✓ contenido de sulfuro de hidrógeno</li></ul>
EQUIPO	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ corrosión de tira de cobre</li><li>✓ contenido de azufre</li><li>✓ residuo</li></ul>





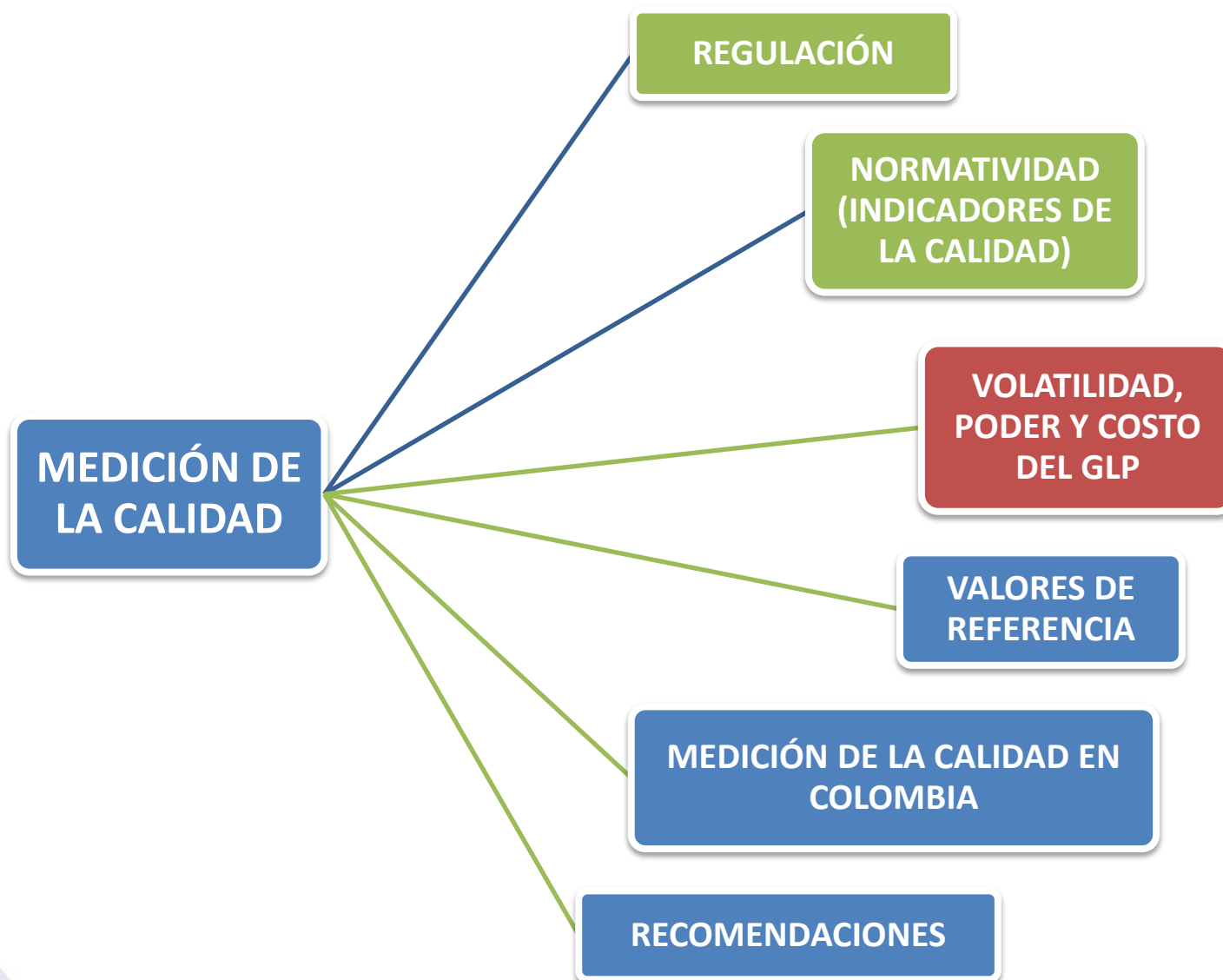
# OTRA NORMATIVIDAD

NORMA	DESCRIPCIÓN
ASTM D1835	Standard Specification for Liquefied Petroleum (LP) Gases
ASTM D2598	Standard Practice for Calculation of Certain Physical Properties of Liquefied Petroleum (LP) Gases from Compositional Analysis
ASTM D 3588	Standard Practice for Calculating Heat Value, Compressibility Factor, and Relative Density of Gaseous Fuels
ASTM D2421	Standard Practice for Interconversion of Analysis of C5 and Lighter Hydrocarbons to Gas-Volume, Liquid-Volume, or Mass Basis
ASTM D1265	Standard Practice for Sampling Liquefied Petroleum (LP) Gases (Manual Method)





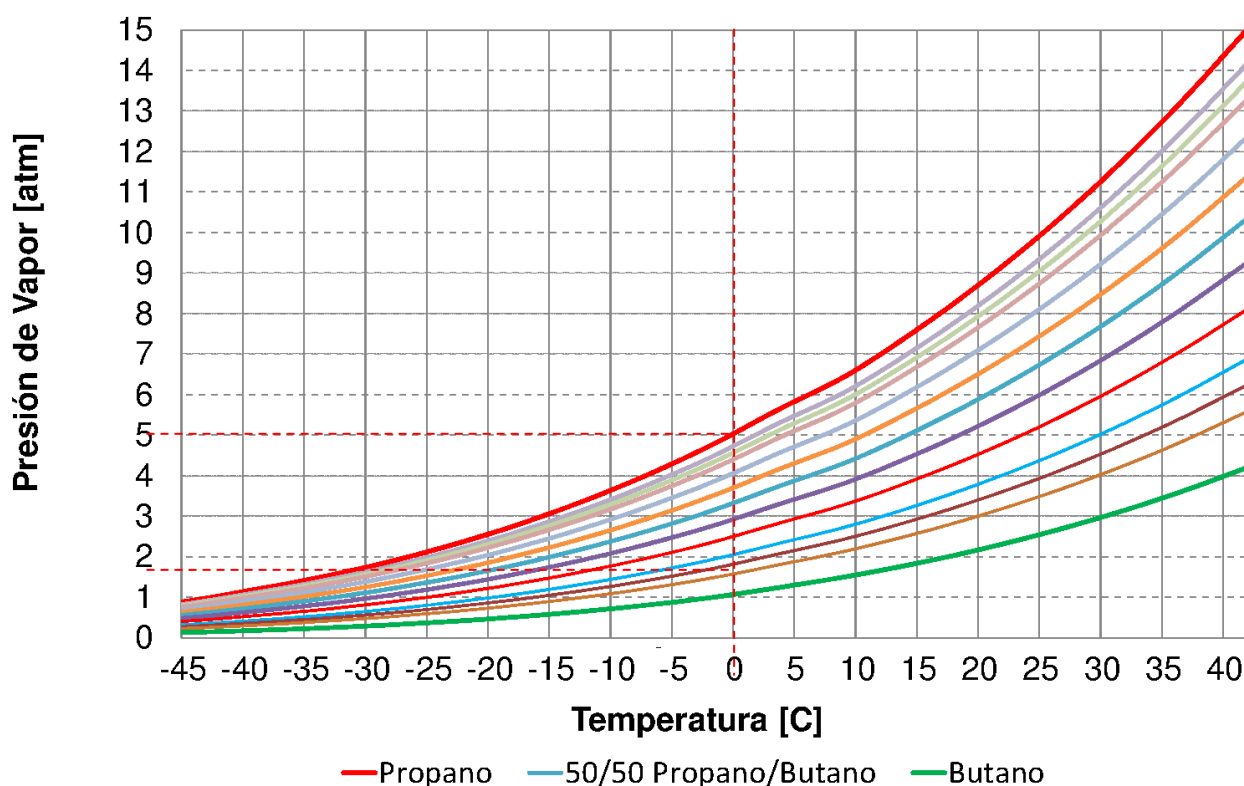
## 4. MEDICIÓN DE LA CALIDAD





# VOLATILIDAD, PODER Y COSTO DEL GLP

PRESIÓN DE VAPOR EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA  
DEL GAS PARA DIFERENTES MEZCLAS DE GLP.



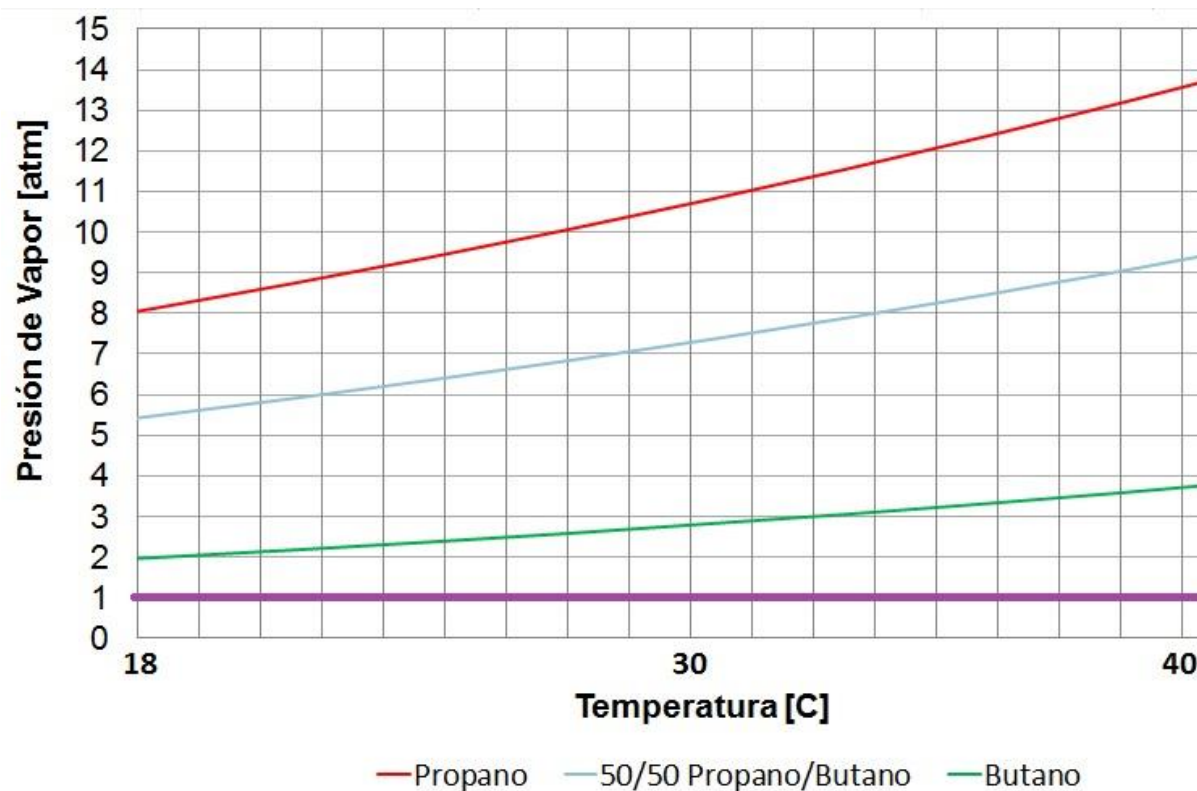
Ref. Base de datos de referencia estándar del NIST Número 69. National Institute of Standards and Technology.





# VOLATILIDAD, PODER Y COSTO DEL GLP

PRESIÓN DE VAPOR EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA  
DEL GAS PARA DIFERENTES MEZCLAS DE GLP.



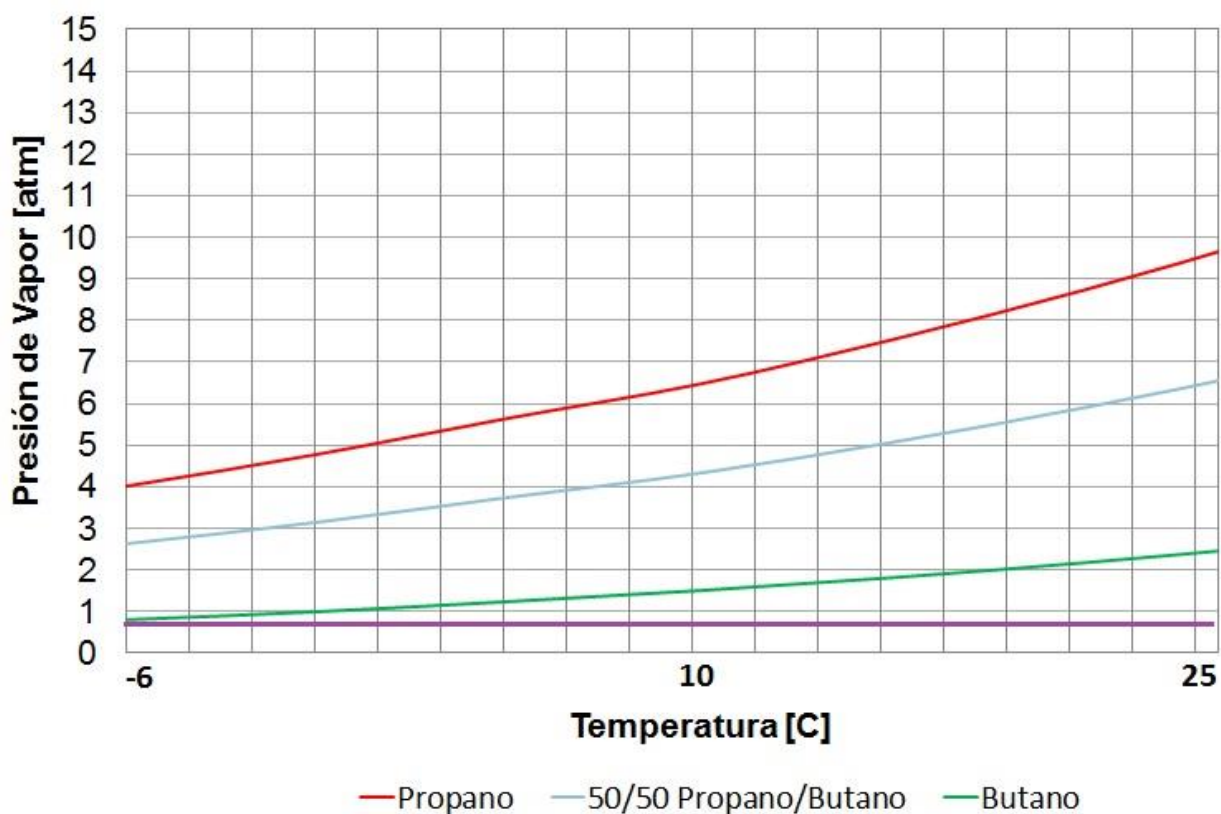
CARTAGENA





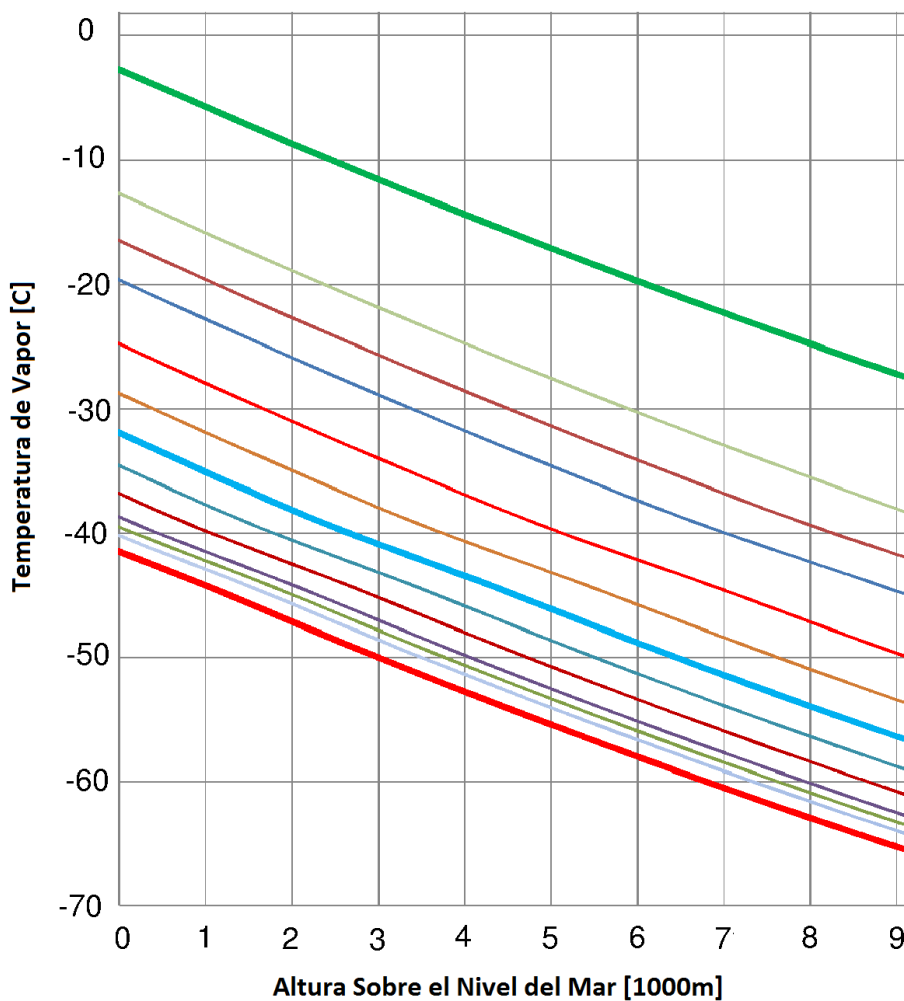
# VOLATILIDAD, PODER Y COSTO DEL GLP

PRESIÓN DE VAPOR EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA  
DEL GAS PARA DIFERENTES MEZCLAS DE GLP.





# VOLATILIDAD, PODER Y COSTO DEL GLP



TEMPERATURA DE VAPOR  
EN FUNCIÓN DE LA ALTURA  
SOBRE EL NIVEL DEL MAR  
PARA DIFERENTES MEZCLAS  
DE GLP.

