

	Procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas	Versión	1
		Fecha Elaboración	15/06/2022
		Código	AYG-MTT-0796

Elaborado por: Polygon Energy	Revisado por: Francisco Herrera Holman Ochoa/ Jefes de producción Luis O. Pérez / Jefe de mantenimiento	Aprobado por: Marco Antonio Vélez T/ Gerente de operaciones
Firma:	Firma:	Firma:

Registro de Modificaciones			
Nº Versión	Fecha	Motivo de la modificación	Páginas elaboradas o modificadas
1	28-03-2018	Creación de Documento	Todas
2			
3			

	Procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas	Versión	1
		Fecha Elaboración	15/06/2022
		Código	AYG-MTT-0796

Tabla de contenido

1. Objetivos.....	3
2. Alcance.....	3
3. Responsables.....	3
4. Definiciones.....	3
5. Procedimiento.....	4
5.1.Descripción general del procedimiento.....	4
5.2.Procedimiento para gestión de calidad del almacenamiento.....	7
5.3.Procedimiento para gestión de calidad en recibos.....	12
5.4.Procedimiento para gestión de calidad en producción y entregas.....	13
6. Referencias.....	13

CONFIDENCIAL

	Procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas	Versión	1
		Fecha Elaboración	15/06/2022
		Código	AYG-MTT-0796

1. OBJETIVO

A partir de la ley de la conservación de la masa, definir una metodología para la determinación de la calidad de GLP (composición) de acuerdo con lo establecido en el Artículo 8, Parágrafo 2 del Código de Medida de GLP (CREG 237 de 2020), con base en los ensayos que son entregados por el Comercializador Mayorista, el Almacenador y/o el Transportador, según sea el caso, cumpliendo así con las obligaciones definidas en el Artículo 13 del mismo Código relacionadas con la medición indirecta de la calidad del GLP que se envasa en cilindros o que es entregado en tanques estacionarios para ser comercializado a usuarios finales.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica para la determinación indirecta de la calidad de GLP que se envasa en cilindros o que es entregado en tanques estacionarios para ser comercializado a usuarios finales, con base en los ensayos que son entregados por el Comercializador Mayorista, el Almacenador y/o el Transportador, según sea el caso.

Especifica la metodología para obtener los reportes de parámetros de calidad del GLP envasado en cilindros o atendido en tanques estacionarios que serán entregados a los comercializadores minoristas de GLP y/ o usuarios finales, como soporte de la facturación del servicio a los usuarios, conteniendo su composición química (porcentajes de propano (C3), butano (C4), de olefinas (C5 y más pesados), así como el cumplimiento de la especificación en cuanto a contenido de agua libre dado en la NTC 2303.

Define la manera como se llevan los registros históricos de los resultados de calidad de GLP en las entregas y/o recibos diarios que se realizan en las plantas.

3. RESPONSABLES

Los responsables de ejecutar este procedimiento técnico son el coordinador de metrología, el analista de metrología, técnicos metrólogos y funcionarios de NORGAS S.A. E.S.P. y sus filiales, que demuestren ser competentes, calificados y autorizados para la determinación de calidad de GLP basada en los reportes entregados por el Comercializador Mayorista, el Almacenador y/o el Transportador y la gestión de entregas, recibos e inventario de GLP en las plantas.

	Procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas	Versión	1
		Fecha Elaboración	15/06/2022
		Código	AYG-MTT-0796

4. DEFINICIONES

Balance másico o balance de materia: Es un procedimiento que se realiza para llevar la contabilidad exacta de la materia que entra y sale de un proceso. El balance de masa está basado en la Ley de Conservación de la Masa. Los balances másicos pueden aplicarse para la masa total, las moles totales, la masa de un compuesto químico, la masa de una especie atómica, las moles de un compuesto químico o las moles de una especie atómica.

Balance simple de masa: Es aquel en el que no hay transformación química, o en el que no se necesita alguna ecuación o gráfica de equilibrio para su solución. El régimen de operación es permanente, esto es, opera en estado estable con flujo continuo. Generalmente, se aplica a procesos de mezclado, separación, balance con recirculación y balance con derivación.

Fracción en masa (% W_i): Si una mezcla de gases se compone de x componentes, la fracción en masa, fracción másica o fracción en peso % W_i es la relación entre la masa W_i de un componente i en la mezcla y la masa total $\sum W_i$ del gas. La fracción en masa se multiplica por 100 para expresarse como porcentaje en masa o porcentaje en peso.

