



# **Criterios Mínimos aplicables a la determinación del Escenario de Máximo Riesgo Individual Probable en Plantas Envasadoras de GLP**

**Unidad de Supervisión de  
Plantas de Envasado e  
Importadores - DSHL**

## CONTENIDO

1. Alcance y Aplicación .....	1
2. El Escenario de Máximo Riesgo Individual Probable (EMRIP).....	2
3. Determinación del Escenario de Máximo Riesgo Individual Probable .....	2
4. Consideraciones respecto al radio de alcance, en los eventos evaluados.....	6
5. Consideraciones respecto al flujo de agua requerido para atender un equipo o unidad .....	6
5.1. Flujo por mangueras: .....	6
5.2. Flujo por aspersores: .....	7
5.3. Flujo por rociadores:.....	8
6. Consideraciones respecto a la cantidad de mangueras contra incendio en la planta envasadora .....	8
7. Consideraciones respecto a la cantidad de trajes de bomberos que se requieren para la brigada contra incendios.....	8
8. Consideraciones a tomar en cuenta para reducir el Riesgo .....	9
CASOS TÍPICOS .....	10
CONSIDERACIONES PARA LOS CASOS TÍPICOS .....	11
CASO N°1: “Tanque estacionario tipo aéreo” .....	12
CASO N°2: “Tanque estacionario tipo enterrado” .....	23
CASO N°3: “Grupo de tanques estacionarios con un sistema de enfriamiento común” .....	32
CASO N°4: “Grupo de tanques estacionarios con sistemas de enfriamiento independientes” .....	41
CASO N°5: “Tanque estacionario tipo monticulado” .....	50

## **Criterios Mínimos aplicables a la determinación del Escenario de Máximo Riesgo Individual Probable en Plantas Envasadoras de GLP**

### **1. Alcance y Aplicación**

Uno de los primeros Reglamentos Nacionales que se revisan al momento de diseñar una Planta Envasadora de GLP es el Reglamento de Seguridad para Instalaciones y Transporte de Gas Licuado de Petróleo, aprobado mediante Decreto Supremo N° 027-94-EM. El artículo 73 de este Reglamento establece la necesidad de contar con un Estudio de Riesgos<sup>1</sup>, precisa las normas NFPA aplicables<sup>2</sup> y establece que la capacidad mínima de almacenamiento de agua contra incendio debe determinarse considerando el “máximo riesgo individual probable”<sup>3</sup>.

La normativa nacional vigente no tiene otras consideraciones o requisitos establecidos para determinar cuáles serían los parámetros y criterios que permitan establecer este “escenario de máximo riesgo individual probable -EMRIP”<sup>4</sup>.

Por ello, muchos de los estudios presentados en los trámites a Osinerghmin que incluyen la determinación del EMRIP no cubren todos escenarios de eventos de riesgo, basados en requerimientos de agua contra incendio.

A su vez, la determinación del requerimiento de agua permite dimensionar posteriormente la capacidad de la bomba contra incendio que se requiera instalar en la Planta Envasadora de GLP, la cantidad de gabinetes contra incendio, cantidad de trajes de protección para la brigada contra incendio y otros; con lo cual la determinación de los escenarios de eventos de riesgo resulta un factor crítico en el dimensionamiento del sistema contra incendio.

La determinación del EMRIP presenta grandes dificultades técnicas, justificada por la escasa bibliografía disponible sobre escenarios de riesgo en Plantas Envasadoras de GLP, más aún si consideramos las particularidades de las instalaciones en nuestro entorno nacional.

En ese contexto, en el presente informe se proponen los lineamientos base para que en un proyecto de construcción de Planta Envasadora de GLP se determine:

- ❖ Los escenarios de riesgo que requieran de atención mediante agua de enfriamiento
- ❖ El máximo riesgo individual probable
- ❖ El caudal de la bomba contra incendio basado en estos escenarios de eventos de riesgo
- ❖ La mínima cantidad de gabinetes y mangueras contra incendio a utilizarse en cada evento de riesgo
- ❖ La mínima cantidad de trajes de protección para la brigada contra incendio.

Todo esto basado en el fenómeno “JET FIRE”, el cual es uno de los escenarios finales que podrían ocurrir como consecuencia de los escenarios de riesgos identificados en una Planta Envasadora de GLP. Otros

---

<sup>1</sup> Artículo 73: En todas las Plantas Envasadoras, la instalación de un sistema de protección contra incendio, debe ser planificada desde el inicio del proyecto, a base de un calificado Estudio de Riesgos (...)

<sup>2</sup> Numeral 1 del artículo 73: A falta de Normas Técnicas Nacionales, las siguientes normas de la NFPA son de requisito mínimo; NFPA 10; NFPA 13, NFPA 14; NFPA 15; NFPA 20; NFPA 25; NFPA 26; NFPA 58; NFPA 59.

<sup>3</sup> Numeral 4 del artículo 73: “El almacenamiento mínimo de reserva de agua contra incendios, para enfriamiento de capacidades superiores a los 3,78 m<sup>3</sup> (1000 galones) de GLP, obedecerá a las siguientes consideraciones (salvo que el estudio de riesgo indique almacenamientos mayores), las cuales están basadas en el máximo riesgo individual probable (...)”

<sup>4</sup> En adelante EMRIP

escenarios finales, tales como UVCE, FLASH FIRE, POOL FIRE, etc., no son evaluados en el presente informe y podrían determinar distancias de seguridad mayores a las aquí establecidas, medidas de seguridad adicionales o una variación de los requerimientos del sistema contra incendio.

Tenga en cuenta que, de igual manera a cualquier otro documento de carácter técnico, solo se puede conseguir una comprensión integral y exhaustiva de la información contenida en este documento mediante una revisión profunda de la información aquí expresada; no obstante, en caso de diferencia entre lo expresado en el presente documento y lo que se indique en la Normas y/o Reglamentos aplicables a Plantas Envasadoras de GLP, primará lo que se indique en las Normas y/o Reglamentos.

## **2. El Escenario de Máximo Riesgo Individual Probable (EMRIP)**

En el presente documento el escenario de máximo Riesgo Individual Probable se manifestará como aquel evento que requiera el mayor flujo de agua, considerando como evento final al JET FIRE. Para esto, se considera que los principales equipos y/o unidades involucrados, cuando ocurra este evento final, son los siguientes:

- ✓ Tanque estacionario (TK)
- ✓ Tanque pulmón (TP)
- ✓ Camión cisterna (CC)
- ✓ Camión granelero (CG)
- ✓ Camión baranda (CB)
- ✓ Plataforma de envasado
- ✓ Plataforma de almacenamiento de cilindros con GLP (u otra zona donde se almacena cilindros llenos o vacíos, pero no se envasan).

Cabe destacar que los escenarios que así se establezcan, representan la estructura básica de un escenario típico, que involucra al GLP, los equipos y procesos asociados. Dependiendo de la instalación específica, el equipo utilizado y los procesos involucrados, podría ser necesario seleccionar características adicionales para realizar un análisis completo y mayor.

Por otro lado, los incendios pueden producir fenómenos adicionales, que no se representan en los escenarios que se determinarán a partir de los criterios indicados en este informe, principalmente porque la generación de fenómenos adicionales depende de las circunstancias individuales de cada instalación y su entorno.

## **3. Determinación del Escenario de Máximo Riesgo Individual Probable**

A efectos de mostrar la metodología a aplicar se tomará como ejemplo, una Planta Envasadora que cuenta con:

- ✓ Un (1) tanque estacionario expuesto en superficie (con aspersores cuyo caudal total es 150 gpm<sup>5</sup>, para enfriamiento de la superficie del tanque)
- ✓ Un (1) tanque pulmón de capacidad menor a 500 galones
- ✓ Dos (2) Camiones cisterna para transporte de GLP, de 14000 galones de capacidad, cada uno.
- ✓ Un (1) camión granelero de 6,000 galones.
- ✓ Una (1) plataforma de envasado de cilindros
- ✓ Seis (6) medios de transporte de cilindros (camión baranda)

En este ejemplo, no se tiene una plataforma adicional para almacenamiento de cilindros con GLP u otra zona donde se almacena cilindros llenos o vacíos.

La secuencia de pasos a seguir se indica a continuación:

3.1. Identificar y ubicar los posibles equipos y/o unidades de riesgo dentro de la planta envasadora: Para el ejemplo utilizado, los posibles equipos y/o unidades de riesgo son:

---

<sup>5</sup> La determinación del caudal requerido por el sistema de aspersores debe ser calculado previamente y no es materia del presente informe.

- ✓ TK1 : Incendio en tanque estacionario expuesto en superficie
- ✓ TP : Incendio en tanque pulmón de capacidad menor a 500 galones
- ✓ CC1 : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad
- ✓ CC2 : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad
- ✓ CG : Incendio en camión granelero de 6000 galones de capacidad
- ✓ CB1 : Incendio en camión baranda 1
- ✓ CB2 : Incendio en camión baranda 2
- ✓ CB3 : Incendio en camión baranda 3
- ✓ CB4 : Incendio en camión baranda 4
- ✓ CB5 : Incendio en camión baranda 5
- ✓ CB6 : Incendio en camión baranda 6
- ✓ PLATAFORMA DE ENVASADO: Incendio en Plataforma de envasado

Asimismo, se sugiere preparar un plano de distribución de la Planta Envasadora de GLP e implantar todos los equipos y/o unidades de riesgo:

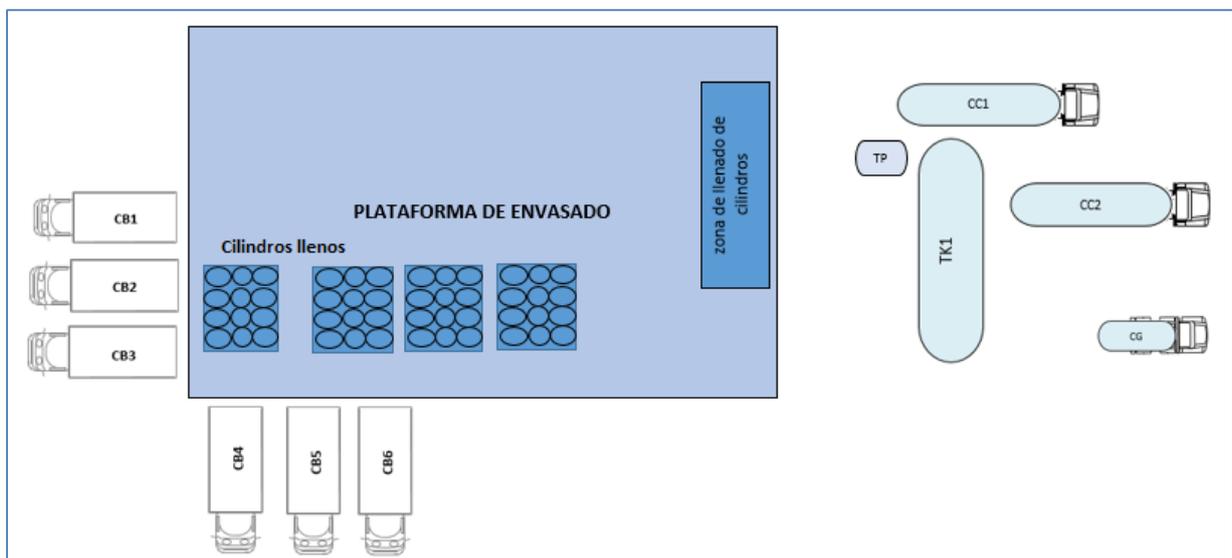
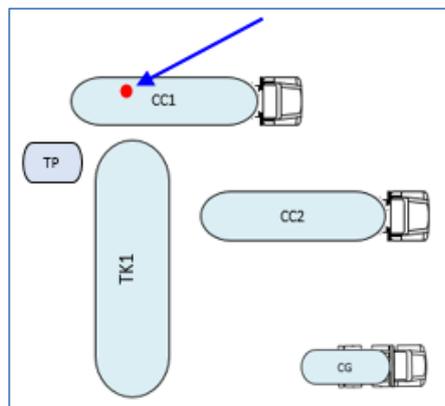


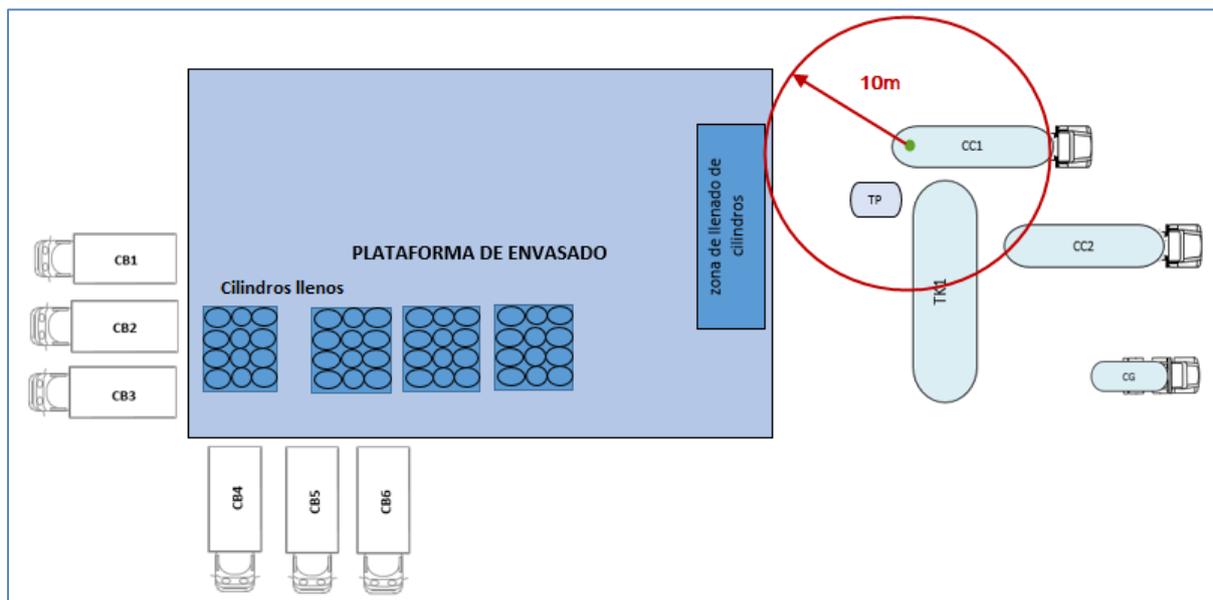
Imagen referencial, a efectos de mostrar la metodología aplicada.

3.2. Seleccionar una (1) de las unidades de riesgo y ubicar el punto desde donde se medirá el radio de alcance de la afectación, tal como se muestra en la siguiente imagen



### 3.3. Trazar un radio de 10 metros

Nota: Para determinar el punto desde donde se debe medir el radio, véase el numeral 4 del presente informe.



3.4. Verificar los equipos y/o unidades afectadas y completar la tabla: Los equipos y/o unidades afectadas son aquellos que se encuentren dentro del radio de 10 metros que fueron medidos, según se indica en el paso anterior. Luego complete la siguiente tabla, considerando el escenario seleccionado, y determine el Flujo total requerido (GPM), el N° mínimo de mangueras y el N° mínimo de trajes de bomberos:

Si el riesgo ocurre en:		Camión cisterna (CC1)		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras (*)	Aspersores	Rociadores
1	Camión cisterna (CC1)	2*100	-	-
2	Camión cisterna (CC2)	2*100	-	-
3	Tanque aéreo (TK1)	-	150	-
4	Tanque pulmón (TP)	1*100	-	-
5	Plataforma de envasado	1*100	-	-
Sub-Total		600	150	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>750</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>6</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>6</b>		

(\*) Las cantidades mínimas de mangueras que se deben utilizar por capacidad de las cisternas, tanque pulmón, plataforma de envasado y camión baranda, se ubica en el numeral 5.1 del presente informe.

3.5. Repetir los pasos del 3.2 al 3.4, para todos los equipos y/o unidades de riesgo en la planta envasadora, tal como se listan en el paso 3.1: Una vez calculado el Flujo total requerido (GPM), el N°

mínimo de mangueras y el N° mínimo de trajes de bomberos por cada equipo y/o unidad de riesgo, complete la siguiente tabla:

Unidad de riesgo	N° unidades afectadas	Flujo (GPM)	N° mangueras	N° trajes de bomberos
Camión cisterna (CC1)	5	750	6	6
Camión cisterna (CC2)	4	650	5	5
Tanque aéreo (TK1)	4	650	5	5
Camión granelero (CG)	3	450	3	3
Tanque pulmón (TP)	4	550	4	4
Plataforma de Envasado (zona de llenado de cilindros)	4	550	4	4
Plataforma de Envasado (zona de cilindros llenos)	7	700	7	7
Camión baranda (CB1)	3	300	3	3
Camión baranda (CB2)	4	400	4	4
Camión baranda (CB3)	4	400	4	4
Camión baranda (CB4)	4	400	4	4
Camión baranda (CB5)	4	400	4	4
Camión baranda (CB6)	3	300	3	3

### 3.6. Seleccionar el equipo y/o unidad de riesgo que requiera la mayor cantidad de flujo requerido.

Tomando en cuenta la información de la tabla 3.5 y para el ejemplo dado, el Escenario de Máximo Riesgo Individual Probable se daría en caso exista un incendio en el camión cisterna (CC1), requiriéndose un flujo de 750 GPM y 6 mangueras con 6 trajes de bomberos para brigadas como mínimo para dar atención a dicho escenario. Estas cantidades pueden ser mayores si es que el Estudio de Riesgos lo requiere, en base a una evaluación detallada y/o se consideran otros escenarios finales tales como UVCE, FLASH FIRE, POOL FIRE, etc.

### 3.7. Determinar el mínimo número de mangueras y trajes de bomberos.

Si bien el EMRIP requiere solo 6 mangueras, **la cantidad de mangueras** que debe instalarse en la planta **debe ser aquel escenario que señale el mayor número de mangueras**, es decir, de acuerdo a la tabla 3.5 y para este caso se debe contar con siete (7) mangueras y siete (7) trajes de bomberos para los brigadistas (riesgo en la plataforma de envasado- zona de cilindros llenos).

A todo esto, debe añadirse que la configuración y disposición en planta determinará la ubicación y la necesidad de instalar un número mayor de mangueras contra incendio.

Finalmente, se menciona que, para efectos del presente informe y considerando que se trata de Sistemas Clase II, con conexiones de mangueras de 1 ½”<sup>6</sup>, al menos un brigadista debe contar con traje de bombero, por cada manguera contra incendio utilizada. Para mayor detalle, ver numerales 7 y 8 del presente informe.

<sup>6</sup> En adelante “mangueras Clase II”

#### 4. Consideraciones respecto al radio de alcance, en los eventos evaluados

Se ha seleccionado el evento de Jet Fire (fuga de GLP que al alcanzar una fuente de ignición forma un dardo de fuego), ya que éste, por efecto de radiación térmica generada por el propio dardo de fuego, puede afectar a elementos cercanos y sufrir daños importantes.

Asimismo, mediante el software ALOHA versión 5.4.7 se ha determinado que para un orificio de 1.0 cm de diámetro y un nivel de protección de 10.0 Kw/m<sup>2</sup> de radiación, el radio de alcance mínimo correspondiente a un daño potencialmente letal (dentro de los 60 segundos iniciado el evento) es de 10 metros aproximadamente. Por ello, en la presente metodología se toma el criterio de los 10 metros de alcance por radiación.

El radio de 10 metros será medido desde cualquier punto del elemento donde pueda ocurrir una fuga de GLP. En cualquier caso, siempre se debe seleccionar el punto más desfavorable en la unidad, es decir, aquel punto desde el cual al trazar el radio de alcance se comprometan el mayor número de equipos y/o unidades, de tal manera que se requiera el mayor flujo de agua (gpm) posible. Tómese en cuenta lo siguiente:

Unidad	Punto de medición
Camión cisterna:	- El punto más desfavorable del cuerpo de la cisterna, en el cual al trazar el radio se comprometa el mayor número de equipos y/o unidades
Camión granelero:	- El punto más desfavorable del cuerpo del granelero, en el cual al trazar el radio se comprometa el mayor número de equipos y/o unidades
Plataforma de Envasado:	- El punto más desfavorable del manifold o carrusel de envasado de cilindros, o de los cilindros llenos de GLP, en el cual al trazar el radio se comprometa el mayor número de equipos y/o unidades.
Otras plataformas o zonas de donde se almacenen cilindros:	- El punto más desfavorable donde se encuentren cilindros con GLP (líquido o vapor), en el cual al trazar el radio se comprometa el mayor número de equipos y/o unidades.
Tanque estacionario:	- El punto más desfavorable del cuerpo del tanque estacionario, en el cual al trazar el radio se comprometa el mayor número de equipos y/o unidades. En caso de tanques soterrados o monticulados, se tomará respecto a la parte expuesta.
Tanque pulmón:	- El punto más desfavorable del cuerpo del tanque pulmón, en el cual al trazar el radio se comprometa el mayor número de equipos y/o unidades. En caso de tanques soterrados o monticulados, se tomará respecto a la parte expuesta.
Camión baranda:	El punto más desfavorable del compartimiento de carga de los cilindros con GLP (líquido o vapor), en el cual al trazar el radio se comprometa el mayor número de equipos y/o unidades.

#### 5. Consideraciones respecto al flujo de agua requerido para atender un equipo o unidad

**5.1. Flujo por mangueras:** En el presente informe únicamente se consideran mangueras Clase II, con capacidad mínima de 100 gpm<sup>7</sup>:

<sup>7</sup> Pueden establecerse mangueras de Clase I (2 ½ ") si así lo indica el Estudio de Riesgos, en cuyo caso se tomará en cuenta un flujo de 250 gpm en vez de 100 gpm.

Equipo o Unidad	N° mínimo de mangueras (salvo que el EE.RR. indique mayores valores)
Camión cisterna:	- 1 manguera para cisternas con capacidad de hasta 6,000 galones. - 2 mangueras para cisternas con capacidad mayor a 6,000 pero menor o igual a 14,000 galones. - 3 mangueras para cisternas con capacidad mayor a 14,000 galones.
Camión granelero:	- 1 manguera para graneleros con capacidad de hasta 6,000 galones. - 2 mangueras para graneleros con capacidad mayor a 6,000 pero menor o igual a 14,000 galones. - 3 mangueras para graneleros con capacidad mayor a 14,000 galones.
Plataforma de envasado:	- 1 manguera
Plataforma de almacenamiento de cilindros con GLP (u otra zona donde se almacena cilindros llenos o vacíos, pero no se envasan):	- 1 manguera
Tanque estacionario aéreo:	Requiere flujo por aspersores (Ver ítem 5.2 del presente informe)
Tanque estacionario semimonticulado:	Requiere flujo por aspersores de la parte expuesta (Ver ítem 5.2 del presente informe)
Tanque estacionario monticulado:	Requiere flujo por rociadores, en la parte expuesta del túnel inferior.
Tanque estacionario enterrado	No requiere flujo de agua para enfriar.
Tanque pulmón aéreo:	1 manguera o sistema de enfriamiento por aspersores.
Tanque pulmón monticulado:	Requiere flujo por rociadores, en la parte expuesta del túnel inferior (si lo tuviera), caso contrario no requiere flujo de agua para enfriar.
Tanque pulmón enterrado	No requiere flujo de agua para enfriar.
Camión baranda:	1 manguera

**5.2. Flujo por aspersores:** Solo requerirán flujo por aspersores los tanques estacionarios del tipo aéreo o la parte expuesta de los tanques semimonticulados. Como un cálculo rápido y para efectos de la presente evaluación, el cálculo de flujo (gpm) se determina del siguiente modo:

Caudal en el aspersor, en gpm (q):	$q = K\sqrt{P}$ Donde K: expresado en GPM/PSI <sup>0.5</sup> P: expresado en PSI
Caudal total requerido, en gpm (Q):	$Q = N * q$ Donde N: número total de aspersores

Ejemplo: Si un tanque estacionario del tipo aéreo posee 30 aspersores ( $K= 1.2 \text{ GPM/PSI}^{0.5}$  y  $P=50\text{psi}$ ), el caudal que requerirá para enfriar el tanque será:

Caudal del aspersor:	$q=1.2*\sqrt{50}$ → $q=8.49 \text{ GPM}$
Caudal total:	$Q=30*8.49$ → $Q = 255 \text{ GPM}$

El caudal mínimo de enfriamiento deberá considerar el área total del tanque en el caso de los tanques aéreos (expresado en pies<sup>2</sup>) multiplicado por la densidad de enfriamiento de 0.25 gpm por pie<sup>2</sup>. En el caso de tanques semimonticulados, se tomará el área de la parte expuesta del tanque multiplicado por la densidad de enfriamiento.

El caudal total anteriormente obtenido deberá ser mayor o igual al caudal mínimo de enfriamiento.

**5.3. Flujo por rociadores:** Solo se considerará el flujo por rociadores en los tanques estacionarios del tipo monticulado, para la parte expuesta (túnel).

Caudal en el rociador, en gpm (q):	$q=K\sqrt{P}$ Donde K: expresado en $\text{GPM/PSI}^{0.5}$ P: expresado en PSI
Caudal total requerido, en gpm (Q):	$Q=N*q$ Donde N: número total de rociadores, hasta un máximo de tres (3) rociadores.