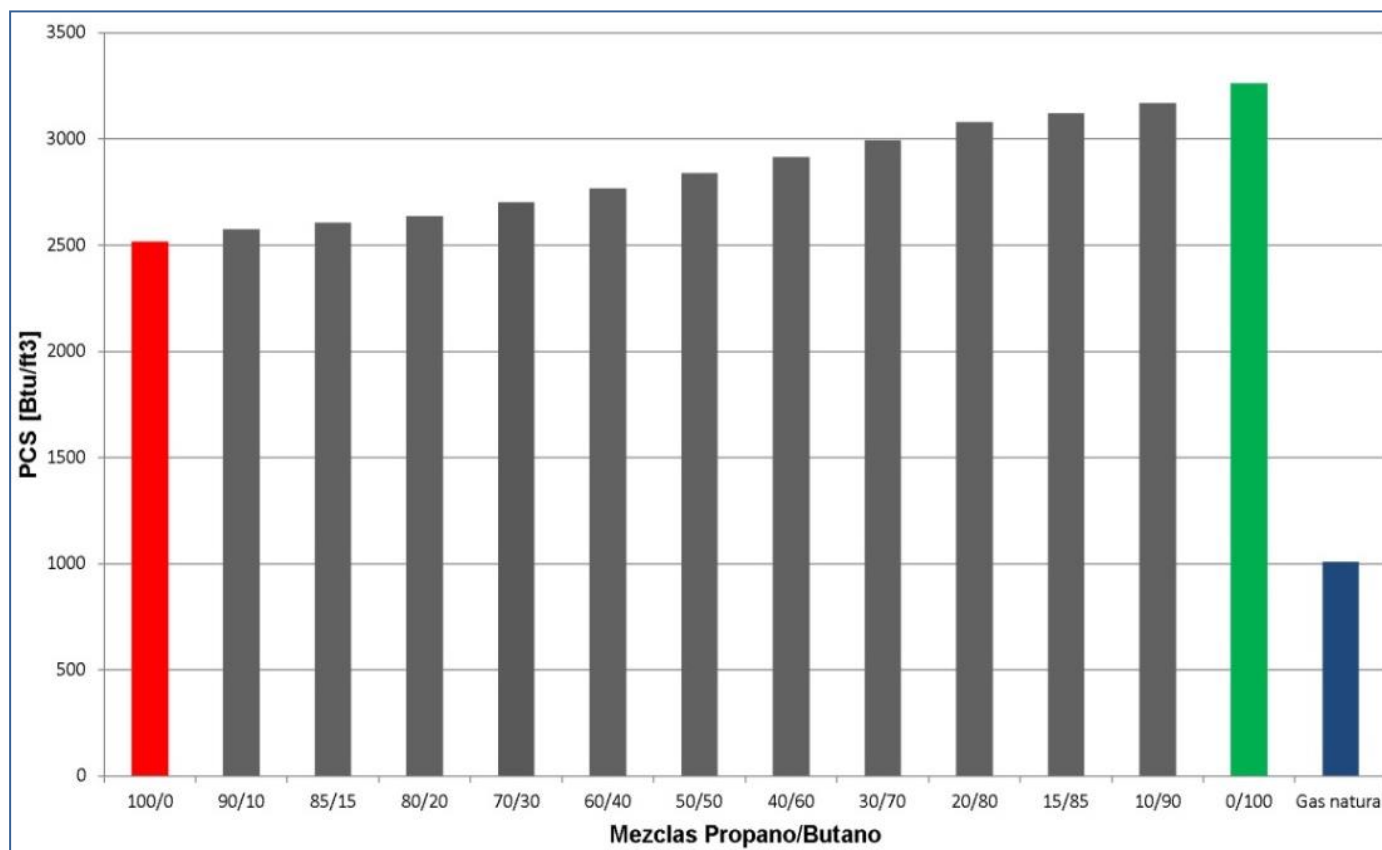
— Propano — 50/50 Propano/Butano — Butano





# VOLATILIDAD, PODER Y COSTO DEL GLP

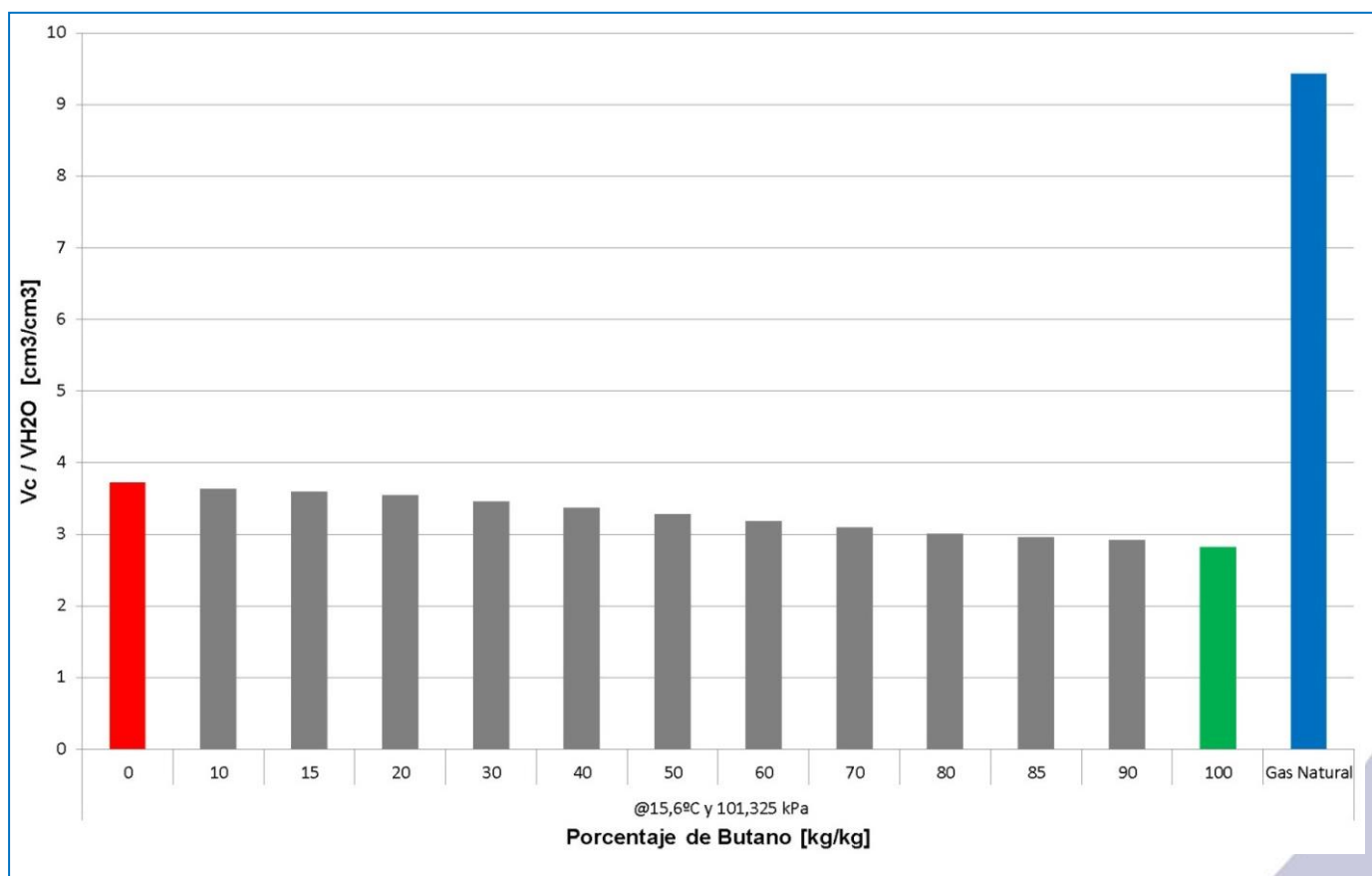
PODER CALORÍFICO SUPERIOR DEL GLP GASEOSO EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL DE GLP. (COMPARACIÓN CON GAS NATURAL)





# VOLATILIDAD, PODER Y COSTO DEL GLP

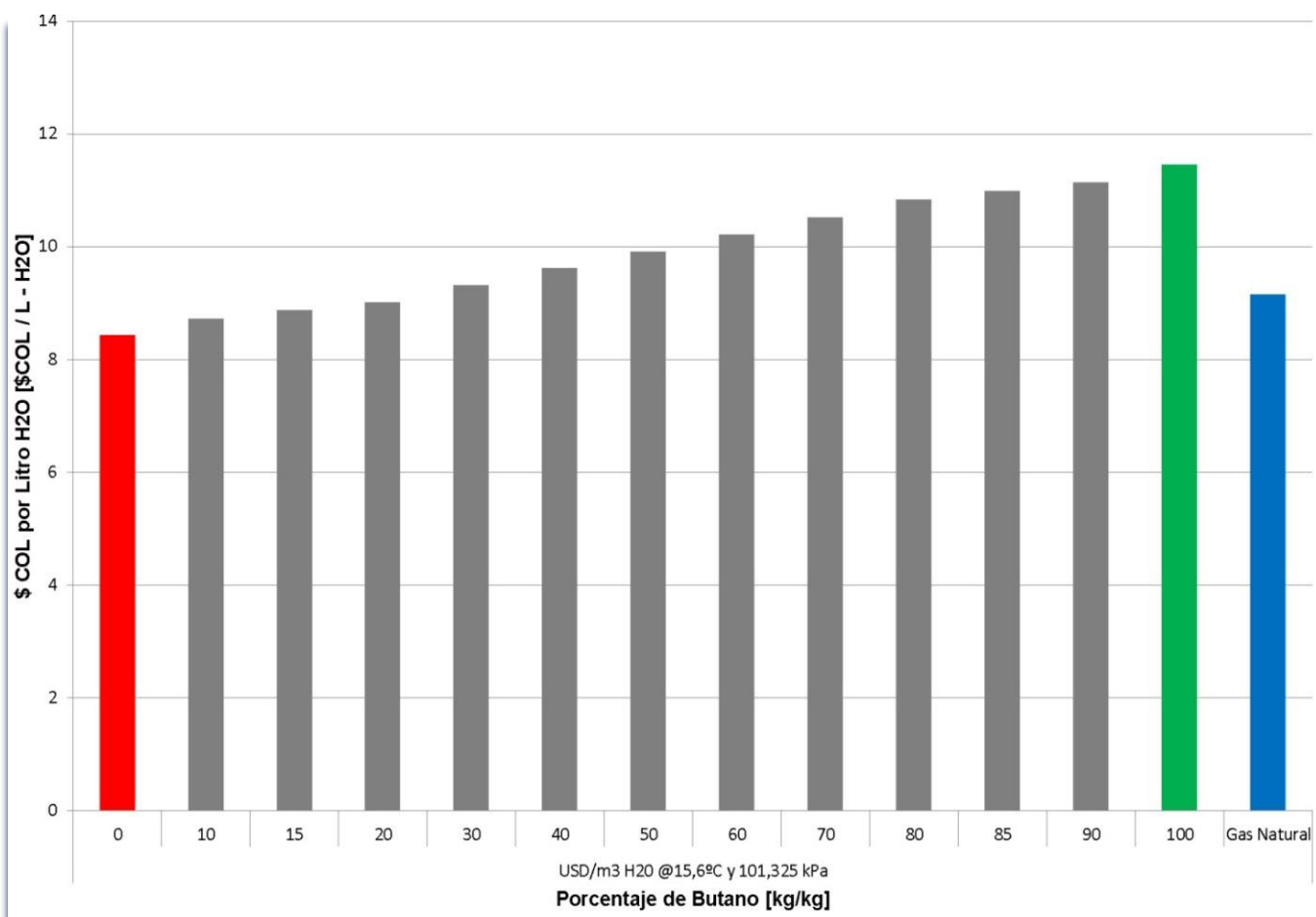
CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN VOLUMEN, EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN, PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA DESDE 15 °C HASTA 100 °C. (COMPARACIÓN CON GAS NATURAL).





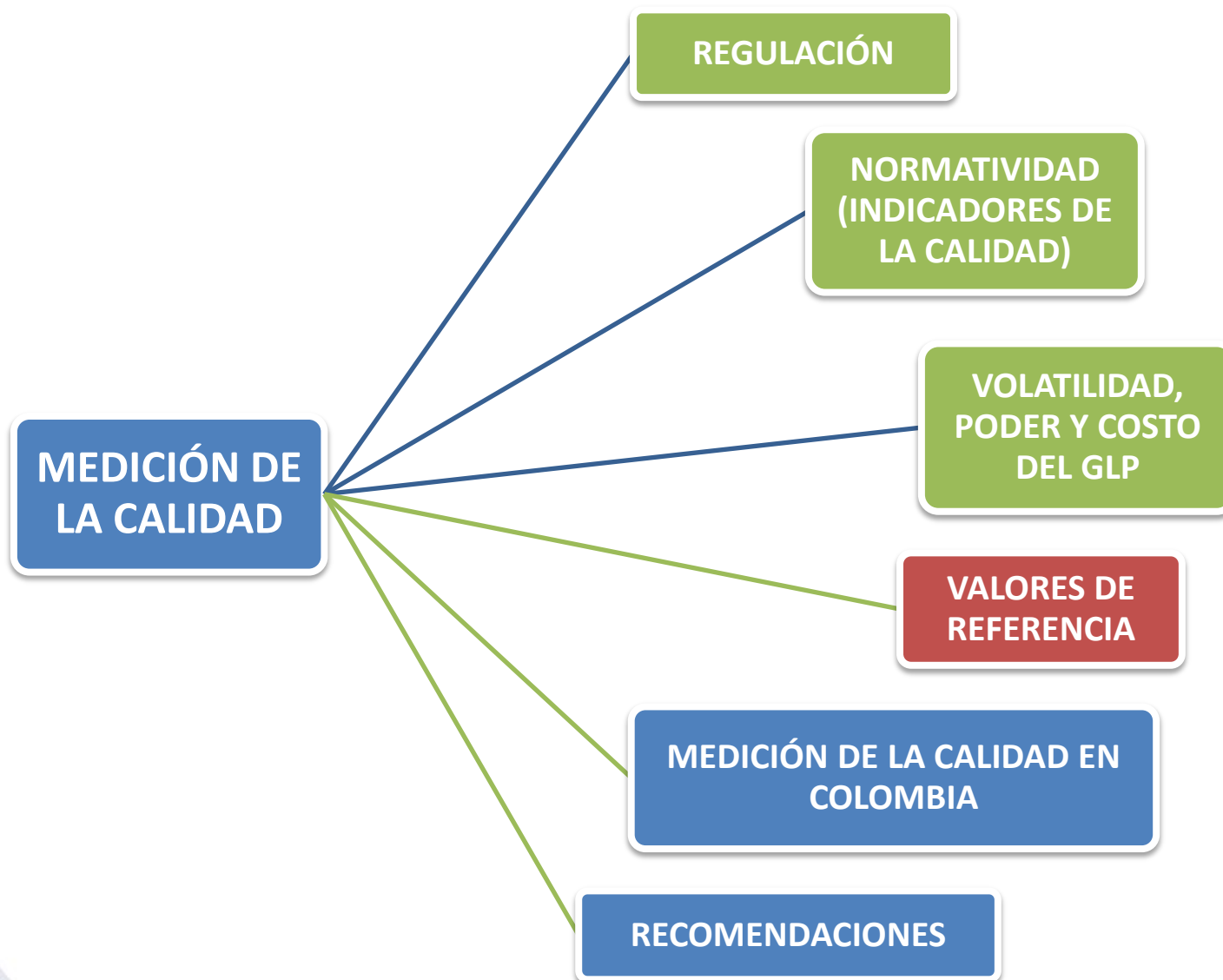
# VOLATILIDAD, PODER Y COSTO DEL GLP

COSTO DEL GLP EN VOLUMEN, EN FUNCIÓN DE LA COMPOSICIÓN. (COMPARACIÓN CON GAS NATURAL)





## 4. MEDICIÓN DE LA CALIDAD





# VALORES DE REFERENCIA

## INDICADOR: COMPOSICIÓN QUÍMICA

*NTC 2303*  
*ASTM D1835*

COMPONENTES	PROPANO COMERCIAL	BUTANO COMERCIAL	MEZCLAS PROPANO - BUTANO	PROPANO HD5
PROPANO	-	-	-	-
BUTANOS Y MÁS PESADOS	2,5	-	-	2,5
PENTANOS Y MÁS PESADOS	-	2	2	-
ETANOS Y MÁS LIVIANOS	-	-	-	-
OLEFINAS	-	-	-	-
PROPILENO	-	-	-	5
DIOLEFINAS Y ACETILENOS (PPM)	-	-	-	-





# VALORES DE REFERENCIA

NTC 2303  
ASTM D1835

INDICADOR	UNIDAD	PROPANO COMERCIAL	BUTANO COMERCIAL	MEZCLAS PROPANO- BUTANO	PROPANO (HD5)
PODER CALORÍFICO - (MÍN.) ASTM D3588-98	BTU/ft <sup>3</sup>	2516,1	3262,3		2516,1
PRESIÓN DE VAPOR A 37,8°C - (MÁX.)	kPa	1434	483		1434
CONCENTRACIÓN DE ETIL MERCAPTANO (ODORIZANTE) - (MÍN.) ASTM D5305	g/m <sup>3</sup>	11,87	11,87	11,87	11,87
TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN AL 75% EVAPORADO (RESIDUO VOLÁTIL) - (MÁX.)	°C	- 38, 3	2,2	2,2	- 38, 3
CORROSIÓN TIRA DE COBRE - (MÁX.)		NO. 1	NO. 1	NO. 1	NO. 1
CONTENIDO DE AZUFRE - (MÁX.)	mg/kg	185	140	140	123
CONTENIDO DE SULFURO DE HIDRÓGENO - (MÁX.)		pasar	pasar	pasar	pasar
RESIDUO EN 100 ML DE EVAPORACIÓN - (MÁX.)	ml	0,05	0,05	0,05	0,05
SEQUEDAD		pasar	pasar	pasar	pasar





## 4. MEDICIÓN DE LA CALIDAD





# MEDICIÓN DE LA CALIDAD EN COLOMBIA

## COMERCIALIZADORES MAYORISTAS



### COMPOSICIÓN QUÍMICA:

Las empresas productoras miden la composición química del GLP. La composición reportada cumple con las exigencias de normatividad vigentes.