Fracción molar (% n_i): Si una mezcla de gases se compone de x componentes, la fracción molar % n_i es la relación entre el número de moles n_i de un componente i en la mezcla y el número total de moles $\sum n_i$ del gas. La fracción molar se multiplica por 100 para expresarse como porcentaje molar. De la ley de Avogadro se deduce que la fracción o porcentaje molar es igual a la fracción o porcentaje en volumen, ya que el volumen de cualquier componente en una mezcla es proporcional al número de moles de tal componente.

Ley de conservación de la masa: Esta ley se resume como “la masa no se crea ni se destruye, solo se transforma”.

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Descripción general del procedimiento

Para el desarrollo del procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas se requiere que para cada planta esté disponible el registro diario y detallado de los siguientes elementos:

- **Recibos (R) de GLP:**
 - Cantidad (masa) de GLP recibido en la planta (MR)
 - Calidad (composición) de GLP recibido (CR)
- **Entregas (E) de GLP:**
 - Cantidad (masa) de GLP entregado o despachado por la planta (ME)

	Procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas	Versión	1
		Fecha Elaboración	15/06/2022
		Código	AYG-MTT-0796

- **Producción (P):**
 - Cantidad (masa) de GLP envasado y trasladado a bodega (MP)
- **Inventario (I) de GLP:**
 - Cantidad (masa) de GLP almacenado en la planta (MI)

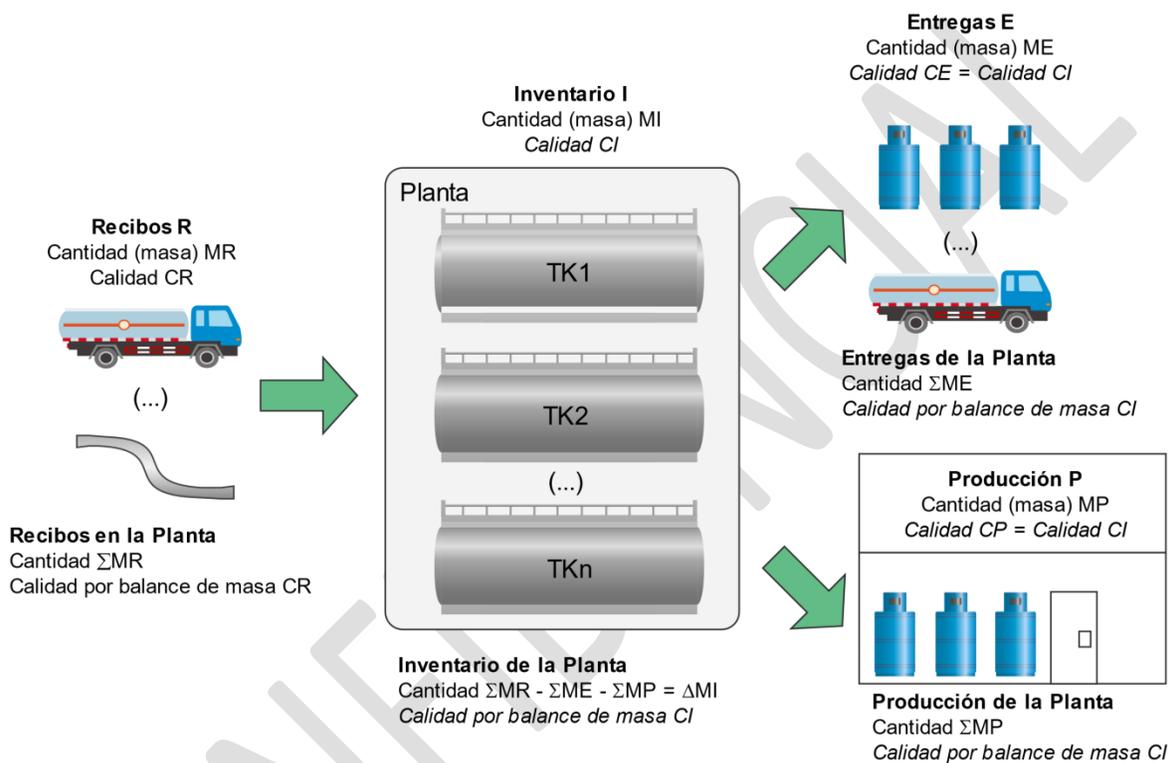


Figura 1. Esquema simplificado del balance de masa de una planta

Con base en los anteriores datos se determina la calidad (composición) del GLP del Inventario de la planta (CI), mediante la realización de un balance de masa aplicado para los diferentes compuestos individuales que conforman el GLP (caracterizados por su respectiva fracción en masa).