Ejemplo: Si un tanque estacionario del tipo monticulado posee 3 rociadores ( $K= 5.6 \text{ GPM/PSI}^{0.5}$  y  $P=30\text{psi}$ ), el caudal que requerirá este sistema será:

Caudal del aspersor:	$q=5.6*\sqrt{30}$ → $q=30.67 \text{ GPM}$
Caudal requerido:	$Q=3*30.67$ → $Q=92 \text{ GPM}$

## 6. Consideraciones respecto a la cantidad de mangueras contra incendio en la planta envasadora

La cantidad mínima de gabinetes contra incendio y mangueras contra incendio que se deben instalar en la planta envasadora es determinada a partir de la evaluación de aquel escenario de riesgo que involucre el mayor número de mangueras. Esta cantidad puede, aunque no siempre ocurre, coincidir con la cantidad de mangueras requeridas en el Escenario de Máximo Riesgo Individual Probable.

La configuración y disposición de equipos, zonas de tránsito y demás áreas en planta determinará la ubicación de los gabinetes y mangueras, pudiendo existir la necesidad de instalar un número mayor de mangueras contra incendio, de modo que se cumpla con las distancias establecidas en NFPA 14 (39.7 metros de distancia máxima de recorrido hacia la zona a proteger) y además que estos gabinetes se encuentren fuera de los radios de afectación de los escenarios evaluados. Este análisis debe realizarse en el Estudio de Riesgos.

## 7. Consideraciones respecto a la cantidad de trajes de bomberos que se requieren para la brigada contra incendios

Teniendo en cuenta que para efectos del presente informe se utilizarán mangueras contra incendio Clase II, la cantidad mínima de trajes de bomberos para la Brigada Contra Incendios es por lo menos un traje

por cada manguera que corresponde al escenario de riesgo que involucre el mayor número de mangueras a utilizar, considerando que la brigada contra incendio debe tener programas de capacitación y de entrenamiento permanente y durante todo el año.

El Estudio de Riesgos debe evaluar las condiciones y requisitos para quienes conformen la brigada contra incendio y de ser el caso puede exigir una mayor cantidad de trajes de bomberos. Cabe resaltar que la cantidad de trajes de bomberos y mangueras con que contará la Planta Envasadora de GLP está directamente relacionado con la cantidad de brigadistas disponibles que debe existir en la Planta Envasadora para dar atención a una emergencia.

#### **8. Consideraciones a tomar en cuenta para reducir el Riesgo**

- ✓ Reducir la cantidad de vehículos dentro de la planta. Los que se encuentren al interior de las instalaciones deben contar con libre acceso y suficiente espacio para su evacuación ante una emergencia.
- ✓ Automatizar el sistema enfriamiento de los camiones cisternas, graneleros y/o plataforma de envasado. El enfriamiento automático a base de aspersores reemplaza el uso de mangueras, reduciendo además la cantidad de brigadistas necesarios y su equipamiento (traje de bombero).
- ✓ Enterrar o monticular totalmente los tanques estacionarios. Al enterrar o monticular se evita la necesidad de instalar sistemas de enfriamiento para el tanque estacionarios mediante aspersores.
- ✓ Separar, en la medida que sea posible, los camiones cisterna o graneleros que se encuentren contiguos; mínimo 10 metros.
- ✓ No superar la cantidad máxima de vehículos dentro de la planta que se indique y evalúe en el Estudio de Riesgos.
- ✓ Proteger los equipos con muro cortafuegos. Es una alternativa en caso no se disponga de espacio suficiente para separar 10 metros entre los camiones cisternas/graneleros de equipos o áreas que podrían quedar afectadas. La afectación por ondas de sobre presión también debe ser evaluada.

# **ANEXO**

## **CASOS TÍPICOS**

## CONSIDERACIONES PARA LOS CASOS TÍPICOS

Para los casos que se presentarán a continuación se ha supuesto lo siguiente:

- a) El radio de 10 metros trazado desde un equipo/unidad solo afectará a aquellos que tengan una visual (no a aquellos que se encuentren superpuestos)
- b) La distancia de los tanques estacionarios hacia el límite más próxima de la plataforma de envasado es de tres (03) metros.
- c) la distancia de separación de los camiones baranda contiguos a los límites de la plataforma (de envasado u otro según el caso) es menor a 3 metros.
- d) la distancia de separación del tanque pulmón al límite de la plataforma más próxima (de envasado u otro según el caso) es de 3 metros.
- e) Las capacidades de los camiones cisternas son menores o iguales a 14,000 galones, por lo que requerirán 02 mangueras para su enfriamiento.
- f) Las capacidades de los camiones graneleros son menores o iguales a 6,000 galones, por lo que requerirán 01 manguera para su enfriamiento.
- g) El flujo de agua para enfriamiento por aspersores, para cada tanque, es:

Caso 1	(tanque Superficial expuesto)	:	150 GPM
Caso 2	2 (tanque Enterrado)	:	0 GPM
Caso 3	(tanque superficial expuesto)	:	50 GPM
Caso 4	(tanque superficial expuesto)	:	180 GPM
	(tanque semi-monticulado)	:	60 GPM
Caso 5	(tanque superficial expuesto)	:	180 GPM
	(tanque monticulado)	:	0 GPM

- h) El flujo de agua por rociadores requerido para enfriar la parte expuesta en la zona del túnel de cada tanque monticulado es de 60 GPM (aplicable al Caso N° 5).

## CASO N°1: “Tanque estacionario tipo aéreo”

Para el presente caso se considera una planta envasadora que cuenta con:

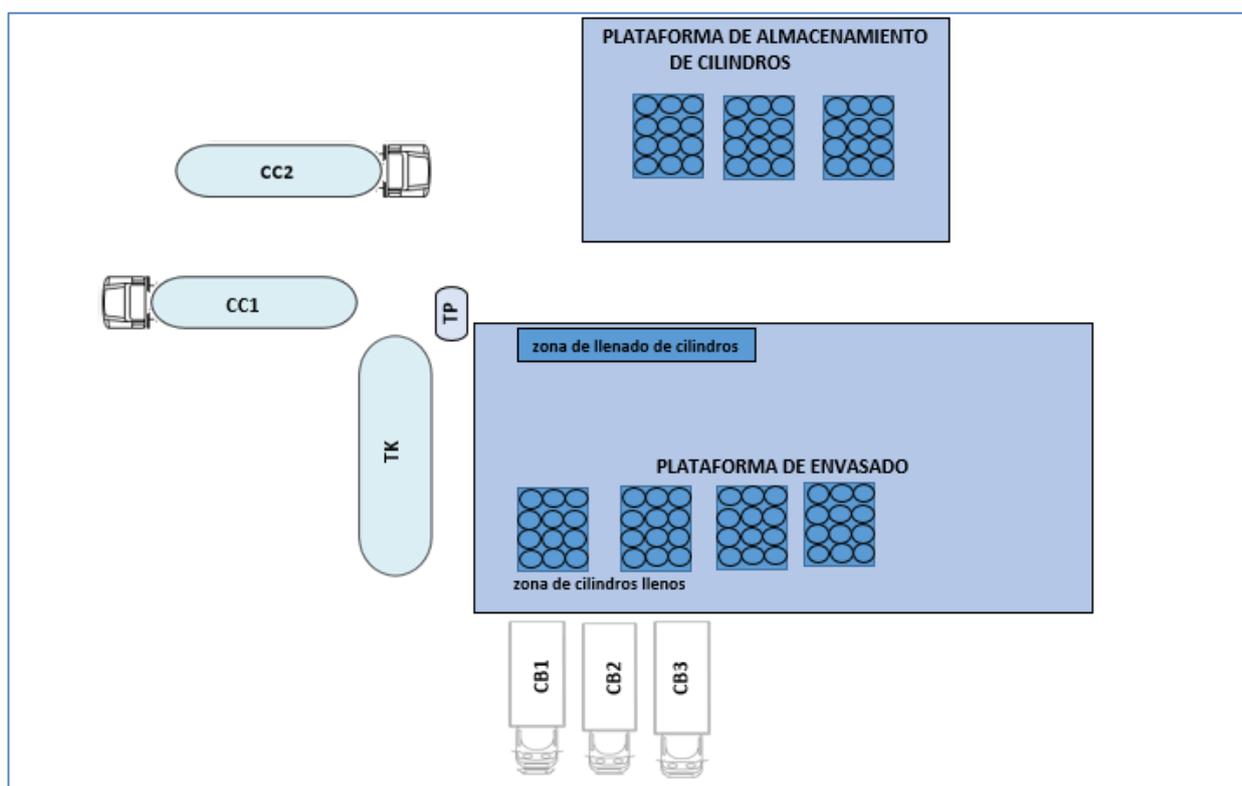
- ✓ Un (1) tanque estacionario expuesto en superficie (con aspersores cuyo caudal total es 150 GPM, para enfriamiento de la superficie del tanque)
- ✓ Un (1) tanque pulmón de capacidad menor a 500 galones
- ✓ Atención simultánea de dos (2) Camiones cisterna para transporte de GLP, de 14000 galones de capacidad, cada uno.
- ✓ Una (1) plataforma de envasado de cilindros
- ✓ Tres (3) medios de transporte de cilindros (camión baranda)
- ✓ Una (1) plataforma adicional para almacenamiento de cilindros.

Por tanto, los posibles equipos y/o unidades de riesgo dentro de la planta envasadora son:

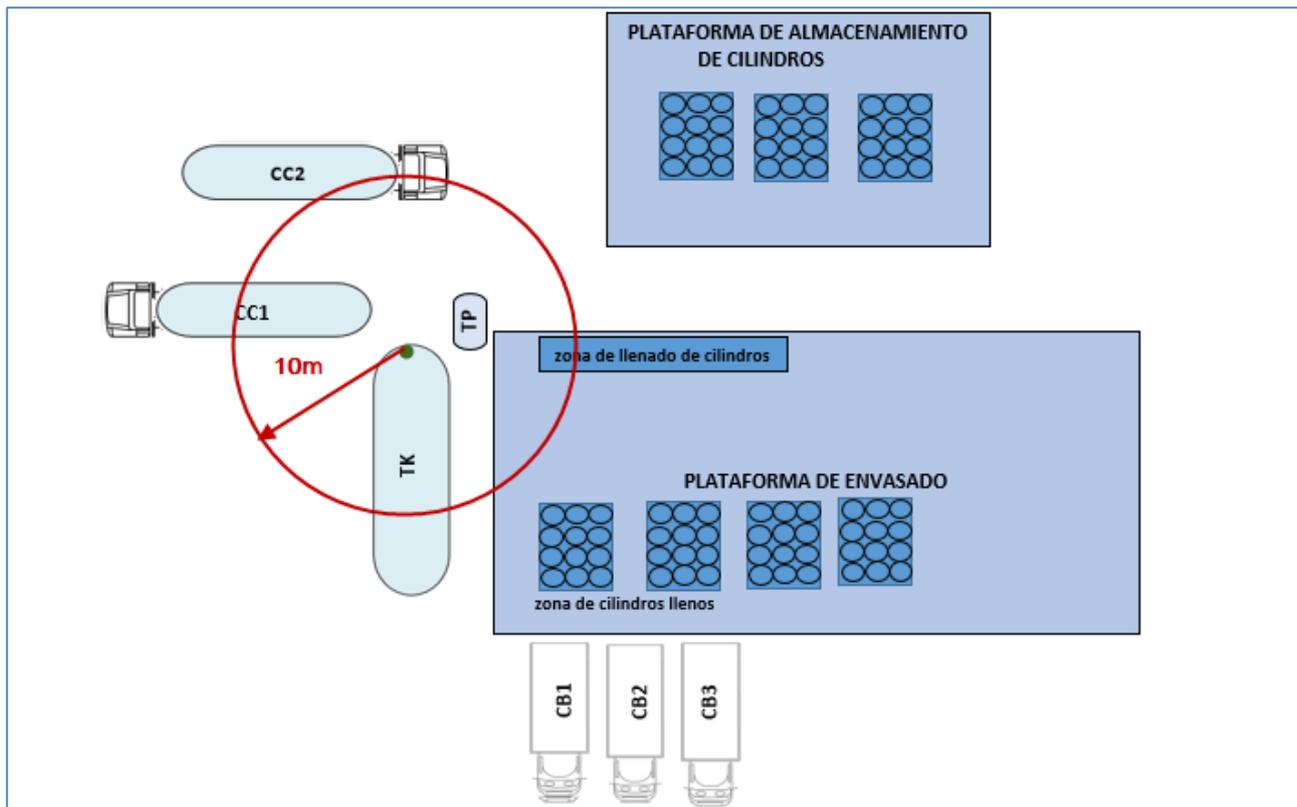
- ✓ TK : Incendio en tanque estacionario expuesto en superficie
- ✓ TP : Incendio en tanque pulmón de capacidad menor a 500 galones
- ✓ CC1 : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad
- ✓ CC2 : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad
- ✓ CB1 : Incendio en camión baranda 1
- ✓ CB2 : Incendio en camión baranda 2
- ✓ CB3 : Incendio en camión baranda 3
- ✓ PLATAFORMA DE ENVASADO: Incendio en Plataforma de envasado – zona de llenado de cilindros
- ✓ PLATAFORMA DE ENVASADO: Incendio en Plataforma de envasado – zona de cilindros llenos
- ✓ PLATAFORMA DE ALMACENAMIENTO DE CILINDROS: Incendio en Plataforma

Para efectos prácticos y de presentación en este informe, solo se tomará en cuenta ocho (8) posibles escenarios.

Un esquema gráfico de la instalación se muestra a continuación:

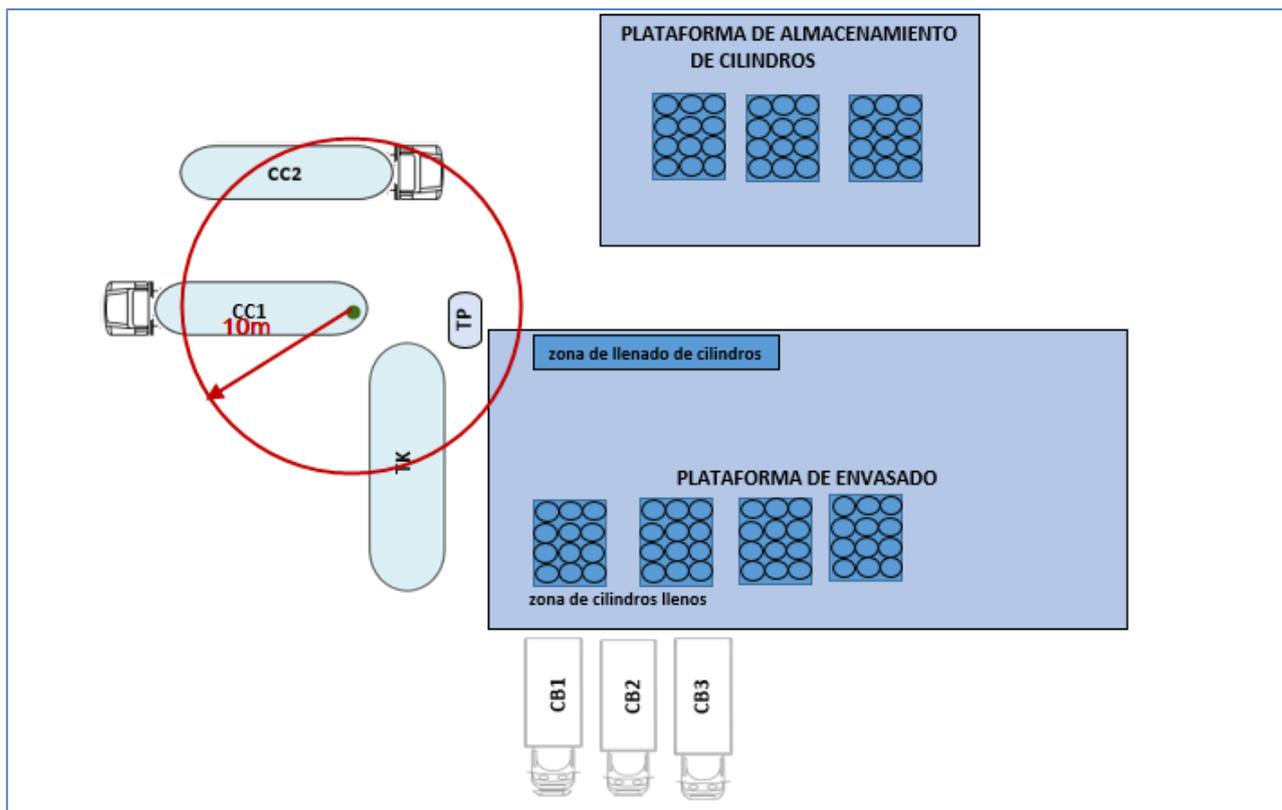


**1<sup>er</sup> Análisis:** “Tanque estacionario” (TK)



Si el riesgo ocurre en:		“Tanque estacionario (TK)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Tanque estacionario (TK)	-	150	-
2	Camión cisterna 1 (CC1)	2*100	-	-
3	Camión cisterna 2 (CC2)	2*100	-	-
4	Tanque pulmón (TP)	1*100	-	-
5	Plataforma de Envasado	1*100	-	-
Sub-Total		600	150	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>750</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>6</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>6</b>		

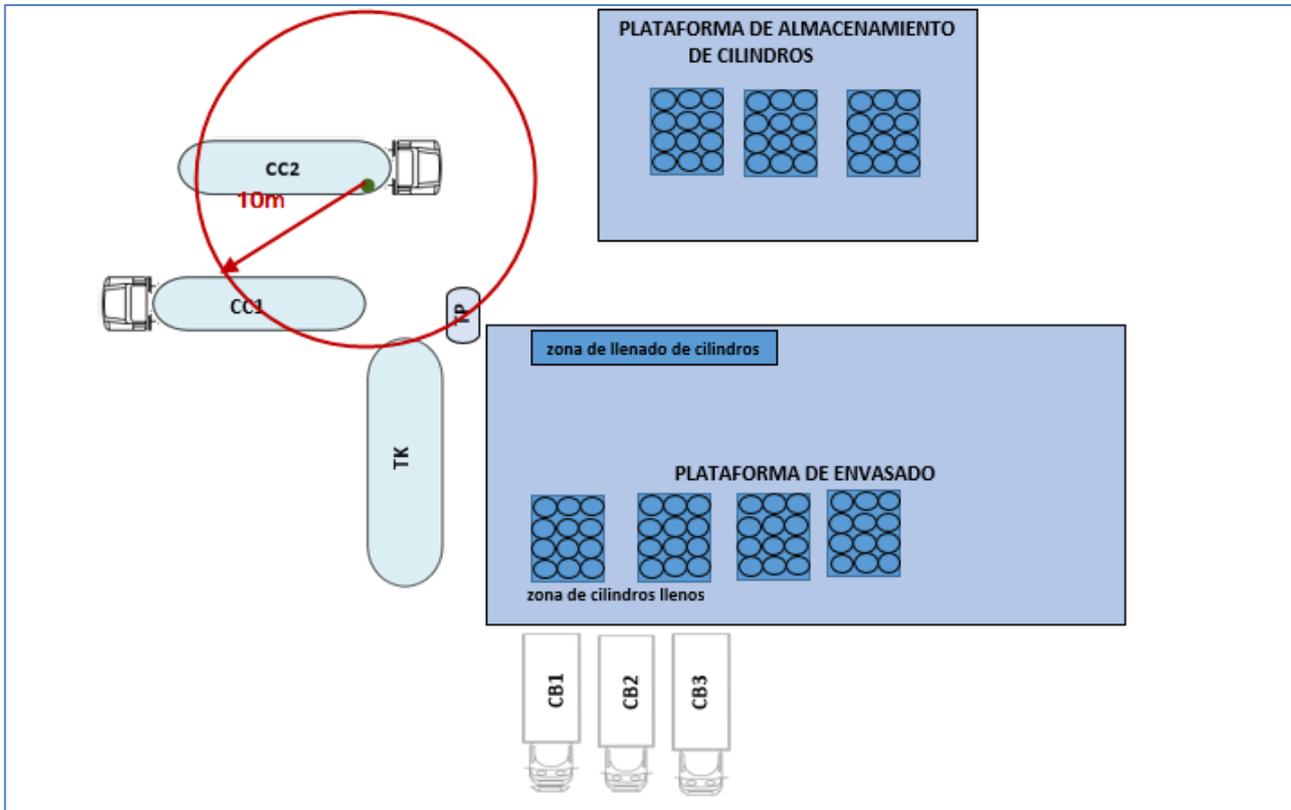
**2<sup>do</sup> Análisis:** “Camión cisterna N°1” (CC1)



Si el riesgo ocurre en:		“Camión cisterna (CC1)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión cisterna (CC1)	2*100	-	-
2	Camión cisterna(CC2) <sup>8</sup>	2*100	-	-
3	Tanque estacionario (TK)	-	150	-
4	Tanque pulmón (TP)	1*100	-	-
5	Plataforma de envasado	1*100	-	-
Sub-Total		600	150	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>750</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>6</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>6</b>		

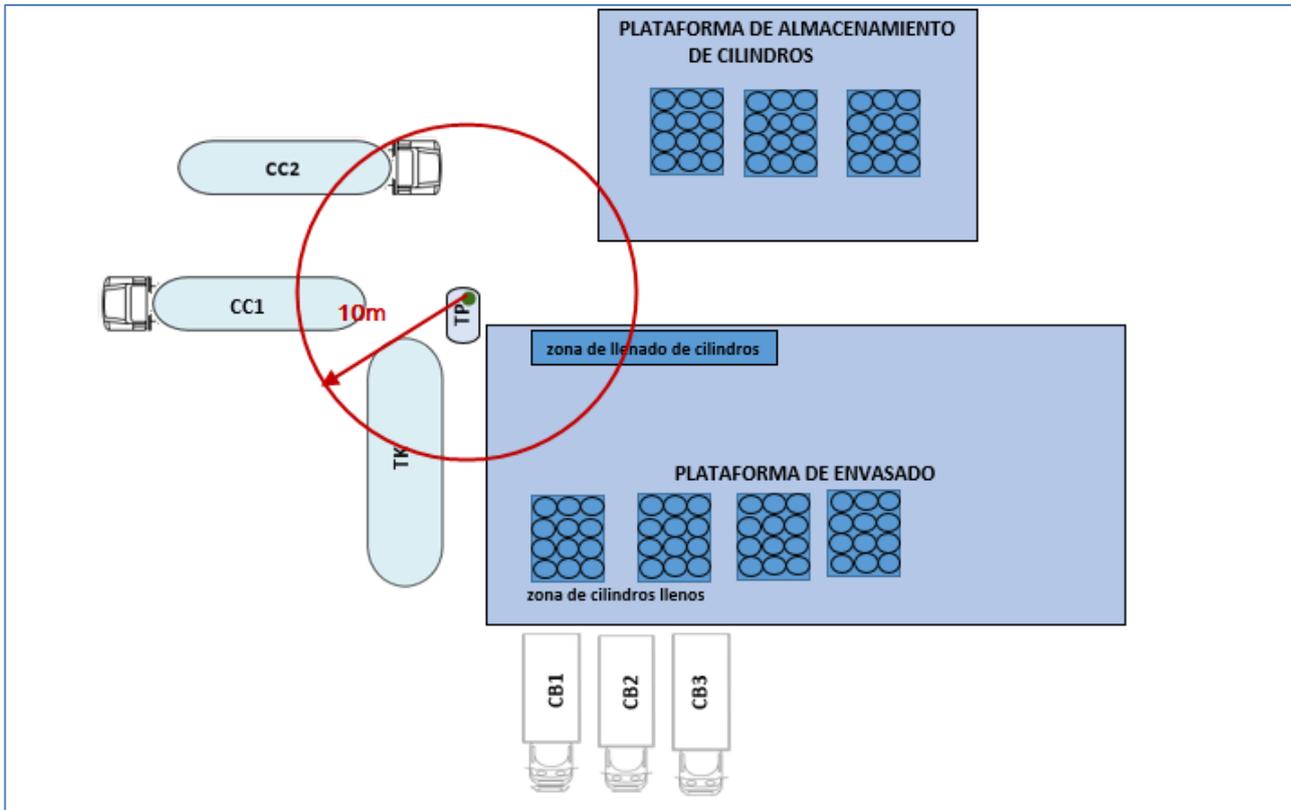
<sup>8</sup> El camión cisterna N° 2 no dispone de libre acceso y espacio suficiente para su rápida evacuación. Cabe señalar que las maniobras que se necesitan realizar para despejar los accesos originará que la evacuación de los vehículos sea más lenta.