Las empresas no productoras no reportan medición de la composición química.



### ODORIZACIÓN

Las empresas productoras el GLP realizan la adición y medición de odorizante. La odorización reportada cumple con las exigencias de normatividad vigentes.

Las empresas no productoras no reportan medición de odorización.



### OTROS INDICADORES

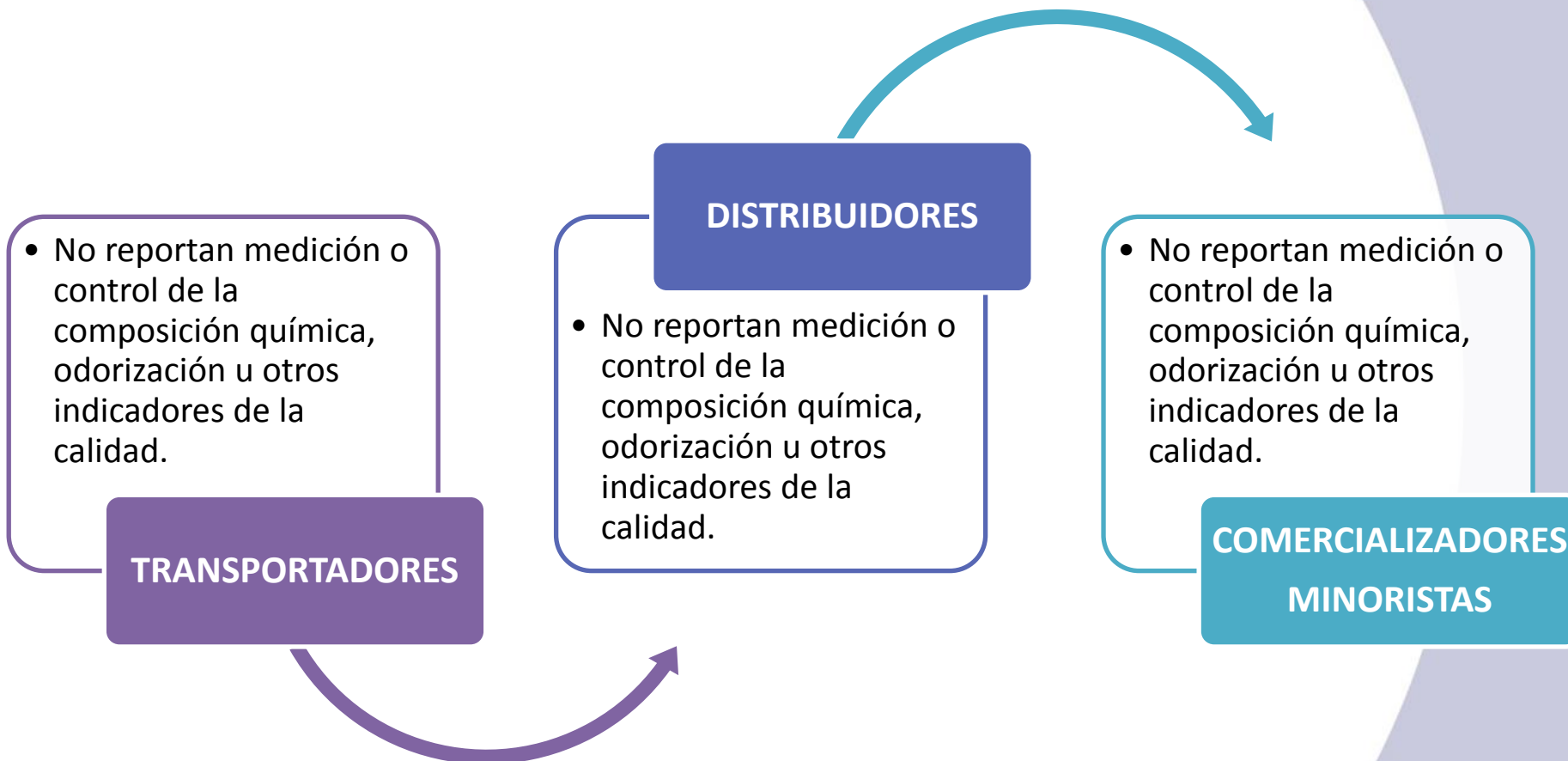
Algunos de los indicadores del GLP (NTC 2303) son medidos por las empresas productoras. Los indicadores reportados cumplen con las exigencias de normatividad vigentes.

Las empresas no productoras no reportan medición de odorización.





# MEDICIÓN DE LA CALIDAD EN COLOMBIA





## 4. MEDICIÓN DE LA CALIDAD





# RECOMENDACIONES

INDICADOR	COMERCIALIZACIÓN MAYORISTA +	TRANSPORTE	DISTRIBUCIÓN	COMERCIALIZACIÓN MINORISTA
COMPOSICIÓN QUÍMICA	M	M	M	
PODER CALORÍFICO	M	C	C	
PRESIÓN DE VAPOR	M	C	C	
CONCENTRACIÓN DE ETIL MERCAPTANO	M	V	V	
TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN AL 95 % EVAPORADO	M			
CORROSIÓN DE TIRA DE COBRE	M			
CONTENIDO DE AZUFRE	M			
CONTENIDO DE SULFURO DE HIDROGENO	M			
RESIDUO	M			
SEQUEDAD	M	M		

M: MEDIR SEGÚN NTC CORRESPONDIENTE  
C: CALCULAR SEGÚN ASTM D3588 (PODER CALORÍFICO) Y  
ASTM D2598 (PRESIÓN DE VAPOR)  
V: VERIFICAR VALORES SEGÚN NTC 2303 (ASTM D1835)

+ MEDICIÓN DE TODAS  
LAS VARIABLES PARA  
**VENTAS DE PRIMERA  
MANO.**





# RECOMENDACIONES

**CONTRATOS DE SUMINISTRO  
Y TRANSPORTE  
ESTIPULAR CERTIFICADOS DE  
CALIDAD POR BACHE**

**USUARIO FINAL  
UN REPORTE DE  
COMPOSICIÓN  
QUÍMICA, PODER  
CALORÍFICO, PRESIÓN DE  
VAPOR Y ODORIZACIÓN.**



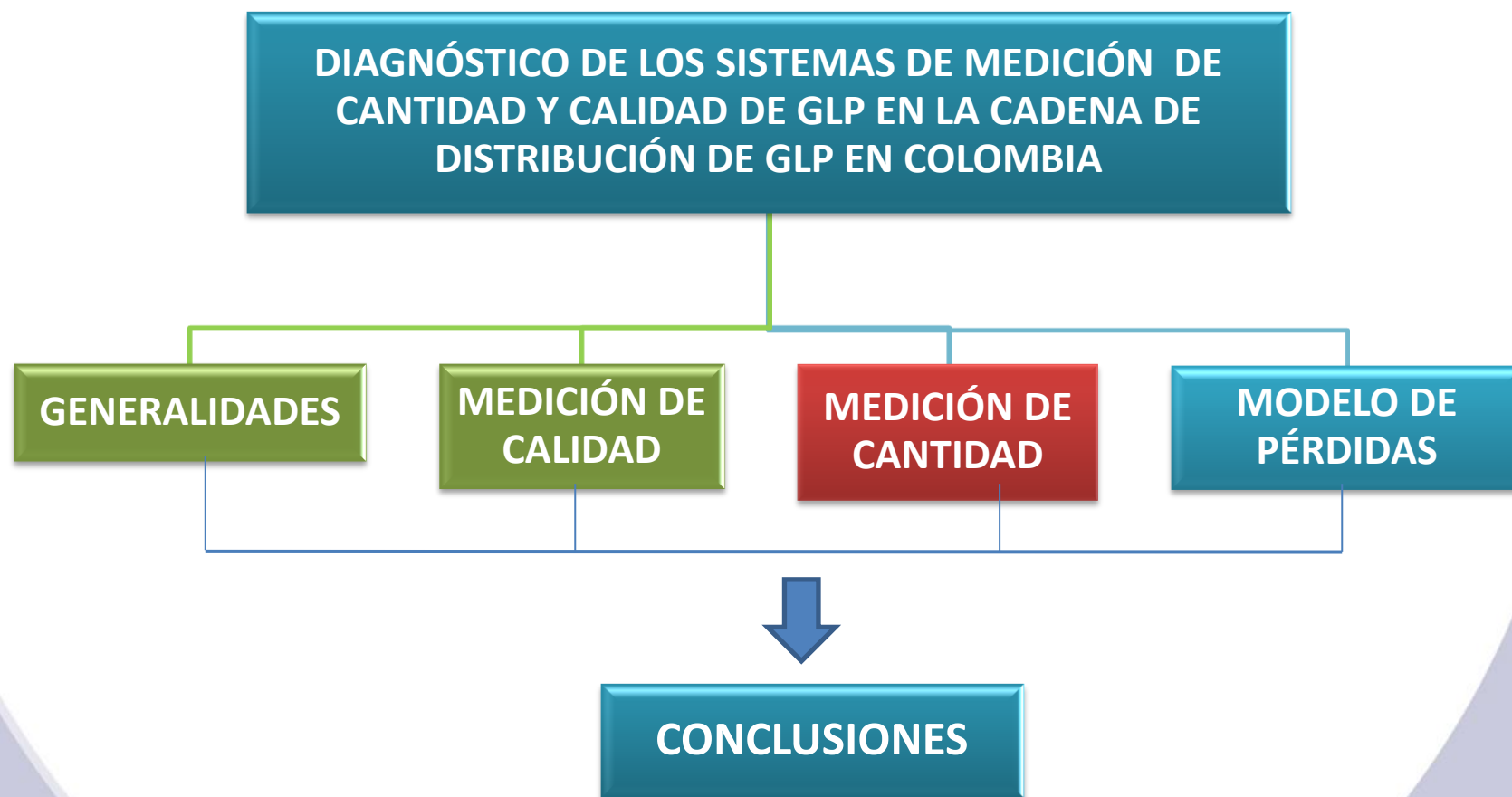


## 4. MEDICIÓN DE LA CALIDAD



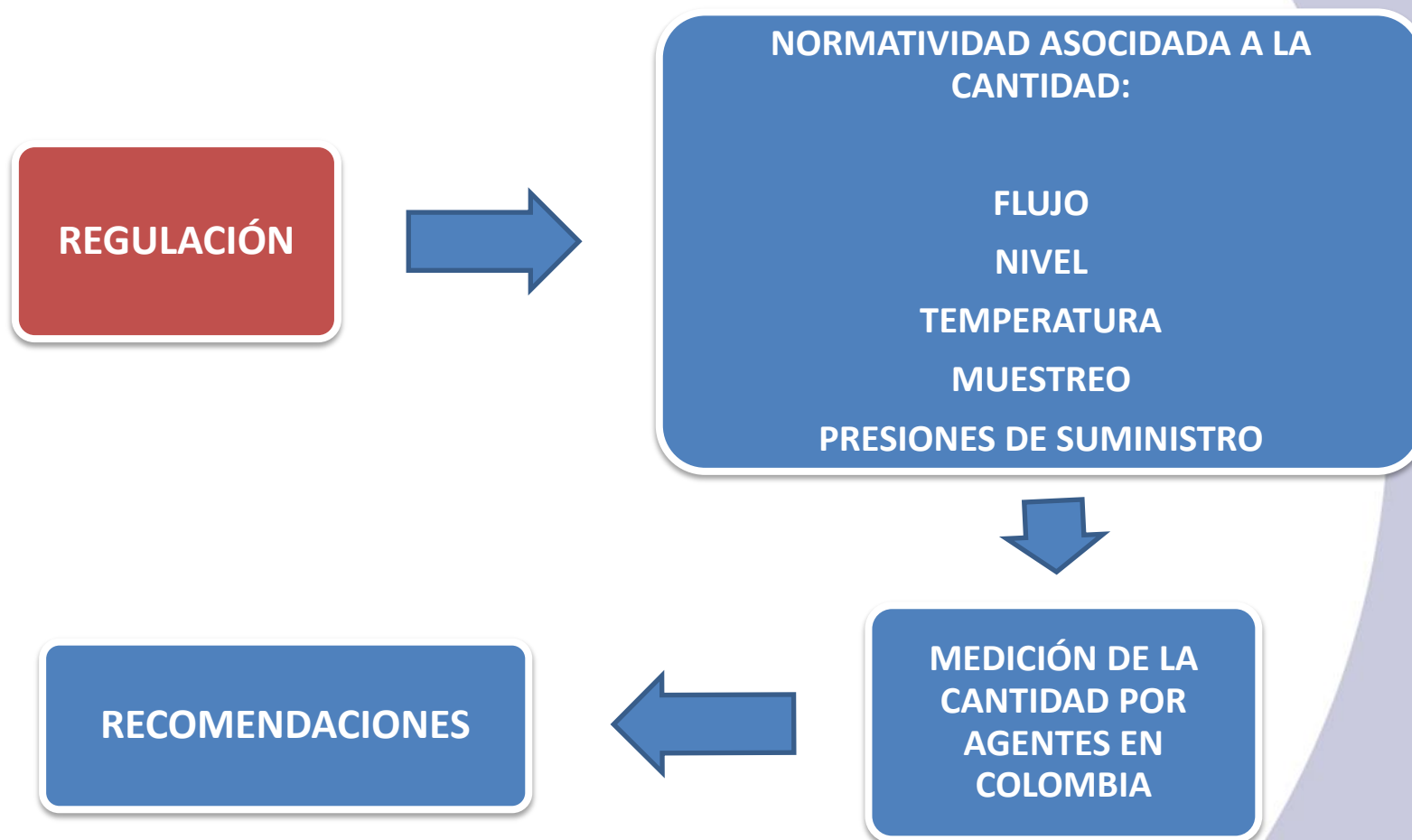


# CONTENIDO ESQUEMÁTICO





## 5. MEDICIÓN DE LA CANTIDAD





# REGULACIÓN

## COLOMBIA

### MINMINAS 180196 de 2006

- Reglamento Técnico para Cilindros y Tanques Estacionarios utilizados en la prestación del servicio público domiciliario de Gas Licuado del Petróleo, GLP, y sus procesos de mantenimiento.( Requiere cumplir con lo especificado según NTC 3853 edición 1996).

### CREG 053 de 2011

- Reglamento para comercializadores mayoristas de GLP. (Requiere medir y reportar la cantidad)

### CREG 023 de 2008

- Reglamento para distribuidores y comercializadores minoristas de GLP.(Requiere del distribuidor: a) verificar y reportar la cantidad y b) Constatar que cada usuario cuente con su respectivo medidor)





# REGULACIÓN

## COLOMBIA

### CREG 067 de 1995

- Código de Distribución de Gas Combustible por Redes. (Requiere del Distribuidor: Seleccionar tipos y características de los instrumentos de medición)

### CREG 108 de 1997

- Criterios generales sobre protección de los derechos de los usuarios de los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica y gas combustible por red física. (Requiere del distribuidor: a) Constatar que cada usuario cuente con su respectivo medidor, b) Inmuebles con una sola acometida contarán con un único subscriptor c) Falta de medición por acción u omisión, perderá el derecho de cobrar por el servicio)

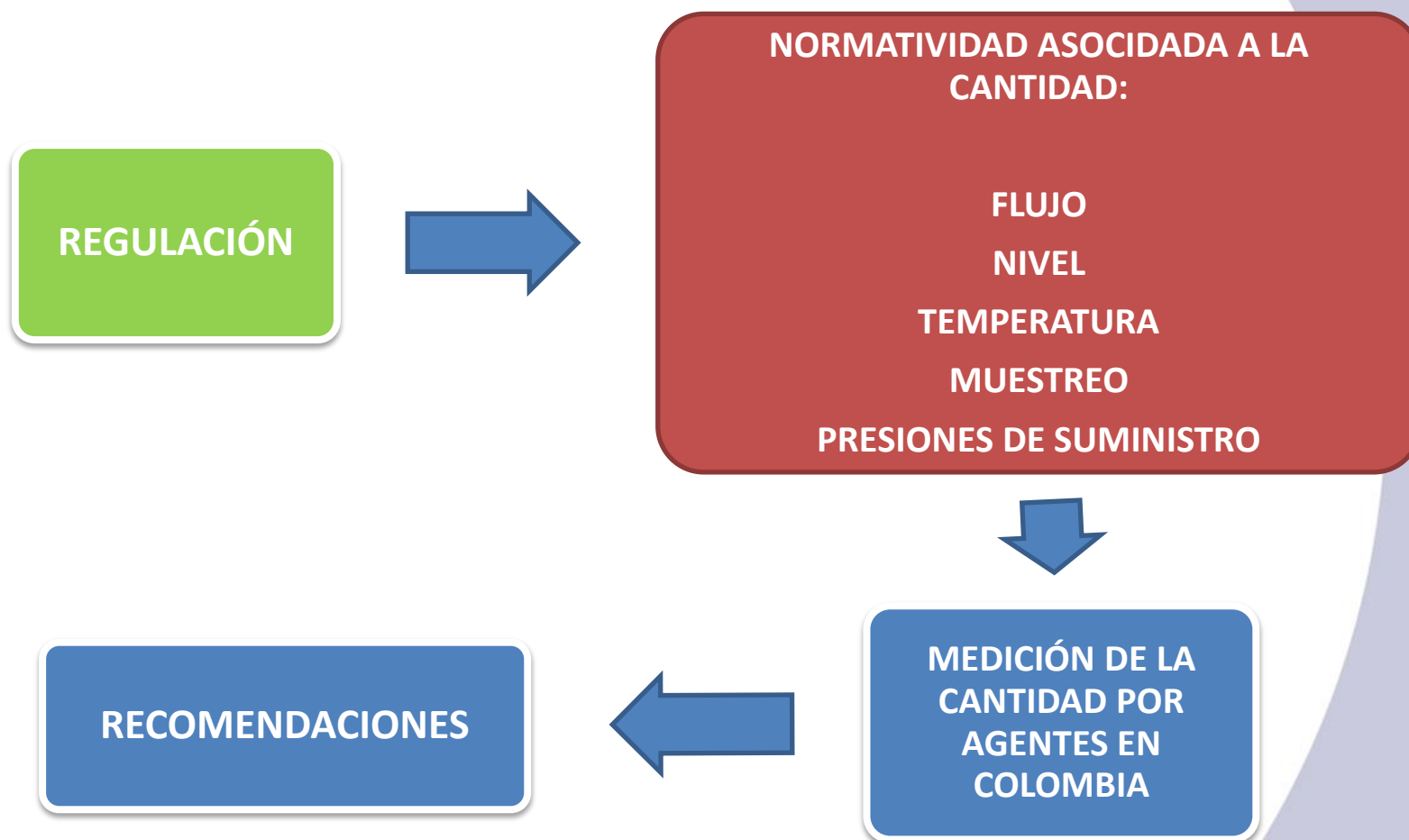
### CREG 092 de 2009

- Reglamento para transportadores de GLP (Requiere medir la calidad del GLP en la recepción y entrega)