La calidad (composición) del GLP del Inventario (CI) se emplea como referencia para el reporte de calidad (composición) del GLP correspondiente a las Entregas (CE) y producción (CP) de la planta. Es decir, se asume que la composición del GLP del Inventario (CI) es igual a la composición del GLP de las Entregas (CE) y la Producción (CP).

	Procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas	Versión	1
		Fecha Elaboración	15/06/2022
		Código	AYG-MTT-0796

En la Figura 1 se presenta un esquema simplificado del modelo de balance de masa diario.

El balance de masa diario de las plantas (desde las 00:00 hasta las 24:00 horas de cada día) está definido de la siguiente manera (Ecuación 1):

$$\sum_{00:00}^{24:00} \text{Recibos} - \sum_{00:00}^{24:00} \text{Entregas} - \sum_{00:00}^{24:00} \text{Producción} = \text{Inventario}|_{24:00} - \text{Inventario}|_{00:00} \quad \text{Ecuación 1}$$

Considerando que los reportes de calidad de gas (composición) del GLP están expresados en fracciones molares ($\%n_i$), para realizar el balance de masa por cada compuesto i del GLP es necesario convertir las fracciones molares a fracciones en masa ($\%W_i$). Para esto se tiene en cuenta la masa molar o peso molecular PM de cada compuesto del GLP. Tomando como base un mol de GLP, la masa de cada componente se obtiene multiplicando su respectivo peso molecular por su correspondiente fracción molar, posteriormente se determina el porcentaje en masa o porcentaje en peso aplicando la Ecuación 2.

$$\%W_i = \frac{W_i}{\sum_{j=1}^N W_j} \times 100 \quad \text{Ecuación 2}$$

En la Tabla 1 se ofrece un ejemplo de conversión de fracción molar a fracción en masa para una mezcla de GLP.

Tabla 1. Ejemplo de conversión de fracción molar a fracción en masa

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Compuesto	Fracción Molar (% Molar) n_i	Peso Molecular PM	Peso/Mol $W_i = (2)(3)$	Fracción Masa $\%W_i = 100(4)/\Sigma(4)$
C2	0,02 (2 %)	30,0690	0,6014	0,0120 (1,20 %)
C3	0,54 (54 %)	44,0956	23,8116	0,4750 (47,50%)
iC4	0,20 (20 %)	58,1222	11,6244	0,2319 (23,19%)
nC4	0,23 (23 %)	58,1222	13,3681	0,2667 (26,27 %)
nC5	0,01 (1 %)	72,1488	0,7215	0,0144 (1,44%)
Total	1,00 (100%)	-	50,1270	1,0000 (100,00%)

De forma inversa, a partir de las fracciones en masa ($\%W_i$) es posible obtener las fracciones molares ($\%n_i$), teniendo en cuenta la masa molar o peso molecular PM de cada compuesto i del GLP. Tomando como base una masa de GLP (P. Ej. 100 kg para simplificar los cálculos), el número de moles para las masas de cada componente se

	Procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas	Versión	1
		Fecha Elaboración	15/06/2022
		Código	AYG-MTT-0796

obtiene dividiéndolos por su respectivo peso molecular, posteriormente se determina el porcentaje molar o porcentaje en volumen aplicando la Ecuación 3.

$$\%n_i = \frac{n_i}{\sum_{j=1}^N n_j} \times 100 \quad \text{Ecuación 3}$$

En la Tabla 2 se ofrece un ejemplo de conversión de fracción molar a fracción en masa para otra mezcla de GLP.