**3er Análisis: “Camión cisterna N° 2” (CC2)**



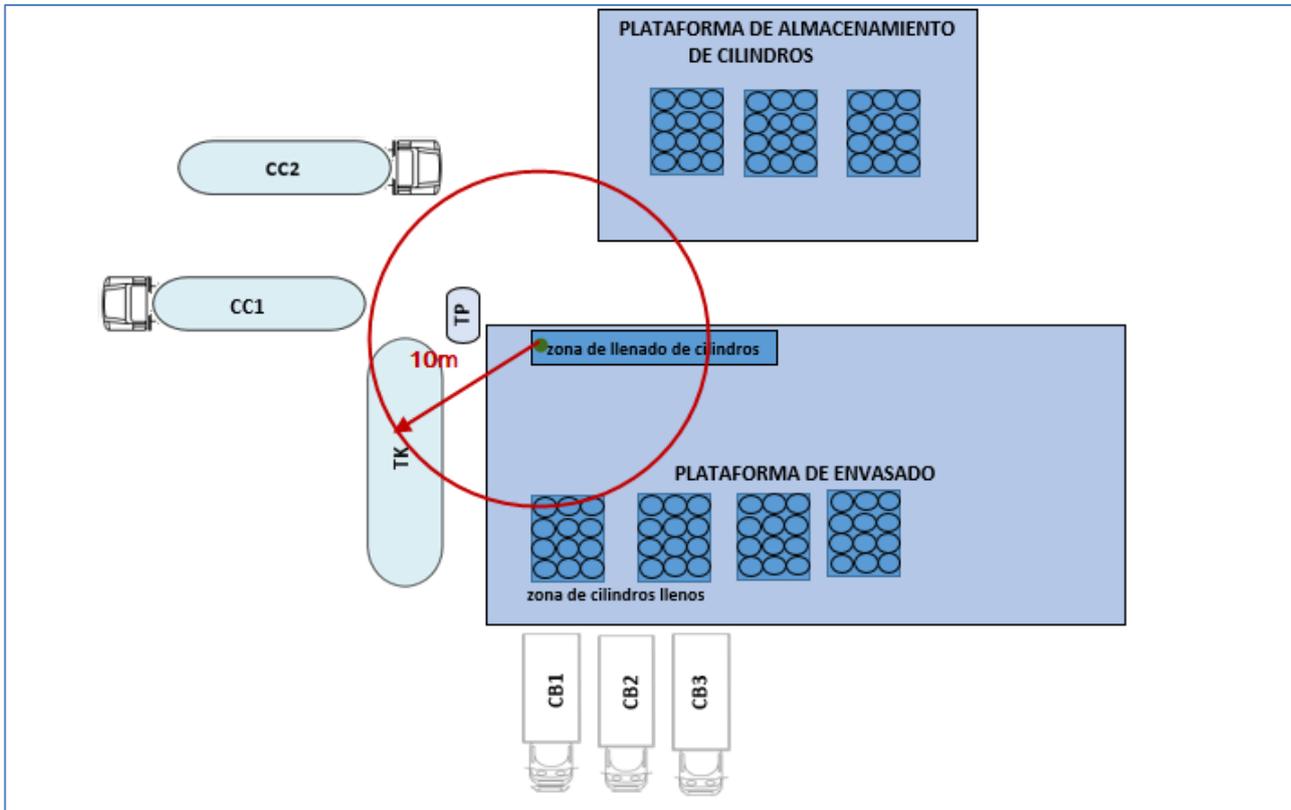
Si el riesgo ocurre en:		“Camión cisterna (CC2)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión cisterna (CC2)	2*100	-	-
2	Camión cisterna (CC1)	2*100	-	-
3	Tanque estacionario (TK)	-	150	-
4	Tanque pulmón (TP)	1*100	-	-
Sub-Total		500	150	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>650</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>5</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>5</b>		

**4<sup>to</sup> Análisis: “Tanque pulmón” (TP)**



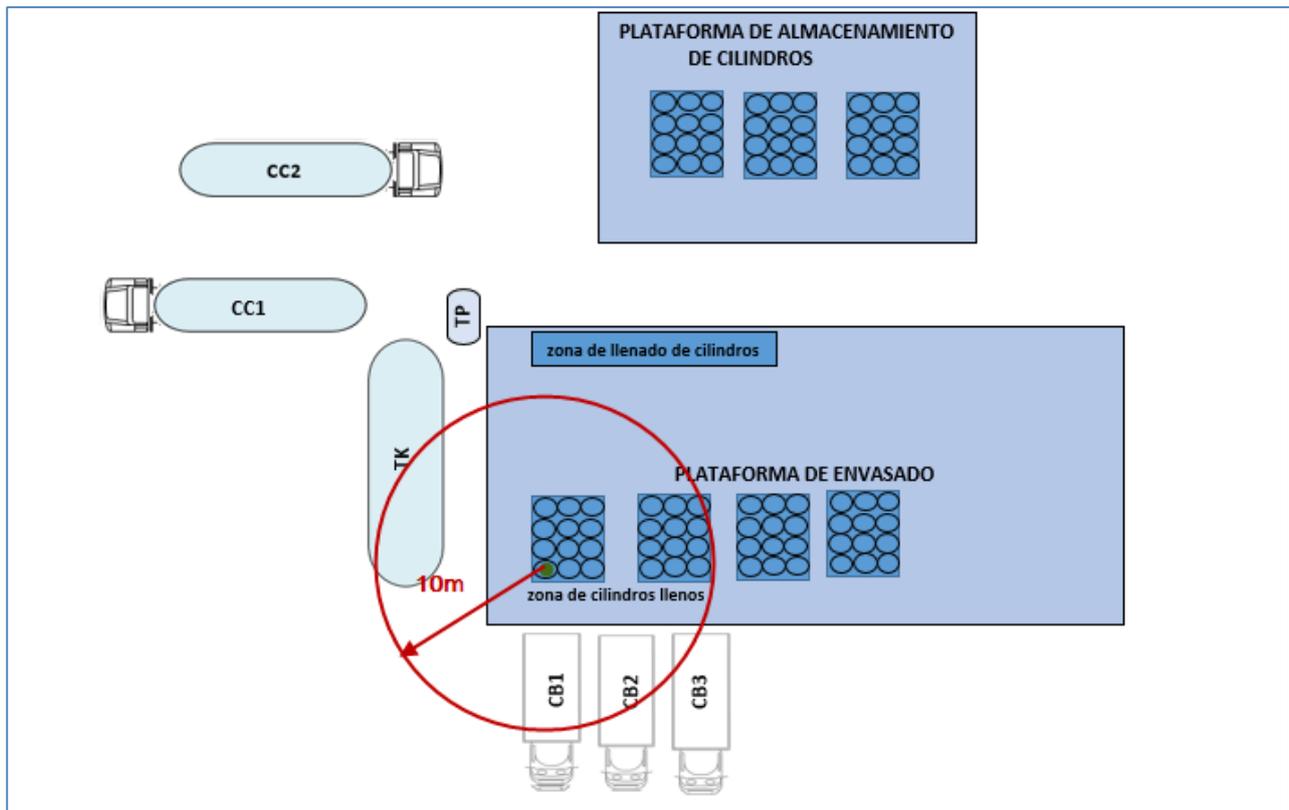
Si el riesgo ocurre en:		“Tanque pulmón (TP)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Tanque pulmón (TP)	1*100	-	-
2	Camión cisterna (CC1)	2*100	-	-
3	Camión cisterna (CC2)	2*100	-	-
4	Tanque estacionario (TK)	-	150	-
5	Plataforma de envasado	1*100	-	-
6	Plataforma de almacenamiento de cilindros	1*100	-	-
Sub-Total		700	150	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>850</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>7</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>7</b>		

**5<sup>to</sup> Análisis:** “Plataforma de Envasado (zona de llenado de cilindros)”



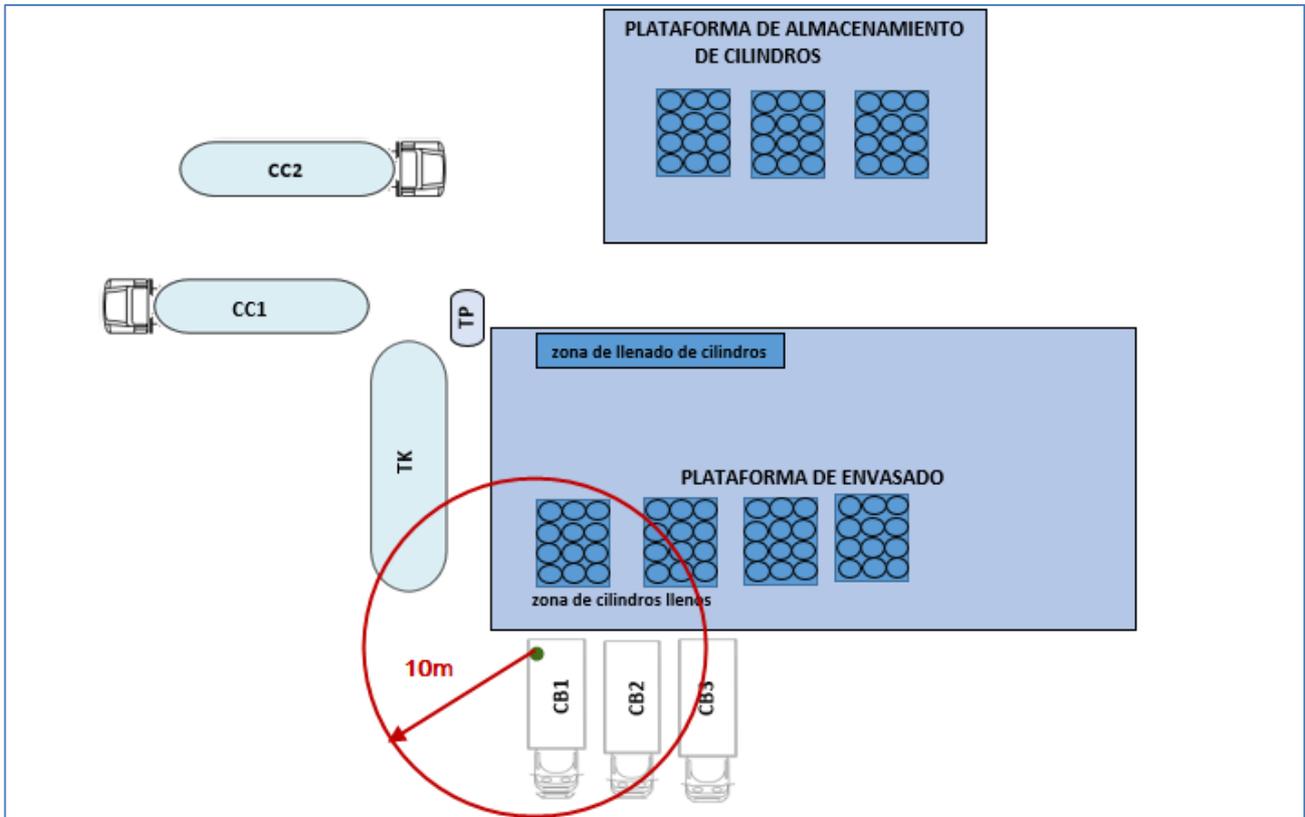
Si el riesgo ocurre en:		“Plataforma de Envasado (zona de llenado de cilindros)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Plataforma de Envasado (zona de llenado de cilindros)	1*100	-	-
2	Tanque pulmón (TP)	1*100	-	-
3	Tanque estacionario (TK)	-	150	-
4	Plataforma de almacenamiento de cilindros	1*100	-	-
Sub-Total		300	150	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>450</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>3</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>3</b>		

**6<sup>to</sup> Análisis:** “Plataforma de Envasado (zona de cilindros llenos)”



Si el riesgo ocurre en:		“Plataforma de Envasado (zona de cilindros llenos)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Plataforma de Envasado	1*100	-	-
2	Tanque estacionario (TK)	-	150	-
3	Camiones Baranda (CB1, CB2 y CB3)	3*100	-	-
Sub-Total		400	150	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>550</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>4</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>4</b>		

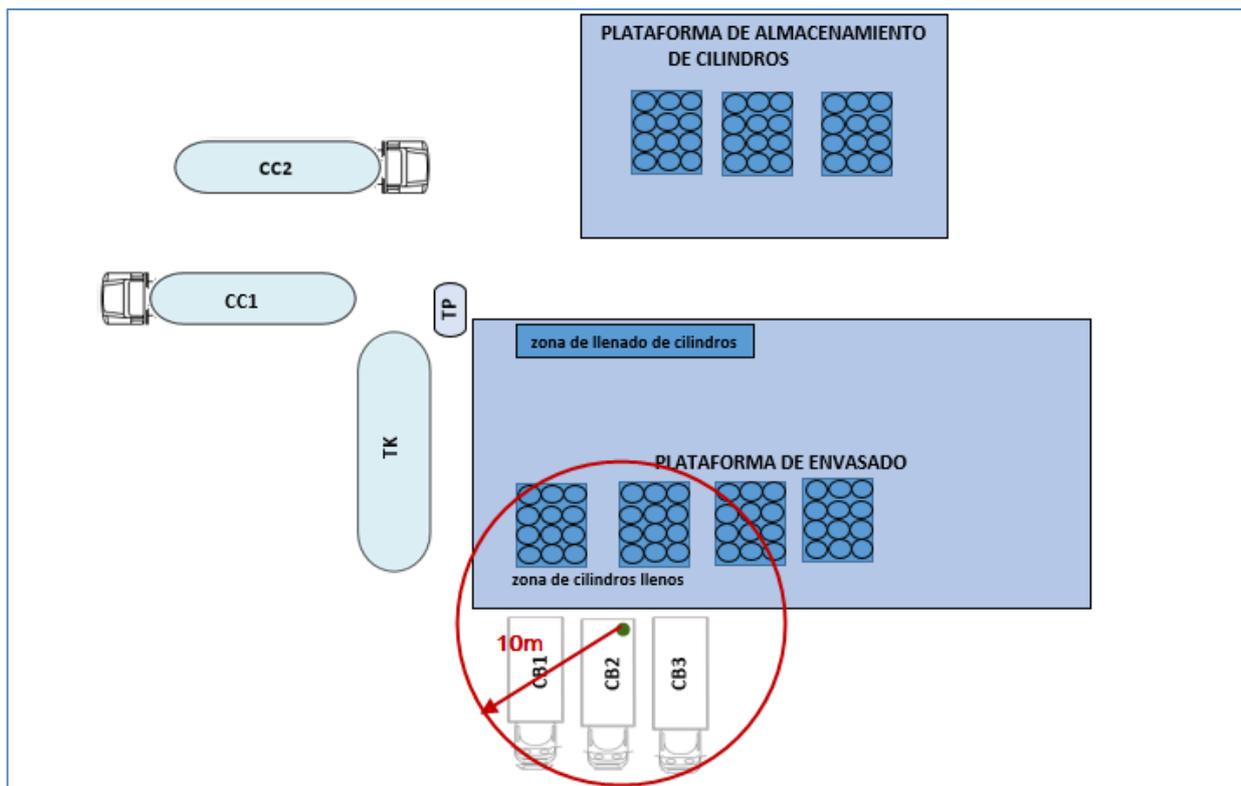
**7<sup>mo</sup> Análisis: “Camión baranda N° 1” (CB1)**



Si el riesgo ocurre en:		“Camión Baranda CB1”		
Unidades que podrían quedar afectadas <sup>9</sup> :		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión Baranda (CB1)	1*100	-	-
2	Camión Baranda (CB2)	1*100	-	-
3	Tanque estacionario (TK)	-	150	-
4	Plataforma de Envasado	1*100	-	-
Sub-Total		300	150	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>450</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>3</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>3</b>		

<sup>9</sup> A pesar que el Camión Baranda CB3 se encuentra dentro del radio de afectación de 10 metros; para el presente análisis no se tomará en cuenta para efectos de enfriamiento debido a que se encuentra apantallado por el Camión Baranda CB2.

**8<sup>vo</sup> Análisis:** “Camión baranda N° 2” (CB2)



Si el riesgo ocurre en:		“Camión Baranda (CB2)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión Baranda (CB1)	1*100	-	-
2	Camión Baranda (CB2)	1*100	-	-
3	Camión Baranda (CB3)	1*100	-	-
4	Plataforma de envasado.	1*100	-	-
Sub-Total		400	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>400</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>4</b>		
<b>N° mínimo de traje de bomberos</b>		<b>4</b>		

## RESUMEN DE ANÁLISIS

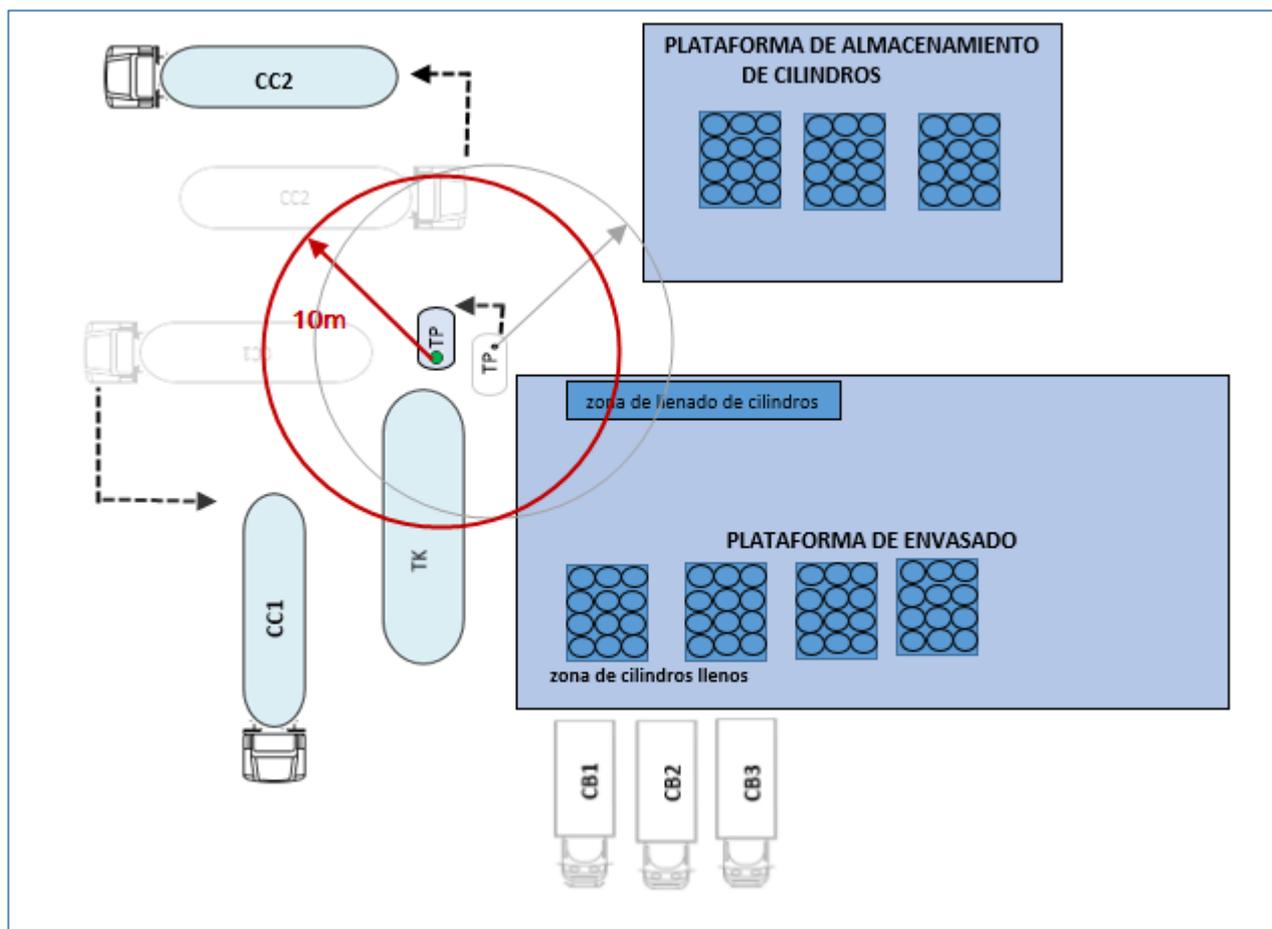
Unidad de riesgo	N° unidades afectadas	Flujo (GPM)	N° mangueras	N° trajes de bomberos
Tanque estacionario (TK)	5	750	6	6
Camión cisterna N° 1 (CC1)	5	750	6	6
Camión cisterna N° 2 (CC2)	4	650	5	5
Tanque pulmón (TP)	6	850	7	7
Plataforma de Envasado (zona de llenado de cilindros)	4	450	3	3
Plataforma de Envasado (zona de cilindros llenos)	5	550	4	4
Camión baranda N° 1 (CB1)	4	450	3	3
Camión baranda N° 2 (CB2)	4	400	4	4
Camión baranda N° 3 (CB3)	3	300	3	3

### **Conclusión:**

El Escenario de Máximo Riesgo Individual Probable se daría en caso exista un jet fire en el tanque pulmón, requiriendo así un flujo de 850GPM y 7 mangueras con 7 trajes de bomberos para brigadas como mínimo para dar atención a dicho escenario. Estas cantidades pueden ser mayores si es que el Estudio de Riesgos así lo determina.

### **¿Cómo reducir el EMRIP?**

A manera de ejemplo demostrativo, para el Escenario de incendio en el tanque pulmón, se proponen los siguientes cambios:



De acuerdo al diagrama mostrado, para reducir el riesgo en el caso de que ocurra un incendio en el tanque pulmón, se ha realizado los siguientes cambios:

- ✓ Reubicación del tanque pulmón(TP), de modo que el radio de afectación no alcance hasta la Plataforma de Almacenamiento de Cilindros.
- ✓ Reubicación de los dos camiones cisterna (CC1 y CC2), de modo que el radio de afectación por incendio en el tanque pulmón no los alcance.
- ✓ Cambio de posiciones del tanque pulmón y los dos camiones cisternas tal que estos disten más de 10 metros entre sus límites;

Con esta nueva distribución, el mínimo flujo necesario para la atención de un incendio en el tanque pulmón será con el uso de dos (2) mangueras (tanque pulmón y plataforma de envasado) equivalentes a 200 GPM más el flujo por aspersores para el tanque estacionario (150 GPM), logrando así una reducción del flujo de agua de 850GPM a 350 GPM y la reducción del número de mangueras de siete (7) mangueras a dos (2) mangueras.

Cabe mencionar que, al haberse modificado la disposición y distancias entre equipos, unidades y sistemas, se debe proceder a realizar un nuevo análisis por cada unidad y/o equipo siguiendo los pasos indicados en el numeral 3 del presente documento, a fin de encontrar el nuevo EMRIP, a fin de identificar si el EMRIP sigue siendo el mismo o es un nuevo escenario.

Asimismo, corresponde al evaluador identificar la mejor redistribución y espaciamiento de los equipos y posteriormente volver a realizar un análisis competo, de manera que se logre que el EMRIP requiera la menor cantidad posible de mangueras y trajes de bomberos para brigadistas. El escenario mostrado (escenario del tanque pulmón - TP) inicialmente para reducir el flujo de agua y cantidad de mangueras sólo es demostrativo.

Cabe resaltar que existen otras formas de reducir el riesgo tales como:

- ✓ Alejar la plataforma de almacenamiento de cilindros, de modo que existan menos zonas afectadas ante un evento de incendio.
- ✓ Monticular o enterrar el tanque estacionario, de modo que no se requiera el sistema de enfriamiento por aspersión para el tanque estacionario.
- ✓ Colocar muro cortafuegos, de modo que exista compartimentación de las áreas y la exposición al fuego se vea reducida.

Estas variaciones de equipos y/o unidades dentro de las instalaciones modifican el Estudio de Riesgos, por lo que este debe ser revisado y actualizado.