## 5. MEDICIÓN DE LA CANTIDAD





# INDICADORES DE LA CANTIDAD Y VALORES DE REFERENCIA

## FLUJO

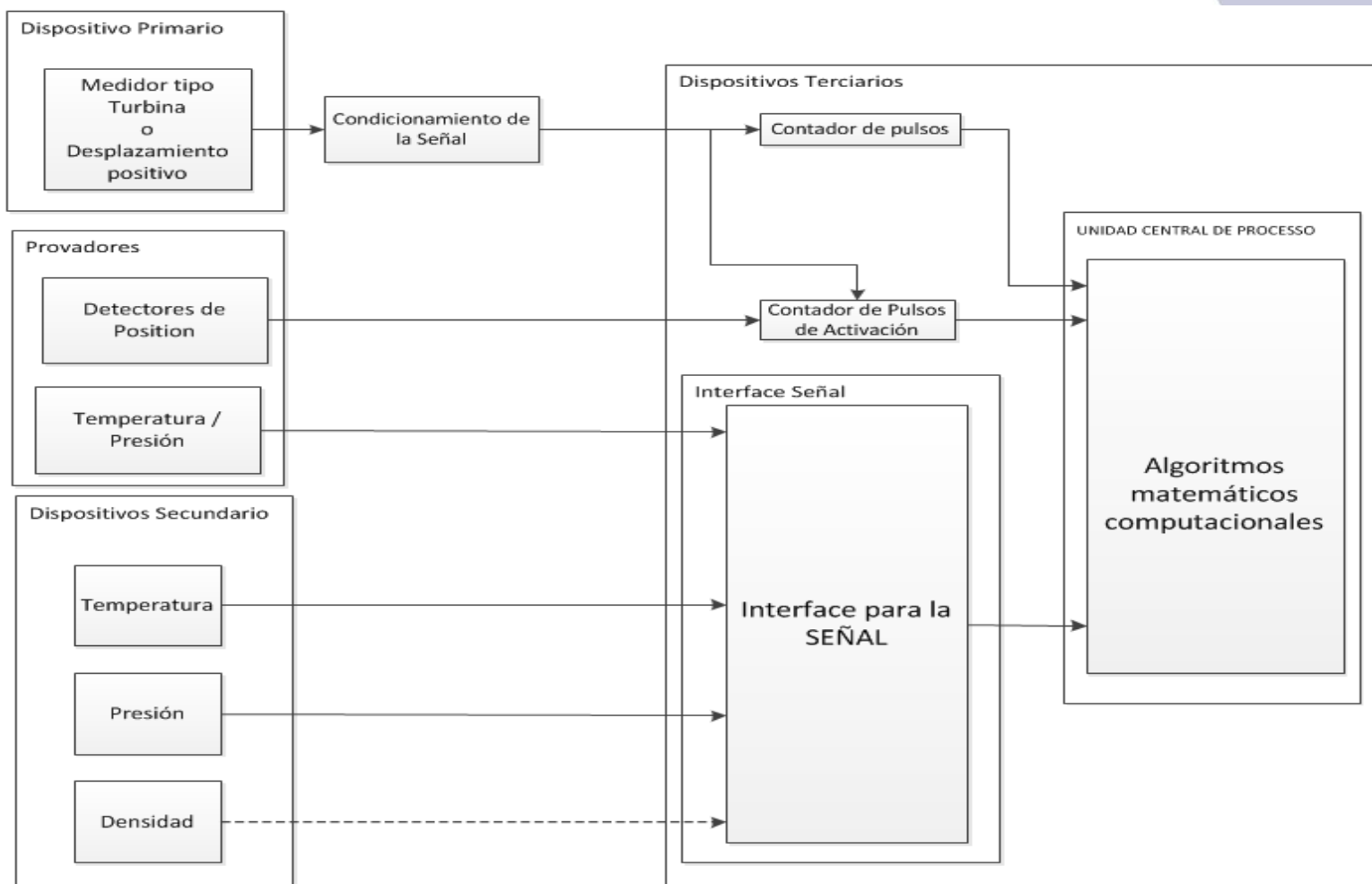
API	NOMBRE
MPMS 5.2	Measurement of Liquid Hydrocarbons by Displacement Meters
MPMS 5.3	Measurement of Liquid Hydrocarbons by Turbine Meters
MPMS 5.6	Measurement of Liquid Hydrocarbons by Coriolis Meters,
MPMS 5.8	Measurement of Liquid Hydrocarbons by Ultrasonic Flow Meters Using Transit Time Technology
MPMS 21.2	Flow measurement using electronic metering systems





# INDICADORES DE LA CANTIDAD Y VALORES DE REFERENCIA

FLUJO



MPMS 21.2

Flow measurement using electronic metering systems





# INDICADORES DE LA CANTIDAD Y VALORES DE REFERENCIA

## FLUJO

DISPOSITIVOS PRIMARIOS			
Tipo	Precisión % Escala	Rango (m <sup>3</sup> /h)	Norma API
Turbina	0,25	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>6</sup>	API MPMS 5.3
Ultrasónico	1,00	10 <sup>-2</sup> - 10 <sup>6</sup>	API MPMS 5.8
Desplazamiento positivo	1	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>5</sup>	API MPMS 5.2
Coriolis	0,4	1-10 <sup>7</sup>	API MPMS 5.6

DISPOSITIVOS SECUNDARIOS					
Instrumento	Exactitud	Estabilidad	Repetitividad	Clase	Banda muerta
Transmisor temperatura	±0,2 C	0,1 C	0,2 C	1	0,1 C
Transmisor de presión manométrica	±0,1 lmr	0,15 lmr	0,2 lmr	1	0,1 lmr
Transmisor de presión diferencial	±0,1 lmr	0,15 lmr	0,2 lmr	1	0,1 lmr

\* Limite máximo del rango (LMR)





# INDICADORES DE LA CANTIDAD Y VALORES DE REFERENCIA

FLUJO

NTC  
2728

- Máquinas y Equipos.  
Medidores de Gas Tipo  
Diafragma

NTC  
4136

- Medidores de Gas Tipo  
Rotatorio

- Criterios de  
Instalación.
- Designación del  
medidor (G).
- Q<sub>máx</sub> y Q<sub>mín</sub>.
- Resolución y  
numeración.





# INDICADORES DE LA CANTIDAD Y VALORES DE REFERENCIA

NIVEL

## MPMS 3.1A

- Tank Gauging - Standard Practice for the Manual of Petroleum and Petroleum Products.

## MPMS 3.1B

- Tank Gauging - Standard Practice for Level Measurement of Liquid Hydrocarbons in Stationary Tanks by Automatic Tank Gauging

- Tipos Medidores.
- Unidades.
- Precisión Requerida.
- Errores Permisibles.





# INDICADORES DE LA CANTIDAD Y VALORES DE REFERENCIA

## MEDICIONES SECUNDARIAS

NIVEL

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	ESTÁNDAR
TEMPERATURA	La temperatura del tanque debe medirse al mismo tiempo que se mida el nivel del tanque. Ésta debe ser representativa del contenido del tanque.	MPMS 7.4
PRESIÓN	La medición de la presión se lleva a cabo con la ubicación de varios sensores	MPMS 3.1B
DENSIDAD	Para la medición hidrostática de tanques (HTG) debe incluirse la medida de la densidad	MPMS 9.1





# INDICADORES DE LA CANTIDAD Y VALORES DE REFERENCIA (API)

## TEMPERATURA

MPMS 7.1

- Temperature Determination - Static Temperature Determination Using Mercury-in-Glass Tank Thermometers

MPMS 7.2

- Temperature Determination - Dynamic Temperature Determination

MPMS 7.3

- Temperature Determination. Section 3- Static Temperature Determination Using Portable Electronic Thermometers

- Tipos Medidores.
- Unidades.
- Características Estáticas.





# INDICADORES DE LA CANTIDAD Y VALORES DE REFERENCIA

## MUESTREO

NORMA	DESCRIPCIÓN
NTC 2516	Muestreo de Gases Licuados del Petróleo (método manual)
API MPMS 8	Sampling
API MPMS 21	Flow measurement using electronic metering systems
ASTM D3700	Standard practice for obtaining LPG samples using a floating piston cylinder
ASTM D1265	Standard Practice for Sampling Liquefied Petroleum (LP) Gases (Manual Method)
ASTM D1835	Standard Specification for Liquefied Petroleum (LP) Gases





## INDICADORES DE LA CANTIDAD Y VALORES DE REFERENCIA

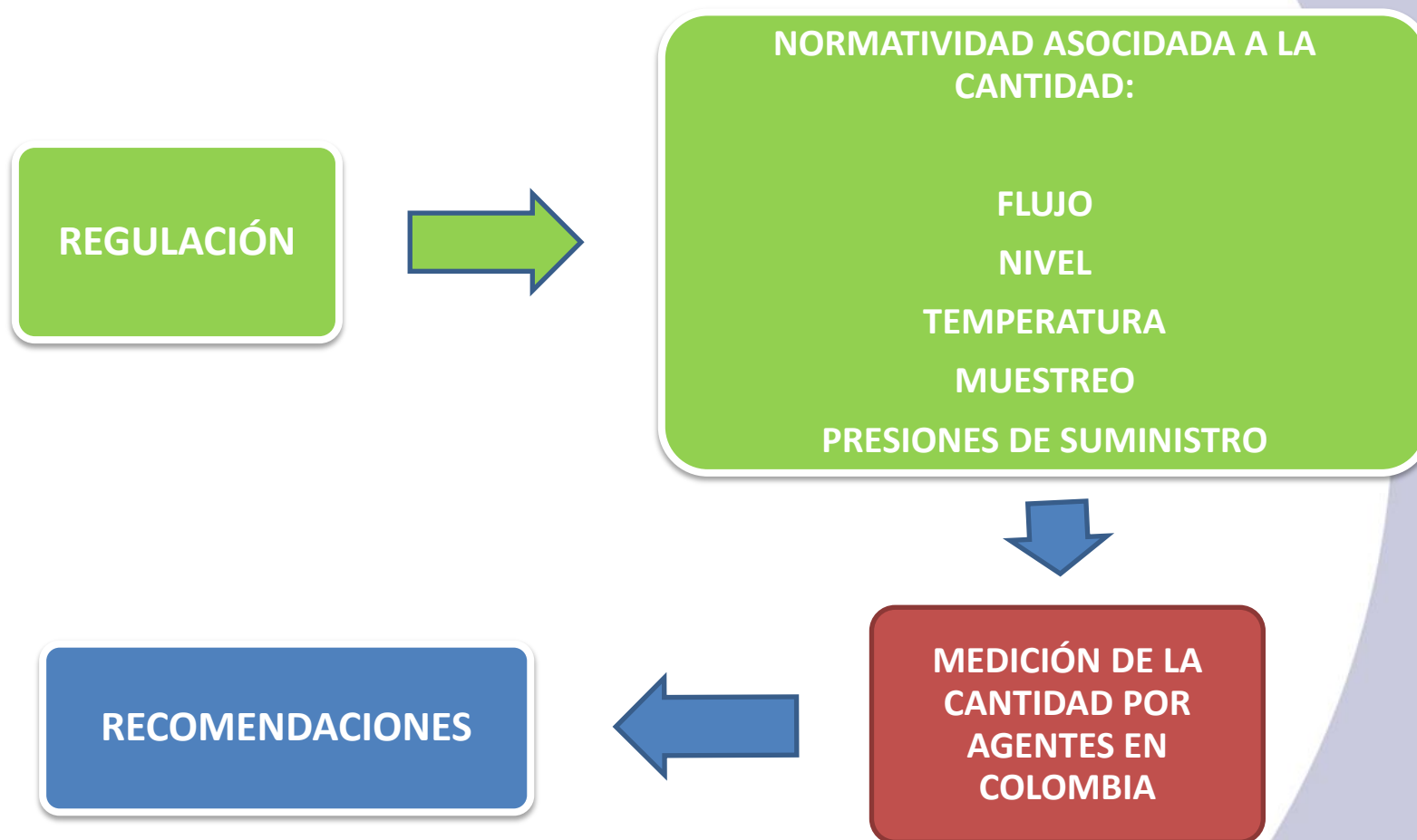
### PRESIONES DE SUMINISTRO

NORMA	DESCRIPCIÓN
NTC 3853	Equipo, accesorios, manejo y transporte de GLP
NTC 3853 - 1	Instalación de sistemas de GLP - gases licuados de petróleo
NTC 522 - 1	Cilindros de acero con costura para gases licuados de petróleo (GLP) con capacidad desde 0.25 kg incluido, hasta 46 kg excluido
NTC 4136	Medidores de gas tipo rotatorio
NFPA 58	Liquefied Petroleum Gas Code





## 5. MEDICIÓN DE LA CANTIDAD





# MEDICIÓN DE LA CANTIDAD EN COLOMBIA



## Balance Volumétrico

- Discrepancias en el balance volumétrico, cuando se cuenta con diferencia tecnológica en el instrumento de medida de flujo (Volumétrico o Másico).

## Fase Líquida y Gaseosa

- En algunas ocasiones la presión de suministro a la entrada del agente no es suficientemente alta, causando de forma frecuente evaporación del líquido, presentándose dos fases (líquida y gaseosa).

## Tipo de Medidores

- En puntos de transferencia de custodia realizan la medición dinámica del GLP con dispositivos tipo turbinas, desplazamiento positivo y coriolis para líquidos y para gas utilizan tipo platina de orificio, turbina, coriolis y ultrasónico.





# MEDICIÓN DE LA CANTIDAD EN COLOMBIA

TRANSPORTADORES

Información Publicada  
por el Productor

- Se presentan periodos de tiempo en que, propiedades publicadas por el productor (como la densidad relativa), permanecen desactualizados al consultarlos en los sistemas de información.





# MEDICIÓN DE LA CANTIDAD EN COLOMBIA



Información  
Facilitada por el  
transportador

- Se presentan periodos de tiempo en que, propiedades facilitadas por el transportador (como la densidad relativa), permanecen desactualizados al consultarlos en los sistemas de información.

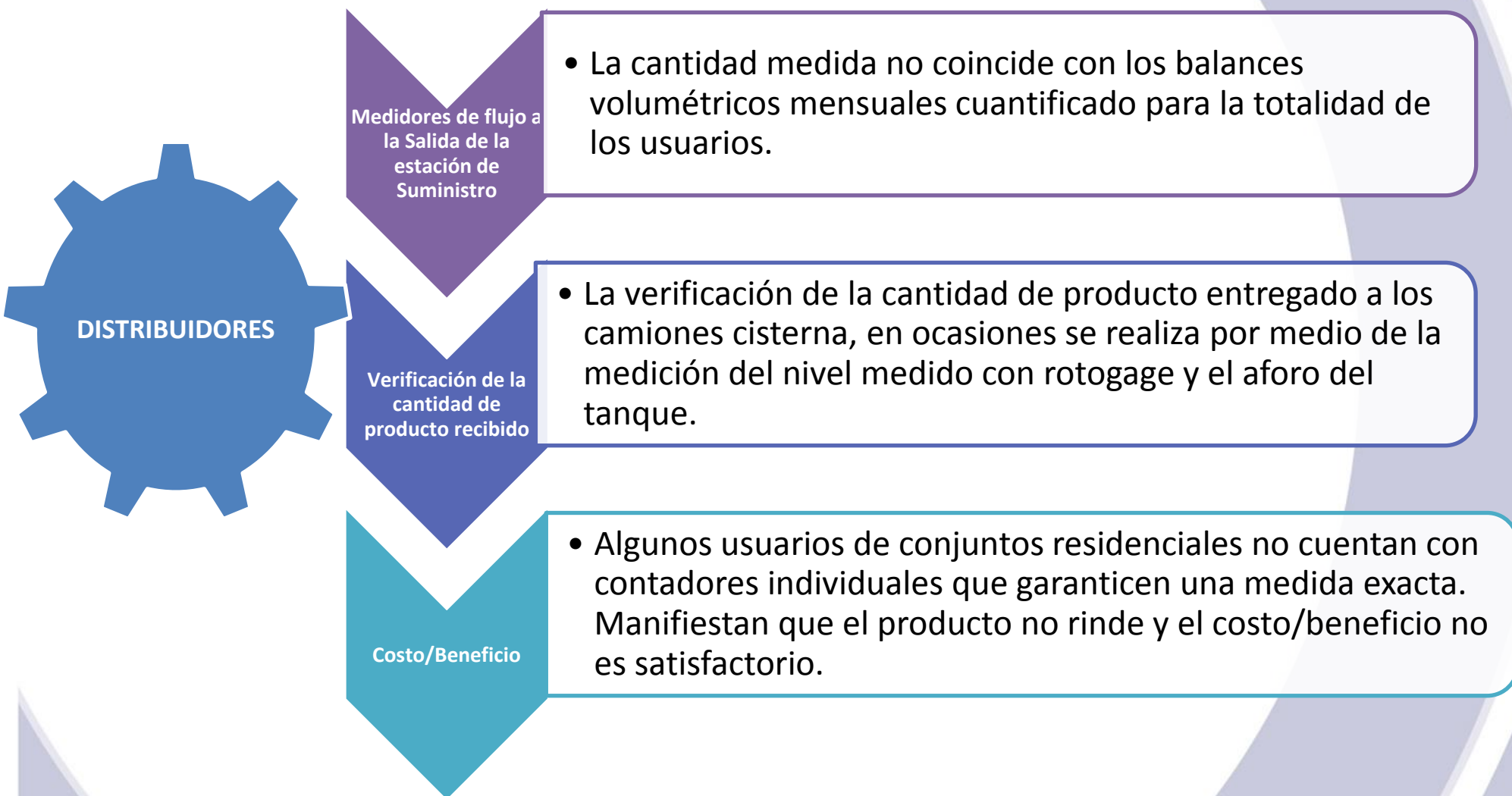
Medidores de flujo a  
la Salida de la  
estación de  
Suministro

- La gran mayoría de las empresas no consideran necesario contar con medidores de flujo a la salida de las estaciones de suministro que cuantifiquen la cantidad de flujo entregado a la red de usuarios.