Tabla 2. Ejemplo de conversión de fracción en masa a fracción molar

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Compuesto	Porcentaje Masa $\%W_i$	Peso por 100 kg	Peso Molecular PM	Peso / 100 kg $W_i = (3)/(4)$	Fracción Molar $\%n_i = 100(5)/\Sigma(5)$
C2	1 %	1 kg	30,0690	0,0333	0,0163 (1,63 %)
C3	57 %	57 kg	44,0956	1,2926	0,6320 (63,20%)
iC4	23 %	23 kg	58,1222	0,3957	0,1935 (19,35%)
nC4	18 %	18 kg	58,1222	0,3097	0,1514 (15,14 %)
nC5	1 %	1 kg	72,1488	0,0139	0,0068 (0,68%)
Total	100%	100 kg	-	2,0452	1,0000 (100,00%)

5.2. Procedimiento para gestión de calidad del almacenamiento

El punto de partida para este procedimiento consiste en definir el inventario inicial (masa de GLP) y asignarle una composición de referencia inicial.

Hay dos formas o casos para definir la composición de referencia inicial (

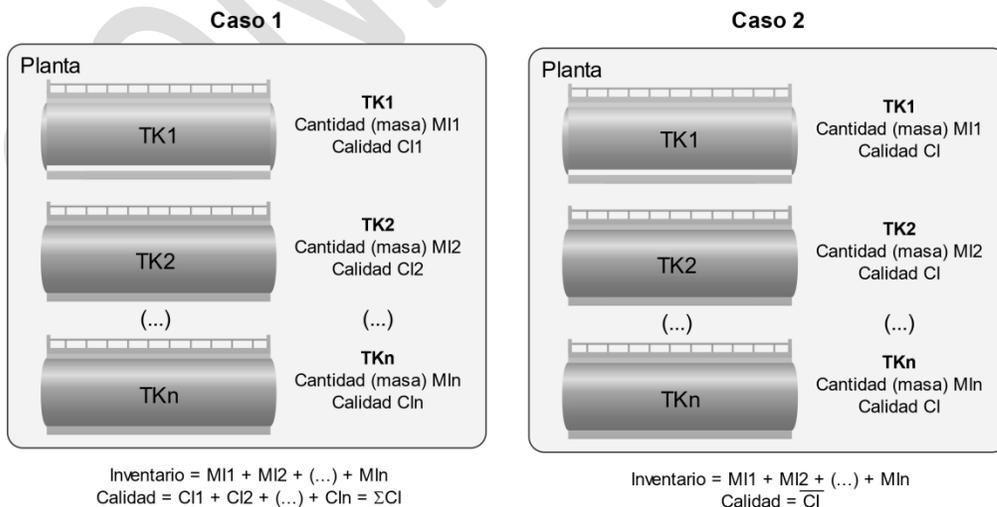


Figura 2).

	Procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas	Versión	1
		Fecha Elaboración	15/06/2022
		Código	AYG-MTT-0796

Figura 2. Tipos de casos para definir la composición inicial a asignar al inventario.

1. **Caso 1 (ΣCI):** Mediante el análisis de la calidad del GLP almacenado en cada tanque, a través de la toma de muestras y su análisis en laboratorio. Esta opción es la más confiable como punto de partida y se recomienda para plantas en las que se reciben calidades de GLP diversas y con grandes diferencias entre sus composiciones.
2. **Caso 2 (\overline{CI}):** Mediante la asignación de un valor de composición que sirva como referencia. Esta opción puede aplicarse en plantas donde la composición de los GLP recibidos es muy estable y no varía significativamente o en operaciones de conjuntos de tanques divididos por calidades para evitar mezclas entre GLP de calidades dispares. En el Caso 2, la composición de referencia CI puede determinarse con un promedio de datos históricos recientes para aplicar a toda la planta o para aplicar por grupos de tanques en caso de que se opere con división de calidades.

En el primer caso, cuando se toman muestras de cada tanque de almacenamiento de la planta y se les ejecuta su análisis de composición, la masa de GLP en cada tanque se asocia con su correspondiente composición analizada en laboratorio. De esta forma, la composición general del inventario CI se obtiene mediante balance de masa aplicado sobre los diferentes compuestos individuales usando fracciones en masa.

Por su parte, en el segundo caso se asigna la misma composición de referencia CI a la masa total de inventario de GLP de la planta (suma de GLP contenido en todos los tanques de la planta).