## CASO N°2: “Tanque estacionario tipo enterrado”

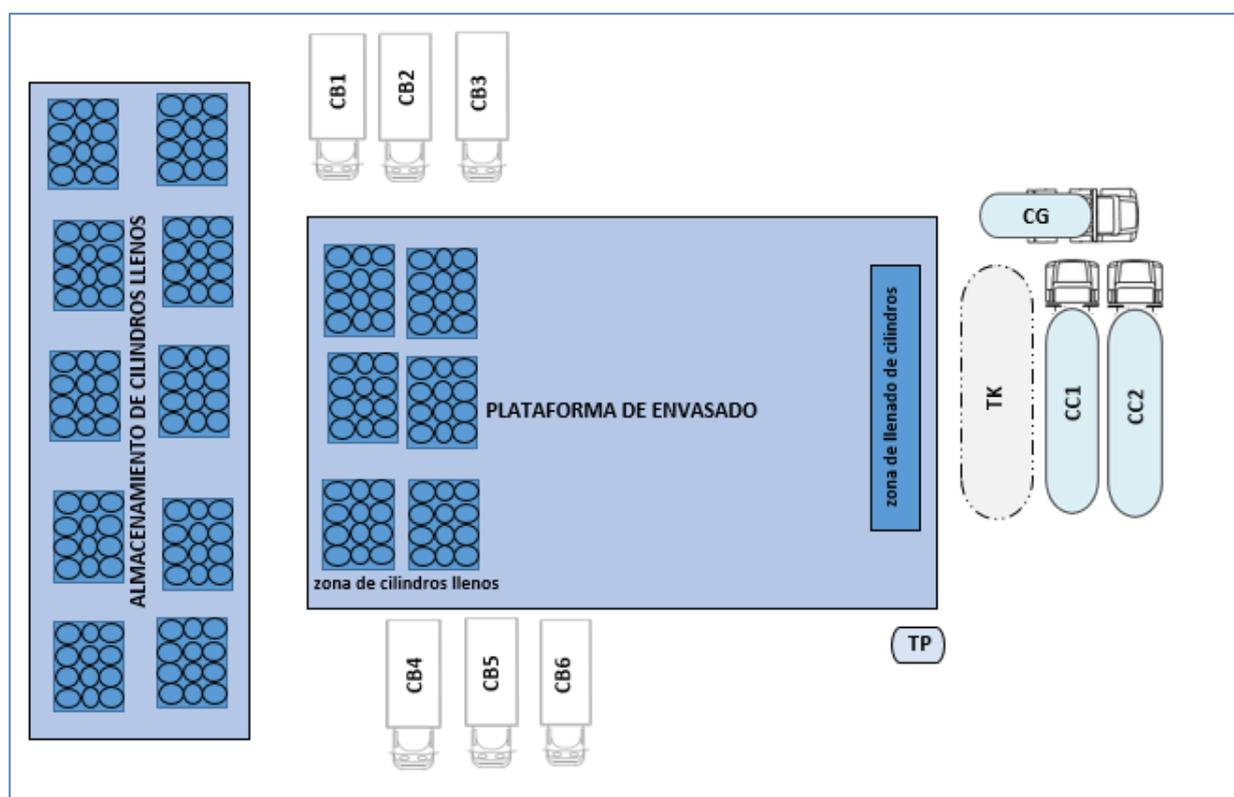
Para el presente caso se considera una planta envasadora que cuenta con:

- ✓ Un (1) tanque estacionario enterrado (por tanto, no requiere aspersores para enfriamiento de la superficie del tanque)
- ✓ Un (1) tanque pulmón de capacidad menor a 500 galones
- ✓ Atención simultánea de dos (2) Camiones cisterna para transporte de GLP, de 14000 galones de capacidad, cada uno y, además, en simultáneo un (1) Camión Granelero de 6000 galones.
- ✓ Una (1) plataforma de envasado de cilindros
- ✓ Seis (6) medios de transporte de cilindros (camión baranda)
- ✓ Una (1) plataforma adicional para almacenamiento de cilindros.

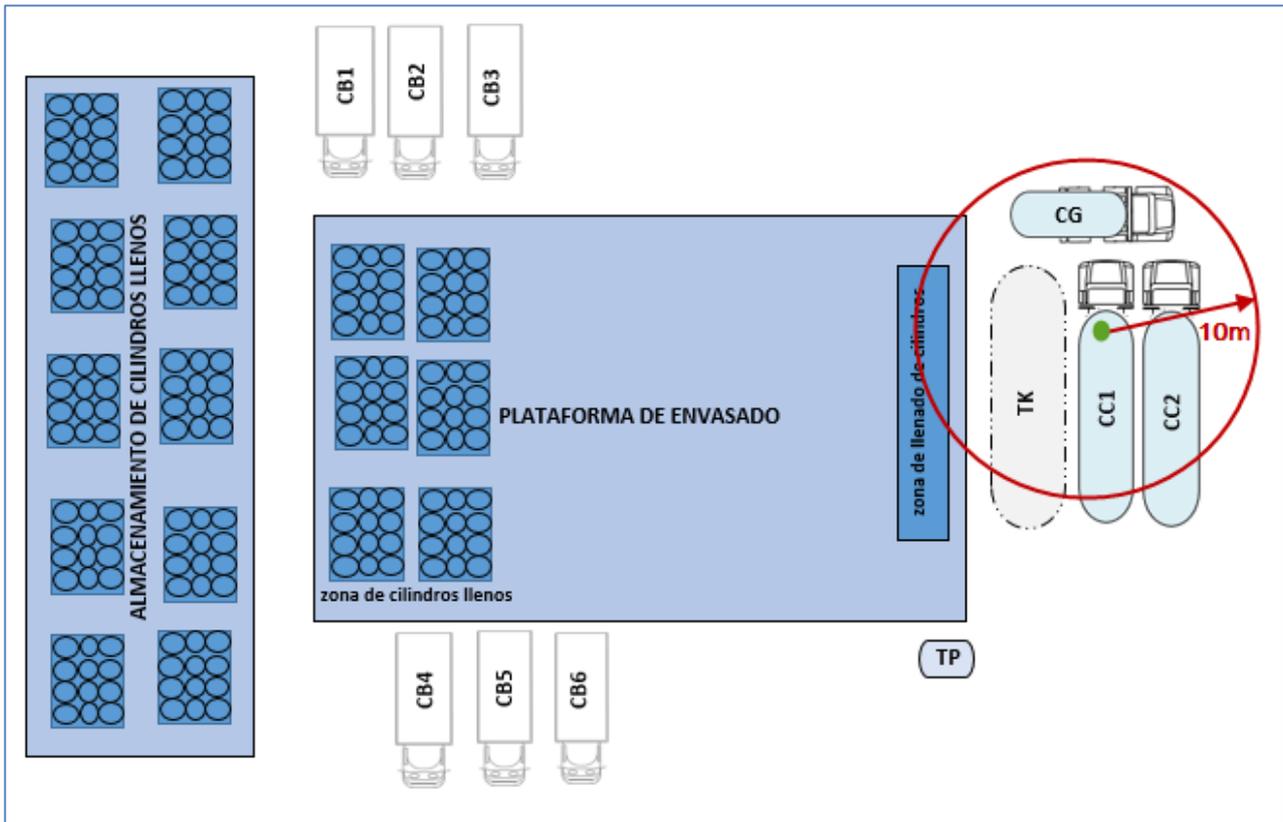
Por tanto, los posibles equipos y/o unidades de riesgo dentro de la planta envasadora son:

- ✓ TK : Incendio en tanque estacionario expuesto en superficie
- ✓ TP : Incendio en tanque pulmón de capacidad menor a 500 galones
- ✓ CC1 : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad
- ✓ CC2 : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad
- ✓ CG : Incendio en camión granelero de 6000 galones de capacidad
- ✓ CB1 : Incendio en camión baranda 1
- ✓ CB2 : Incendio en camión baranda 2
- ✓ CB3 : Incendio en camión baranda 3
- ✓ CB4 : Incendio en camión baranda 4
- ✓ CB5 : Incendio en camión baranda 5
- ✓ CB6 : Incendio en camión baranda 6
- ✓ PLATAFORMA DE ENVASADO: Incendio en Plataforma de envasado – zona de llenado de cilindros
- ✓ PLATAFORMA DE ENVASADO: Incendio en Plataforma de envasado – zona de cilindros llenos
- ✓ PLATAFORMA DE ALMACENAMIENTO DE CILINDROS: Incendio en Plataforma

Para efectos prácticos y de presentación en este informe, solo se tomará en cuenta siete (7) posibles escenarios. Un esquema gráfico de la instalación se muestra a continuación:



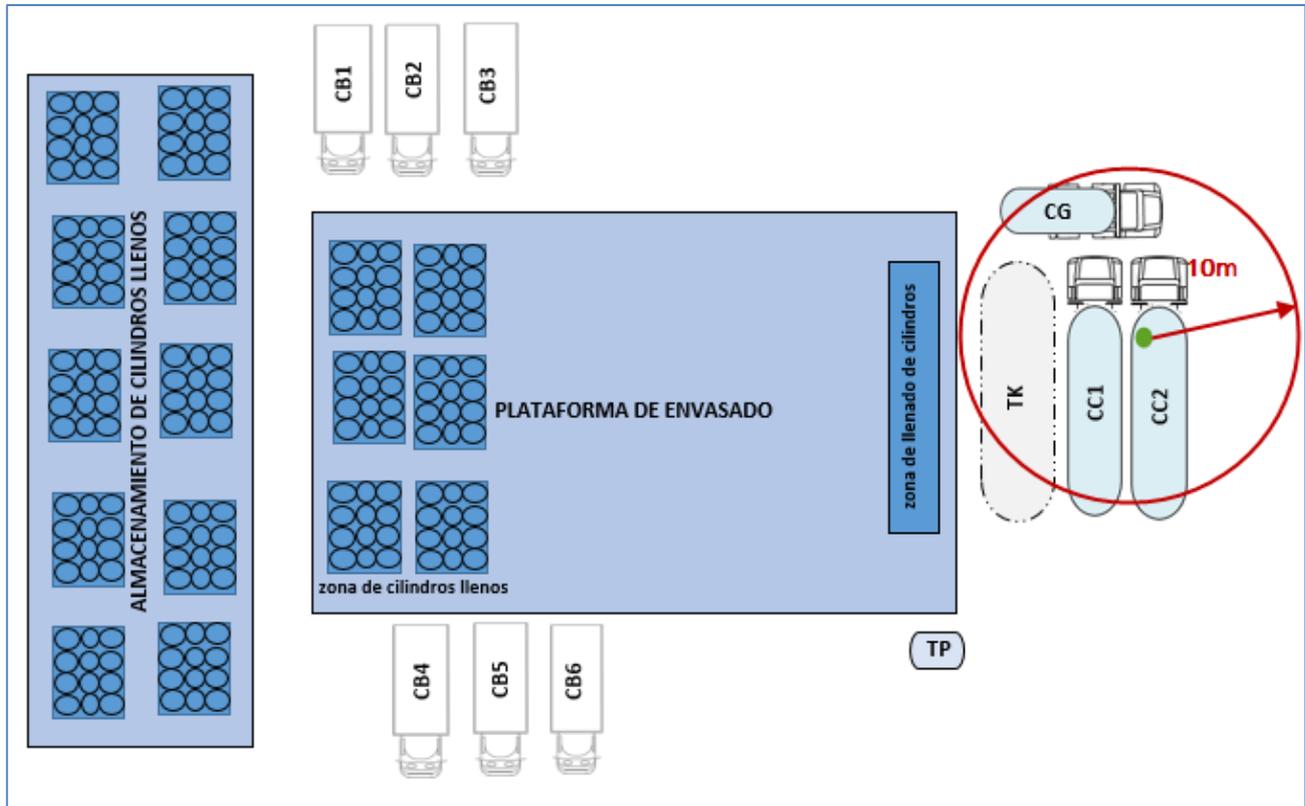
**1er Análisis:** “Camión cisterna N°1” (CC1)



Si el riesgo ocurre en:		“Camión cisterna (CC1)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión cisterna (CC1)	2*100	-	-
2	Camión cisterna (CC2)	2*100	-	-
3	Camión granelero (CG)	1*100	-	-
4	Plataforma de Envasado <sup>10</sup>	1*100	-	-
Sub-Total		600	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>600</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>6</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>6</b>		

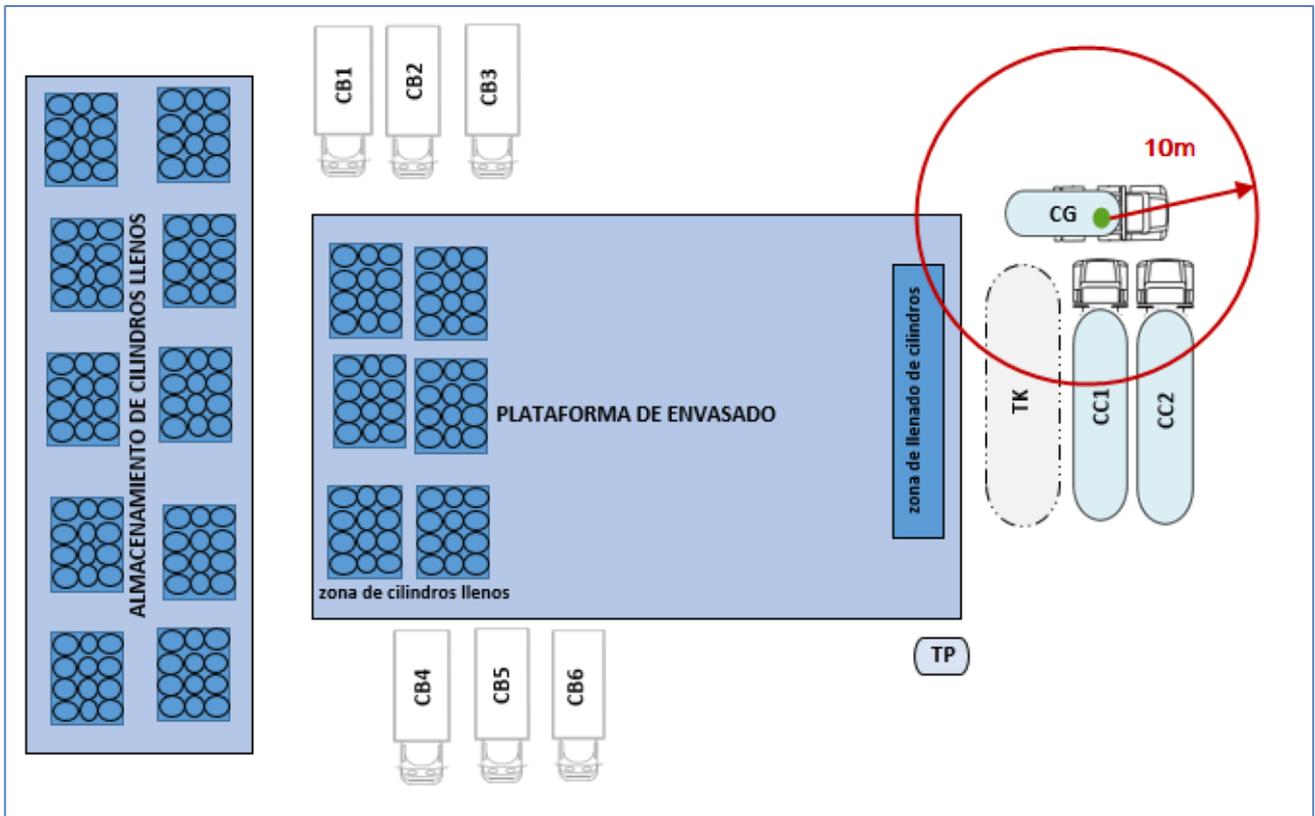
<sup>10</sup> Debido a que el tanque estacionario está enterrado y la plataforma de envasado está ubicada a menos de 10 metros del camión cisterna dicha plataforma queda afectada.

**2<sup>do</sup> Análisis: “Camión cisterna N°2” (CC2)**



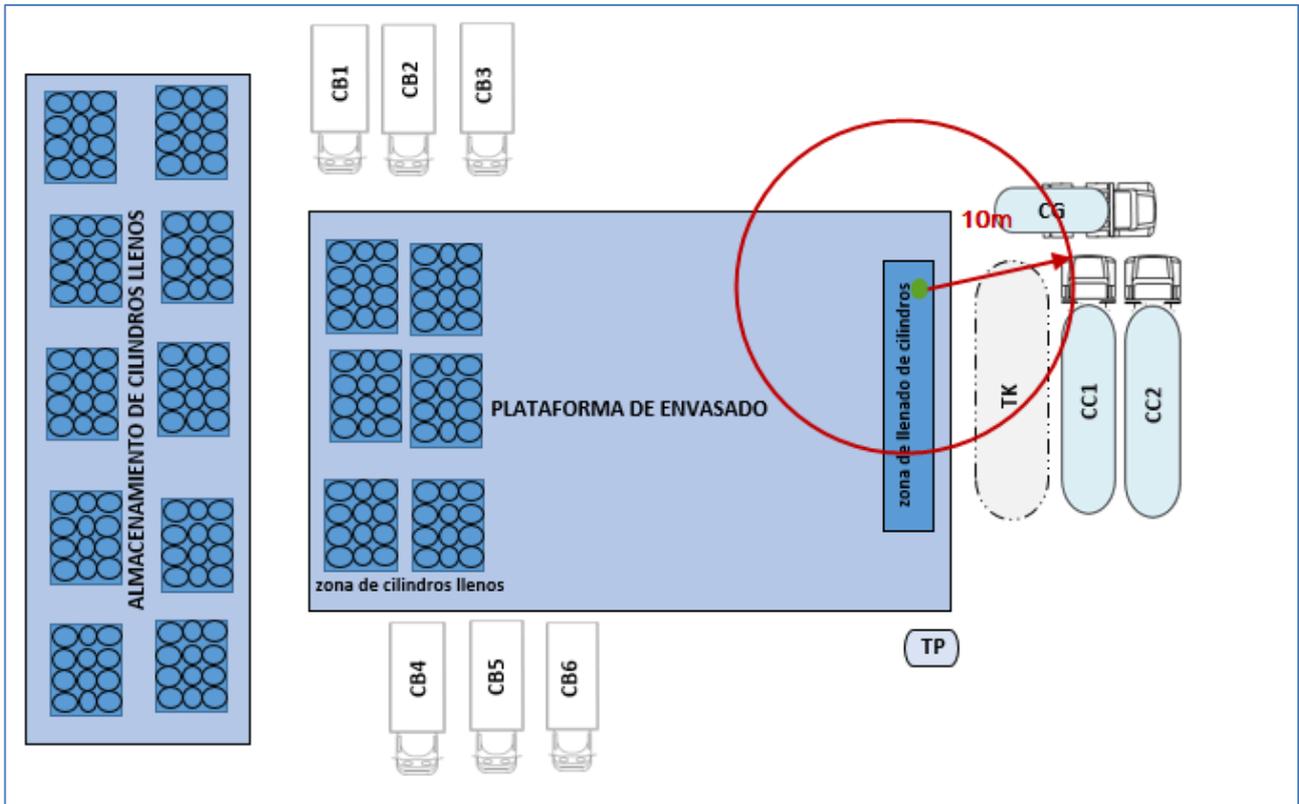
Si el riesgo ocurre en:		“Camión cisterna (CC2)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión cisterna (CC2)	2*100	-	-
2	Camión cisterna (CC1)	2*100	-	-
3	Camión Granelero (CG)	1*100	-	-
Sub-Total		500	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>500</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>5</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>5</b>		

**3er Análisis:** “Camión granelero” (CG)



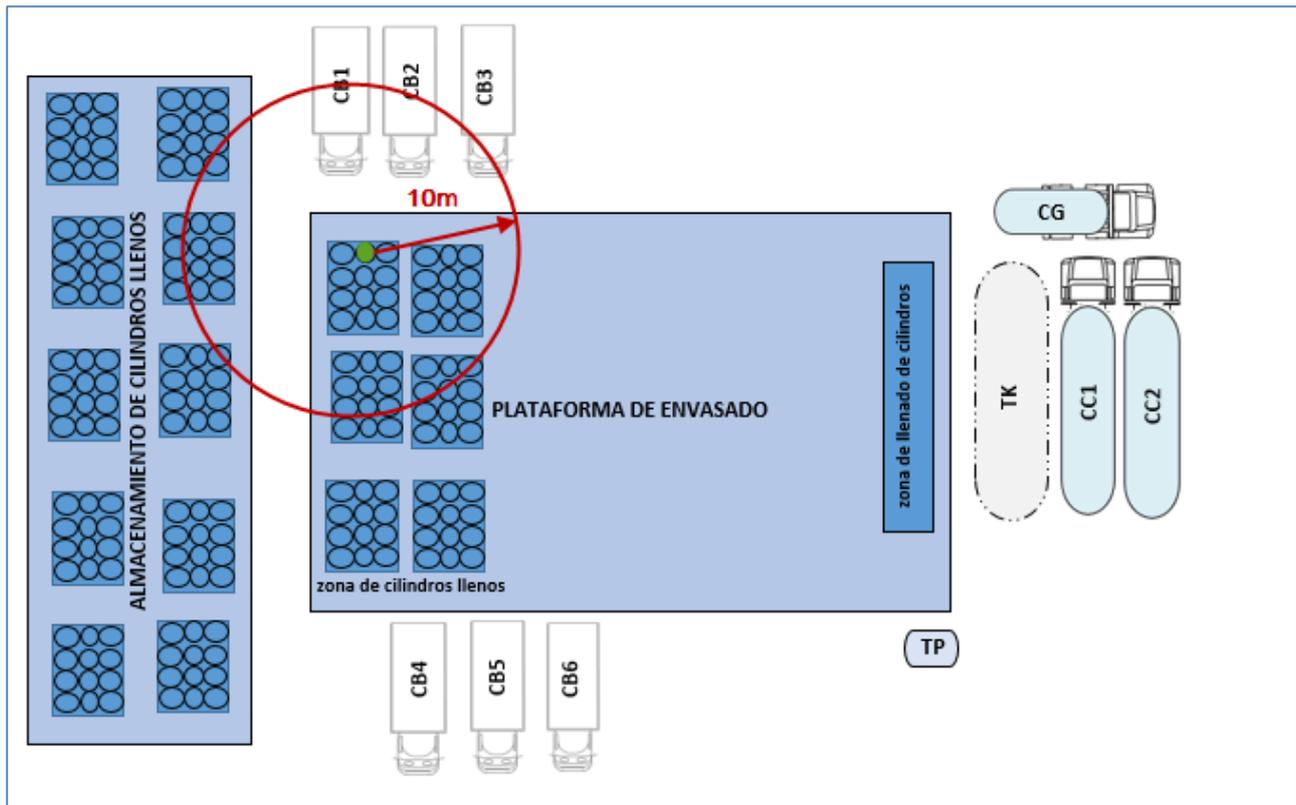
Si el riesgo ocurre en:		“Camión granelero (CG)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión granelero (CG)	1*100	-	-
2	Camión cisterna (CC1)	2*100	-	-
3	Camión cisterna (CC2)	2*100	-	-
4	Plataforma de envasado	1*100	-	-
Sub-Total		600	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>600</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>6</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>6</b>		

**4º Análisis:** “plataforma de envasado (zona de llenado de cilindros)”



Si el riesgo ocurre en:		“Plataforma de Envasado (zona de llenado de cilindros)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Plataforma de envasado	1*100	-	-
2	Camión cisterna (CC1)	2*100	-	-
3	Camión granelero (CG)	1*100	-	-
Sub-Total		400	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>400</b>		
<b>Nº mínimo de mangueras</b>		<b>4</b>		
<b>Nº mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>4</b>		

**5<sup>to</sup> Análisis:** “Plataforma de envasado (zona de cilindros llenos)”



Si el riesgo ocurre en:		“Plataforma de envasado (zona de cilindros llenos)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Plataforma de envasado	1*100	-	-
2	Camiones baranda (CB1, CB2 y CB3)	3*100	-	-
3	Plataforma de almacenamiento de cilindros llenos	1*100	-	-
Sub-Total		500	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>500</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>5</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>5</b>		

6<sup>to</sup> Análisis: Plataforma de almacenamiento de cilindros llenos”



Si el riesgo ocurre en:		“Plataforma de almacenamiento de cilindros llenos”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Plataforma de almacenamiento de cilindros llenos	1*100	-	-
2	Camión baranda (CB1)	1*100	-	-
3	Plataforma de envasado	1*100	-	-
Sub-Total		300	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>300</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>3</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>3</b>		

**7<sup>mo</sup> Análisis: “Camión baranda N° 5” (CB5)**



Si el riesgo ocurre en:		“Camión baranda (CB5)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Plataforma de envasado	1*100	-	-
2	Camiones baranda (CB4, CB5 y CB6)	3*100	-	-
Sub-Total		400	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>400</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>4</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>4</b>		

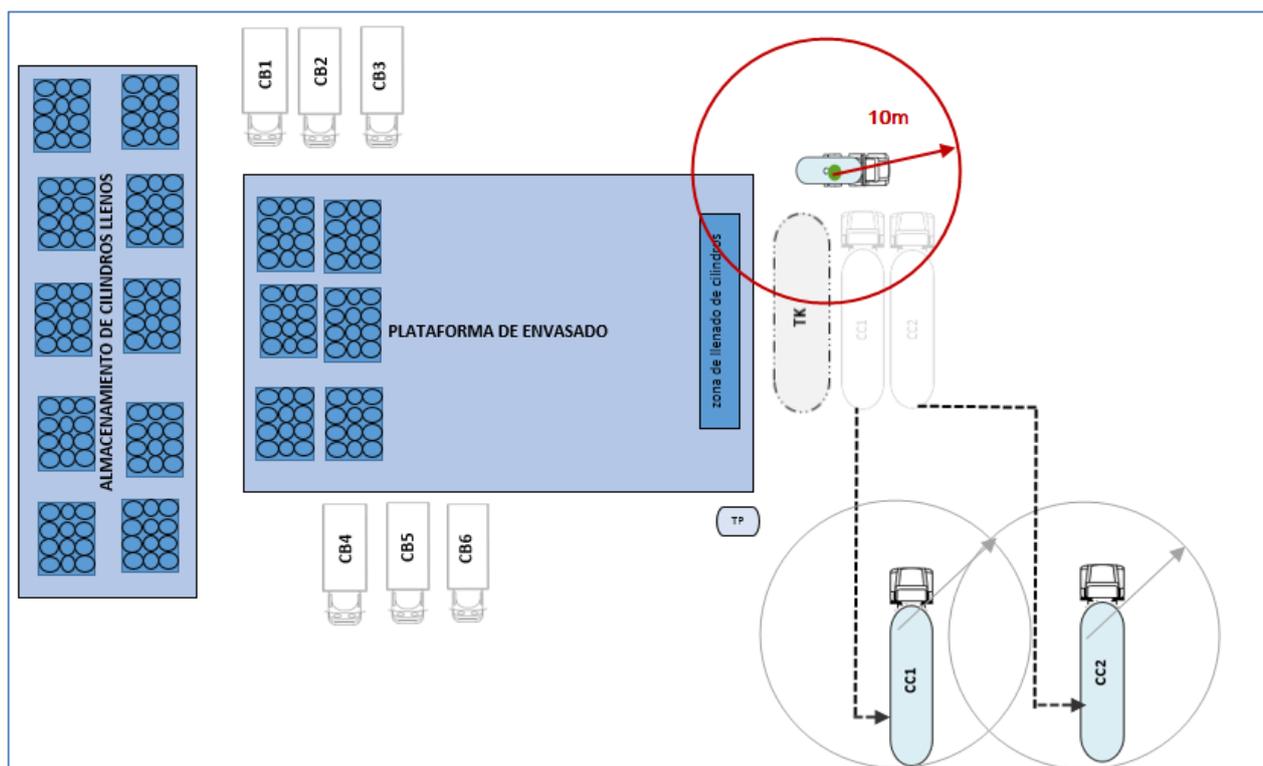
## RESUMEN DE ANÁLISIS

Unidad de riesgo	N° unidades afectadas	Flujo (GPM)	N° mangueras	N° trajes de bomberos
Camión cisterna N° 1 (CC1)	4	600	6	6
Camión cisterna N° 2 (CC2)	3	500	5	5
Camión granelero (CG)	4	600	6	6
Plataforma de Envasado (zona de llenado de cilindros)	3	400	4	4
Plataforma de Envasado (zona de cilindros llenos)	5	500	5	5
Plataforma de almacenamiento de cilindros llenos	3	300	3	3
Camión baranda (CB5)	4	400	4	4

### Conclusión:

El Escenario de Máximo Riesgo Individual Probable se daría en caso exista un jet fire en el camión cisterna N° 1 o el camión granelero, requiriendo así un flujo de 600GPM y 6 mangueras con 6 trajes de bomberos para brigadas como mínimo para atención a dicho escenario. Estas cantidades pueden ser mayores si es que el Estudio de Riesgos así lo exige.