# MEDICIÓN DE LA CANTIDAD EN COLOMBIA





# MEDICIÓN DE LA CANTIDAD EN COLOMBIA

DISTRIBUIDORES

Compensación de la Medida

- El Usuario Final no cuenta con la información sobre los procedimientos para la corrección de la medida de cantidad emitida por los contadores. Tampoco es claro si se practica o no la corrección de la medida de cantidad en términos de la facturación emitida al usuario final.

Trazabilidad Proceso Purga/Llenado

- No se cuenta con protocolos, procedimientos y registros que respalden la trazabilidad del proceso de purga y llenado de los cilindros.





# MEDICIÓN DE LA CANTIDAD EN COLOMBIA



## Verificación y Trazabilidad de la Calibración de Balanzas

- Las empresas no reportan la utilización de masas patrón suficientes para la correcta verificación de la calibración.

## Tecnología Asociada a las Balanzas.

- Las tecnologías son muy variadas, utilizándose desde los sistemas manuales e hidráulicos, hasta sofisticados sistemas electrónicos con sensores de proximidad y el sistema Troya (este último el más usado).

## Instrumentos de Medición en Tanques Estacionarios

- No cuentan con los instrumentos necesarios para la medición del nivel del producto.





# MEDICIÓN DE LA CANTIDAD EN COLOMBIA

**Comercialización  
Mayorista**

**Transportadores**

**Distribuidores**

**Periodos de Calibración  
de los Instrumentos de  
Medida**

- Los periodos de calibración para algunos instrumentos de medida se realiza anualmente (los demás son utilizados hasta que se cumpla con la vida útil del instrumento), dando cumplimiento a lo estipulado por los fabricantes en cuanto a las garantías de los instrumentos.

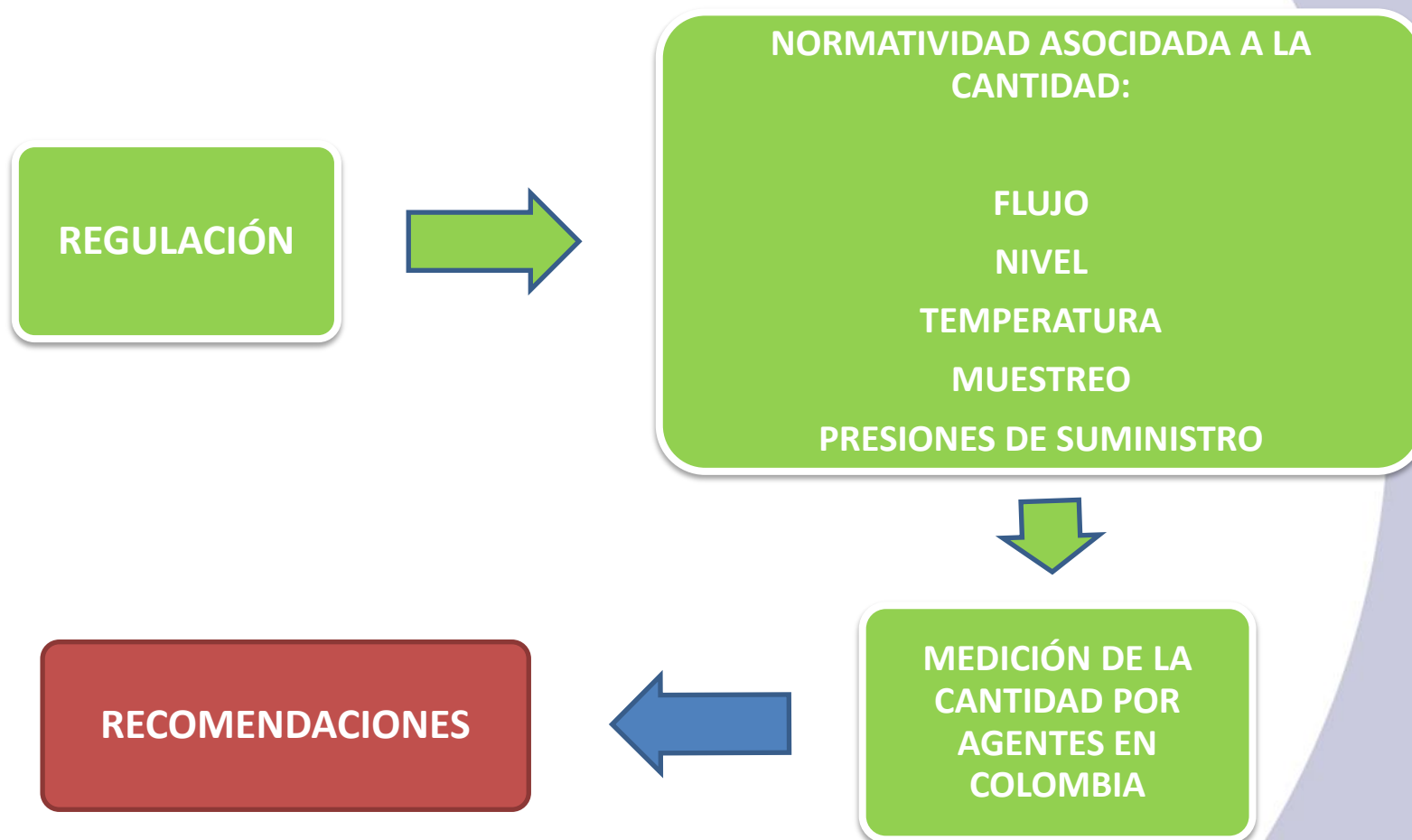
**Medición de Nivel en  
Tanques de  
Almacenamiento**

- Realizan la medición de nivel del GLP usando dispositivos desde los dispositivos tipo radar monitoreado con sistema de control industrial tipo SCADA, hasta los rotogage y el medidor tipo flotador.





## 5. MEDICIÓN DE LA CANTIDAD





# RECOMENDACIONES (NORMAS)

NTC 2826

- Medidores de volumen de gas

NTC 2728

- Medidores de gas tipo diafragma

NTC 3950

- Medidores de gas tipo diafragma  
(características físicas)

NTC 4136

- Medidores de gas tipo rotatorio

NTC 3853

- Equipo, accesorios, manejo y  
transporte de GLP

NTC 3853-1

- Instalación de sistemas de GLP





# RECOMENDACIONES

CAPÍTULO	TÍTULO	CAPÍTULO	TÍTULO
<b>MPMS 1</b>	Vocabulary	<b>MPMS 9</b>	Density Determination
<b>MPMS 2</b>	Tank Calibration	<b>MPMS 11</b>	Physical Properties Data (Volume Correction Factors)
<b>MPMS 3</b>	Tank Gauging	<b>MPMS 12</b>	Calculation of Petroleum Quantities
<b>MPMS 5</b>	Metering	<b>MPMS 13</b>	Statistical Aspects of Measuring and Sampling
<b>MPMS 6</b>	Metering Assemblies	<b>MPMS 14</b>	Natural Gas Fluids Measurement
<b>MPMS 7</b>	Temperature Determination	<b>MPMS 18</b>	Custody Transfer
<b>MPMS 8</b>	Sampling	<b>MPMS 21</b>	Flow Measurement Using Electronic Metering Systems

NORMA	TÍTULO
<b>NFPA 58</b>	Liquefied Petroleum Gas Code
<b>NFPA 59</b>	Utility LP-Gas Plant Code





# RECOMENDACIONES

## OIML R 117-1

- Dynamic measuring systems for liquids other than water Part 1: Metrological and technical requirements

## OIML R 117-2

- Dynamic measuring systems for liquids other than water Part 2: Metrological controls and performance tests

## OIML R 119

- Pipe provers for testing measuring systems for liquids other than water





# RECOMENDACIONES

ISO  
10012

- General requirements for the competence of testing and calibration laboratories

ISO 9001

- Quality management systems –Requirements

OIML R  
137-1

- Gas Meters Part 1: Metrological and technical requirements

OIML R  
137-2

- Gas Meters Part 2: controls and performance tests





# RECOMENDACIONES

COMERCIALIZACIÓN MAYORISTA	Compensación o Corrección de Volumen: Conforme a los procedimientos definidos en la Norma NTC 3853, o en su defecto utilizando los procedimientos definidos en la Norma API MPMS 11.
TRANSPORTADORES	Información Complementaria a los Contratos de Suministro y Transporte. Se debe especificar: a) la cantidad correctamente medida, la densidad relativa, b) el factor de volumen ( $m^3$ gas/kg líquido), c) los factores de corrección por temperatura y densidad relativa usados para la compensación del volumen medido (si la medida directa de cantidad es volumétrica).
DISTRIBUIDORES	Presión de Suministro. El GLP debe ser entregado al comprador con la presión de suministro adecuada de tal modo que solo exista una fase del fluido al momento de ser recibido. acogiendo las recomendaciones establecidas en la Norma técnica NTC 4136 y NTC 3853, o en su defecto por la Norma NFPA 58.





# RECOMENDACIONES

<b>TRANSPORTADORES</b>	<b>Medición de Cantidad</b> Medir la cantidad de GLP durante el recibo del Comercializador Mayorista y la entrega a comercializadores y/o distribuidores.
<b>DISTRIBUIDORES</b>	<b>Selección de Accesorios e Instrumentación.</b> Se Acojan a la Norma técnica NTC 3853 para la selección de los accesorios e instrumentación asociada a los tanques utilizados para el servicio público domiciliario.  <b>Información Complementaria a los Contratos de Suministro y Transporte.</b> Se debe especificar: a) La cantidad correctamente medida en masa y b) el factor de volumen (m <sup>3</sup> gas/kg líquido).  <b>Instrumento de Medición por Usuario.</b> Al presentarse más de un usuario por tanque estacionario, éstos cuenten con medidor independiente.





# RECOMENDACIONES

## DISTRIBUIDORES

### **Periodos de Calibración.**

Justifiquen los periodos de revisión y calibración de los instrumentos de medición cuando éstos sean mayor a un año. Las metodologías y protocolos utilizados para la determinación de los periodos de calibración.

### **Capacidades de Llenado**

Justifiquen las capacidades de llenado para los tanques de almacenamiento, acogiéndose a los procedimientos recomendados por la Norma NTC 3853.

### **Cargue y Descargue de Cisternas**

Se acojan a los procedimientos definidos en las Normas técnicas NTC 3853, API MPMS 3 o NPFA.

### **Verificación de la calibración de Basculas.**

Para la adecuada calibración de las básculas, cuenten con las suficientes masas patrón (10 kg, 20 kg y 50 kg), que permitan cubrir las diferentes combinaciones existentes para los cilindros de GLP.





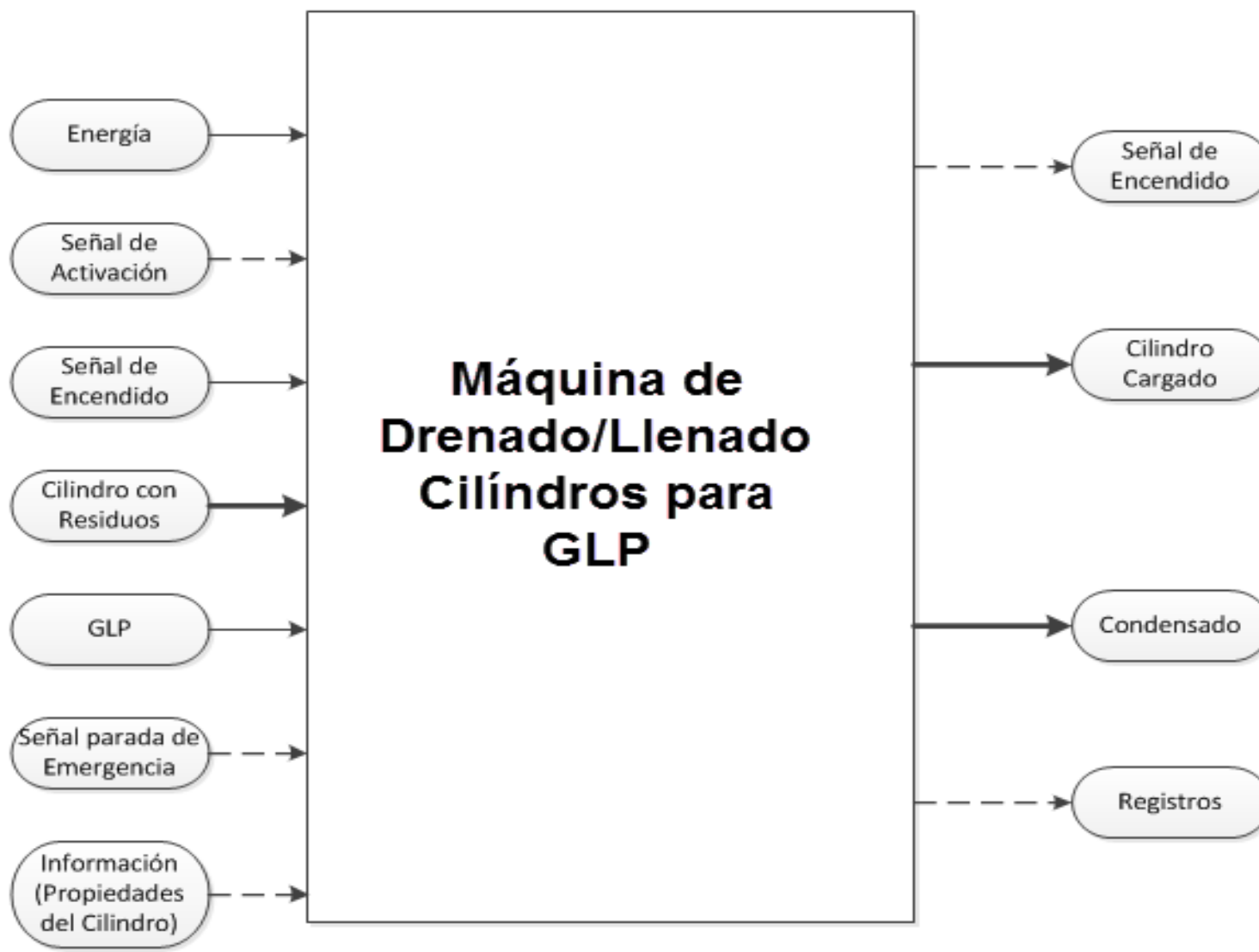
# RECOMENDACIONES

<b>DISTRIBUIDORES</b>	<p><b>Trazabilidad Purga /Llenado de Cilindros.</b></p> <p>Adopten protocolos y procedimientos, que garanticen la trazabilidad en el proceso de purga y llenado de los cilindros. El grupo de trabajo recomienda que los sistemas de llenado en las plantas de envasado cuenten con las funciones mostradas en las siguiente diapositiva.</p>
<b>GENERALES</b>	<p>Se recomienda modificar la palabra “peso” por la palabra “masa”, utilizada en la Resolución CREG 023 de 2008, Capítulo 7 “Medición para la prestación del servicio por tanques estacionarios”, Artículo 29 “Medición y Facturación del Volumen Entregado al Tanque Estacionario”.</p> <p>Que el Usuario Final sea informado de los procedimientos utilizados para la determinación de la cantidad consumida mensualmente, ya sea en distribución por redes o por tanques estacionarios.</p> <p>Para los cilindros, puede contemplarse incluir en la etiqueta propuesta en las recomendaciones de calidad, un espacio donde se especifique la cantidad del producto en masa cargada al cilindro +- la incertidumbre de la bascula.</p>