Metodología Caso 1:

1. Obtener la masa (kg) de GLP almacenada en cada tanque

	Procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas	Versión	1
		Fecha Elaboración	15/06/2022
		Código	AYG-MTT-0796

2. Sumar las masas individuales de GLP de todos los tanques para determinar la masa de GLP total correspondiente al inventario global de la planta
3. Tomar una muestra de GLP de cada tanque y realizar su análisis de calidad
4. Los resultados del análisis de composición deben expresarse en términos de fracción en masa. En caso de que se encuentren en fracción molar es necesario convertirlos a fracción en masa como se describió en la sección 5.1 de este procedimiento
5. La masa de cada tanque (definida en el paso 1) se multiplica por las fracciones en masa de su respectivo análisis de calidad (definidas en los pasos 3 y 4) para determinar las masas por componente presentes en cada tanque
6. Se suman las masas de todos los tanques por componentes para determinar las masas totales existentes de cada componente en la planta
7. La masa total de cada componente (definida en el paso 6) se divide entre la masa de GLP total (definida en el paso 2) para obtener la fracción en masa de dicho componente
8. El conjunto de fracciones en masa obtenidas para cada componente corresponde a la composición de GLP que caracteriza de forma global el inventario de la planta ($\sum CI$)
9. Las fracciones en masa deben ser reconvertidas a fracciones molares para su reporte como se describió en la sección 5.1 de este procedimiento
10. Registrar en la bitácora.

Metodología Caso 2:

1. Recopilar los reportes de cantidad y calidad de los recibos de GLP más recientes, desde el más reciente hasta el más antiguo. Se recomienda recopilar los reportes suficientes para que la cantidad asociada a estos sea por lo menos igual a la capacidad nominal total de almacenamiento de GLP de la planta. Si en la planta se opera con grupos de tanques para división de calidades de GLP esta metodología se debe aplicar por cada grupo de tanques de calidad afín.
2. Sumar las masas individuales de los recibos de GLP dadas en los reportes para determinar la masa de GLP total correspondiente a la base para determinar la calidad del inventario global de la planta
3. Los reportes de composición de los recibos deben expresarse en términos de fracción en masa. En caso de que se encuentren en fracción molar es necesario convertirlos a fracción en masa como se describió en la sección 5.1 de este procedimiento
4. La masa de cada recibo (definida en el paso 1) se multiplica por las fracciones en masa de su respectivo análisis de calidad (definidas en el paso 3) para determinar las masas por componente presentes en cada recibo

	Procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas	Versión	1
		Fecha Elaboración	15/06/2022
		Código	AYG-MTT-0796

5. Se suman las masas de todos los recibos por componentes para determinar las masas totales de cada componente
6. La masa total de cada componente (definida en el paso 5) se divide entre la masa de GLP total (definida en el paso 2) para obtener la fracción en masa de dicho componente
7. El conjunto de fracciones en masa obtenidas para cada componente corresponde a la calidad \overline{CI} , siendo la composición de GLP que caracteriza de forma global el inventario de la planta
8. Las fracciones en masa deben ser reconvertidas a fracciones molares para su reporte como se describió en la sección 5.1 de este procedimiento
9. Registrar en la bitácora

El proceso descrito anteriormente se debe realizar una sola vez, al inicio de la aplicación de este procedimiento. De esta forma queda definida la composición de referencia para el inventario de la planta correspondiente al instante inicial. Sobre esta composición de referencia se realizarán sucesivamente las determinaciones de calidad mediante balances de masa considerando los recibos, la producción y las entregas de GLP de cada día. Puede ser recomendable efectuar actualizaciones periódicas de la composición de inventario, especialmente cuando se tengan cambios significativos en las condiciones del GLP recibido con respecto a los que fueron empleados para definir la composición de referencia inicial.

Una vez definida la composición de referencia inicial para el inventario de la planta, se aplica la siguiente metodología para el balance de masa diario y su correspondiente actualización de calidad de inventario:

Actualización diaria del inventario (aplica si en el día hubo movimientos de inventario por producción, por recibos y/o por entregas de GLP):

1. Cada día se deben obtener y registrar los siguientes parámetros:
 - Inventario inicial de GLP (kg) para el día en cuestión (debe corresponder con el cierre del día anterior)
 - Calidad del inventario inicial de GLP (composición) para el día en cuestión (debe corresponder con el cierre del día anterior)
 - Cantidades individuales (kg) correspondientes a cada operación de recibo de GLP
 - Calidades individuales (composición) correspondientes a cada operación de recibo de GLP
 - Cantidades (kg) correspondientes a cada operación de entrega de GLP. En caso de que las entregas se realicen con división de calidades de GLP es necesario manejarlas por separado dentro de este proceso de

	Procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas	Versión	1
		Fecha Elaboración	15/06/2022
		Código	AYG-MTT-0796

actualización, independientemente para cada grupo de calidades (manejo individual)

- Cantidades (kg) correspondientes a la producción de la planta, productos antes de ser liberados como parte de entregas (P. Ej. en bodega). En caso de que la producción se realice con división de calidades de GLP es necesario manejar las producciones por separado dentro de este proceso de actualización, independientemente para cada grupo de calidades (manejo individual)
2. En caso de que no se hayan tenido recibos de GLP en el transcurso del día no es necesario ejecutar actualización de la calidad del inventario, únicamente se debe actualizar la cantidad (kg) del inventario según se describe en el paso 3. Es decir, sin recibos de GLP no es necesario realizar los pasos 4 a 5, puesto que se asume que la composición permanece constante.
 3. Restar del inventario las cantidades de GLP correspondientes a la producción y las entregas (definidas en el paso 1). El resultado corresponde con la cantidad de inventario final de GLP (kg) para el día en cuestión (deberá corresponder con el inicio del día posterior). Como se especifica en la sección 5.4 de este procedimiento, se asume que la calidad de la producción y las entregas corresponde con la calidad del inventario inicial del GLP vigente para el día en que se ejecuta o se ejecutó la producción. En caso de que no haya producción o entregas de GLP en el transcurso del día no hay necesidad de restar ningún valor, pudiendo continuar con los pasos 4 a 5 si hubo recibos de GLP.
 4. Ejecutar un balance de masa por componentes considerando el inventario reducido por la producción y las entregas (definido en el paso 2), así como los recibos de GLP. Para la realización de este balance se deben emplear fracciones en masa, en caso de que se encuentren en fracción molar es necesario convertirlos a fracción en masa como se describió en la sección 5.1 de este procedimiento.
 5. Como resultado del balance de masa se obtiene el inventario final de GLP para el día en cuestión, caracterizado por su cantidad (kg) y calidad (composición) expresada en fracción molar, este deberá corresponder con el inicio del día posterior. Las fracciones en masa deben ser reconvertidas a fracciones molares para su reporte como se describió en la sección 5.1 de este procedimiento.
 6. Registrar en la bitácora

A manera ilustrativa, en la Figura 3 se ofrece un diagrama de flujo correspondiente a la metodología para la actualización diaria del inventario de GLP de cada planta.

	Procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas	Versión	1
		Fecha Elaboración	15/06/2022
		Código	AYG-MTT-0796

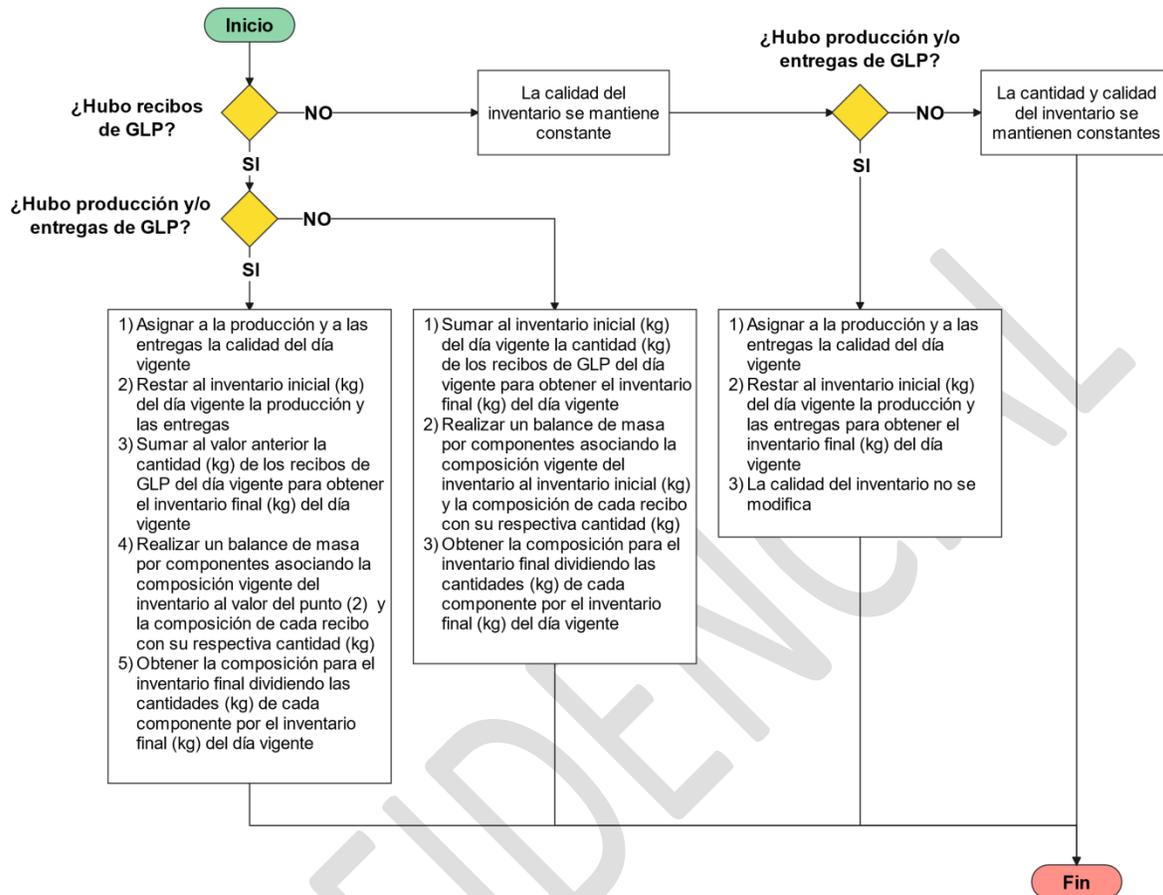


Figura 3. Metodología para actualización diaria de inventario de GLP de cada planta

5.3. Procedimiento para gestión de calidad en recibos

El Código de Medida de GLP exige en su Artículo 13 “Obligaciones particulares de medición de cantidad y de parámetros de calidad del Distribuidor de GLP en Cilindros o tanques estacionarios” el requisito de llevar registros históricos de los resultados de las mediciones de cantidad y calidad de GLP, en las entregas y/ o recibos diarios de este combustible que se realicen en sus instalaciones.

Los registros diarios de los recibos de GLP están respaldados por los tiquetes de medición de cantidad y los reportes de calidad asociados. Esta información es provista por el Comercializador Mayorista, el Almacenador y el Transportador por poliductos, según sea el caso en cada planta.

	Procedimiento técnico para la gestión de la calidad diaria del GLP recibido, almacenado y entregado en plantas	Versión	1
		Fecha Elaboración	15/06/2022
		Código	AYG-MTT-0796

Una vez recibidos los registros por parte de los Agentes antes referidos, NORGAS procederá a subirlos a la bitácora.

5.4. Procedimiento para gestión de calidad en producción y entregas

El Código de Medida de GLP exige en su Artículo 13 “Obligaciones particulares de medición de cantidad y de parámetros de calidad del Distribuidor de GLP en Cilindros o tanques estacionarios” el requisito de entregar a los comercializadores minoristas de GLP y/o usuarios finales, como soporte de la facturación del servicio a los usuarios, los reportes de parámetros de calidad del GLP envasado en cilindros o atendido en tanques estacionarios. Como mínimo la información de calidad de GLP a ser suministrada será la de su composición química, entre ésta, porcentaje de propano (C3), porcentaje de butano (C4), porcentaje de olefinas (C5 y más pesados) y contenido de agua libre.

La calidad del GLP asociado a la producción de la planta y a las entregas de cada día está respaldada por la composición correspondiente al inventario inicial vigente para el día en que se realiza la respectiva producción y/o la entrega de GLP (ver sección 5.2).

La calidad (composición) del inventario vigente para la producción y las entregas de GLP de cada día debe incluirse en la bitácora, garantizando el acceso exclusivo a la información a los comercializadores minoristas de GLP y/o usuarios finales, como soporte de la facturación del servicio.

6. REFERENCIAS

[1] CREG, Resolución CREG 237 de 2020 - Por la cual se adopta el Código de Medida de Gas Licuado de Petróleo, GLP, Bogotá D.C., 2021.

[2] ICONTEC, NTC 2303 “Gases Licuados de Petróleo (GLP)”, Bogotá D.C: ICONTEC, 2007.