### ¿Cómo reducir el EMRIP?



De acuerdo al diagrama mostrado, para reducir el riesgo en el caso de que ocurra una emergencia en el camión granelero, se ha realizado cambio de posiciones de los 02 camiones cisternas tal que estos disten más de 10 metros desde sus límites hasta el límite de cualquier otra unidad o equipo de riesgo; por lo que el flujo necesario para dar atención a este nuevo escenario será de 2 mangueras (tanque pulmón y plataforma de envasado) equivalentes a 200GPM, reduciéndose así el flujo de 600GPM a 200GPM y el número de mangueras de 6 a 2.

### CASO N°3: “Grupo de tanques estacionarios con un sistema de enfriamiento común”

Para el presente caso se considera una planta envasadora que cuenta con:

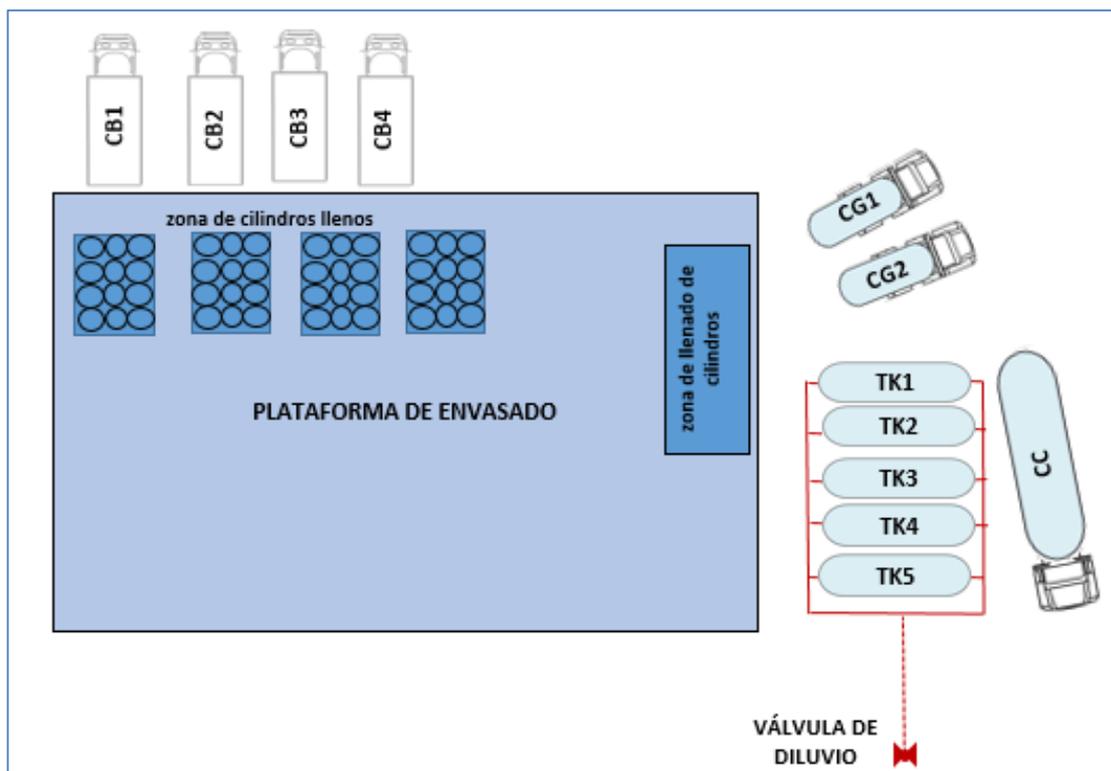
- ✓ Cinco (5) tanques estacionarios en superficie expuestos (con aspersores, cuyo caudal por cada tanque estacionario es de 50 GPM, para enfriamiento de la superficie del tanque)
- ✓ Atención simultánea de un (1) Camión Cisterna para transporte de GLP, de 14000 galones de capacidad, y, además, en simultáneo dos (2) Camiones Graneleros de 6000 galones cada uno.
- ✓ Una (1) plataforma de envasado de cilindros
- ✓ Cuatro (4) medios de transporte de cilindros (camión baranda)

Asimismo, se considera que en sistema de actuación de los aspersores está conformado por una única válvula de diluvio.

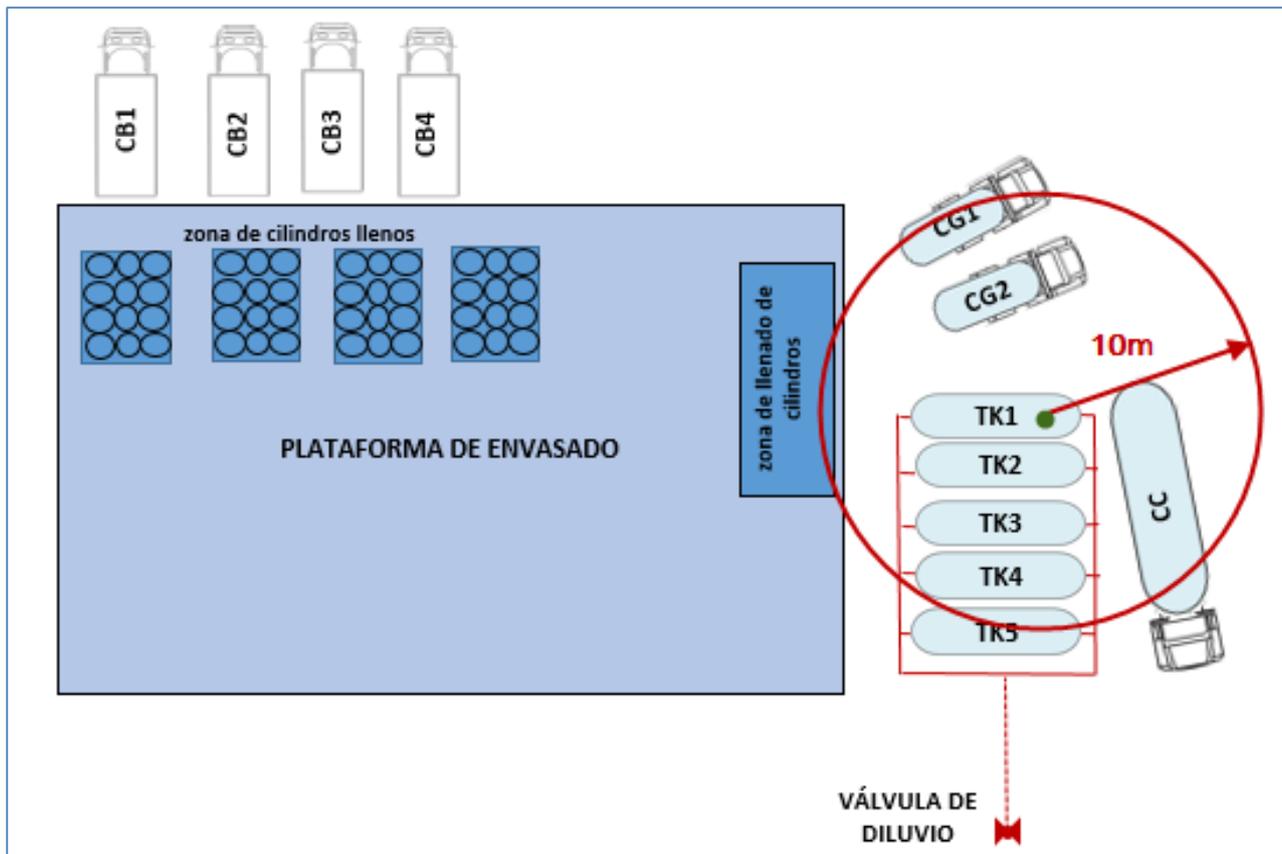
Por tanto, los posibles equipos y/o unidades de riesgo dentro de la planta envasadora son:

- ✓ TK1 : Incendio en tanque estacionario expuesto en superficie, TK1
- ✓ TK2 : Incendio en tanque estacionario expuesto en superficie, TK2
- ✓ TK3 : Incendio en tanque estacionario expuesto en superficie, TK3
- ✓ TK4 : Incendio en tanque estacionario expuesto en superficie, TK4
- ✓ TK5 : Incendio en tanque estacionario expuesto en superficie, TK5
- ✓ CC : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad
- ✓ CG1 : Incendio en camión granelero de 6000 galones de capacidad, CG1
- ✓ CG2 : Incendio en camión granelero de 6000 galones de capacidad, CG2
- ✓ CB1 : Incendio en camión baranda 1
- ✓ CB2 : Incendio en camión baranda 2
- ✓ CB3 : Incendio en camión baranda 3
- ✓ CB4 : Incendio en camión baranda 4
- ✓ PLATAFORMA DE ENVASADO: Incendio en Plataforma de envasado – zona de llenado de cilindros
- ✓ PLATAFORMA DE ENVASADO: Incendio en Plataforma de envasado – zona de cilindros llenos

Para efectos prácticos y de presentación en este informe, solo se tomará en cuenta siete (7) posibles escenarios. Un esquema gráfico de la instalación se muestra a continuación:



**1er Análisis:** “Tanque estacionario N°1” (TK1)

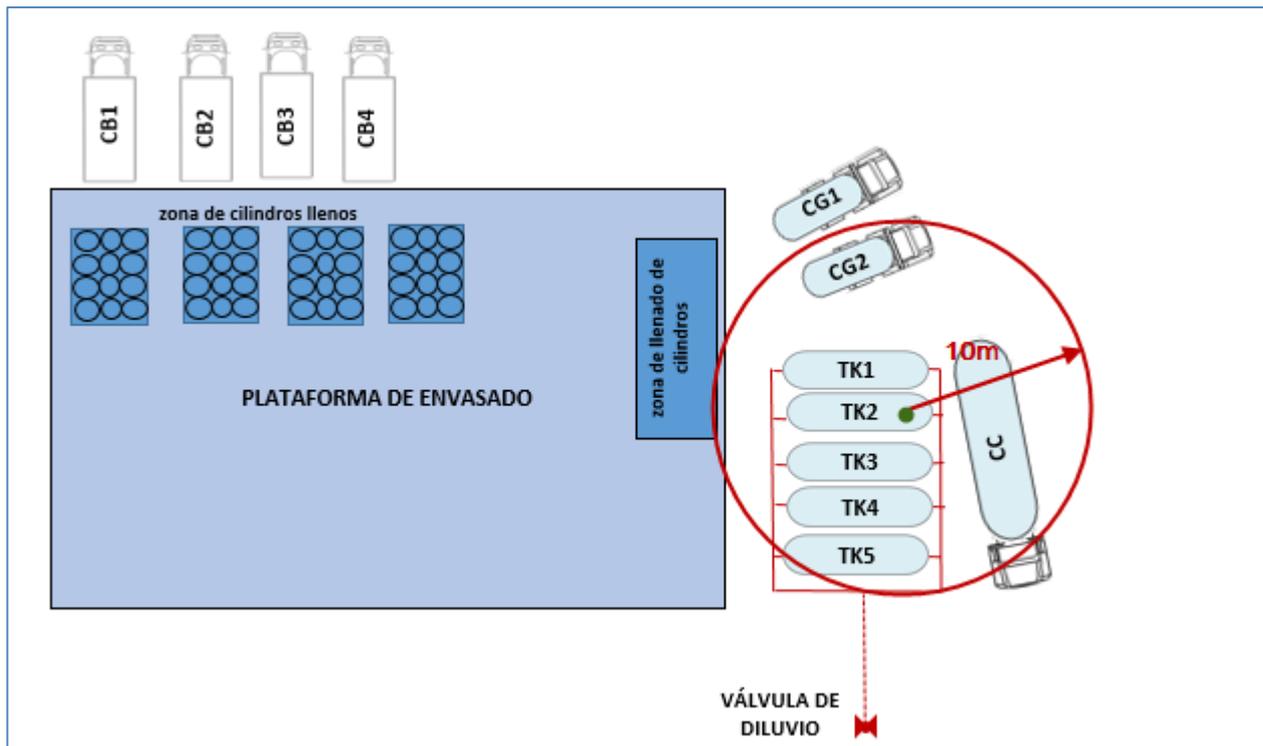


Si el riesgo ocurre en:		“Tanque estacionario (TK1)”		
Unidades que podrían quedar afectadas <sup>11</sup> :		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Tanque estacionario (TK1)	-	<sup>12</sup> 5*50 = 250	-
2	Tanque estacionario (TK2)	-		-
3	Camión granelero (CG2)	1*100	-	-
4	Camión cisterna (CC)	2*100		
5	Plataforma de Envasado	1*100	-	-
Sub-Total		400	250	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>650</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>4</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>4</b>		

<sup>11</sup> A pesar que el Camión Granelero CG1 se encuentra dentro del radio de afectación de 10 metros; para el presente análisis, no se tomará en cuenta para efectos de enfriamiento debido a que se encuentra apantallado por el Camión Granelero CG2.

<sup>12</sup> Los cinco (05) tanques estacionarios de capacidad de 1000 galones c/u tienen un sistema de enfriamiento en común, activado por una (1) válvula de diluvio, es decir, si ocurre un incendio en cualquiera de los tanques, siempre se enfriará a los 5 tanques.

**2<sup>do</sup> Análisis:** “Tanque estacionario N°2” (TK2)

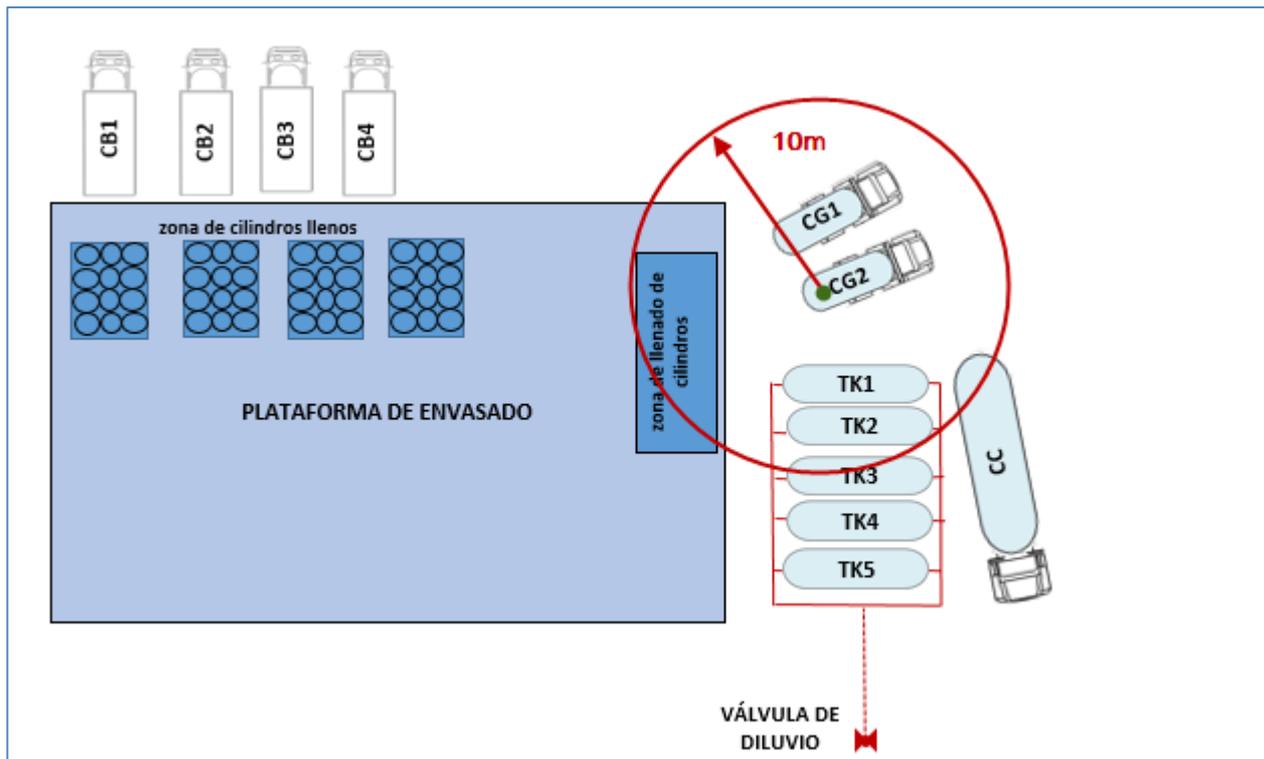


Si el riesgo ocurre en:		“Tanque estacionario (TK2)”		
Unidades que podrían quedar afectadas <sup>13</sup> :		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Tanque estacionario (TK1)	-	14 5*50 = 250	-
2	Tanque estacionario (TK2)	-		-
3	Tanque estacionario (TK3)	-		-
4	Camión cisterna (CC)	2*100		
5	Plataforma de Envasado	1*100	-	-
Sub-Total		300	250	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>550</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>3</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>3</b>		

<sup>13</sup> A pesar que el Camión Granelero CG2 se encuentra dentro del radio de afectación de 10 metros; para el presente análisis, no se tomará en cuenta para efectos de enfriamiento debido a que se encuentra apantallado por el Tanque estacionario TK1.

<sup>14</sup> Los cinco (05) tanques estacionarios de capacidad de 1000 galones c/u tienen un sistema de enfriamiento en común, activado por una (1) válvula de diluvio, es decir, si ocurre un incendio en cualquiera de los tanques, siempre se enfriará a los 5 tanques.

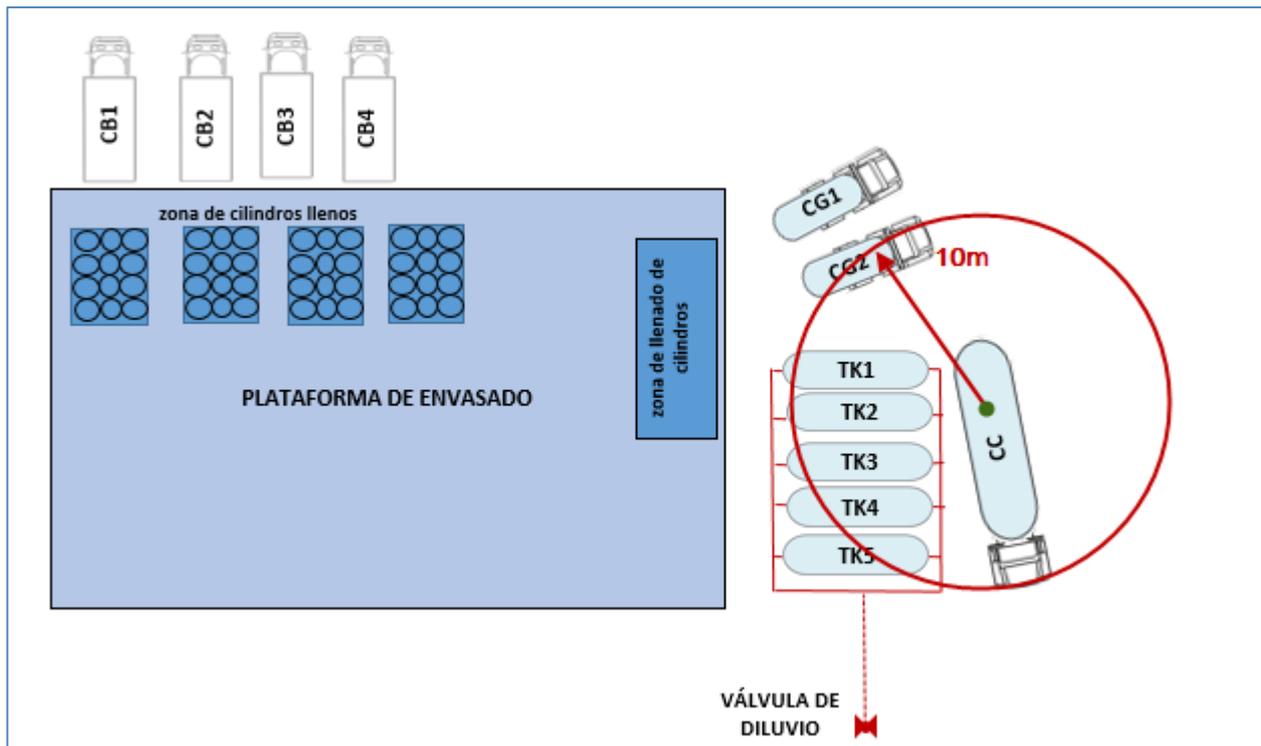
**3er Análisis:** “Camión granelero N°2” (CG2)



Si el riesgo ocurre en:		“Camión granelero (CG2)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión granelero (CG1)	1*100	-	-
2	Camión granelero (CG2)	1*100	-	-
3	Tanque estacionario (TK1)	-	<sup>15</sup> 5*50 = 250	-
4	Camión cisterna (CC)	2*100	-	-
5	Plataforma de Envasado	1*100	-	-
Sub-Total		500	250	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>750</b>		
<b>Nº mínimo de mangueras</b>		<b>5</b>		
<b>Nº mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>5</b>		

<sup>15</sup> Los cinco (05) tanques estacionarios de capacidad de 1000 galones c/u tienen un sistema de enfriamiento en común, activado por una (1) válvula de diluvio, es decir, si ocurre un incendio en cualquiera de los tanques, siempre se enfriará a los 5 tanques.

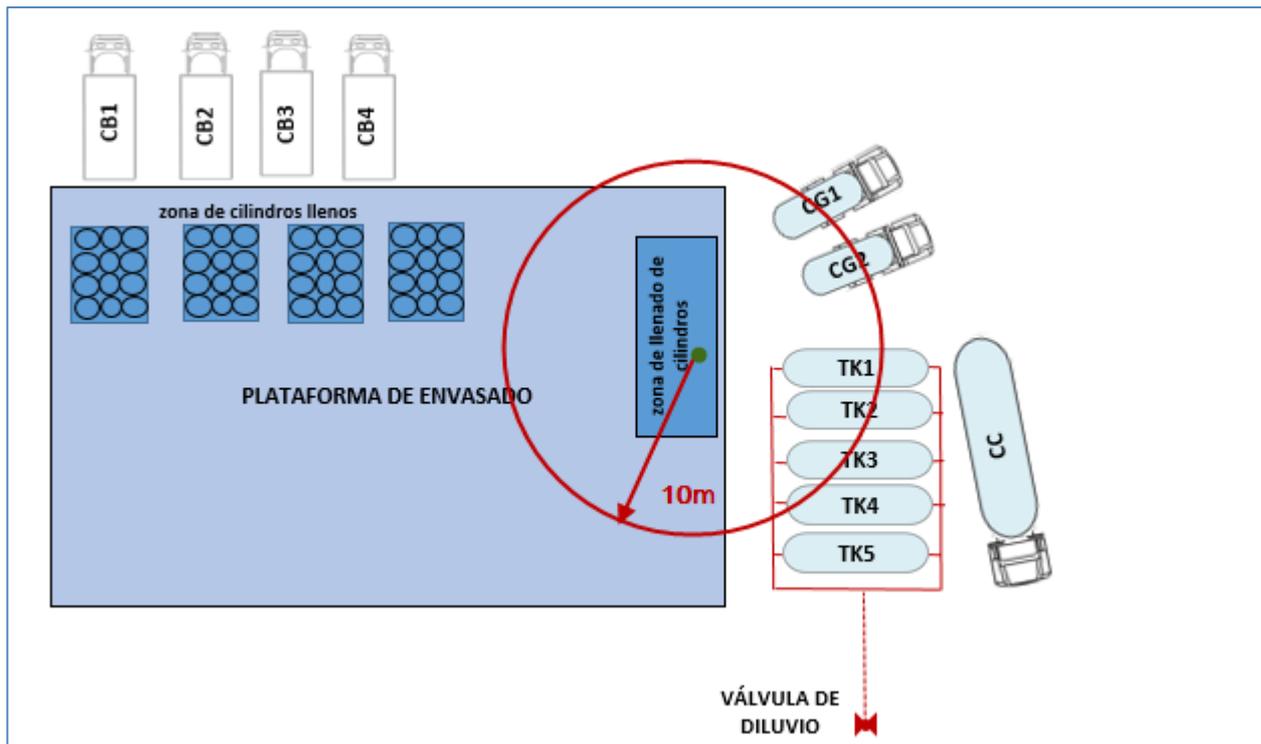
**4<sup>to</sup> Análisis: “camión cisterna” (CC)**



Si el riesgo ocurre en:		“Camión cisterna (CC)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión cisterna (CC)	2*100	-	
2	Tanque estacionario (TK1)	-	16 5*50 = 250	-
3	Tanque estacionario (TK2)	-		-
4	Tanque estacionario (TK3)	-		-
5	Tanque estacionario (TK4)	-		-
6	Tanque estacionario (TK5)	-		-
7	Camión granelero (CG)	1*100	-	-
Sub-Total		300	250	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>550</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>3</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>3</b>		

<sup>16</sup> Los cinco (05) tanques estacionarios de capacidad de 1000 galones c/u tienen un sistema de enfriamiento en común, activado por una (1) válvula de diluvio, es decir, si ocurre un incendio en cualquiera de los tanques, siempre se enfriará a los 5 tanques.