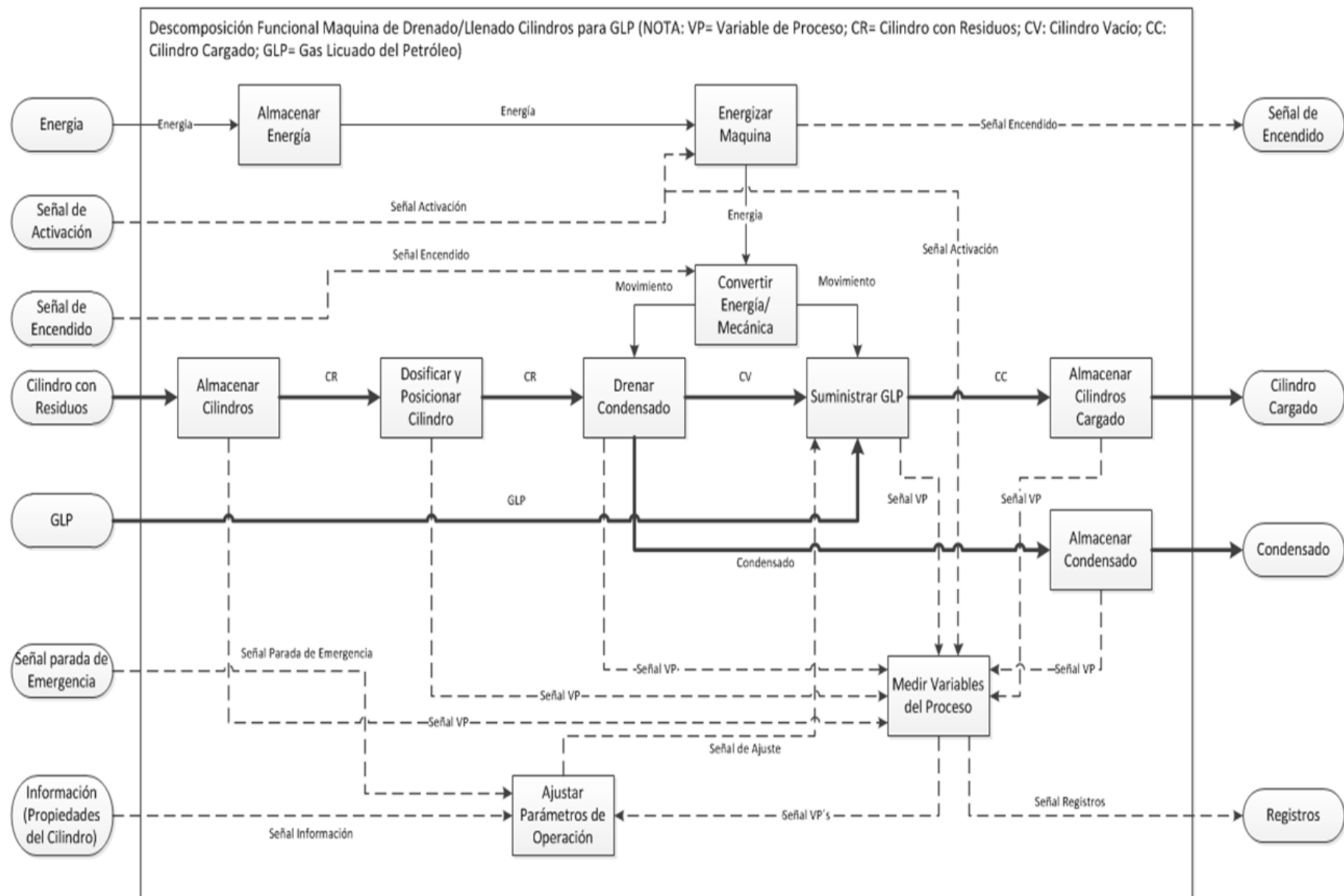




## RECOMENDACIONES

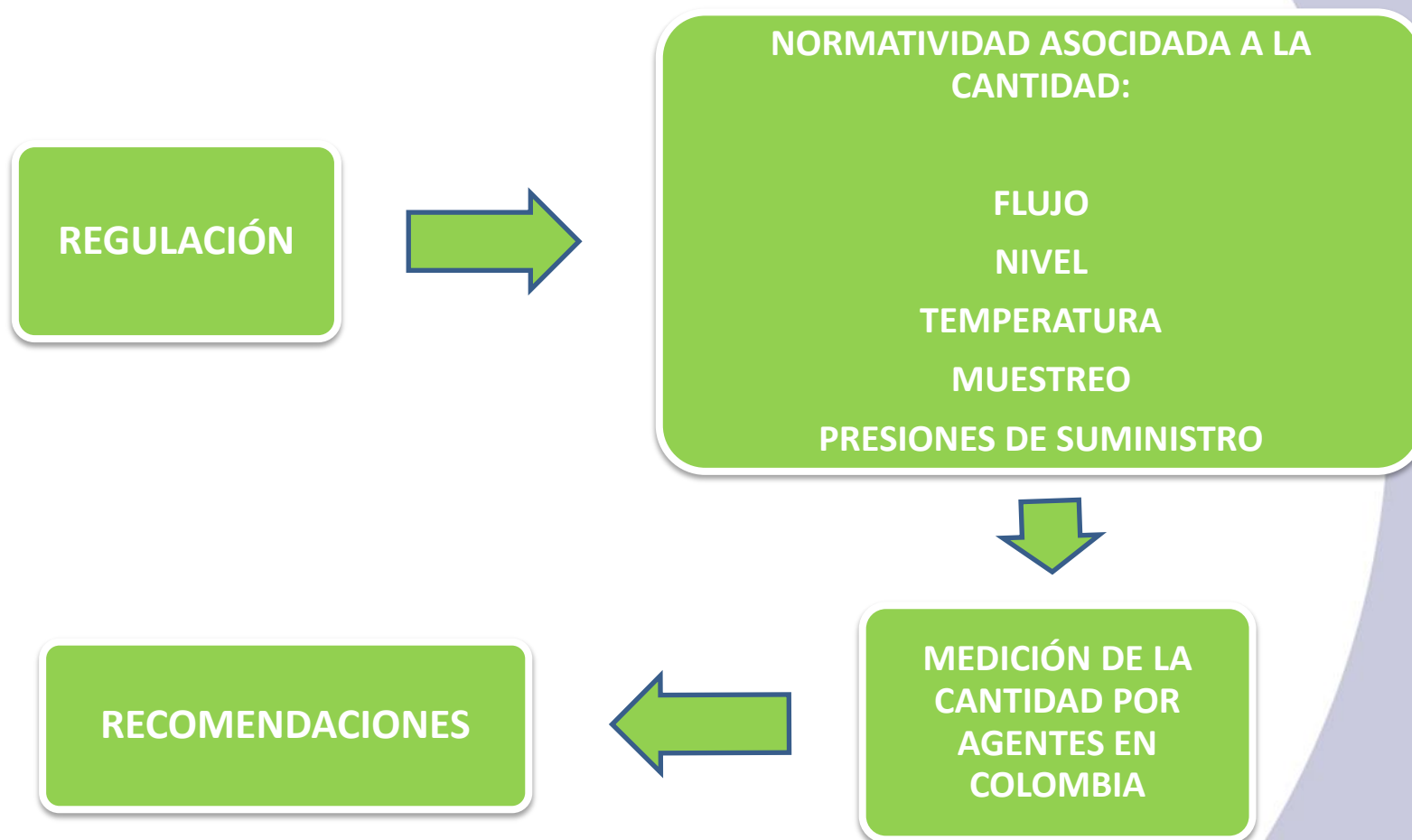


Descomposición Funcional Maquina de Drenado/Llenado Cilindros para GLP (NOTA: VP= Variable de Proceso; CR= Cilindro con Residuos; CV: Cilindro Vacío; CC: Cilindro Cargado; GLP= Gas Licuado del Petróleo)



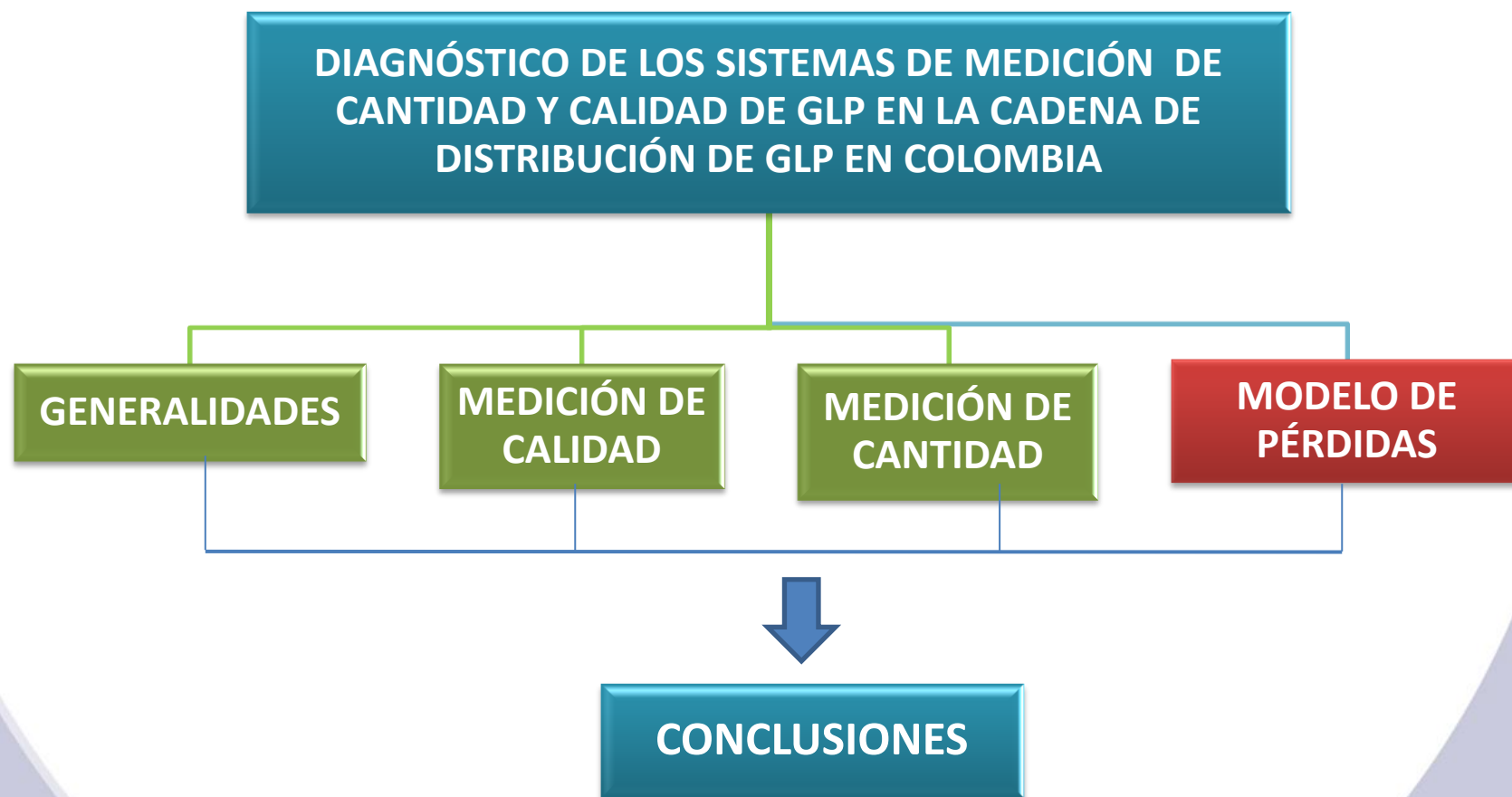


## 5. MEDICIÓN DE LA CANTIDAD



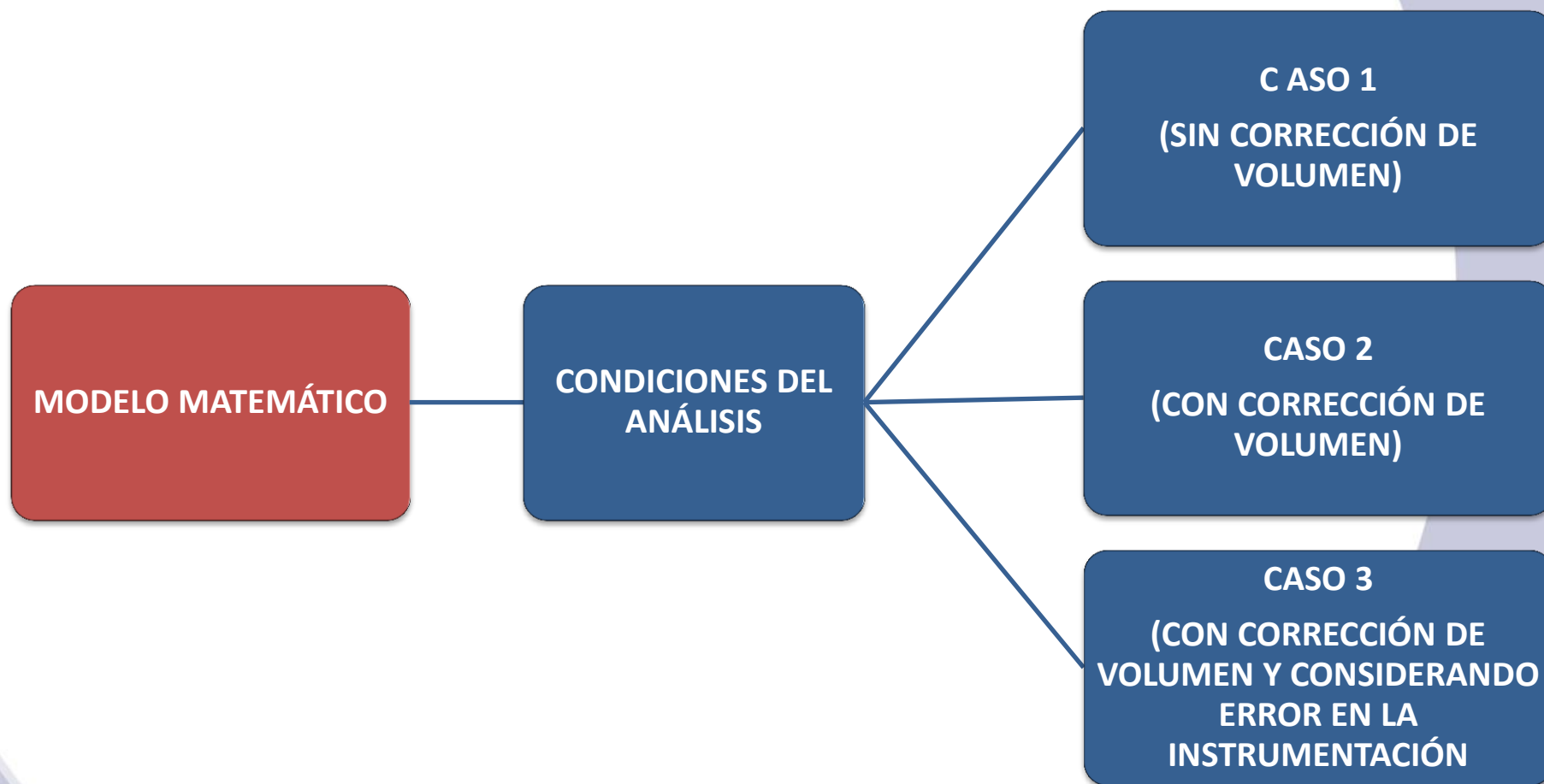


# CONTENIDO ESQUEMÁTICO





## 6. MODELO DE PERDIDAS





# MODELO MATEMÁTICO

$$Pérdidas = M_{\text{inventario,final}} + M_{\text{ventas}} - M_{\text{inventario,inicial}} - M_{\text{compras}}$$

Donde:

$$M_{\text{inventario,final}} = V_{\text{inventario,final}} * \rho * F_T$$

$M_{\text{compras}}$  : cantidad de glp comprada en unidades de masa

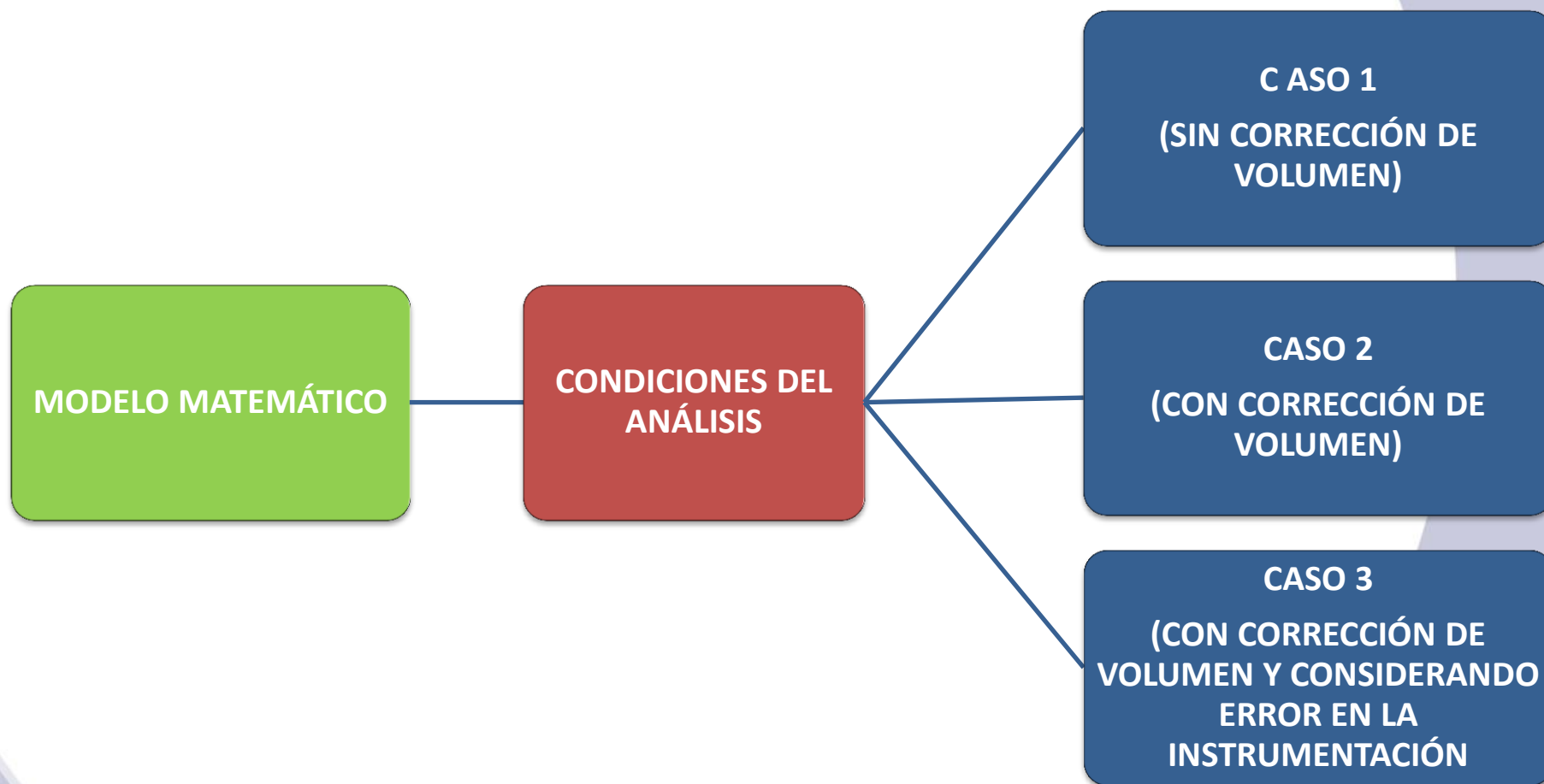
$$M_{\text{inventario,inicial}} = V_{\text{inventario,inicial}} * \rho * F_T$$

$M_{\text{ventas}}$  : cantidad de glp vendida en unidades de masa





## 6. MODELO DE PERDIDAS





# CONDICIONES DEL ANÁLISIS

## Inventario inicial

$$V_{\text{inventario, inicial}} = 18,927 \text{ m}^3, T = 21,1 \text{ }^{\circ}\text{C}, \rho_{\text{relativa}} = 0,522$$

$$\rho_{\text{relativa}(15,6 \text{ }^{\circ}\text{C})} = 0,53: \text{Tabla 6A, Norma ASTM D 1250}$$

$$M_{\text{compras}}: 17.000 \text{ kg}$$

## Inventario final

$$V_{\text{inventario, final}} = 22,71 \text{ m}^3, T = 24,4 \text{ }^{\circ}\text{C}, \rho_{\text{relativa}} = 0,549$$

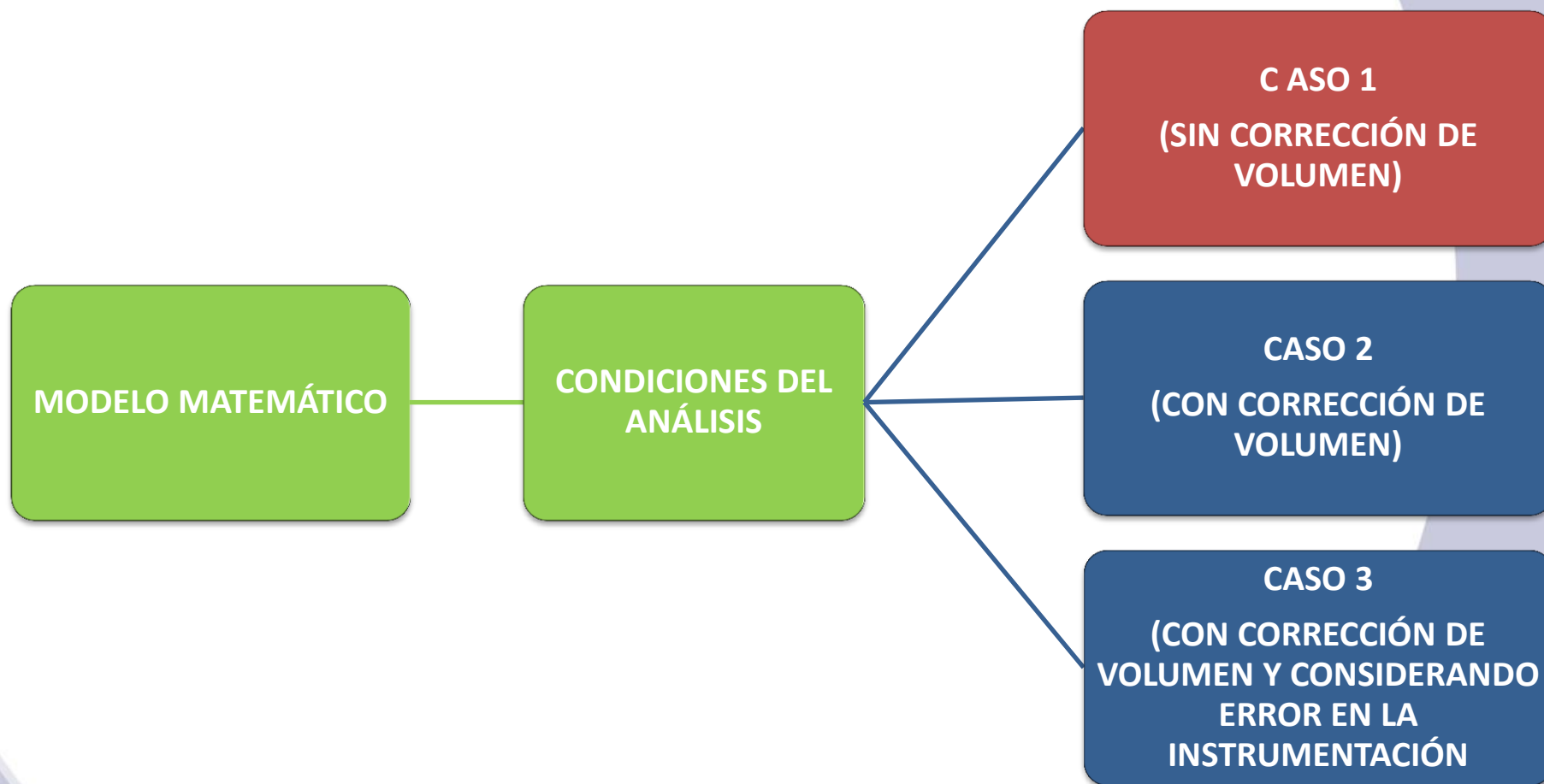
$$\rho_{\text{relativa}(15,6 \text{ }^{\circ}\text{C})} = 0,56: \text{Tabla 6A, Norma ASTM D 1250}$$

$$M_{\text{ventas}}: 14.429 \text{ kg}$$





## 6. MODELO DE PERDIDAS





## CASO 1

### SIN CORRECCIÓN DE VOLUMEN

$$F_T = 1$$

$$M_{\text{inventario, inicial}} = 18,927 \text{ m}^3 * 530 \text{ kg/m}^3 * 1 = 10.031 \text{ kg}$$

$$M_{\text{compras}} : 17.000 \text{ kg}$$

$$M_{\text{inventario, final}} = 22,713 \text{ m}^3 * 560 \text{ kg/m}^3 * 1 = 12.719 \text{ kg}$$

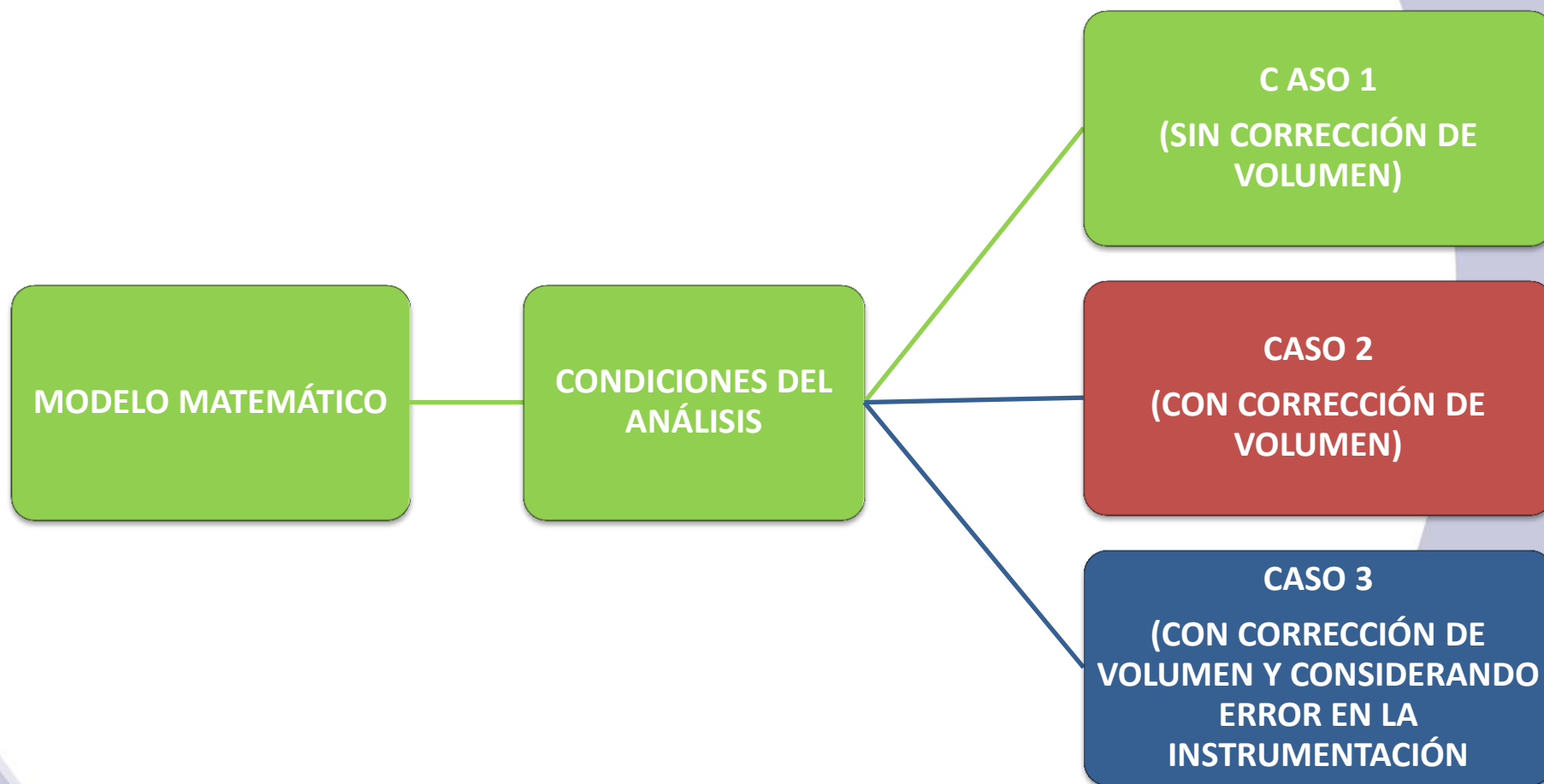
$$M_{\text{ventas}} : 14.429 \text{ kg}$$

$$\text{Pérdidas} = 12.719 \text{ kg} + 14.429 \text{ kg} - 10.031 \text{ kg} - 17.000 \text{ kg} = 117 \text{ kg}$$





## 6. MODELO DE PERDIDAS





## CASO 2

### CON CORRECCIÓN DE VOLUMEN

---

$$F_T = 0,985 \text{ (según NTC 3853 - Anexo D, Tabla D 3.1.3)}$$

$$M_{\text{inventario, inicial}} = 18,927 \text{ m}^3 * 530 \text{ kg/m}^3 * 0,985 = 9.881 \text{ kg}$$

$$M_{\text{compras}}: 17.000 \text{ kg}$$

$$F_T = 0,979: \text{NTC 3853, Anexo D, Tabla D 3.1.3}$$

$$M_{\text{inventario, final}} = 22,713 \text{ m}^3 * 560 \text{ kg/m}^3 * 0,979 = 12.452 \text{ kg}$$

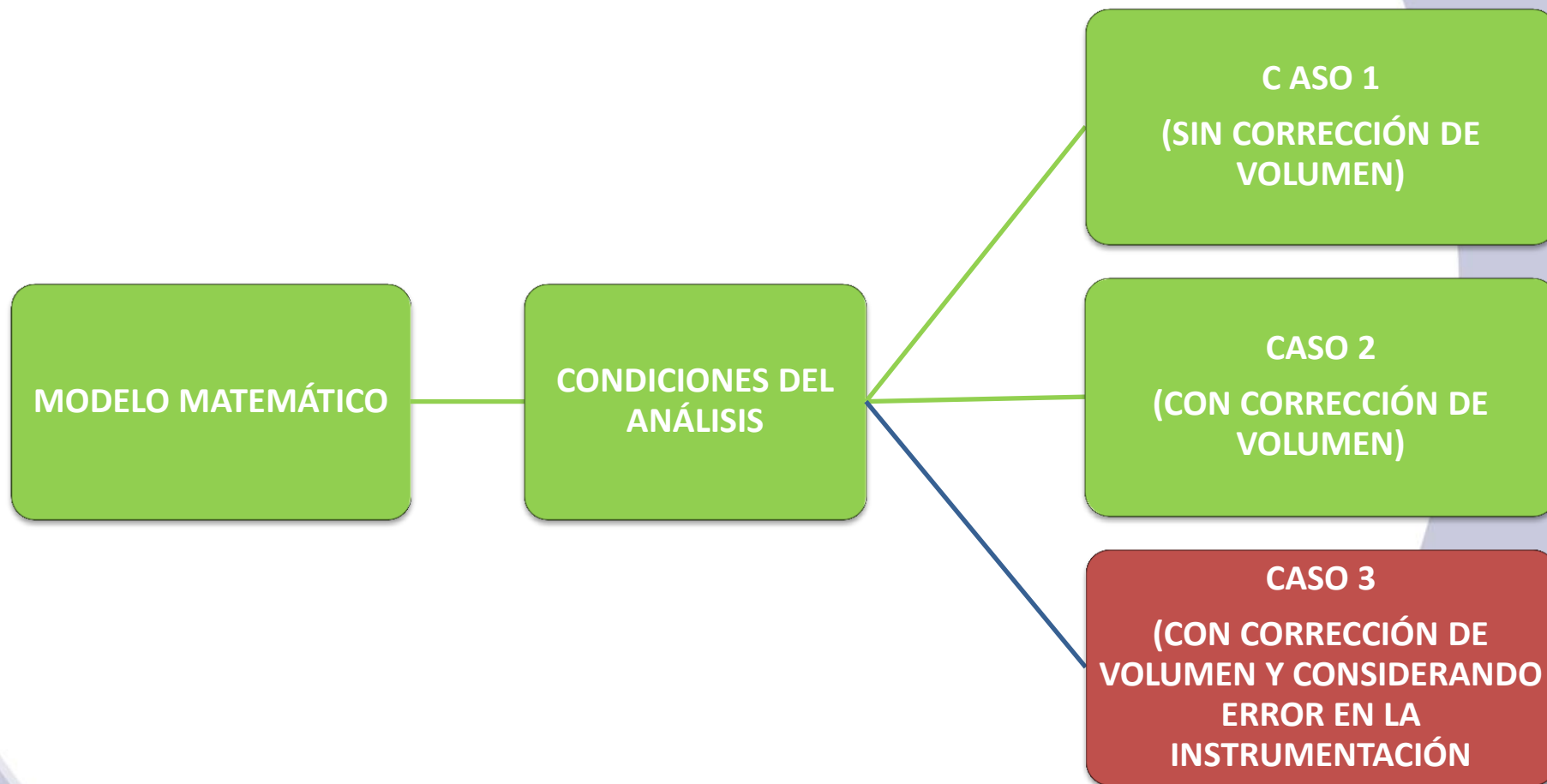
$$M_{\text{ventas}} : 14.429 \text{ kg}$$

$$\text{Pérdidas} = 12.459 \text{ kg} + 14.429 \text{ kg} - 9.881 \text{ kg} - 17.000 \text{ kg} = 0$$





## 6. MODELO DE PERDIDAS





## CASO 3

### CON CORRECCIÓN DE VOLUMEN

---

$$M_{\text{inventario, inicial}} = 18,927 \text{ m}^3 * 530 \text{ kg/m}^3 * 0,985 = 9.881 \text{ kg}$$

$$M_{\text{compras}} : 0,98 * 17.000 \text{ kg} = 16.966 \text{ kg}$$

$$M_{\text{inventario, final}} = 22,713 \text{ m}^3 * 560 \text{ kg/m}^3 * 0,979 = 12.452 \text{ kg}$$

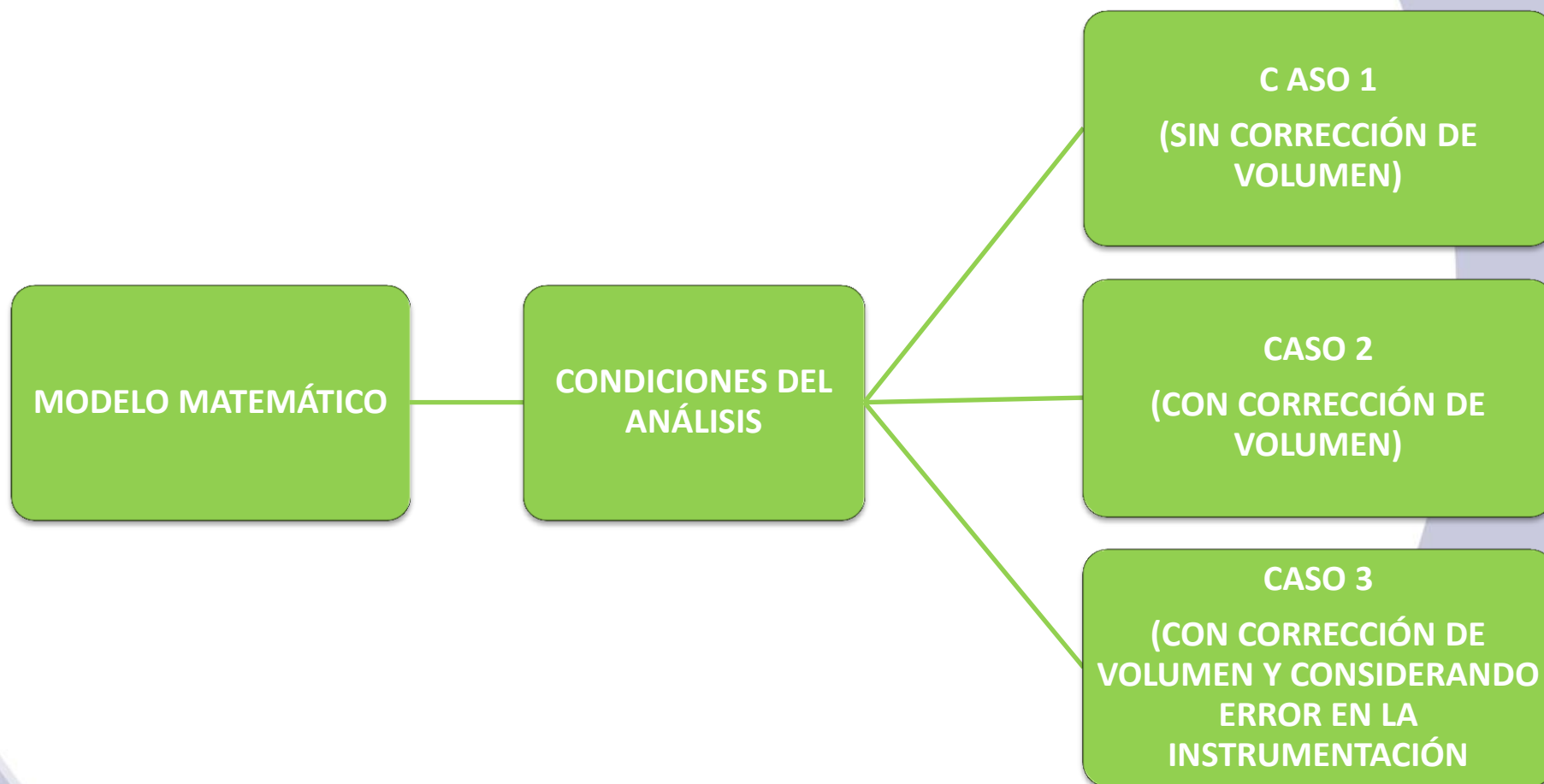
$$M_{\text{ventas}} : 1.01 * 14.429 \text{ kg} = 14.573,29 \text{ kg}$$

$$P\acute{e}rdidas = 12.459 \text{ kg} + 14.573,29 \text{ kg} - 9.881 \text{ kg} - 16.966 \text{ kg} = 178,29 \text{ kg}$$