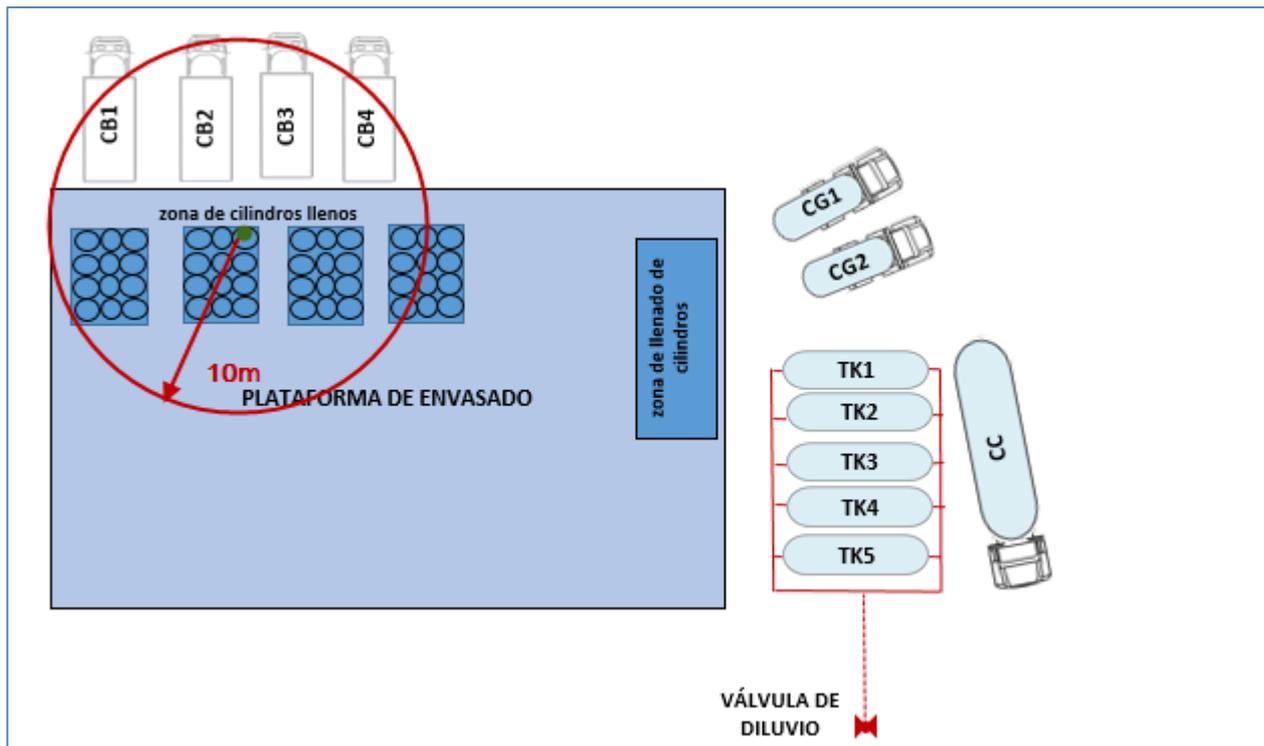
**5<sup>to</sup> Análisis:** “Plataforma de envasado (zona de llenado de cilindros)”



Si el riesgo ocurre en:		“Plataforma de Envasado (zona de llenado de cilindros)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Plataforma de Envasado	1*100	-	-
2	Camión granalero (CG1)	1*100	-	-
3	Camión granalero (CG2)	1*100	-	-
4	Tanque estacionario (TK1)	-	17 5*50 = 250	
5	Tanque estacionario (TK2)	-		
6	Tanque estacionario (TK3)	-		
7	Tanque estacionario (TK4)	-		
Sub-Total		300	250	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>550</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>3</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>3</b>		

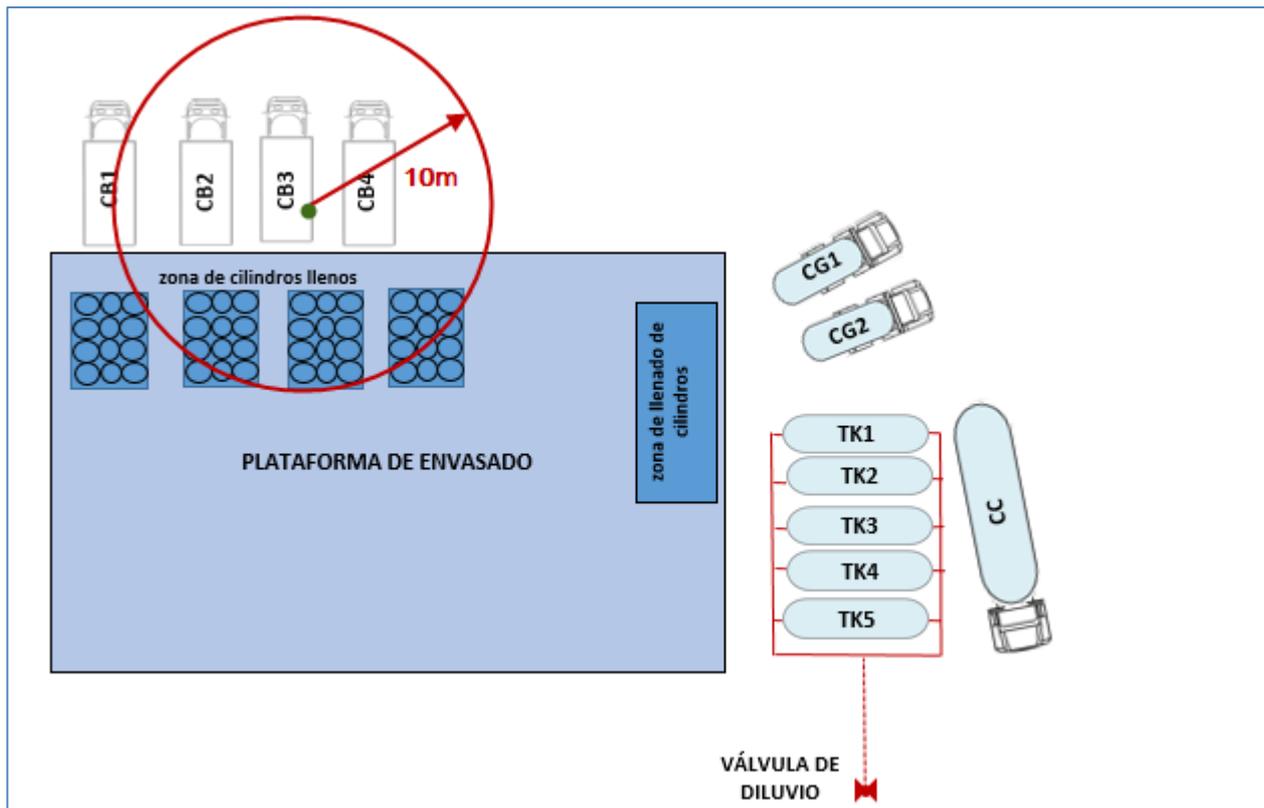
<sup>17</sup> Los cinco (05) tanques estacionarios de capacidad de 1000 galones c/u tienen un sistema de enfriamiento en común, activado por una (1) válvula de diluvio, es decir, si ocurre un incendio en cualquiera de los tanques, siempre se enfriará a los 5 tanques.

**6º Análisis:** “Plataforma de envasado (zona de cilindros llenos)”



Si el riesgo ocurre en:		“Plataforma de envasado (zona de cilindros llenos)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Plataforma de Envasado	1*100	-	-
2	Camión baranda (CB1, CB2, CB3 y CB4)	4*100	-	-
Sub-Total		500	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>500</b>		
<b>Nº mínimo de mangueras</b>		<b>5</b>		
<b>Nº mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>5</b>		

**7<sup>mo</sup> Análisis: “Camión baranda” (CB3)**



Si el riesgo ocurre en:		“camión baranda (CB3)”		
Unidades que podrían quedar afectadas <sup>18</sup> :		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión baranda (CB2, CB3 y CB4)	3*100	-	-
2	Plataforma de envasado	1*100	-	-
Sub-Total		400	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>400</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>4</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>4</b>		

<sup>18</sup> A pesar que el Camión Baranda CB1 se encuentra dentro del radio de afectación de 10 metros; para el presente análisis, no se tomará en cuenta para efectos de enfriamiento debido a que se encuentra apantallado por el Camión Baranda CB2.

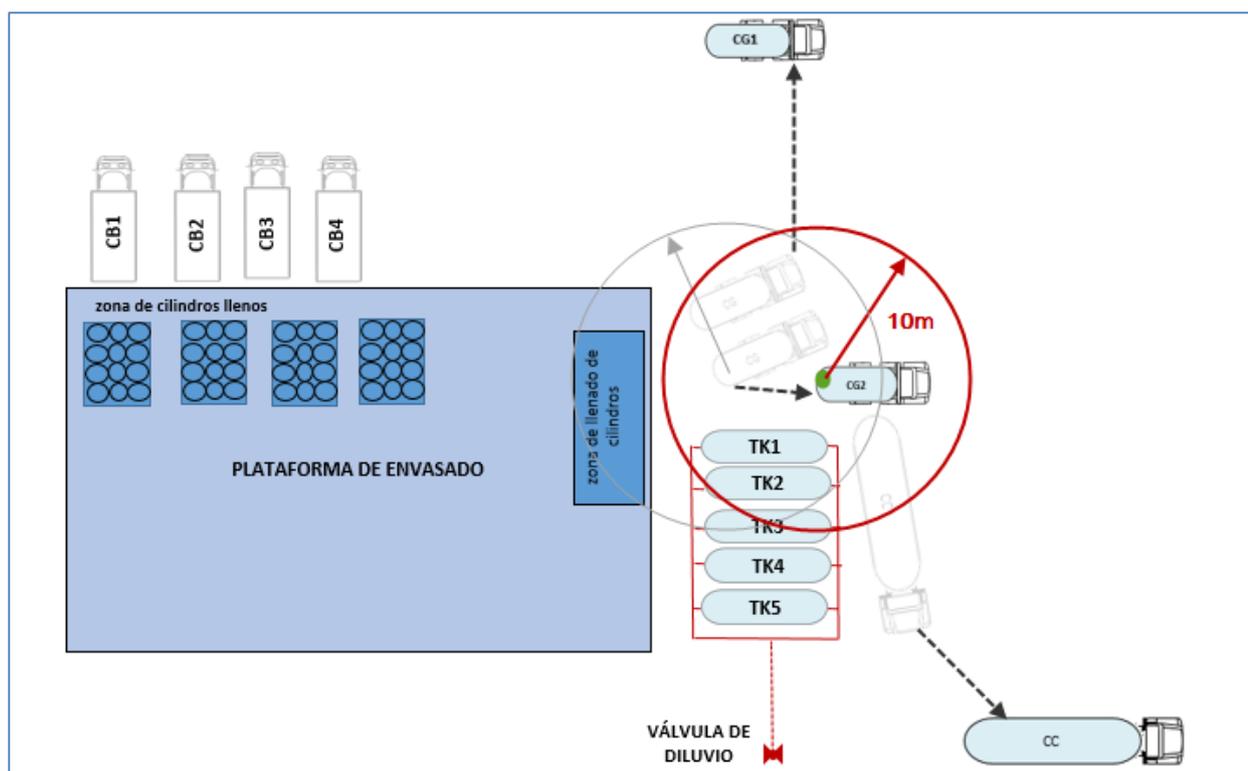
## RESUMEN DE ANÁLISIS

Unidad de riesgo	N° unidades afectadas	Flujo (GPM)	N° mangueras	N° trajes de bomberos
Tanque estacionario N°1 (TK1)	5	650	4	4
Tanque estacionario N°2 (TK2)	5	550	3	3
Camión cisterna (CC)	7	550	3	3
Camión Granelero N°1 (CG2)	5	750	5	5
Plataforma de Envasado (zona de llenado)	7	550	3	3
Plataforma de Envasado (zona de cilindros llenos)	5	500	5	5
Camión Baranda N° 3 (CB3)	4	400	4	4

### Conclusión:

El Escenario de Máximo Riesgo Individual Probable se daría en caso exista un jet fire en el camión granelero N° 2 (CG2), requiriendo así un flujo de 750 GPM y 5 mangueras con 5 trajes de bomberos para brigadas como mínimo para dar atención a dicho escenario. Estas cantidades pueden ser mayores si es que el Estudio de Riesgos así lo exige

### ¿Cómo reducir el EMRIP?



De acuerdo al diagrama mostrado, para reducir el riesgo en el caso de que ocurra una emergencia en el camión granelero N°2, se ha realizado el cambio de posiciones del camión granelero N°1 y 2 (CG1 y CG2) y el camión cisterna (CC) tal que estos disten más de 10 metros desde sus límites hasta el límite de cualquier otra unidad o equipo de riesgo; por lo que el flujo necesario para dar atención a este nuevo escenario será de 01 manguera (camión granelero N°2) equivalentes a 100GPM más el flujo por aspersores para enfriar los tanques estacionarios (250GPM); reduciéndose así el flujo de 750GPM a 350GPM, así como el número de mangueras de 5 a 1.

#### **CASO N°4: “Grupo de tanques estacionarios con sistemas de enfriamiento independientes”**

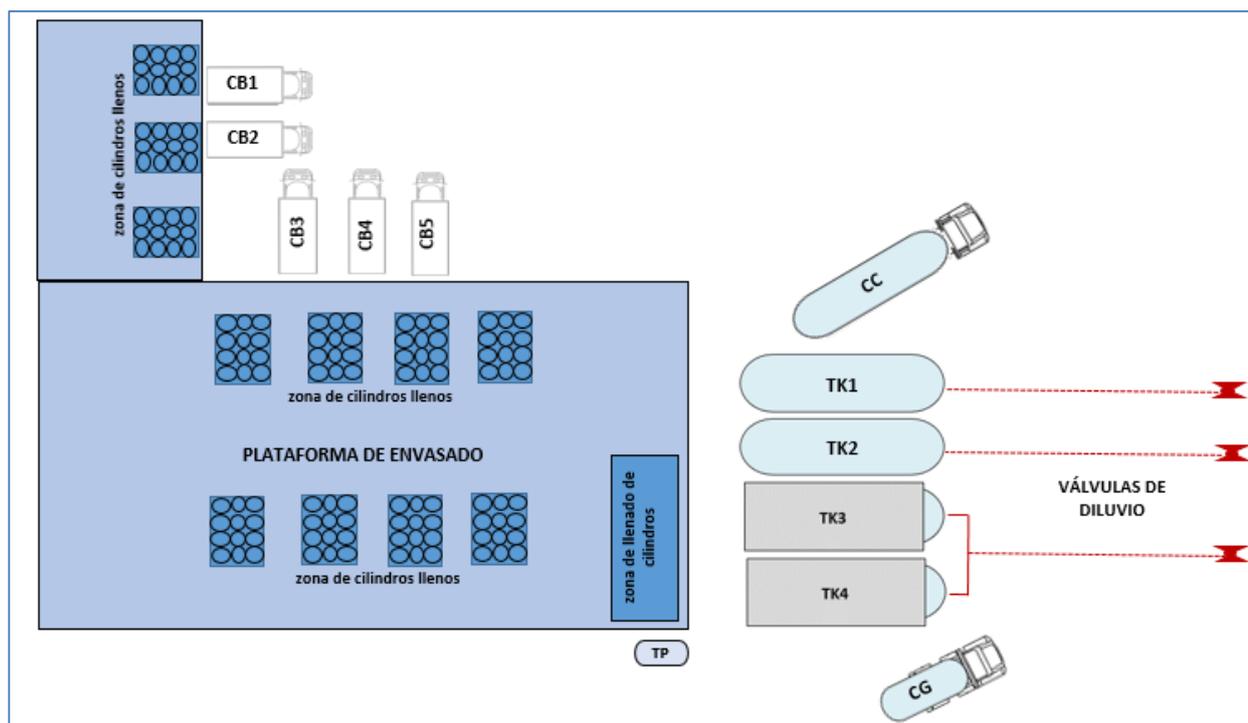
Para el presente caso se considera una planta envasadora que cuenta con:

- ✓ Dos (2) tanques estacionarios (con aspersores, cuyo caudal por cada tanque estacionario es de 180 GPM, para enfriamiento de la superficie del tanque). Cada tanque tiene un sistema de actuación mediante válvula de diluvio, independientes uno del otro.
- ✓ Dos (2) tanques estacionarios semi-monticulados (con aspersores, cuyo caudal por cada tanque estacionario es de 180 GPM, para enfriamiento de parte expuesta de la superficie del tanque). La actuación del sistema de enfriamiento de ambos tanques está conformada por una única válvula de diluvio.
- ✓ Atención simultánea de un (1) Camión Cisterna para transporte de GLP, de 14000 galones de capacidad, y, además, en simultáneo un (1) Camión Granelero de 6000 galones.
- ✓ Una (1) plataforma de envasado de cilindros
- ✓ Cinco (5) medios de transporte de cilindros (camión baranda)

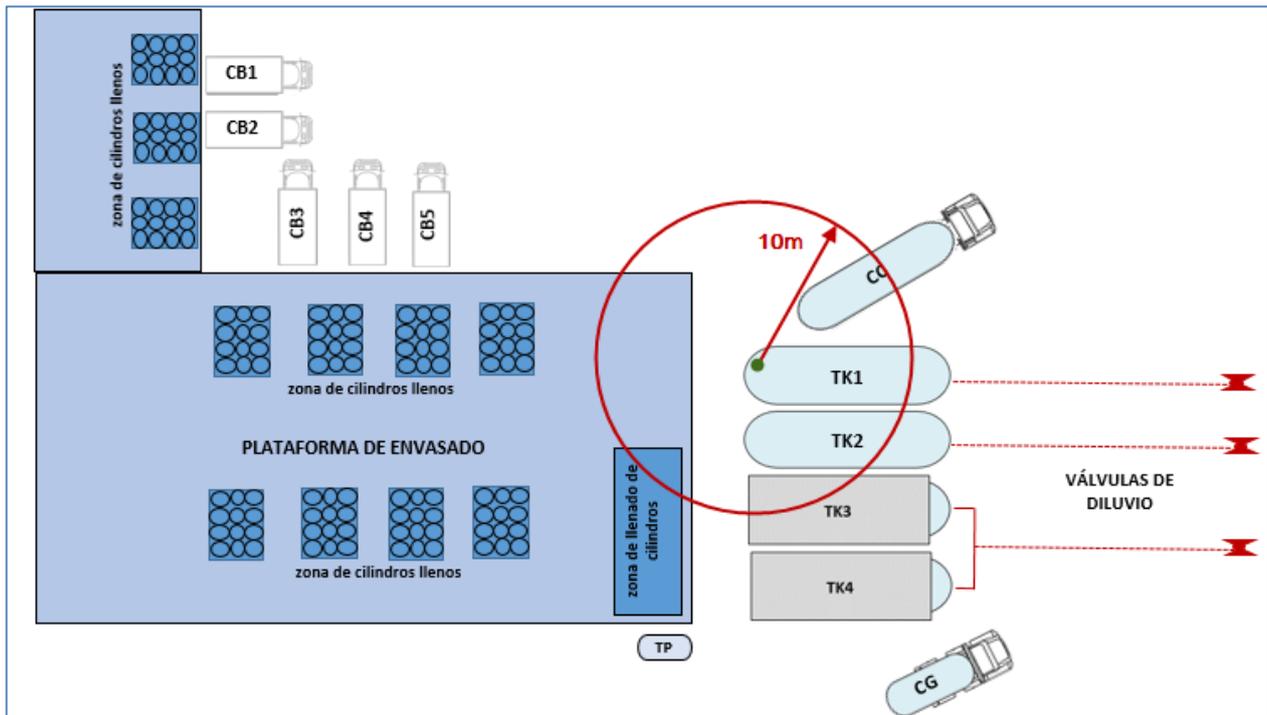
Por tanto, los posibles equipos y/o unidades de riesgo dentro de la planta envasadora son:

- ✓ TK1 : Incendio en tanque estacionario expuesto en superficie, TK1
- ✓ TK2 : Incendio en tanque estacionario expuesto en superficie, TK2
- ✓ TK3 : Incendio en tanque estacionario semi-monticulado, TK3
- ✓ TK4 : Incendio en tanque estacionario semi-monticulado, TK4
- ✓ CC : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad
- ✓ CG : Incendio en camión granelero de 6000 galones de capacidad, CG
- ✓ CB1 : Incendio en camión baranda 1
- ✓ CB2 : Incendio en camión baranda 2
- ✓ CB3 : Incendio en camión baranda 3
- ✓ CB4 : Incendio en camión baranda 4
- ✓ CB5 : Incendio en camión baranda 5
- ✓ PLATAFORMA DE ENVASADO: Incendio en Plataforma de envasado – zona de llenado de cilindros
- ✓ PLATAFORMA DE ENVASADO: Incendio en Plataforma de envasado – zona de cilindros llenos

Para efectos prácticos y de presentación en este informe, solo se tomará en cuenta siete (7) posibles escenarios. Un esquema gráfico de la instalación se muestra a continuación:

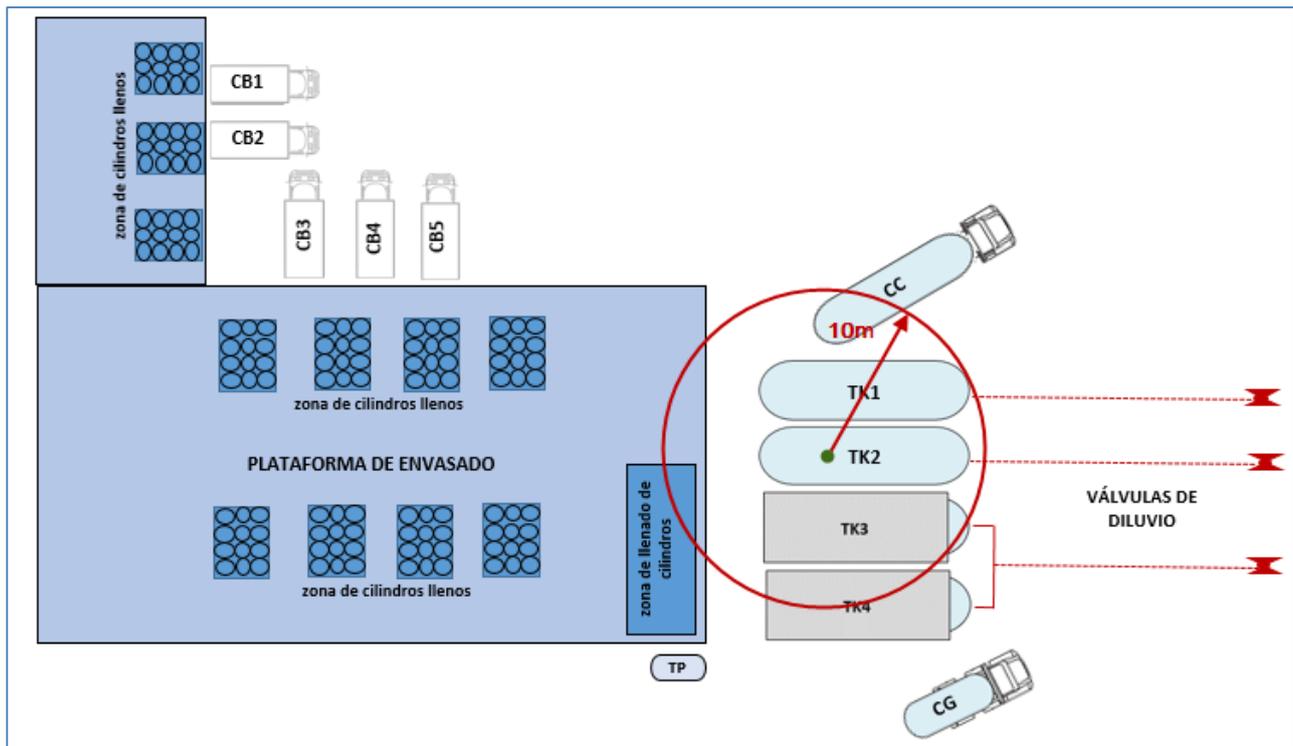


**1er Análisis:** “Tanque estacionario N°1” (TK1)



Si el riesgo ocurre en:		“Tanque estacionario (TK1)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Tanque estacionario (TK1)	-	180	-
2	Tanque estacionario (TK2)	-	180	-
3	Camión cisterna (CC)	2*100		-
4	Plataforma de envasado	1*100	-	-
Sub-Total		300	360	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>660</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>3</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>3</b>		

**2<sup>do</sup> Análisis:** “Tanque estacionario N°2” TK2

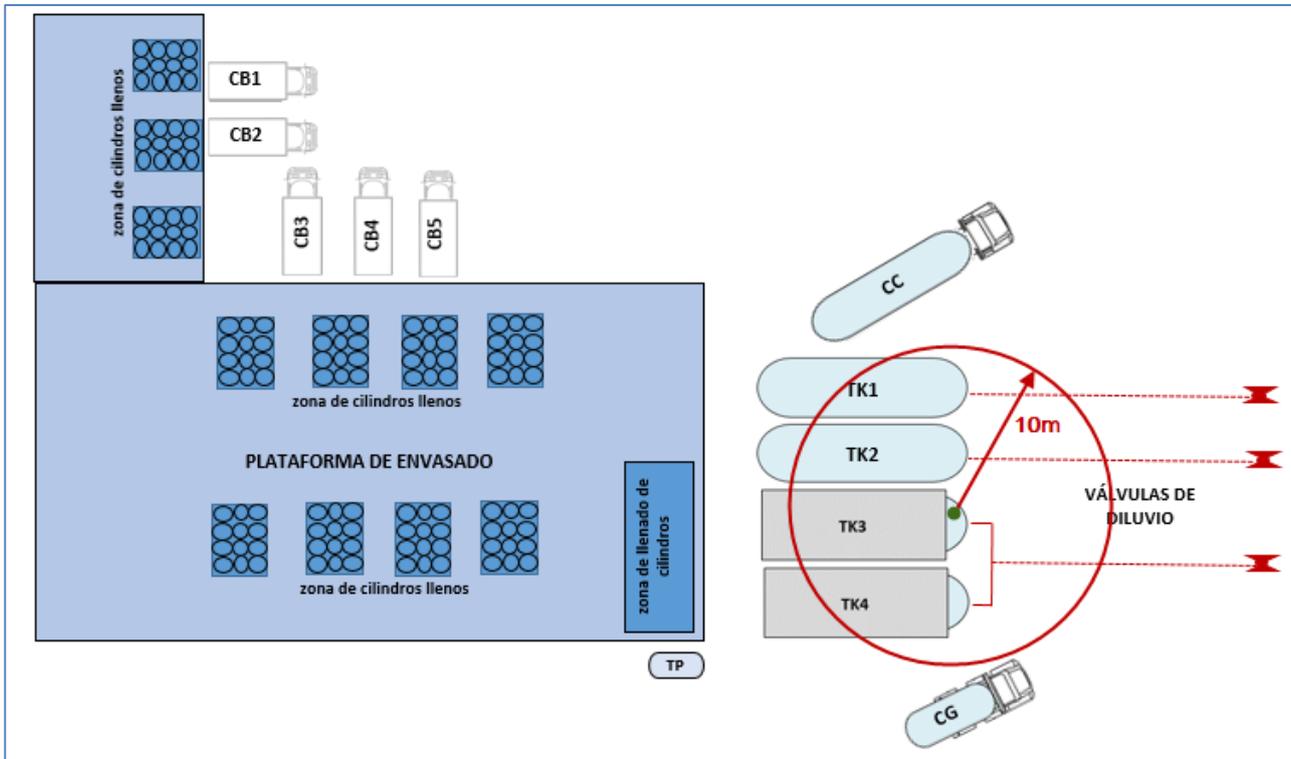


Si el riesgo ocurre en:		“Tanque estacionario (TK2)”		
Unidades que podrían quedar afectadas <sup>19</sup> :		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Tanque estacionario (TK1)	-	180	
2	Tanque estacionario (TK2)	-	180	
3	Tanque estacionario (TK3)	-	<sup>20</sup> 2*60 = 120	-
4	Plataforma de Envasado	1*100	-	-
Sub-Total		100	480	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>580</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>1</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>1</b>		

<sup>19</sup> A pesar que el Camión Cisterna (CC) se encuentra dentro del radio de afectación de 10 metros; para el presente análisis, no se tomará en cuenta para efectos de enfriamiento debido a que se encuentra apantallado por el tanque estacionario TK1

<sup>20</sup> Por estar conectados los dos tanques semi-monticulados por un mismo sistema de enfriamiento, se activará el flujo de 60 GPM por cada tanque a pesar de que el segundo tanque no es afectado.

**3er Análisis:** “Tanque estacionario N°3” (TK3)

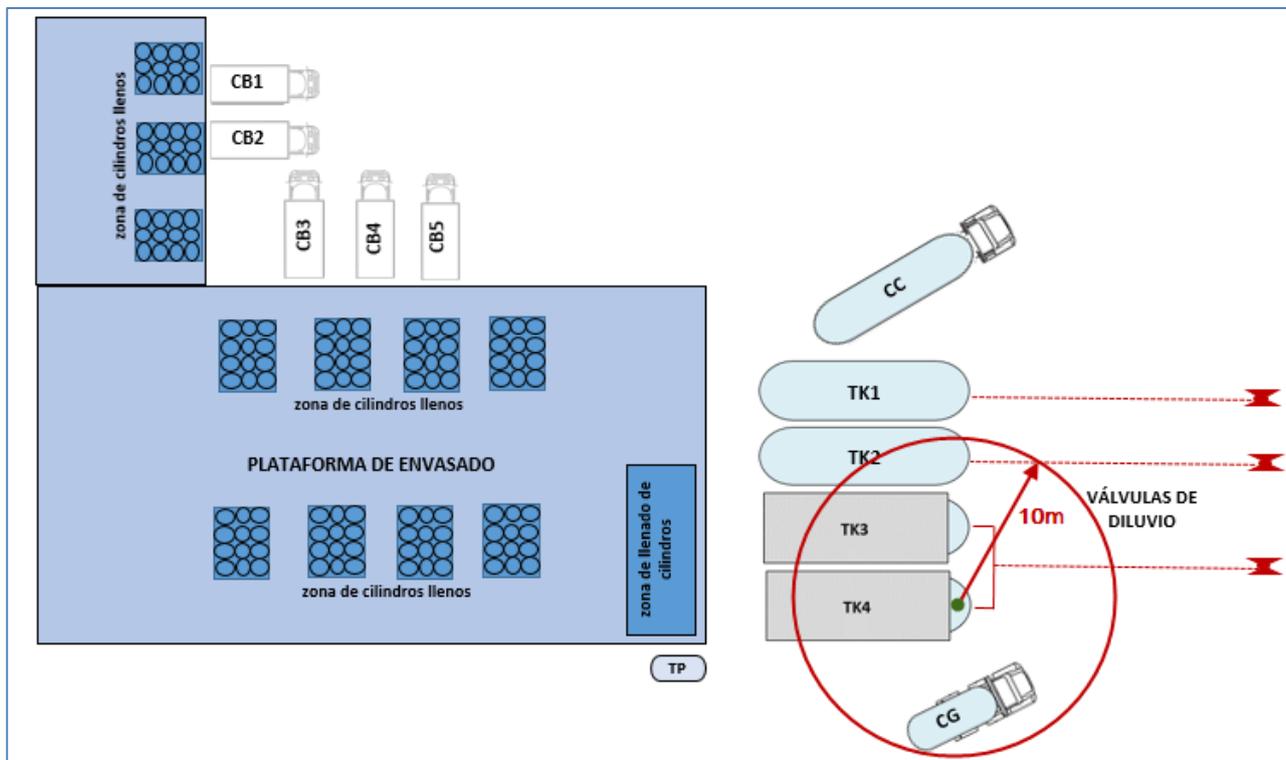


Si el riesgo ocurre en:		“Tanque estacionario (TK3)”		
Unidades que podrían quedar afectadas <sup>21</sup> :		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Tanque estacionario (TK2)	-	180	-
2	Tanque estacionario (TK3)	-	<sup>22</sup> 2*60 = 120	-
3	Tanque estacionario (TK4)	-		-
Sub-Total		-	300	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>300</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		-		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		-		

<sup>21</sup> A pesar que el Tanque estacionario TK1 se encuentra dentro del radio de afectación de 10 metros; para el presente análisis, no se tomará en cuenta para efectos de enfriamiento debido a que se encuentra apantallado por el tanque estacionario TK2.

<sup>22</sup> Por estar conectados los dos tanques semi-monticulados por un mismo sistema de enfriamiento, se activará el flujo de 60 GPM por cada tanque a pesar de que el segundo tanque no es afectado.

**4<sup>to</sup> Análisis:** “Tanque estacionario N°4” (TK4)

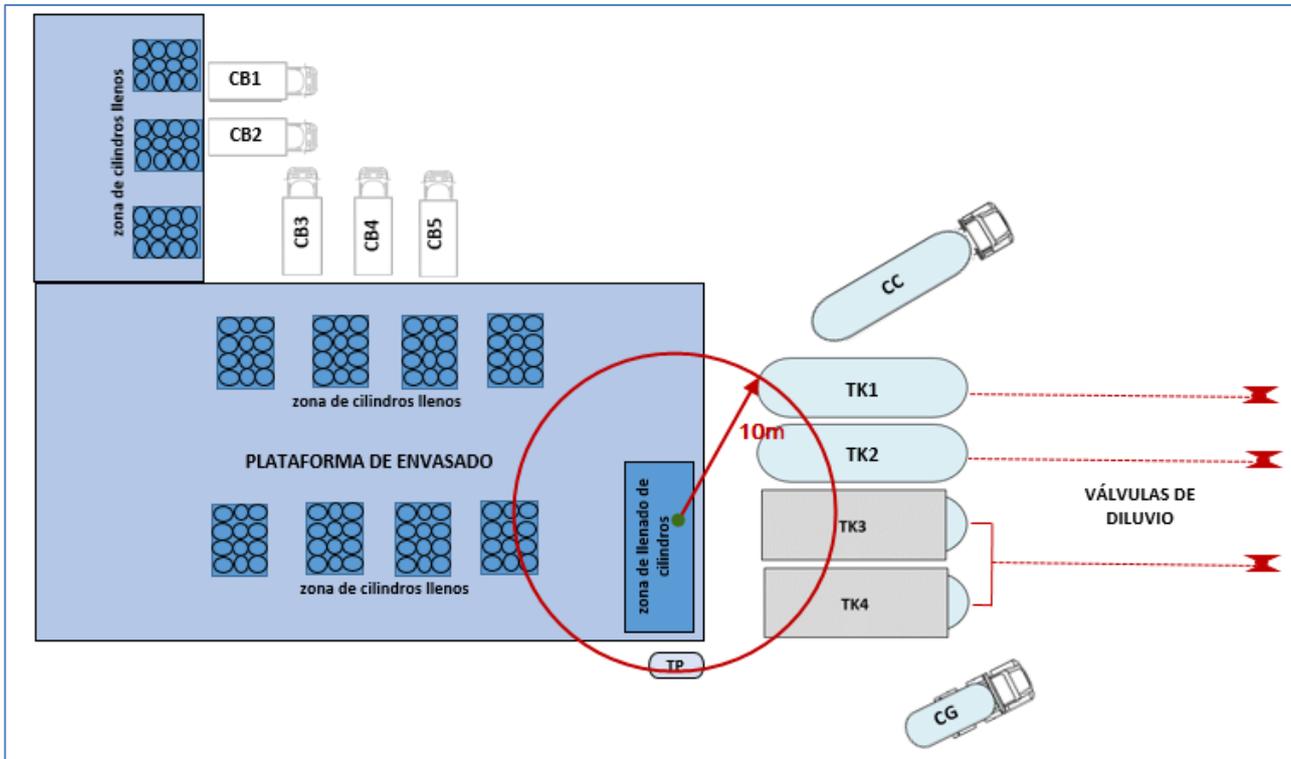


Si el riesgo ocurre en:		“Tanque estacionario (TK4)”		
Unidades que podrían quedar afectadas <sup>23</sup> :		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Tanque estacionario (TK3)	-	<sup>24</sup> 2*60 = 120	-
2	Tanque estacionario (TK4)	-		-
3	Camión granelero (CG)	1*100	-	-
Sub-Total		100	120	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>220</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>1</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>1</b>		

<sup>23</sup> A pesar que el Tanque estacionario TK2 se encuentra dentro del radio de afectación de 10 metros; para el presente análisis, no se tomará en cuenta para efectos de enfriamiento debido a que se encuentra apantallado por el tanque estacionario TK3.

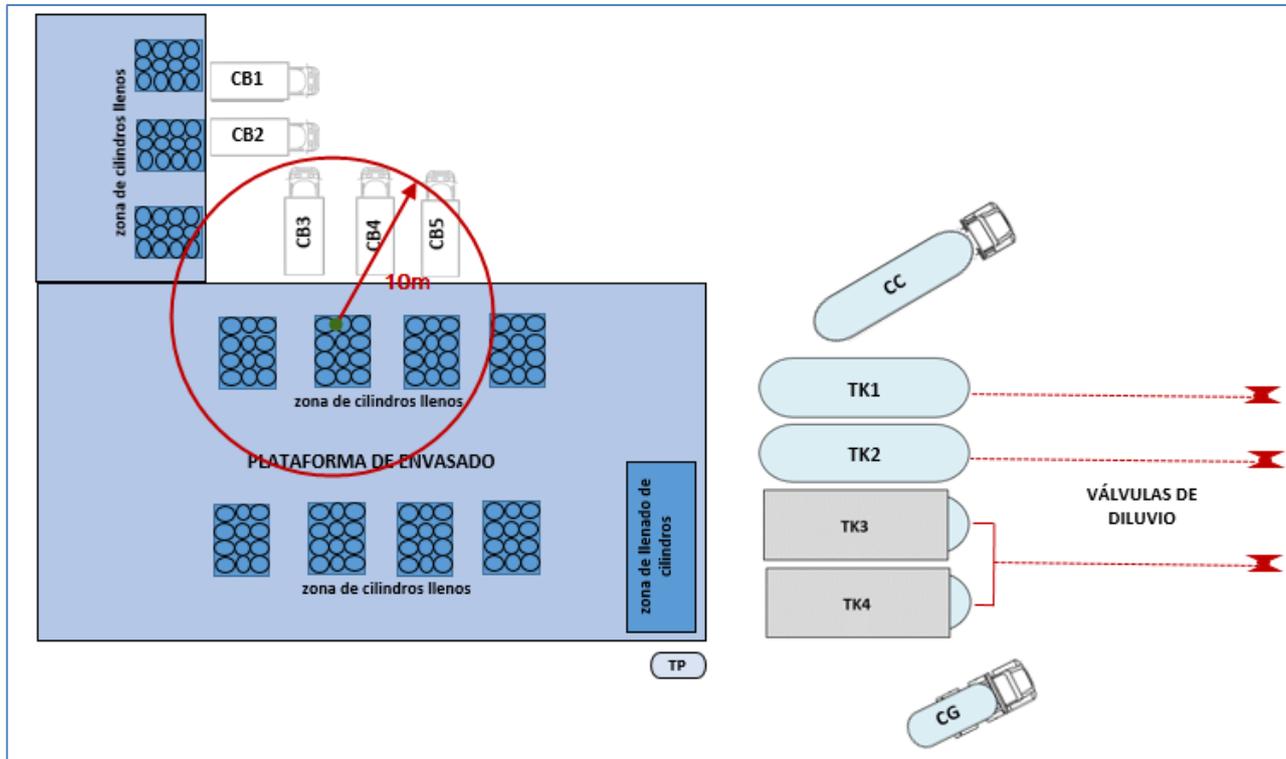
<sup>24</sup> Por estar conectados los dos tanques semi-monticulados por un mismo sistema de enfriamiento, se activará el flujo de 60 GPM por cada tanque a pesar de que el segundo tanque no es afectado.

**5<sup>to</sup> Análisis:** “Plataforma de envasado (zona de llenado de cilindros)”



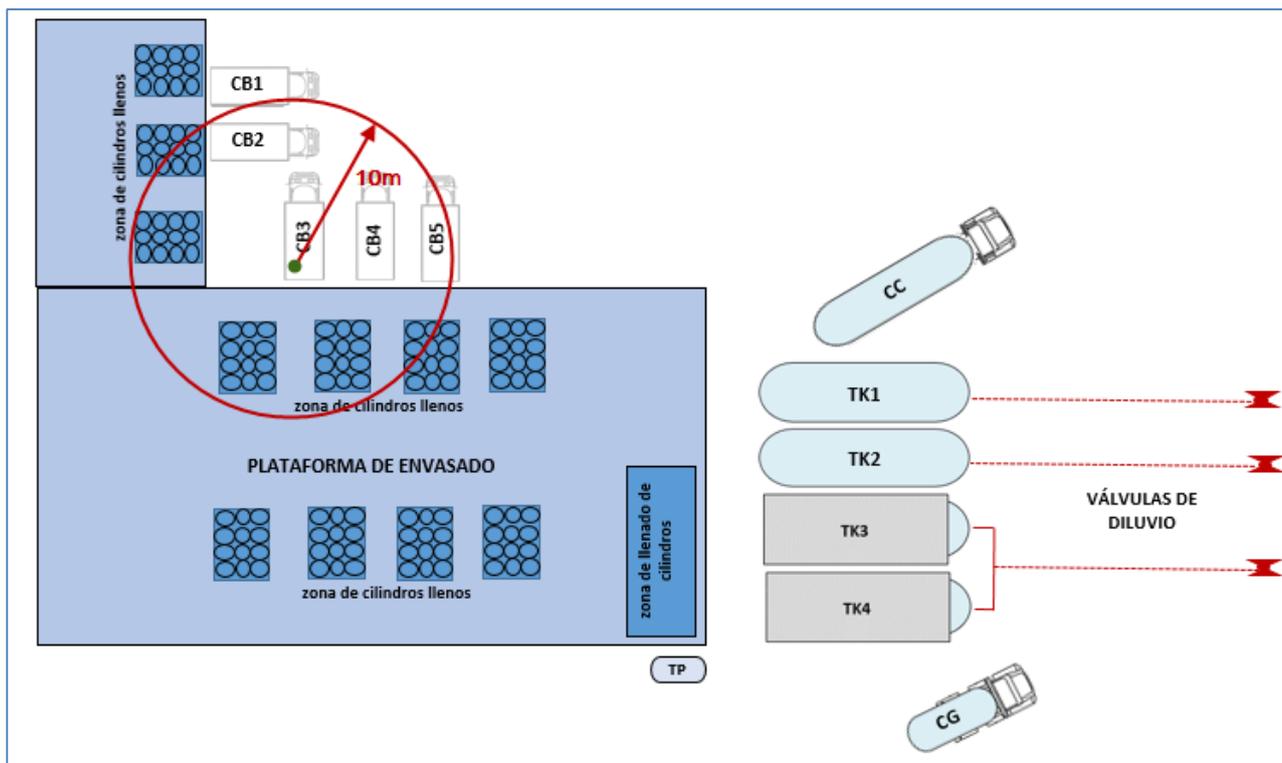
Si el riesgo ocurre en:		“Plataforma de Envasado (zona de llenado de cilindros)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Plataforma de Envasado	1*100		
2	Tanque estacionario (TK1)	-	180	-
3	Tanque estacionario (TK2)	-	180	-
4	Tanque pulmón (TP)	1*100	-	-
Sub-Total		200	360	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>560</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>2</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>2</b>		

**6º Análisis:** “Plataforma de envasado (Zona de cilindros llenos)”



Si el riesgo ocurre en:		“Plataforma de Envasado (zona de llenado de cilindros)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Plataforma de Envasado	1*100	-	-
2	Camión baranda (CB3, CB4, y CB5)	3*100	-	-
Sub-Total		400	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>400</b>		
<b>Nº mínimo de mangueras</b>		<b>4</b>		
<b>Nº mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>4</b>		

7<sup>mo</sup> Análisis: “Camión baranda N°3” (CB3)



Si el riesgo ocurre en:		“Camión baranda (CB3)”		
Unidades que podrían quedar afectadas <sup>25</sup> :		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión baranda (CB2, CB3 y CB4)	3*100	-	-
2	Plataforma de Envasado	1*100	-	-
Sub-Total		400	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>400</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>4</b>		
<b>N° mínimo de traje de bomberos</b>		<b>4</b>		

<sup>25</sup> A pesar que los camiones baranda CB1 y CB5 se encuentran dentro del radio de afectación de 10 metros; para el presente análisis, no se tomarán en cuenta para efectos de enfriamiento debido a que ambos camiones baranda se encuentran apantallados por los camiones baranda CB2 y CB4, respectivamente.

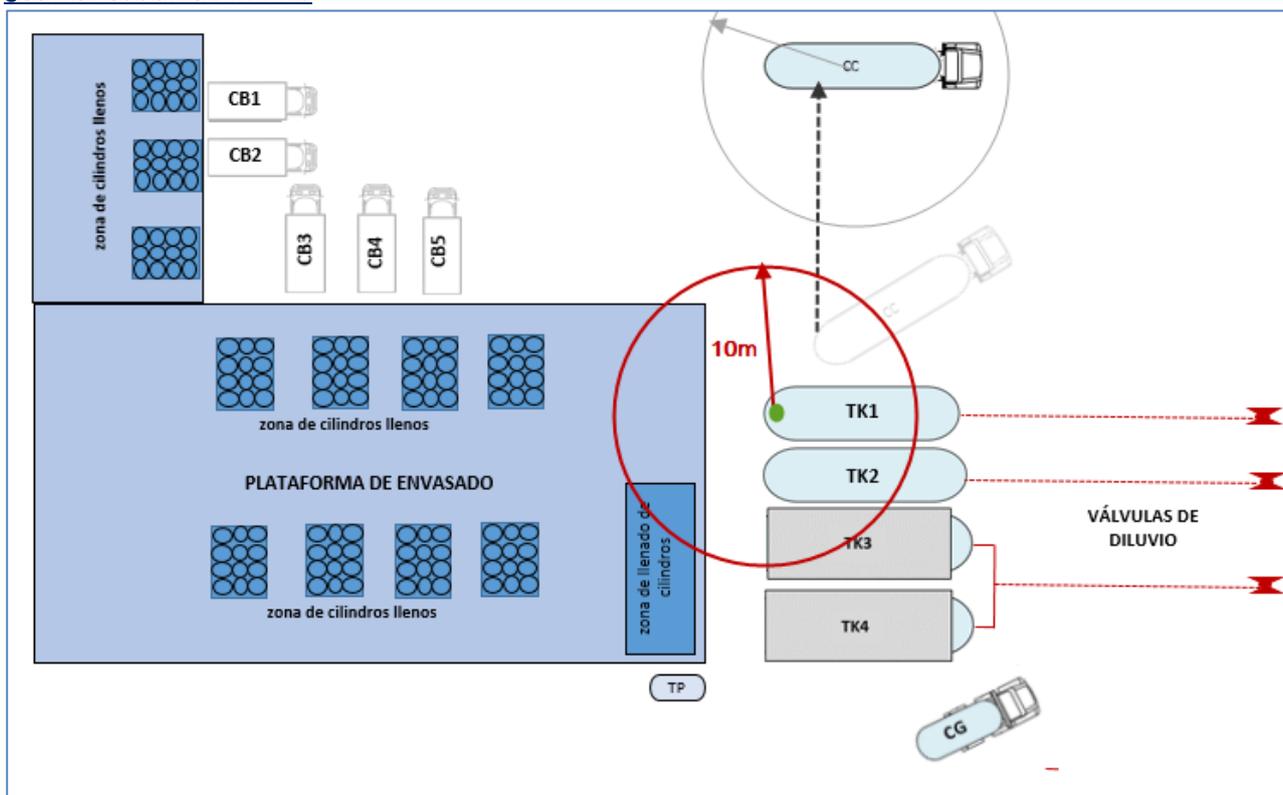
## RESUMEN DE ANÁLISIS

Unidad de riesgo	N° unidades afectadas	Flujo (GPM)	N° mangueras	N° trajes de bomberos
Camión cisterna (CC)	3	480	3	3
Tanque estacionario N°1 (TK1)	4	660	3	3
Tanque estacionario N°2 (TK2)	4	580	1	1
Tanque estacionario N°3 (TK3)	3	300	-	-
Tanque estacionario N°4 (TK4)	3	220	1	1
Plataforma de Envasado (zona de llenado de cilindros)	4	560	2	2
Plataforma de Envasado (zona de cilindros llenos)	4	400	4	4
Camión baranda (CB3)	4	400	4	4

### Conclusión:

El Escenario de Máximo Riesgo Individual Probable se daría en caso exista un jet fire en el tanque estacionario N° 1 (TK1), requiriendo así un flujo de 660 GPM y 3 mangueras con 3 trajes de bomberos para brigadas para dar atención a dicho escenario. Cabe señalar que, aunque solo se requiera 3 mangueras para atender el este escenario, la planta debe contar como mínimo 4 mangueras por si ocurriese un jet fire en la plataforma de envasado (zona de cilindros llenos) o en el camión baranda (CB3). Estas cantidades pueden ser mayores si es que el Estudio de Riesgos así lo exige.

### ¿Cómo reducir el EMRIP?



De acuerdo al diagrama mostrado, para reducir el riesgo en el caso de que ocurra una emergencia en el tanque estacionario N°1 (TK1), se ha realizado cambio de posición del camión cisterna (CC) tal que este diste más de 10 metros desde sus límites hasta el límite de cualquier otra unidad o equipo de riesgo; por lo que el flujo necesario para dar atención a este nuevo escenario será de 01 manguera (plataforma de envasado) equivalentes a 100GPM más el flujo por aspersores para enfriar los tanques estacionarios N°1 y 2 (TK1 y TK2): reduciéndose así el flujo de 660 GPM a 450 GPM así como el número de mangueras de 3 a 1.

## CASO N°5: “Tanque estacionario tipo monticulado”

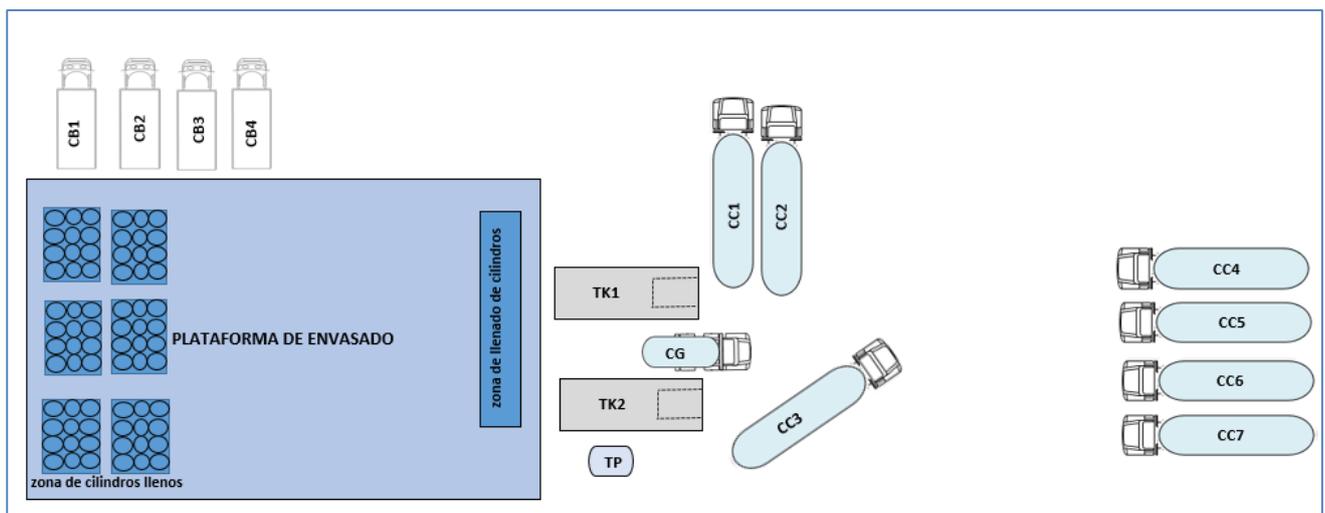
Para el presente caso se considera una planta envasadora que cuenta con:

- ✓ Dos (2) tanques estacionarios monticulados (con rociadores en el túnel de montículo).
- ✓ Un (1) tanque pulmón.
- ✓ Atención simultánea de tres (3) Camiones Cisterna para transporte de GLP, de 14000 galones de capacidad, y, además, en simultáneo un (1) Camión Granelero de 6000 galones.
- ✓ Zona de parqueo para cuatro (4) camiones cisterna.
- ✓ Una (1) plataforma de envasado de cilindros
- ✓ Cuatro (4) medios de transporte de cilindros (camión baranda)

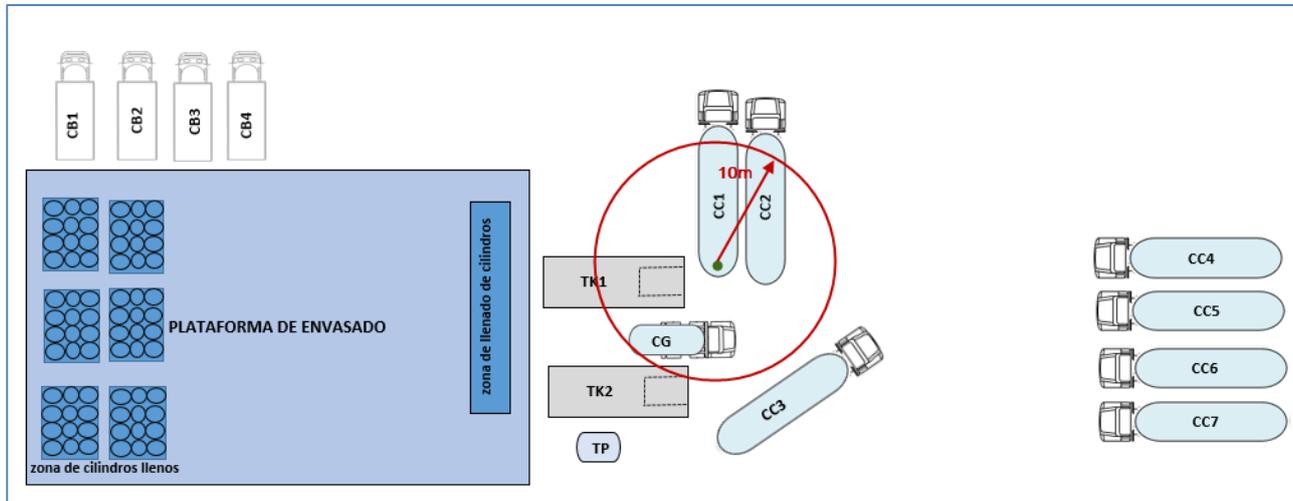
Por tanto, los posibles equipos y/o unidades de riesgo dentro de la planta envasadora son:

- ✓ TP : Incendio en tanque pulmón
- ✓ CC1 : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad, CC1
- ✓ CC2 : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad, CC2
- ✓ CC3 : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad, CC3
- ✓ CC4 : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad, CC4
- ✓ CC5 : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad, CC5
- ✓ CC6 : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad, CC6
- ✓ CC7 : Incendio en camión cisterna de 14000 galones de capacidad, CC7
- ✓ CG : Incendio en camión granelero de 6000 galones de capacidad, CG
- ✓ CB1 : Incendio en camión baranda 1
- ✓ CB2 : Incendio en camión baranda 2
- ✓ CB3 : Incendio en camión baranda 3
- ✓ CB4 : Incendio en camión baranda 4
- ✓ PLATAFORMA DE ENVASADO: Incendio en Plataforma de envasado – zona de llenado de cilindros
- ✓ PLATAFORMA DE ENVASADO: Incendio en Plataforma de envasado – zona de cilindros llenos

Para efectos prácticos y de presentación en este informe, solo se tomará en cuenta seis (6) posibles escenarios. Un esquema gráfico de la instalación se muestra a continuación:

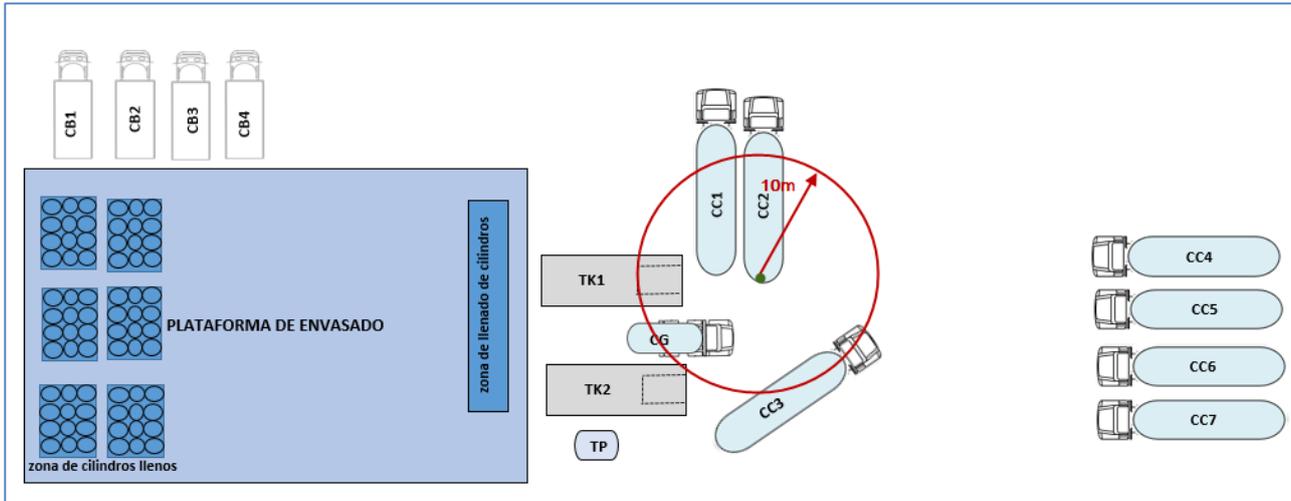


**1er Análisis:** “Camión cisterna N°1” (CC1)



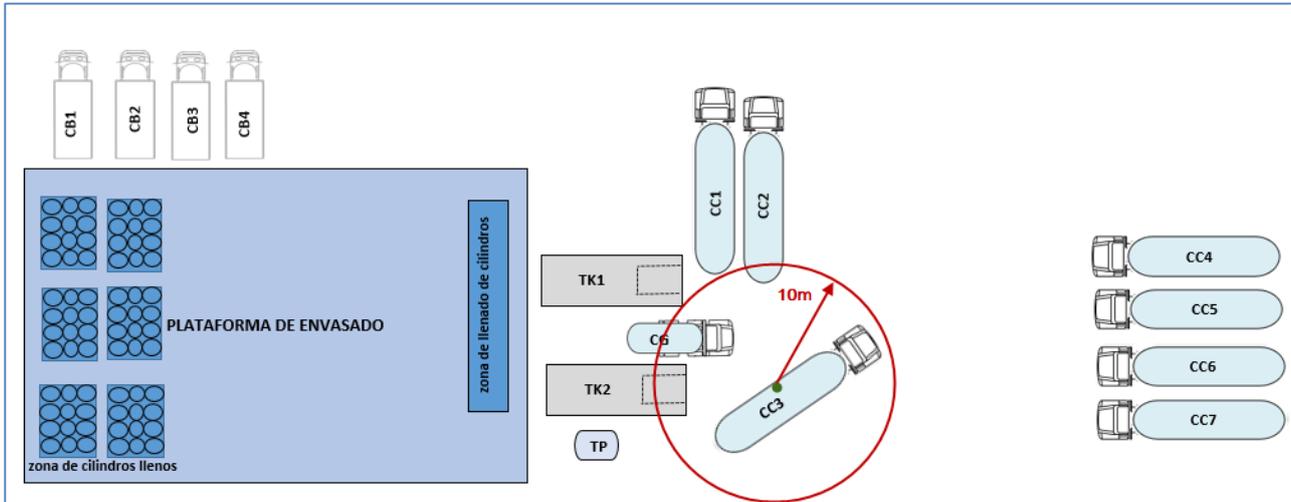
Si el riesgo ocurre en:		“Camión cisterna (CC1)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión cisterna (CC1)	2*100	-	-
2	Camión cisterna (CC2)	2*100	-	-
3	Tanque estacionario (TK1)	-	-	60
4	Camión granelero (CG)	1*100	-	-
Sub-Total		500	-	60
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>560</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>5</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>5</b>		

**2<sup>do</sup> Análisis:** “Camión cisterna N°2” (CC2)



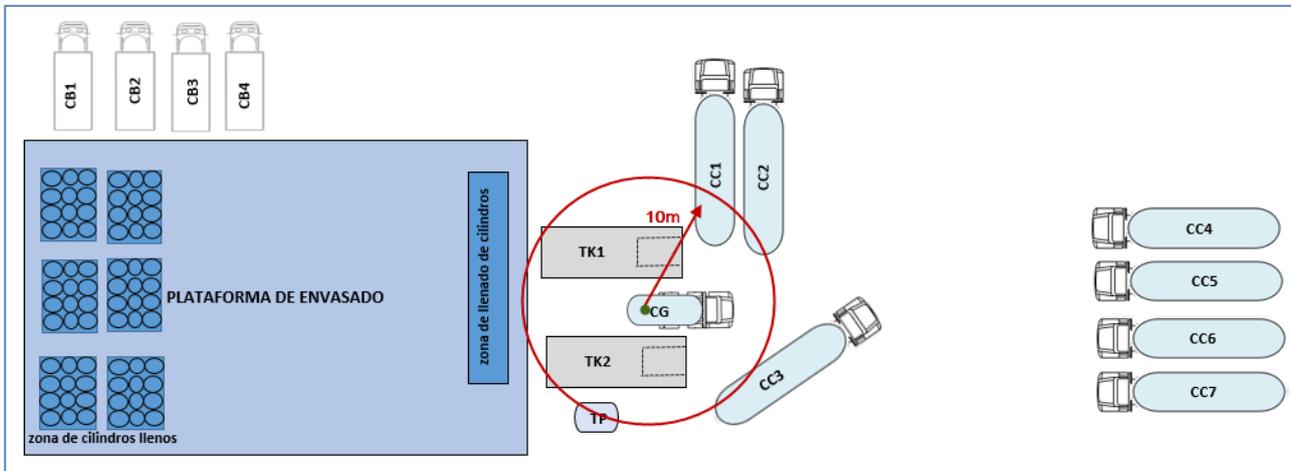
Si el riesgo ocurre en:		“Camión cisterna (CC2)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión cisterna (CC1)	2*100	-	-
2	Camión cisterna (CC2)	2*100	-	-
3	Camión cisterna (CC3)	2*100	-	-
4	Tanque estacionario (TK1)	-	-	60
5	Camión granelero (CG)	1*100	-	-
Sub-Total		700	-	60
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>760</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>7</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>7</b>		

**3<sup>er</sup> Análisis:** “Camión cisterna N°3” (CC3)



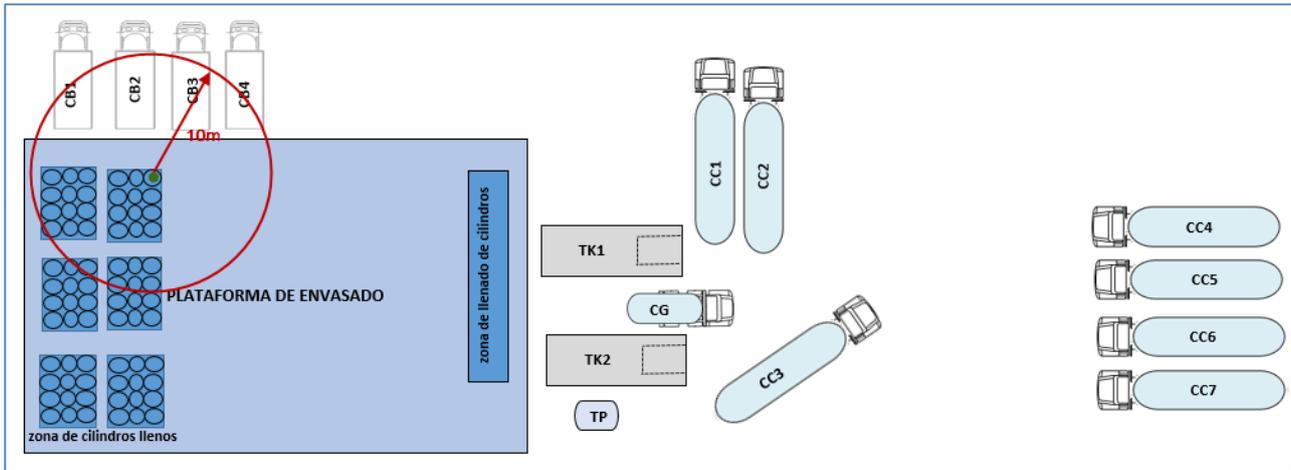
Si el riesgo ocurre en:		“Camión cisterna (CC3)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión cisterna (CC2)	2*100	-	-
2	Camión cisterna (CC3)	2*100	-	-
3	Camión granelero (CG)	1*100	-	-
4	Tanque estacionario (TK2)	-	-	60
Sub-Total		500	-	60
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>560</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>5</b>		
<b>N° mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>5</b>		

**4<sup>to</sup> Análisis: “Camión granelero” (CG)**



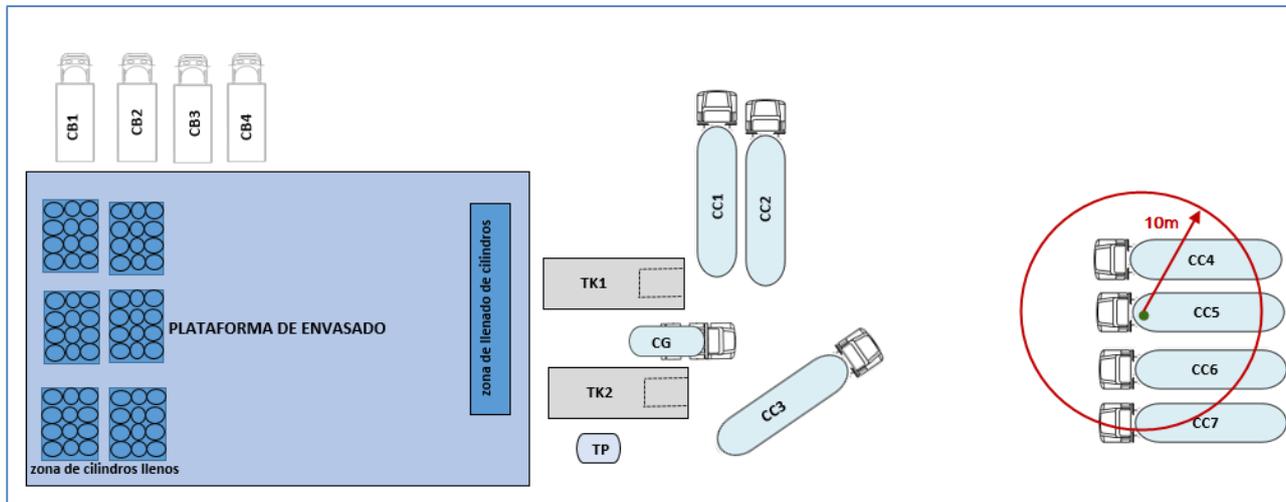
Si el riesgo ocurre en:		“Camión granelero (CG)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión granelero (CG)	1*100	-	-
2	Camión cisterna (CC1)	2*100	-	-
3	Camión cisterna (CC2)	2*100	-	-
4	Camión cisterna (CC3)	2*100	-	-
5	Tanque estacionario (TK1)	-	-	60
6	Tanque estacionario (TK2)	-	-	60
7	Plataforma de Envasado	1*100	-	-
Sub-Total		800	-	120
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>920</b>		
<b>Nº mínimo de mangueras</b>		<b>8</b>		
<b>Nº mínimo de trajes de bomberos</b>		<b>8</b>		

**5<sup>to</sup> Análisis: “Plataforma de Envasado (zona de cilindros llenos)”**



Si el riesgo ocurre en:		“Plataforma de Envasado (zona de cilindros llenos)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Plataforma de Envasado	1*100	-	-
2	Camión baranda (CB1, CB2, CB3 y CB4)	4*100	-	-
Sub-Total		500	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>500</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>5</b>		
<b>N° mínimo de traje de bomberos</b>		<b>5</b>		

**6<sup>to</sup> Análisis:** “Camión cisterna N°5 en zona de parqueo” (CC5)



Si el riesgo ocurre en:		“Camión cisterna CC5 (zona de parqueo)”		
Unidades que podrían quedar afectadas:		Flujo mínimo requerido (GPM)		
		Mangueras	Aspersores	Rociadores
1	Camión cisterna (CC4)	2*100	-	-
2	Camión cisterna (CC5)	2*100	-	-
3	Camión cisterna (CC6)	2*100		
Sub-Total		600	-	-
<b>Flujo total requerido (GPM)</b>		<b>600</b>		
<b>N° mínimo de mangueras</b>		<b>6</b>		
<b>N° mínimo de traje de bomberos</b>		<b>6</b>		

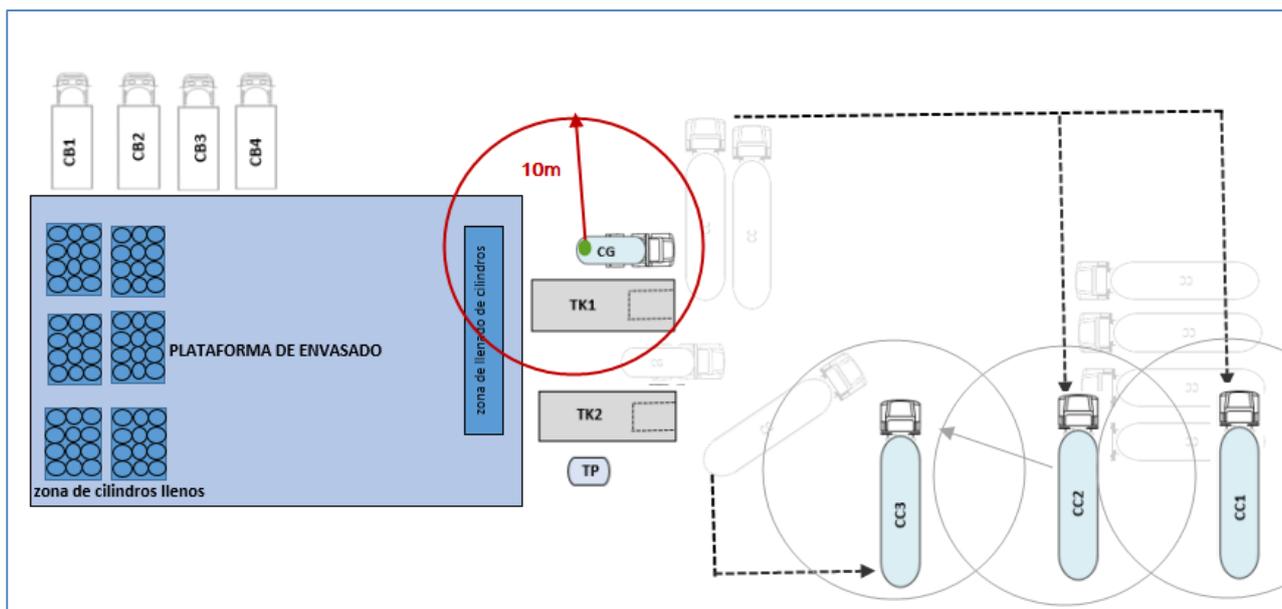
## RESUMEN DE ANÁLISIS

Unidad de riesgo	N° unidades afectadas	Flujo (GPM)	N° mangueras	N° trajes de bomberos
Camión cisterna N° 1 (CC1)	4	560	5	5
Camión cisterna N° 2 (CC2)	5	760	7	7
Camión cisterna N° 3 (CC3)	4	560	5	5
Camión granelero (CG)	7	920	8	8
Plataforma de Envasado (zona de cilindros llenos)	5	500	5	5
Camión cisterna en parqueo (CC5)	3	600	6	6

### Conclusión:

El Escenario de Máximo Riesgo Individual Probable se daría en caso exista un jet fire en el camión granelero (CG), requiriendo así un flujo de 920 GPM y 8 mangueras con 8 trajes de bomberos para brigadas como mínimo para dar atención a dicho escenario. Estas cantidades pueden ser mayores si es que el Estudio de Riesgos así lo exige.

### ¿Cómo reducir el EMRIP?



De acuerdo al diagrama mostrado, para reducir el riesgo en el caso de que ocurra una emergencia en el camión granelero, se ha realizado cambio de posición del camión granelero, los camiones cisternas N° 1, 2 y 3 tal que este diste más de 10 metros desde sus límites hasta el límite de cualquier otra unidad o equipo de riesgo; además se ha retirado los camiones cisternas N° 4, 5, 6 y 7; por lo que el flujo necesario para dar atención a este nuevo escenario será de 02 mangueras (plataforma de envasado y camión granelero) y el consumo de los rociadores del tanque monticulado TK1 (60 GPM), con lo cual el flujo requerido sería el equivalente a 260GPM; reduciéndose así el flujo de 920 GPM a 260 GPM así como también el número de mangueras de 8 a 2.