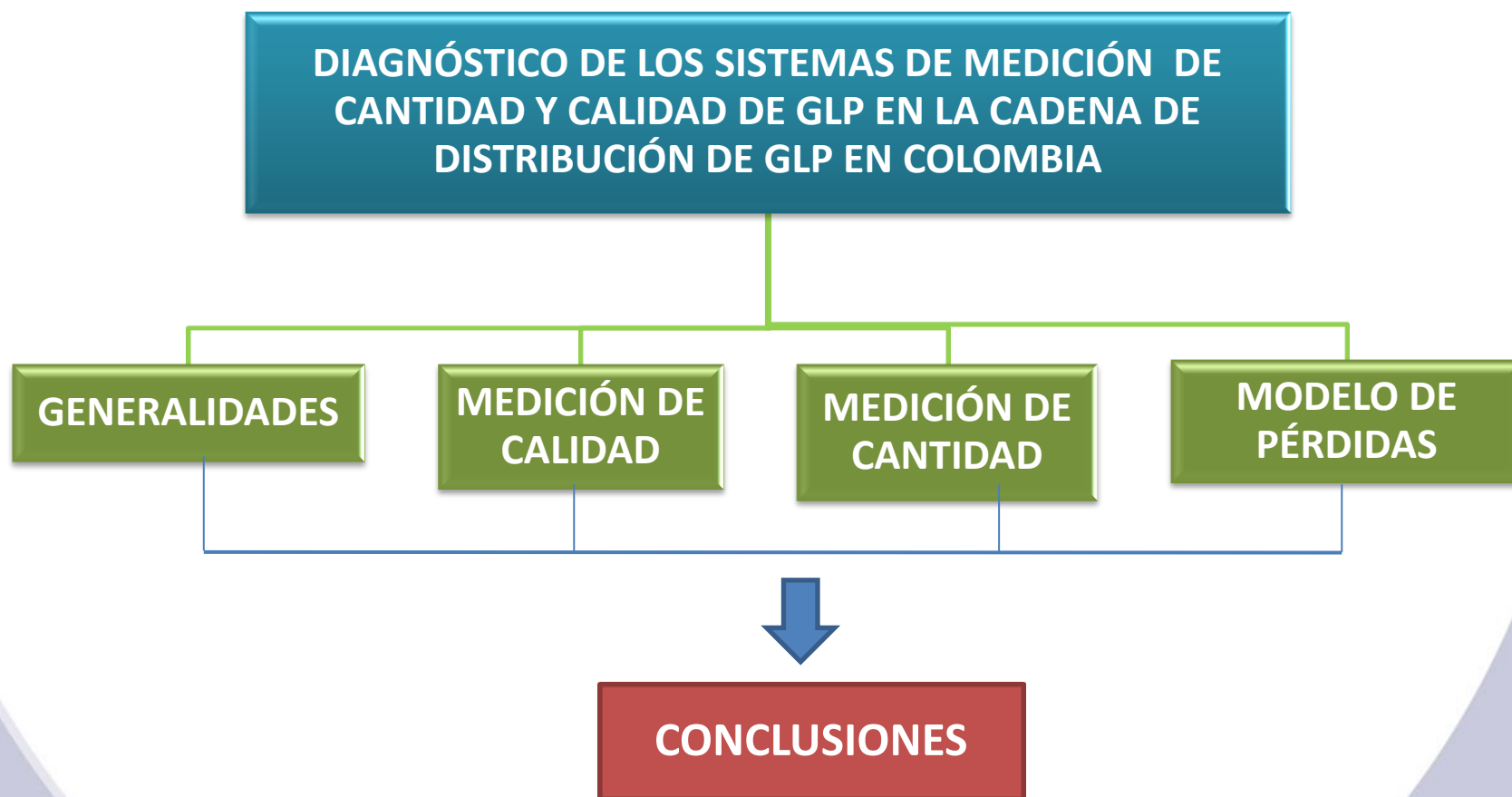


## 6. MODELO DE PERDIDAS





# CONTENIDO ESQUEMÁTICO





# 7. CONCLUSIONES





# Normas

El ICONTEC se apoya en estándares internacionales como ASTM, API e ISO.

Presenta herramientas que aplicadas correctamente permiten determinar la composición del GLP.





# 7. CONCLUSIONES





# Finalidad de los Indicadores

- a) Determinar el desempeño del GLP (Poder Calorífico, Composición química, Presión de Vapor y Temperatura de Evaporación)
- b) Garantizar la seguridad y la integridad del usuario (Presión de Vapor, Contenido de Azufre y Contenido de Sulfuro de Hidrógeno, Corrosión de Tira de Cobre y Concentración de Etil Mercaptano).
- c) Conservar los materiales utilizados para el transporte y el almacenamiento (Corrosión de la Tira de Cobre, Residuo, Contenido de Sulfuro de Hidrógeno y Sequedad).

Nota: Algunos de los agentes no cumplen con todos los indicadores anteriores.





# 7. CONCLUSIONES





# Muestreo

En la norma API 8.1, se define que el muestreo se realiza con el fin de determinar, para un fluido su composición y propiedades.

Las normas NTC 2516 y ASTM D3700-07:

- Prácticas para la obtención de una muestra representativa.
- Preparación para pruebas de laboratorio.
- Equipos y procedimientos para la obtención de muestras.
- Puntos de muestreo.
- Prácticas de seguridad y salud.

Además la normatividad es útil para determinar:

Reactivos. Material para el ensayo. Métodos para la preparación del equipo. Calibración y estandarización del ensayo. Procedimiento del ensayo. Cálculos y reporte de resultados.





# 7. CONCLUSIONES





# Recomendaciones

Que todos los agentes que interviene en las transacciones, certifiquen la calidad del GLP (Propiedades y características) hasta la entrega al usuario final.





# 7. CONCLUSIONES





# Resoluciones, Decretos y Reglamentos

Establecerán las responsabilidades (para cada agente) respecto a:

- a) Odorización
- b) Composición
- c) Reportes (Composición, poder calorífico y densidad relativa)
- d) Las condiciones de seguridad exigidas por las autoridades.
- e) Calidad





# 7. CONCLUSIONES





# Otras Propiedades.

Determinar mediante pruebas adicionales y/o el uso de algoritmos matemáticos propiedades (ASTM 3538, 2598) tales como:

- Odorización.
- Presión de vapor.
- Densidad relativa.
- Poder calorífico.
- Factor de Compresibilidad.



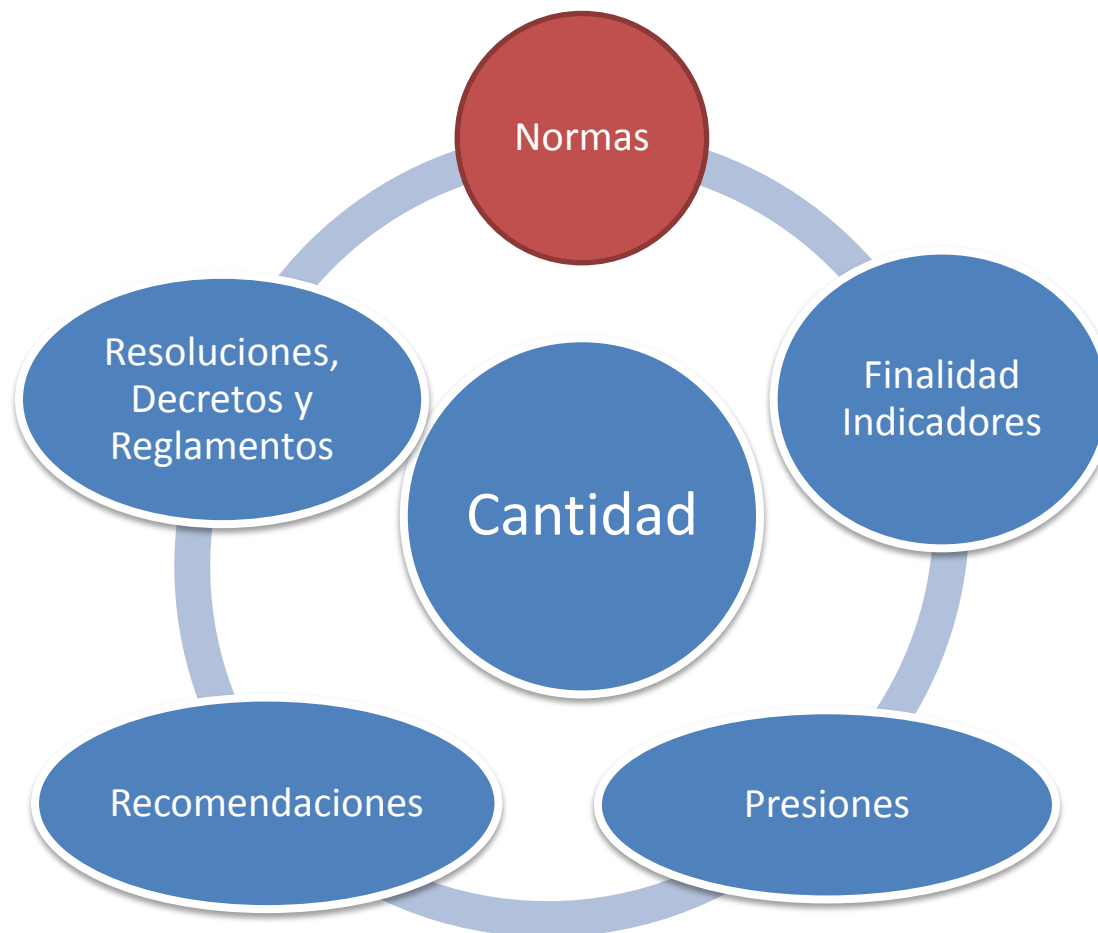


# 7. CONCLUSIONES





# 7. CONCLUSIONES





# Normas

ICONTEC, API, ISO, OIML y NFPA son un referente importante en casos de mediciones estáticas o dinámicas de GLP, puesto que ayudan a:

- Selección del medidor adecuado
- Vida de servicio del medidor
- Seguridad de equipos y personas
- Confiabilidad de la información
- Control de calidad





# 7. CONCLUSIONES





# Finalidad de los Indicadores

Garantizar la transparencia en las transacciones comerciales realizadas en los puntos de transferencia de custodia.

Determinar pérdidas de tipo volumétrico; estos indicadores son: nivel y flujo (másico o volumétrico), que requieren ser corregidos por presión, temperatura y densidad.

Nota: son cumplidos por la mayoría de los agentes.





# 7. CONCLUSIONES





# Presiones

NTC 3853: trasiego de GLP en recipientes, presión 1654 kPa. Transporte por tubería: cualquier presión en estado líquido o vapor por fuera de las construcciones. Muestra el estado físico (líquido o vapor).

NTC 4136: para determinar presión máxima de operación permisible en medidores tipo rotatorio.

NFPA 76: compresores y bombas utilizadas deben ser diseñados para GLP.





# 7. CONCLUSIONES





# Recomendaciones

Todos los agentes que intervienen en las transacciones, de deben acoger a la normatividad técnica nacional e internacional relacionada con:

- Procedimientos
- Algoritmos
- Equipos de medida
- Registro de datos
- Sistemas de medición
- Tratamiento de datos
- Presiones de suministro





# 7. CONCLUSIONES





# Resoluciones, Decretos y Reglamentos

Define responsabilidades para cada agente respecto a:

- Obligación para entregar un producto bien medido.
- Reportes (de medida y el factor de volumen).
- Condiciones de seguridad exigidas por las autoridades.



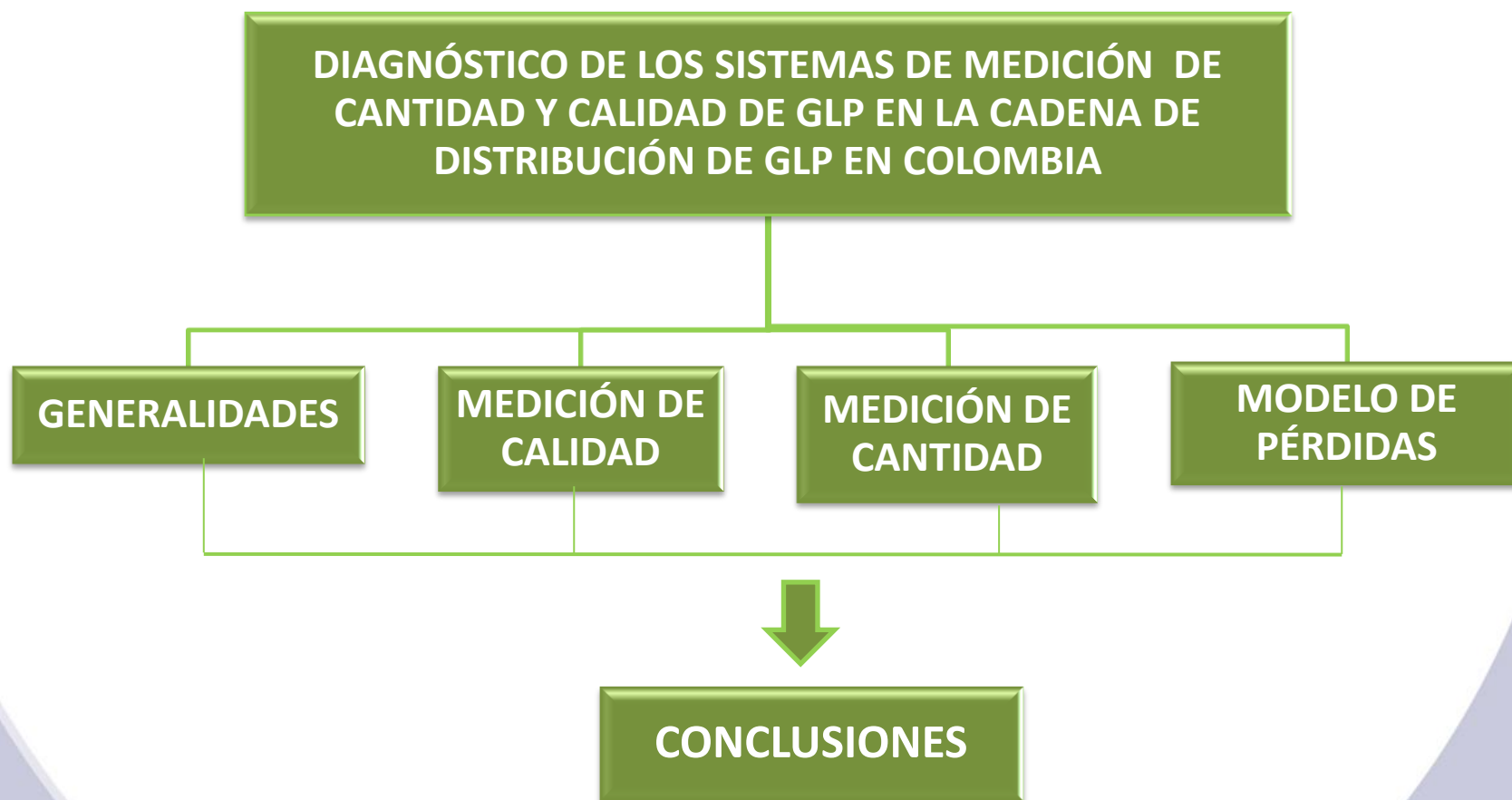


# 7. CONCLUSIONES





# CONTENIDO ESQUEMÁTICO





Universidad  
Tecnológica  
de Pereira



Comisión de Regulación  
de Energía y Gas

Portal Institucional: [www.utp.edu.co](http://www.utp.edu.co)

## Estándares de los Sistemas de Medición en las actividades de la cadena de prestación del servicio público domiciliario de gases licuado del petróleo - GLP

CONTRATO INTERADMINISTRATIVO 2012-0120

# Muchas Gracias por su Atención

## Preguntas



Vicerrectoría Académica - Centro de Registro y Control Académico

Universidad Tecnológica de Pereira  
Acreditada Institucionalmente de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional