

REFINERÍA DE CARTAGENA S.A.S



**CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES Y
MODIFICACIONES A LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA
S.A.S
(1736)**

CONTRATO 966568

**CAPÍTULO 4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE
RECURSOS**

VERSIÓN 0

Bogotá D.C., marzo de 2020

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Índice de Revisión	Sección Modificada	Fecha Modificación	Observaciones
0			Versión final
B	Documento general	12/11/19	Se anexa matriz de hallazgos
A	Documento general	12/11/19	Se anexa matriz de hallazgos
A1	4.6.1 Aprovechamiento Forestal a solicitar en la Modificación de Licencia 4.6.2 Localización y georreferenciación de las áreas donde se realizará el aprovechamiento 4.6.2.1 Estimaciones de Volumen por cobertura a aprovechar 4.6.2.2 Estimaciones de volumen por especie 4.6.4 Especies amenazadas y vedadas 4.7.7.3 Información meteorológica 4.7.8 Resultados de la modelación 4.7.8 Resultados de la modelación	03-2020	Matriz control de cambios

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Número de revisión		0
Responsable por elaboración	Nombre	Diana Malagón
	Firma	

Responsable por elaboración	Nombre	Katherine Rodríguez
	Firma	
Responsable por revisión	Nombre	Katherine Martínez
Coordinador Proyecto	Firma	
Responsable por aprobación	Nombre	Mónica Pescador
Gerente de Proyecto	Firma	
	Fecha	Marzo de 2020

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA

CAPÍTULO 4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
4. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	1
4.1 AGUAS SUPERFICIALES	7
4.1.1 Balance de agua	7
4.1.2 Agua reutilizada	7
4.1.3 Operación futura	8
4.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS	8
4.3 VERTIMIENTOS	9
4.3.1 Alternativas de vertimiento	9
4.3.2 Sistema de tratamiento de aguas residuales en la Refinería	11
4.3.3 Calidad fisicoquímica de la fuente receptora	17
4.3.4 Capacidad de asimilación del cuerpo receptor	20
4.3.5 Usos del recurso aguas abajo del sitio de vertimiento	21
4.4 OCUPACIONES DE CAUCE	21
4.5 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	21
4.6 APROVECHAMIENTO FORESTAL	22
4.6.1 Aprovechamiento Forestal a solicitar en la Modificación de Licencia	23
4.6.2 Localización y georreferenciación de las áreas donde se realizará el aprovechamiento	23
4.6.3 Sistema de aprovechamiento	25
4.6.4 Justificación del aprovechamiento forestal único; Error! Marcador no definido.	no
4.6.5 Especies amenazadas y vedadas	26
4.7 EMISIONES ATMOSFÉRICAS	28
4.7.1 Localización sobre el plano general de las instalaciones	31
4.7.2 Especificaciones técnicas de las fuentes fijas proyectadas	32
4.7.3 Estimación de emisiones	37
4.7.4 Sistemas de control de emisiones atmosféricas	56
4.7.5 Sistema de tratamiento y disposición final del material recolectado por los equipos de control	59
4.7.6 Calidad del aire en la zona de influencia directa del proyecto	60
4.7.7 Modelos de dispersión	60
4.7.8 Resultados de la modelación	64
4.8 RESIDUOS SOLIDOS	70
4.8.1 Clasificación de los residuos domésticos y peligrosos	71
4.8.2 Caracterización de los residuos domésticos, industriales y especiales	71
4.8.3 Residuos industriales	85
4.8.4 Residuos no peligrosos	86
4.8.5 Alternativas de tratamiento, manejo y disposición e infraestructura asociada.	



	86	
4.8.6	Manejo y Disposición Final de Residuos Sobrantes de Excavación	91

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA

CAPÍTULO 4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 4-1 Resumen de la solicitud de demanda, uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales	3
Tabla 4-2 Fuentes fijas de emisión	5
Tabla 4-3 Volumen de suministro de agua	7
Tabla 4-4 Balance de agua	7
Tabla 4-5 Agua reutilizada	8
Tabla 4-6 Detalle de consumos de Servicios Industriales a 245 KBPD	8
Tabla 4-7 Punto de vertimiento sobre la habia de Cartagena	9
Tabla 4-8 Cargas a la unidad de tratamiento de aguas residuales U-143	12
Tabla 4-9 Porcentaje (%) de remoción dado por diseño U-143	12
Tabla 4-10 Volúmenes en m ³ de vertimientos industriales por tipo de receptor	17
Tabla 4-11 Localización punto de vertimiento	17
Tabla 4-12 Parámetros fisicoquímicos punto vertimiento final	18
Tabla 4-13 Fuentes de material cercanas a la Refinería de Cartagena	21
Tabla 4-14 Volumen por cobertura	24
Tabla 4-15 Volúmenes por especie	25
Tabla 4-16 Especies amenazadas o en veda	27
Tabla 4-17 Fuentes fijas de emisión aprobadas actualmente para la refinería	29
Tabla 4-18 Fuentes fijas de emisión solicitadas para la presente modificación	30
Tabla 4-19 Coordenadas de localización de fuentes fijas	31
Tabla 4-20 Características generales de las fuentes fijas existentes y proyectadas	33
Tabla 4-21 Características hornos	36
Tabla 4-22 Características horno VR-F201	37
Tabla 4-23 Factores de emisión empleados para la modelación (fuentes actuales) Escenario 165 KBPD	40
Tabla 4-24 Emisiones del escenario actual (165 KBPD)	44
Tabla 4-25 Comparación factores de emisión propios y factores de emisión EPA aplicables	48
Tabla 4-26 Equivalencias entre fuentes nuevas y equipos existentes	50
Tabla 4-27 Emisiones del escenario 2 (máxima carga 245 KBPD)	52
Tabla 4-28 Concentraciones máximas para cada tiempo de exposición en la Refinería y los receptores de interés	64
Tabla 4-29 Máximas concentraciones obtenidas en las simulaciones para los tiempos máximos de exposición	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4-30 Residuos peligrosos y No peligrosos que normalmente se generan en las diferentes áreas de la Refinería de Cartagena y principales fuentes o actividades generadoras	72
Tabla 4-31 Comparativo de residuos dispuestos 2015-2017	85
Tabla 4-32 Disposición de otros residuos peligrosos	85



Tabla 4-33 Tipo de Residuos	86
Tabla 4-34 Código de colores para la gestión de residuos	87
Tabla 4-35 Áreas de almacenamiento temporal de residuos	88
Tabla 4-36 Aprovechamiento interno de residuos	89

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA

CAPÍTULO 4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 4-1 Punto de vertimiento sobre la bahía de Cartagena	10
Figura 4-2 Ubicación de puntos de monitoreos aguas marinas	20
Figura 4-3 Individuos de hábito arbóreo que pueden estar poniendo en peligro las operaciones dentro de la Refinería.	23
Figura 4-4 Ubicación de los árboles objeto de aprovechamiento	24
Figura 4-5 Ubicación geográfica de las fuentes fijas	32
Figura 4-6 Enfoques para la estimación de emisiones.	38
Figura 4-7 Esquema del modelo AERMOD	62
Figura 4-8 Salidas graficas de modelación para el escenario actual y futuro	66
Figura 4-9 Clasificación de residuos	71
Figura 4-10 Ubicación geográfica de las áreas de almacenamiento temporal de residuos	89

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA

CAPÍTULO 4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 4.1 Unidad de tratamiento de aguas residuales	11
Fotografía 4.2 Individuo representativo de <i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S.Alverson)	26
Fotografía 4.3 Punto de Clasificación de residuos en la refinería	88

4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

El presente capítulo describe las necesidades de uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales, para la ejecución de las actividades contempladas como alcance en la modificación de la licencia ambiental de la Refinería de Cartagena.

La demanda de los recursos naturales se da por el desarrollo de las diferentes actividades o procesos, esta interacción puede darse directa (uso específico) o indirectamente (resultado secundario de una actividad realizada), llegando a generar algún tipo de impacto, ya sea positivo (reutilización) como negativo (concentración).

Para la evaluación de los recursos naturales a aprovechar es importante tener claro que Refinería de Cartagena con la modificación de licencia, busca lograr dos (2) aspectos:

- i. Incrementar la capacidad de refinación de la Refinería de Cartagena paulatinamente de 165 KBPD a 245 KBPD, para lo cual se llevará a cabo la interconexión de la planta de crudo perteneciente a la configuración original de la Refinería (actualmente en estado de preservación), denominada U-001, a las demás unidades de proceso y servicios auxiliares.

Si bien la U-001 hace parte del complejo industrial, ésta no fue contemplada en la modificación de Licencia Ambiental presentada en el año 2010, por dos razones: en primer lugar, porque los esfuerzos estaban enfocados en la instalación y estabilización de procesos de las nuevas unidades que conformaban el complejo industrial y porque no se tenía una evaluación clara que permitiera tomar decisiones frente a las diferentes opciones que podía tener el equipo (desmantelamiento, retiro total o integración a las nuevas unidades que conforman la refinería).

Una vez se logra la estabilización del proceso de refinación con la nueva configuración y teniendo en cuenta que éstos son ejecutados con equipos de última tecnología, se evidencia que la integración de las unidades de la configuración original de refinería (U-001), con la configuración actual es viable ya que:

- Incrementa la generación de valor de la refinería, mediante la obtención productos valiosos como, por ejemplo: gasolina con un mejor octanaje, a partir de los excedentes de nafta virgen.
 - Optimiza la operación de las unidades que conforman el proceso de refinación, las cuales tendrán la posibilidad de trabajar en rangos de cargas de mayor eficiencia.
 - Incorporar a la operación equipos disponibles al interior de la refinería que actualmente se encuentran en estado de preservación.
 - Reduce el impacto ocasionado por las paradas de las unidades para mantenimiento técnico, ya que se contará con una planta alterna que supla las necesidades demandadas.
- ii. Desistimiento de actividades asociadas al Terminal Portuario, localizado en el área marino-costera adyacente a la Refinería de Cartagena S.A.S, en la Zona Industrial

de Mamonal, integrado por las zonas que se describen a continuación:

- Zona marítima accesoria de Pasarela.
- Zona marítima accesoria de muelle, atraque y maniobra.
- Zona bienes de Playa y Bajamar

Solo se mantendrá el Área de Dársena de Barcazas, la cual cuenta con un muelle que posee un sistema de desembarque denominado Roll on Roll off o Ro-Ro, en donde se realizará el cargue-descargue de maquinaria pesada y transporte de personal.

Teniendo en cuenta lo anterior y con base a la descripción y análisis efectuados en el Capítulo 2. Descripción de proyecto y Capítulo 3. Caracterización del área de influencia, se verifica si la oferta de los recursos suple la demanda solicitada por las necesidades de la operación. En la Tabla 4-1 se presenta los recursos naturales a demandar por el proyecto.

Tabla 4-1 Resumen de la solicitud de demanda, uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales

RECURSO	DESCRIPCIÓN																								
Agua Superficiales	<p>La demanda del recurso se continuará supliendo con la compra de agua a la Empresa de Servicios Públicos Mixta Aguas de Cartagena S.A. E.S.P. – ACUACAR, con la que actualmente se tiene contrato, a través de una línea de conducción independiente que fue construida y adecuada para tal fin.</p> <p>El consumo total de agua previsto alcanzará los 38.146 m³/ día, de los cuales 37.383 m³/ día se destinarán a la producción y 763 m³/ día al uso doméstico.</p> <p>En el Anexo 1. Información Primaria, 1.1 Aspectos Legales, se presenta el contrato suscrito con la empresa ACUACAR para suministro de agua a la Refinería de Cartagena.</p>																								
Aguas subterráneas	<p>Para el abastecimiento de los procesos de la refinería no se realizará ningún consumo por aguas subterráneas, ni exploración de pozos.</p>																								
Vertimiento	<ul style="list-style-type: none"> Vertimiento en bahía de Cartagena <p>La ampliación de la producción de la refinería no implica modificación al permiso de vertimiento existente, el vertimiento de las aguas previamente tratadas se seguirá llevando a cabo conforme a lo dispuesto en el numeral 1 del artículo tercero de la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008, el cual contempla lo siguiente:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo de Vertimiento</th> <th rowspan="2">Caudal Autorizado</th> <th rowspan="2">Cuerpo Receptor</th> <th colspan="2">COORDENADAS GEOGRÁFICAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aguas Residuales domésticas e industriales</td> <td>562,5 m³/h</td> <td>Bahía de Cartagena</td> <td>843507,22</td> <td>1632776,05</td> </tr> </tbody> </table> <p>Los vertimientos realizados darán cumplimiento con la legislación ambiental vigente y se espera correspondan a un caudal promedio de 540 m³/h. Teniendo en cuenta lo anterior, para la presente modificación de licencia no se requiere solicitud de permiso de vertimiento o ampliación del caudal a verter acorde con lo autorizado en el numeral 1 del Artículo Tercero de la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008 (caudal autorizado 562,5 m³/h).</p> <ul style="list-style-type: none"> Vertimiento de aguas lluvias no contaminadas <p>Se llevará a cabo acorde a lo dispuesto en el literal C del numeral 1 del artículo tercero de la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008 se continuará efectuando el vertimiento al Arroyo Grande.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo de Vertimiento</th> <th rowspan="2">Caudal Autorizado</th> <th rowspan="2">Cuerpo Receptor</th> <th colspan="2">COORDENADAS GEOGRÁFICAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aguas lluvias no contaminadas</td> <td>N.E.</td> <td>Arroyo Grande</td> <td>N.E.</td> <td>N.E.</td> </tr> </tbody> </table> <p>NE: No Especificado</p>	Tipo de Vertimiento	Caudal Autorizado	Cuerpo Receptor	COORDENADAS GEOGRÁFICAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTE	NORTE	Aguas Residuales domésticas e industriales	562,5 m ³ /h	Bahía de Cartagena	843507,22	1632776,05	Tipo de Vertimiento	Caudal Autorizado	Cuerpo Receptor	COORDENADAS GEOGRÁFICAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTE	NORTE	Aguas lluvias no contaminadas	N.E.	Arroyo Grande	N.E.	N.E.
Tipo de Vertimiento	Caudal Autorizado				Cuerpo Receptor	COORDENADAS GEOGRÁFICAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ																			
		ESTE	NORTE																						
Aguas Residuales domésticas e industriales	562,5 m ³ /h	Bahía de Cartagena	843507,22	1632776,05																					
Tipo de Vertimiento	Caudal Autorizado	Cuerpo Receptor	COORDENADAS GEOGRÁFICAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ																						
			ESTE	NORTE																					
Aguas lluvias no contaminadas	N.E.	Arroyo Grande	N.E.	N.E.																					

RECURSO	DESCRIPCIÓN												
	<ul style="list-style-type: none"> Vertimiento de las aguas de las pruebas hidrostáticas a la Bahía de Cartagena <p>Se llevará a cabo acorde a lo dispuesto en el literal d, numeral 1 del artículo tercero de la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008.</p> <table border="1" data-bbox="506 402 1808 529"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo de Vertimiento</th> <th rowspan="2">Caudal Autorizado</th> <th rowspan="2">Cuerpo Receptor</th> <th colspan="2">COORDENADAS GEOGRÁFICAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ</th> </tr> <tr> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aguas de pruebas hidrostáticas previo tratamiento, mediante canal de vertimiento</td> <td>N.E.</td> <td>Bahía de Cartagena</td> <td>843507,22</td> <td>1632776,05</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> Entrega a terceros autorizados <p>Las actividades u obras específicas que se requieran ejecutar dentro de la refinería y que estén a cargo de contratistas, deberán contar con el uso de baños portátiles y será responsabilidad del contratista la disposición de los residuos resultantes de los mismos.</p> <p>Por ende, cada contratista debe llevar el registro de los volúmenes de aguas servidas entregadas al proveedor de los servicios de tratamiento y disposición final. El contratista deberá entregar un reporte semanal a la Refinería de Cartagena (o su representante) de los volúmenes generados. Al final del contrato se debe hacer un arqueo de los volúmenes generados con los registros de disposición final.</p>	Tipo de Vertimiento	Caudal Autorizado	Cuerpo Receptor	COORDENADAS GEOGRÁFICAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTE	NORTE	Aguas de pruebas hidrostáticas previo tratamiento, mediante canal de vertimiento	N.E.	Bahía de Cartagena	843507,22	1632776,05
Tipo de Vertimiento	Caudal Autorizado				Cuerpo Receptor	COORDENADAS GEOGRÁFICAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ							
		ESTE	NORTE										
Aguas de pruebas hidrostáticas previo tratamiento, mediante canal de vertimiento	N.E.	Bahía de Cartagena	843507,22	1632776,05									
Ocupaciones de Cauce	Para la ejecución de las actividades objeto de modificación de la licencia ambiental no se requerirá la solicitud de ocupaciones de cauce.												
Aprovechamiento Forestal	<u>Se requiere permiso de aprovechamiento forestal para un total de 209 árboles que equivalen a un volumen total de 330.48 y un volumen comercial de 57.50m³. Estos individuos corresponden a aquellos que por su estado fitosanitario y/o ubicación, representan un riesgo para la operación.</u>												
Materiales de Construcción	El uso de material de arrastre o de cantera, puede requerirse durante la etapa de operación en actividades de excavación, relleno, nivelación y/o compactación del terreno. Si bien no se prevé la realización de movimientos de tierra o modificaciones significativas de la topografía del sitio, de requerirse algún tipo de material, se contará con canteras que cuenten con los respectivos permisos mineros y ambientales. En caso de que se vea la necesidad de su disposición, se utilizarán gestores y sitios autorizados para tal fin. Lo anterior contará con soportes respectivos y serán presentados a la autoridad ambiental mediante el reporte generado en los informes de cumplimiento ambiental ICA.												
Emisiones Atmosféricas	Las principales fuentes de emisión de la Refinería de Cartagena corresponden a calderas, hornos, incineradores y turbinas, que se encuentran asociadas a las diferentes unidades de proceso. <p>Actualmente, se tienen autorizadas 22 fuentes fijas de emisión bajo la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008 y Resolución 0511 del 16 de marzo de 2010, de las cuales 20 están en operación constante, dado que una de las fuentes (FE04 Caldera SP-SG-104) fue sacada de operación para desmantelamiento y la otra fuente (FE14 HORNO PEQUEÑO 146-TKF-F-001) opera solo bajo demanda. A las 20 fuentes que operan constantemente se les realiza el debido monitoreo de seguimiento y control.</p> <p>Teniendo en cuenta la operación futura a 245 KBPD mediante la integración de las refinerías (antigua y nueva) y lo que esto lleva, se solicita permiso para 11 nuevas fuentes fijas de emisión. A continuación, en la Tabla 4-2, se presenta el total de fuentes de emisión que conformarán el complejo industrial, resaltando en color gris las nuevas fuentes requeridas.</p>												

RECURSO	DESCRIPCIÓN								
	Tabla 4-2 Fuentes fijas de emisión								
	ID	Nombre compuesto* (equipos que comparten chimenea)	Nombre	Tipo equipo	Tipo combustible	X (m) [UTM zona 18N]	Y (m) [UTM zona 18N]	X (m) Magna Sirgas Bogotá	Y (m) Magna Sirgas Bogotá
Fuentes autorizadas	FE 01	CALDERA SP-SG-101	CALDERA SP-SG-101	Caldera	Gas Combustible	445445.6	1140073.2	844366.3	1632600.0
	FE 02	CALDERA SP-SG-102	CALDERA SP-SG-102	Caldera	Gas Combustible	445446.1	1140056.5	844366.7	1632583.3
	FE 03	CALDERA SP-SG-103	CALDERA SP-SG-103	Caldera	Gas Combustible	445421.4	1140061.3	844342.0	1632588.1
	FE 05	CALDERA SP-SG-1005	CALDERA SP-SG-1005	Caldera	Gas Combustible	445421.1	1140092.1	844341.8	1632618.9
	FE 06	HORNO REHERVIDOR 44-H-01	HORNO REHERVIDOR 44-H-01	Horno	Gas Combustible	446603.4	1140354.4	845525.6	1632878.0
	FE 07	HORNO REHERVIDOR 107-CNT-F-201	HORNO REHERVIDOR 107-CNT-F-201	Horno	Gas Combustible	445680.5	1139938.4	844600.9	1632464.4
	FE 08	HORNO 108-DHA-F-001/HORNO 108-DHA-F-002	HORNO 108-DHA-F-001	Horno	Gas Combustible	446326.3	1140100.7	845247.6	1632624.9
			HORNO 108-DHA-F-002	Horno	Gas Combustible				
	FE 09	HORNO 109-DHB-F-001/HORNO 109-DHB-F-002	HORNO 109-DHB-F-001	Horno	Gas Combustible	446325.2	1140039.3	845246.4	1632563.5
			HORNO 109-DHB-F-002	Horno	Gas Combustible				
	FE 10	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001/HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002/HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001	Horno	Gas Combustible	446411.7	1140336.5	845333.8	1632860.7
			HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002	Horno	Gas Combustible				
			HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	Horno	Gas Combustible				
	FE 11	HORNO 100-CDU-F-001	HORNO 100-CDU-F-001	Horno	Gas Combustible	446277.2	1140352.1	845199.2	1632876.7
	FE 12	HORNO 100-CDU-F-002	HORNO 100-CDU-F-002	Horno	Gas Combustible	446234.7	1140355.3	845156.7	1632880.0
	FE 13	HORNO 111-DCU-F-201/HORNO 111-DCU-F-202	HORNO 111-DCU-F-201	Horno	Gas Combustible	446032.2	1140161.1	844953.5	1632686.2
			HORNO 111-DCU-F-202	Horno	Gas Combustible				
FE 14	HORNO PEQUEÑO 146-TKF-F-001	HORNO PEQUEÑO 146-TKF-F-001	Horno	Gas Combustible	446030.5	1140161.1	844951.8	1632686.2	
FE 15	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	Reformador	Gas Combustible	446366.9	1139960.3	845287.8	1632484.3	
FE 16	REFORMADOR 116 - HPU2-F001	REFORMADOR 116 - HPU2-F001	Reformador	Gas Combustible	446368.8	1139921.4	845289.6	1632445.4	
FE 17	Incinerador 123-TGA-F-301	Incinerador 123-TGA-F-301	Horno reactor	Gas Combustible	446138.1	1139985.6	845059.0	1632510.3	

RECURSO	DESCRIPCIÓN								
	FE 18	Incinerador 124-TGB-F-301	Incinerador 124-TGB-F-301	Horno	Gas Combustible	446085.7	1139972.5	845006.5	1632497.4
	FE 19	130 PSG-GTGEN-001/130-PSG-HRSG-001	130 PSG-GTGEN-001 130-PSG-HRSG-001	Turbina de Gas Caldera	Gas Natural Gas combustible	446542.7	1139800.5	845463.3	1632323.9
	FE 20	130 PSG-GTGEN-002/130-PSG-HRSG-002	130 PSG-GTGEN-002 130-PSG-HRSG-002	Turbina de Gas Caldera	Gas Natural Gas combustible	446595.3	1139800.3	845515.9	1632323.6
	FE 21	130 PSG-GTGEN-003/130-PSG-HRSG-003	130 PSG-GTGEN-003 130-PSG-HRSG-003	Turbina de Gas Caldera	Gas Natural Gas combustible	446637.8	1139800.4	845558.5	1632323.5
	FE 22	Chimenea de regenerador Cracking FC-D-2560	Chimenea de regenerador Cracking FC-D-2560	Regenerador	Fuente que no quema gas	445521.4	1140263.6	844442.7	1632790.3
	FE 23	HORNO 111-DCU-F-203	HORNO 111-DCU-F-203	Horno	Gas Combustible	446043.5	1140218.9	844965.0	1632744.0
	FE 24	REFORMADOR 117 - HPU3-F001	REFORMADOR 117 - HPU3-F001	Reformador	Gas Combustible	446430.0	1139955.2	845351.0	1632479.0
	FE 25	Incinerador 125-TGB-F-301	Incinerador 125-TGB-F-301	Horno reactor	Gas Combustible	446181.2	1139948.4	845102.0	1632473.0
	FE 26	Horno PS-F301	Horno PS-F301	Horno	Gas Combustible	445683.0	1140097.1	844603.9	1632623.2
	FE 27	Horno PS-F1/Horno PS-F401	Horno PS-F1 Horno PS-F401	Horno Horno	Gas Combustible Gas Combustible	445676.9	1140066.2	844597.7	1632592.3
	FE 28	Horno VRF-201	Horno VRF-201	Horno	Gas Combustible	445697.4	1140013.6	844618.1	1632539.6
	FE 29	103-CCR-F-001	103-CCR-F-001	Horno	Gas Combustible	446483.5	1140204.3	845405.2	1632728.2
	FE 30	103-CCR-F-002	103-CCR-F-002	Horno	Gas Combustible	446483.8	1140199.0	845405.5	1632722.9
FE 31	103-CCR-F-003	103-CCR-F-003	Horno	Gas Combustible	446483.8	1140193.7	845405.5	1632717.6	
FE 32	102-NHT-F-001	102-NHT-F-001	Horno	Gas Combustible	446458.8	1140388.9	845381.0	1632913.0	
FE 33	Horno PS-F402	Horno PS-F402	Horno	Gas Combustible	445668.0	1140047.3	844588.7	1632573.1	
	<p>*Algunos equipos comparten chimenea. Para estos casos el nombre compuesto agrupa los nombres de las fuentes que realizan su descarga atmosférica a través de una misma chimenea y son identificados como una única fuente. Fuente: Hernández, A. (2019). Simulación de la dispersión de contaminantes emitidos por la Refinería de Cartagena. Bogotá.</p> <p>Las chimeneas de las nuevas fuentes fijas de emisión cumplirán con aspectos como la altura mínima del punto de descarga, así como los estándares de emisión admisibles establecidos en la Resolución 909 del 5 de junio de 2008 del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS).</p>								
Residuos Sólidos	El manejo de los residuos sólidos se realizará conforme a lo estipulado en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) para la Refinería de Cartagena, el cual fue adoptado mediante el formato RFN-L-069 del 27 de noviembre de 2017, Versión 3.								

Fuente: Concol by WSP, 2019.

A continuación, se describirá el tipo de recurso utilizado y tipo de manejo asignado al mismo con el fin de evitar impactos negativos.

4.1 AGUAS SUPERFICIALES

Para el desarrollo de las diferentes actividades (industriales y domésticas) del proyecto, no se contempla la obtención de agua directamente de fuentes naturales superficiales, por lo tanto, no se requiere solicitud de concesión de aguas. La demanda se suplirá con la compra de agua a la Empresa de Servicios Públicos Mixta Aguas de Cartagena S.A. E.S.P. – ACUACAR, a través de una línea de conducción independiente construida y adecuada para tal fin, considerando que cuenta con concesión de aguas otorgada por la Corporación Autónoma del Canal del Dique – CARDIQUE por un término de cincuenta (50) años, según Resolución 332 del 8 de junio de 1998. En el Anexo 1. Información Primaria, 1.1 Aspectos Legales se presenta el contrato suscrito con la empresa ACUACAR para suministro de agua a la Refinería de Cartagena; por lo tanto, no se realiza aprovechamiento directo de ninguna fuente de agua.

Ante el incremento en la producción registrado en el año, se captó 7,94% más agua que el año anterior, destinada principalmente a usos industriales (99%) y domésticos (1%). (Ver Tabla 4-3).

Tabla 4-3 Volumen de suministro de agua

Captación	2016	2017	Variación %	2018	Variación %
Volumen suministro (m ³)	7.191.786,86	7.433.171,84	3,36%	8.023.360,11	7,94

Fuente: Informe de sostenibilidad 2018 Refinería de Cartagena

4.1.1 Balance de agua

El balance de agua hace referencia a la consolidación de todos los flujos de entrada y salida del recurso hídrico en las instalaciones de la refinería. Es una metodología que permite identificar y plantear estrategias para la gestión del recurso, así como la verificación de la calidad de la información reportada. (Ver Tabla 4-4).

Tabla 4-4 Balance de agua

Balance de Aguas (m ³)	2016	2017	Variación % 2016 2017	2018	Variación % 2017 2018
Suministro/Captación	7.191.787	7.433.172	3,3	8.023.360,11	7,94
Vertimiento	2.658.388	2.648.835	-0,4	2.050.618,90	-22
Consumo de la operación (Agua captada)	4.533.399	4.784.337	-33,5	5.972.741,21	10,4

Fuente: Informe de sostenibilidad Reficar 2018

4.1.2 Agua reutilizada

Por otro lado, la refinería lleva cabo un proceso de reutilización y recirculación de aguas

destinada a usos industriales, el cual consiste en usar nuevamente el recurso que ya ha sido utilizado previamente en un proceso productivo, reincorporándolo a una etapa del mismo proceso (recirculación) o utilizándolo en otro proceso distinto (reutilización), antes de ser descargada al ambiente.

En 2018 se reutilizaron y recircularon 4.708.130,57 m³ de agua, lo que representó una variación de 16,36% con respecto al valor reportado para el año anterior. Esto correspondió al 78,82 % del volumen total de agua consumida en la operación (5.972.741,21 m³) de los cuales el 41% correspondió a la reutilización (1.939.691,51 m³) y el 59% a la recirculación (2.768.439,06 m³). (Ver Tabla 4-5).

Tabla 4-5 Agua reutilizada

Volúmenes (m ³)	2016	2017	Variación % 2016 2017	2018	Variación % 2017 2018
Reutilización	1.281.223	1.745.043	26,6	1.939.691,51	11,15
Recirculación	603.600	2.300.990	281,2	2.768.439,06	20,32
Total	1.884.822	4.046.034	114,66	4.708.130,57	16,36

Fuente: Informe de sostenibilidad Reficar 2018

4.1.3 Operación futura

Teniendo en cuenta el aumento paulatino de la capacidad de carga hasta 245 KBPD, en la Tabla 4-6, se detallan los consumos de servicios industriales de la Refinería de Cartagena que se estiman para la operación futura, incluyendo la etapa intermedia con capacidad de carga de 200 KBPD.

Tabla 4-6 Detalle de consumos de Servicios Industriales a 245 KBPD

Tipo de consumo	Capacidad carga 165 KBPD	Capacidad carga 200 KBPD	Capacidad carga 245 KBPD
Consumo de agua cruda	3900-4200 GPM	5000 – 5500 GPM	6000 – 6500 GPM
Recirculación de agua en torres de enfriamiento	140000-154000 GPM	156000 – 160000 GPM	185000 – 205000 GPM
Reposición de agua en torres de enfriamiento	1550-1700 GPM	1960 – 2000 GPM	2300 – 2500 GPM

Fuente: Refinería de Cartagena S.A.S, 2019.

4.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

Como se mencionó en el numeral anterior, el agua será suministrada por la Empresa de Servicios Públicos Mixta Aguas de Cartagena S.A. E.S.P. – ACUACAR para la operación de las diferentes unidades de la refinería, por lo cual, no se prevé utilizar el recurso hídrico subterráneo y más cuando las características fisicoquímicas propias del agua subterránea en esta zona, corresponde con una cuña salina, siendo imposibilitado el uso tanto

doméstico como industrial.

4.3 VERTIMIENTOS

Durante el desarrollo de las diferentes actividades que contempla la operación de la Refinería de Cartagena, se generarán residuos líquidos de tipo doméstico e industrial los cuales una vez tratados serán dispuestos de acuerdo con el permiso, descrito en el numeral 1 del Artículo Tercero de la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008 (ver Tabla 4-1 /ítem Vertimientos).

Las alternativas propuestas para la disposición de las aguas residuales durante la etapa de operación son:

- i. Vertimiento en la Bahía de Cartagena, las cuales no superarán el caudal autorizado.
- ii. Vertimiento de aguas lluvias no contaminadas al Arroyo Grande.
- iii. Vertimiento de agua empleada en las pruebas de hermeticidad a la Bahía de Cartagena, previo tratamiento.
- iv. Entrega a terceros especializados que cuenten con los respectivos permisos ambientales para realizar el manejo y que se encuentren debidamente autorizados para prestar dichos servicios.

4.3.1 Alternativas de vertimiento

A continuación, se describen a detalle las alternativas para la disposición de aguas residuales domésticas e industriales:

4.3.1.1 Vertimiento en la bahía de Cartagena

Las aguas residuales industriales y domésticas generadas en la Refinería de Cartagena, son recolectadas y tratadas en la U-143 - Unidad de tratamiento de aguas residuales, donde se localiza la planta de tratamiento de aguas, para posteriormente realizar el vertimiento final sobre la Bahía de Cartagena, específicamente en el punto autorizado en la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008 expedida por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), para un caudal máximo de 562,5 m³/h.

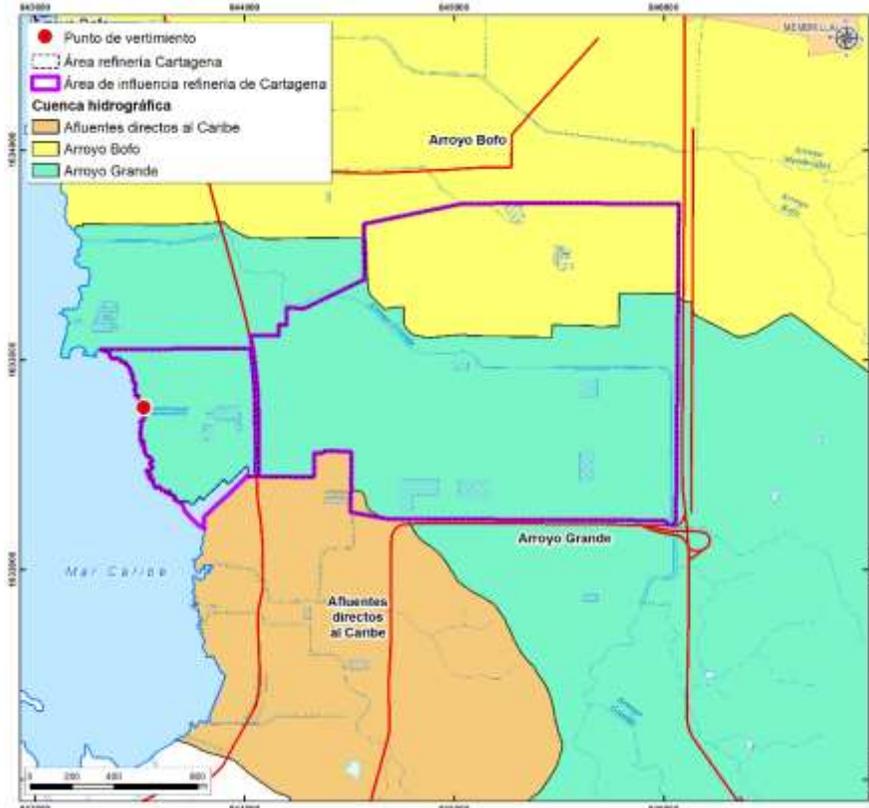
En la Tabla 4-7 y Figura 4-1 se presenta la ubicación geográfica del punto de vertimiento autorizado.

Tabla 4-7 Punto de vertimiento sobre la bahía de Cartagena

Punto de Vertimiento	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá	
	Este	Norte
	843507.22	1632776.05

Fuente: Concol by WSP, 2019

Figura 4-1 Punto de vertimiento sobre la había de Cartagena



Fuente: Concol by WSP, 2019

4.3.1.2 Vertimiento de aguas lluvias no contaminadas al Arroyo Grande

De acuerdo al literal c, numeral 1 del Artículo Tercero de la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008, se autorizó el vertimiento de aguas lluvias no contaminadas sobre el Arroyo Grande el cual atraviesa los predios de la Refinería; resaltando que las aguas lluvias son canalizadas y conducidas a los PIT's¹ o piscinas pulmón construidas para verificar posible contaminación, una vez es descartada dicha condición son descargadas al Arroyo Grande, en caso contrario las aguas son enviadas a la U-143 Unidad de tratamiento de aguas residuales para su tratamiento.

4.3.1.3 Vertimiento de aguas empleadas en pruebas de hermeticidad a la Bahía de Cartagena

De acuerdo con el literal d, numeral 1 del Artículo Tercero de la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008, se autorizó el vertimiento de las aguas de las pruebas hidrostáticas previo tratamiento en la U-143 Unidad de tratamiento de aguas residuales, a la Bahía de Cartagena mediante el canal de vertimiento de la Refinería actual.

¹ PIT's: sistema denominado como U-144, el cual está distribuido a lo largo de la Refinería, por medio del cual se recogen las aguas aceitosas y potencialmente contaminadas mediante líneas de drenaje de las plantas.

4.3.1.4 Entrega a terceros autorizados

Las actividades u obras específicas que se requieran ejecutar dentro de la refinería y que estén a cargo de contratistas, deberán contar con el uso de baños portátiles y será responsabilidad del contratista la disposición de los residuos resultantes de los mismos.

Por ende, cada contratista debe llevar el registro de los volúmenes de aguas servidas entregados al proveedor de los servicios de tratamiento y disposición final. El contratista deberá entregar un reporte semanal a la Refinería de Cartagena (o su representante) de los volúmenes generados. Al final del contrato se debe hacer un arqueo de los volúmenes generados con los registros de disposición final.

4.3.2 Sistema de tratamiento de aguas residuales en la Refinería

La unidad de tratamiento de aguas residuales (U-143) ubicada al interior de la refinería, comprende un sistema cuyo propósito es tratar los efluentes provenientes de las diferentes unidades de proceso, aguas lluvias potencialmente contaminadas y aguas domésticas, mediante dos tipos de tratamiento: primario y secundario. (Ver Fotografía 4.1).

El principal objetivo de la Unidad de tratamiento de aguas residuales consiste en retirar los contaminantes que proviene de las unidades de procesos, mediante procesos químicos, biológicos y físicos, cumpliendo la normatividad ambiental. Esta unidad fue diseñada para cumplir unos parámetros de seguimiento de la Refinería de Cartagena, en donde, tienen mayor énfasis en el DQO y se maneja con un valor límite de 150 ppm, el cual es el referente para hacer el vertimiento final, además, se controlan las grasas, los aceites, solidos suspendidos totales, fenoles y coliformes.

La planta fue diseñada para dos escenarios, el primero para temporada seca con el fin de manejar 814 gal/min y el segundo para época de lluvia 1.716 gal/min.

Fotografía 4.1 Unidad de tratamiento de aguas residuales



Fuente: Refinería de Cartagena, 2019.

Las cargas a la U-143 son Aguas Aceitosas y Salmuera provenientes de la U-100, Aguas Agrias no Fenólicas proveniente de torres despojadoras, Salmuera de la neutralización en la U-037, Aguas Aceitosas del drenaje de equipos todas las unidades, aguas ácidas y aguas calientes provenientes de la Unidad de Servicios Industriales, aguas aceitosas y solvente gastado de la unidad U-002, Agua Caliente proveniente de purgas de la U-044 y TAES, Aguas Potencialmente Contaminadas procedente de todas las unidades, aguas aceitosas provenientes del drenaje de tanques de productos negros y aguas básicas provenientes del drenaje de productos blancos y aguas lluvias de cunetas. Adicionalmente, cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas la cual trata los efluentes provenientes de los edificios de administración, cuartos de control, talleres, casino, tanques sépticos, enfermería y laboratorio (Ver Tabla 4-8)

Tabla 4-8 Cargas a la unidad de tratamiento de aguas residuales U-143

U-143		
Cargas a la Unidad Tratamiento de Aguas Residuales (U-143)		
Origen	Carga	Fuente
Unidad de Destilación Combinada	Aguas Aceitosas	Drenaje de Equipos/ Tratamiento Merichem
	Salmuera	Desaladores Neutralización Merichem
Unidad del Bloque de Azufre	Aguas Agrias no Fenólicas	Torres Despojadoras
Unidad de Hidrocraqueo	Aguas Aceitosas	Drenaje de Equipos
Unidad de Servicios Industriales	Aguas Ácidas	Retrolavado de la Unidad de Desmineralización
	Aguas Calientes	Enfriamiento de Turbogeneradores
Unidad de Craqueo Catalítico	Aguas Aceitosas	Drenaje de Equipos
	Solvente Gastado	Tratamiento Merox
Unidad de Alquilación	Agua Caliente	Purga de TAE'S
Unidad de Materias Primas y Productos	Aguas Aceitosas	Drenaje de Tanques Productos Negros
	Aguas Básicas	Drenaje de Tanques Productos Blancos
	Aguas Aceitosas	Almacenamiento de materias primas y productos
	Aguas Lluvias	
	Grasas y aceites	

Fuente: Refinería de Cartagena, 2019.

En la Tabla 4-9 se muestra el porcentaje (%) de remoción de la planta por parámetro medido.

Tabla 4-9 Porcentaje (%) de remoción dado por diseño U-143

U-143	
Parámetro	Consideración por Diseño
pH	5 - 9
DBO	>80% de remoción
DQO (sanitaria y proceso)	125 mg/L y 150 mg/L
Grasas y Aceites	>80% de remoción
TSS (sanitaria y proceso)	>80% de remoción
Arsénico	0,5 mg/L
Bario	5,0 mg/L

U-143	
Parámetro	Consideración por Diseño
Cadmio	0,1 mg/L
Cromo Hexavalente	0,5 mg/L
Cromo Total	0,5 mg/L
Cobre	3,0 mg/L
Hierro	3,0 mg/L
Plomo	0,5 mg/L
Mercurio	0,02 mg/L
Níquel	2,0 mg/L
Selenio	0,5 mg/L
Plata	0,5 mg/L
Vanadio	1,0 mg/L
Cianuro Libre	0,1 mg/L
Cianuro Total	1,0 mg/L
Nitrógeno Total	40 mg/L
Sulfuro	1,0 mg/L
Benceno	0,05 mg/L
Benzo(a)pyrene	0,05 mg/L
Policloruro	ND
Tricloroetileno	1,0 mg/L
Cloroformo	1,0 mg/L
Tetracloruro de Carbono	1,0 mg/L
Dicloroetileno	1,0 mg/L
Disulfuro de Carbono	1,0 mg/L
Compuestos Orgánicos Clorados	0,5 mg/L
Compuesto Orgánico	0,1 mg/L
Mercurio Orgánico	No Detectable
Carbonato	0,1 mg/L
Fenol	0,2 mg/L
Temperatura	< 40 °C
Materiales Flotantes	ausentes
Total Bacteria Coliforme (aguas sanitarias)	<400 N MP/100

Fuente: Refinería de Cartagena, 2019.

4.3.2.1 Tratamiento Primario

La unidad de tratamiento de aguas residuales (U-143) incluye un tratamiento primario, que consiste en realizar el tratamiento de los efluentes residuales mediante separación física por gravedad que provienen de las diferentes unidades de proceso. En esta sección se suministran las condiciones necesarias para remover los contaminantes mediante la sedimentación y/o flotación. En el tratamiento primario se tratan las siguientes secciones:

- i. Canal de desviación y sistema de agua en exceso 1 y 2.
- ii. Separación API.
- iii. Proceso de clarificación (Coagulación y Floculación).
- iv. Flotación por nitrógeno disuelto (DNF).

- v. Filtración de gases de venteo.
- vi. Canal de desviación y sistema de agua en exceso 1 y 2.

- **Canal de desviación y sistema de agua en exceso 1 y 2**

El canal de desviación recibe las aguas provenientes del alcantarillado que recoge las aguas de la antigua refinería y remueve aceite mediante un desnatador que está flotando y estos retiran la primera porción de hidrocarburos, el sistema de almacenamiento de aguas en exceso 1 y 2 recibe los reboses de los equipos de la unidad, en él es necesario mantener un nivel mínimo para tener disponibilidad de almacenamiento de aguas lluvias.

- **Separación API**

En los separadores API se retira el aceite y los sólidos sedimentables de la corriente de aguas residuales, es decir los separadores API garantizan una separación de aceites, el agua queda en la mitad y los lodos se van al fondo. Los separadores trabajan basados en la acción de la fuerza de gravedad sobre las partículas contenidas en el agua, donde la separación por gravedad es un método en el cual la separación de fases se produce aprovechando la diferencia entre densidades relativas. Si la densidad de la partícula es menor con relación al agua, su separación será posible por flotación (fase aceitosa) y si la densidad de la partícula es mayor con relación al agua su separación será posible por sedimentación (lodos).

Es importante la velocidad con que las partículas descienden o ascienden según la densidad. Los separadores gravitacionales constan de un tanque rectangular largo que provee de un tiempo de residencia suficiente para que la mayoría del aceite flote a la superficie y el lodo se sedimente.

Para la remoción de los contaminantes separados, los separadores cuentan con equipos de recolección de aceite y transporte de lodos.

- **Proceso de clarificación (Coagulación y Floculación)**

El agua efluente de los separadores API continua a un proceso de clarificación que se lleva a cabo en los compartimientos de coagulación y floculación dispuestos en serie.

El propósito de la coagulación es reunir los sólidos suspendidos y las materias coloidales muy finas que se encuentran disueltas en el agua, donde el coagulante es una sustancia que ayuda a la precipitación más rápida de partículas suspendidas y coloides durante el tratamiento del agua.

La floculación es un proceso consecutivo a la coagulación y consiste en agrupar los coágulos en forma de un precipitado voluminoso y liviano (flóculos), esto se logra al introducir en el agua un floculante el cual es sulfato de Aluminio, generalmente un polímero sintético, mediante agitación para garantizar el contacto íntimo entre los coágulos y el polímero, facilitando su adherencia, las masas de flóculos grandes son fácilmente removibles.

Las cámaras de coagulación y floculación tienen instalado un sistema de inertización con nitrógeno controlado por una válvula auto-regulada, la cual envía el gas en exceso hacia los Filtros de Carbón Activado.

- **Flotación por Nitrógeno Disuelto (DNF)**

En el proceso de clarificación se generaron unos Floccs los cuales pasan a la etapa de flotación por gas disuelto, en este caso es por nitrógeno disuelto, su función es remover la mayor cantidad de sólidos suspendidos e hidrocarburo que aún permanezcan en el agua después de efectuada la floculación, es decir mejorar la separación de pequeñas gotas de aceite y sólidos disueltos mediante la separación por flotación con nitrógeno.

La flotación es un proceso físico de separación de fases en el que se requiere la presencia de pequeñas burbujas de gas inerte al medio para promover el ascenso de las partículas, la asociación de las burbujas de gas con las partículas hace que su densidad promedio se haga menor que la densidad del agua, el proceso aplicado en la unidad es la presurización con nitrógeno gaseoso el cual es disuelto en el agua dentro de un recipiente a una presión de 63 psig, cuando el agua retorna al tanque de flotación que se encuentra a presión atmosférica, se genera la formación de las micro burbujas.

- **Filtración de gases de venteo**

El sistema de filtración se utiliza para remover las posibles trazas de hidrocarburo arrastradas por los gases expulsados durante el proceso de inertización. El sistema está compuesto por dos recipientes de acero llenos de carbón activado granular alineados de forma secuencial. El espacio vacío de los tanques de proceso se ocupa con vapores de hidrocarburo; para evitar la acumulación de gases explosivos se inyecta nitrógeno para mantener un ambiente inerte.

El nitrógeno se inyecta cuando la presión de los recipientes cae por debajo de un punto determinado. Por otro lado, cuando la presión sube, los gases salen hacia un sistema de control de gases volátiles. Los equipos que se encuentran alineados a los filtros de carbón activado X-006A/B son:

- i. Tanques de carga a separadores API, TK-001A/B
- ii. Separadores API, TK-002A/B
- iii. Tanque de aceite desnatado TK-003
- iv. Tanques de coagulación y floculación, TK-004/5
- v. Tanque de mezclado de lodos aceitosos TK-008
- vi. Tanque espesador de lodos aceitosos TK-009
- vii. Tanque de flotación por nitrógeno disuelto DNF, TK-006A/B

4.3.2.2 Tratamiento secundario

Un tratamiento secundario en el cual se presentan los procesos de descontaminación realizados al efluente, utilizando procesos de homogenización y de reacción biológica. Es decir, se realiza la separación de los sólidos disueltos, donde debe salir con un valor de

solidos igual o menor a 30 ppm, dentro de los cuales se incluyen hidrocarburos y contaminantes que no se separan fácilmente en el tratamiento primario.

En el proceso de homogenización se realiza la distribución equitativa de los contaminantes del agua biológica, es decir, se homogeniza la carga a tratar. En este proceso se mitiga la variabilidad de la carga (Solidos disueltos, pH, fenoles, nitrógeno, sulfuros, hidrocarburos) y se asegura la confiabilidad operacional de la reacción biológica, utilizando lodos activados para degradar los contaminantes. En el proceso de reacción biológica se realiza la separación por biodegradación de los sólidos disueltos (fenoles, nitrógeno amoniacal y sulfuros) que no son fácilmente separados en el tratamiento primario.

El tratamiento biológico se lleva a cabo en una operación intermitente y está dividido en cuatro etapas que son: llenado anaerobio, reacción, sedimentación y disposición o decantado.

4.3.2.3 Tratamiento de lodos aceitosos y biológicos

En el tratamiento de lodos se realiza un conjunto de operaciones de separación líquido-sólido que busca acondicionar los lodos provenientes de otros tratamientos para reducir su contenido de líquidos. En el tratamiento de lodos se realizan dos operaciones de separación, entre estas tenemos, el tratamiento de lodos aceitosos, proceso en el que se da el manejo y disposición de los lodos que pueden tener arrastre de hidrocarburos generados en el tratamiento primario y el tratamiento de los lodos biológicos, proceso en el que se da el manejo y disposición de los lodos generados en los bio-reactores SBR.

4.3.2.4 Proceso de filtración y vertimiento

El proceso de filtración y vertimiento es el mecanismo por el cual se retiran los últimos sólidos en suspensión durante los tratamientos primario y secundario del agua tratada antes de su vertimiento final a la bahía.

4.3.2.5 Planta de tratamiento de aguas sanitarias

En la planta de tratamiento de aguas sanitarias se da el proceso de desinfección y descontaminación de las aguas domesticas que se generan en los cuartos de control, comedores y edificios de administración de la refinería, para su posterior vertimiento. Las etapas del tratamiento en esta planta son las siguientes: Carga, Homogenización, Reacción Biológica, tratamiento de lodos y filtración.

El producto de la Unidad U-143, corresponde al vertimiento final de las aguas tratadas cumpliendo con los requerimientos de calidad establecidos por la ley para generar bienestar y desarrollo sostenible minimizando el impacto ambiental.

4.3.2.6 Volúmenes de aguas residuales

En el año 2017 se presentó una disminución del 0,35% en el volumen de aguas vertidas con respecto al año 2016 y en el 2018 la disminución alcanzó el 22%, manteniéndose estable debido a la operación de la nueva configuración de la refinería ampliada y

modernizada. (Ver Tabla 4-10).

Tabla 4-10 Volúmenes en m³ de vertimientos industriales por tipo de receptor

Vertimiento (m ³)	2016	2017	Variación %	2018	Variación %
Superficial	2.658.388,07	2.648.834,9	-0,35%	2.050.618,9	-22%

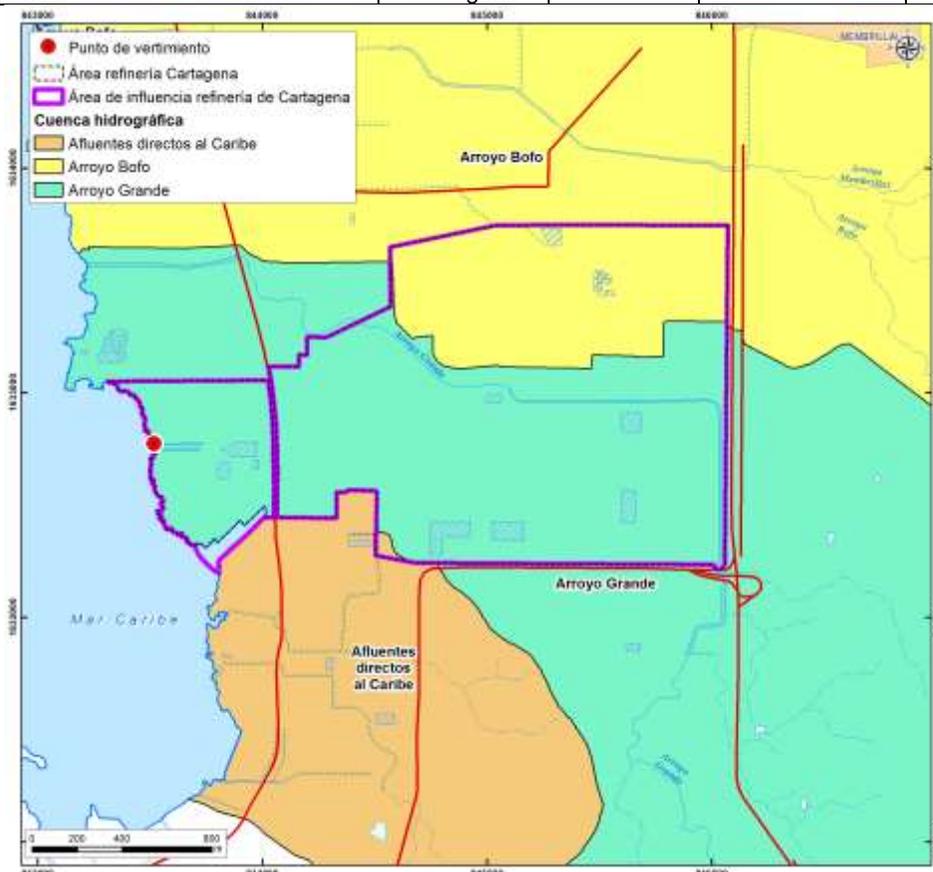
Fuente: Informe de sostenibilidad Refinería de Cartagena, 2019.

4.3.3 Calidad fisicoquímica del agua de vertimiento

En la Tabla 4-12, se presenta una generalidad de las características fisicoquímicas del agua entregada por la Refinería (vertimiento) a la fuente receptora (ver Tabla 4-11). El monitoreo fue realizado por el laboratorio Instituto de Higiene Ambiental S.A.S., el cual cuenta con acreditación del IDEAM mediante la Resolución 0286 del 02 de marzo de 2016, en el mes de noviembre del año 2018.

Tabla 4-11 Localización punto de vertimiento

Tipo	Nombre	Ubicación	MAGNA-SIRGAS origen central Bogotá		Fecha del monitoreo
			Este	Norte	
	Punto de toma de muestra para revisar calidad de vertimiento	Bahía de Cartagena	843509	1632774	Noviembre de 2018



Fuente: Refinería de Cartagena, 2019

Tabla 4-12 Parámetros fisicoquímicos punto vertimiento final

Parámetro	Punto de vertimiento	Decreto 1076/2015		Resolución 0883 del 18 de mayo de 2018 Artículo 10
		Art. 2.2.3.3.9.14	Art. 2.2.3.3.9.16	
Aceites y grasas	<1,0	>80%	N.E.	15,0
Acidez total	67,3	N.E.	N.E.	Análisis y reporte
Alcalinidad total	339,6	N.E.	N.E.	Análisis y reporte
Arsénico	0,0085	N.E.	0,5	0,1
Bario	<1,0	N.E.	5	Análisis y reporte
Benceno, tolueno, xileno y etilbenceno	<0,01	N.E.	N.E.	Análisis y reporte
Cadmio	<0,050	N.E.	0,1	NA
Caudal*	79,56	N.E.	N.E.	NA
Cianuro	<0,02	N.E.	N.E.	1,0
Coliformes totales	524x10 ¹	N.E.	N.E.	NA
Color real	NA	N.E.	N.E.	Análisis y reporte
Compuestos fenólicos	<0,007	N.E.	0,2	NA
Conductividad	1791,6	N.E.	N.E.	NA
Cromo	<0,200	N.E.	0,5	0,5
Demanda bioquímica de oxígeno	71,8	>80%	N.E.	200,0
Demanda química de oxígeno	182,4	N.E.	N.E.	400,0
Detergentes (SAAM)	<0,20	N.E.	N.E.	Análisis y reporte
Dureza cálcica	327,8	N.E.	N.E.	NA
Dureza total	351,8	N.E.	N.E.	NA
Fenoles	<0,20	N.E.	N.E.	0,2
Hidrocarburos totales	<1,0	N.E.	N.E.	10,0
Hidrocarburos policíclicos aromáticos (HAP,s)	<0,003	N.E.	N.E.	Análisis y reporte
Hierro	0,559	N.E.	N.E.	3,0
Material flotante	Ausente	Ausente	N.E.	NA
Mercurio	<0,001	N.E.	0,02	NA
Níquel	<0,100	N.E.	2	0,5
Nitratos	<0,1	N.E.	N.E.	Análisis y reporte
Nitritos	0,149	N.E.	N.E.	NA
Nitrógeno amoniacal	<0,100	N.E.	N.E.	Análisis y reporte
Nitrógeno total kjeldahl	<0,54	N.E.	N.E.	10,0 o 40,0 si las actividades de Refino incluyen actividades de hidrogenación

Parámetro	Punto de vertimiento	Decreto 1076/2015		Resolución 0883 del 18 de mayo de 2018 Artículo 10
		Art. 2.2.3.3.9.14	Art. 2.2.3.3.9.16	
Ortofosfatos	0,414	N.E.	N.E.	Análisis y reporte
Oxígeno disuelto	5,84	N.E.	N.E.	NA
pH	7,56	5,0 a 9,0	N.E.	6,0-9,0
Plomo	<0,100	N.E.	0,5	0,2
Sólidos disueltos	1361,4	N.E.	N.E.	NA
Sólidos sedimentables	<0,1	N.E.	N.E.	NA
Sólidos suspendidos totales	43,4	>80%	N.E.	150,0
Sulfuros	<4,0	N.E.	N.E.	2,0
Temperatura	33,2	<40°C	N.E.	NA
Vanadio	<1,0	N.E.	N.E.	1,0

N.A: No aplica

N.E: No específica

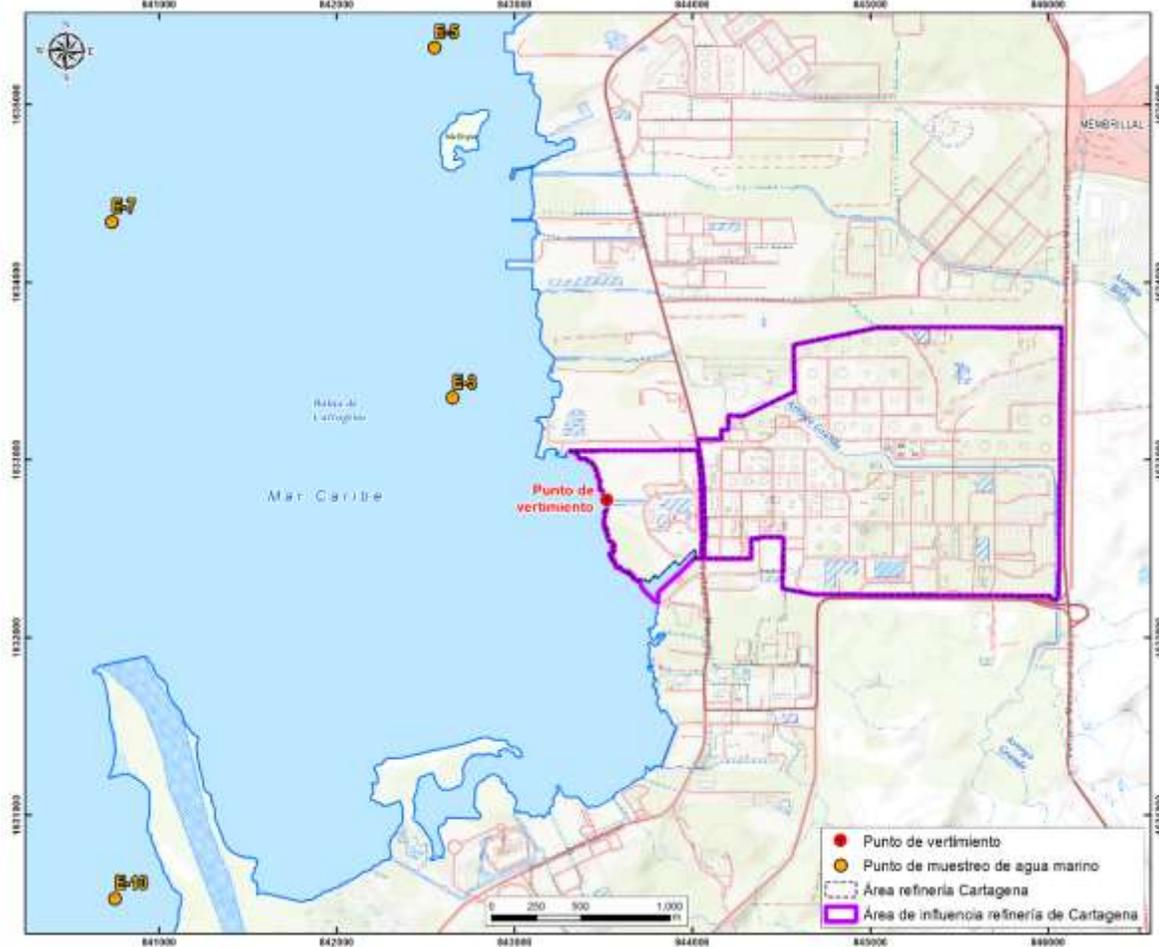
Para realizar el vertimiento de aguas residuales tratadas, estas deben cumplir antes de la descarga con lo establecido en la Resolución 883 de 2018 o a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, en sus artículos transitorios 2.2.3.3.9.14. Vertimiento del agua y exigencias mínimas y 2.2.3.3.9.16. Concentraciones, según represente la mayor restricción al parámetro de calidad del agua a verter, hasta tanto la Autoridad Ambiental establezca el límite y normatividad contra la que se deberá asegurar el cumplimiento de calidad en el vertimiento.

Fuente: Refinería de Cartagena, 2019

Los anteriores resultados permiten evidenciar que el vertimiento final cumple con lo establecido en el Decreto 1076 del 2015, artículos 2.2.3.3.9.14 y 2.2.3.3.9.16, como con la Resolución 0883 del 18 de mayo de 2018. Sin embargo, atendiendo a la premisa de la mejora continua y en la búsqueda de una producción más limpia, se trabaja en la optimización del tratamiento de los efluentes, la recirculación y reutilización del agua con el fin de disminuir el porcentaje del vertimiento y se llevaran a cabo campañas de capacitación y concientización a los trabajadores, promoviendo el control y seguimiento de las diferentes actividades desarrolladas al interior de la refinería como en la bahía de Cartagena y que estén autorizadas bajo la licencia, que puedan llegar a generar residuos sólidos o líquidos, vertimiento accidental o derrame de sustancias químicas, instalación de infraestructura productiva o aquellas que puedan llegar a alterar las condiciones fisicoquímicas o hidrobiológicas de la fuente receptora.

Los resultados y análisis de la calidad de agua fisicoquímica y bacteriológica en la Bahía de Cartagena donde se localiza el punto de vertimiento final se presentan en el Capítulo 3. Caracterización del área de influencia del proyecto, numeral 3.2.5. Calidad del Agua. En este capítulo se realiza análisis a la fuente receptora en cuatro (4) puntos de aguas marinas (Punto Monitoreo E-3, Punto Monitoreo E-5, Punto Monitoreo E-7 y Punto Monitoreo E-10) con el fin de realizar seguimiento y monitoreo al cuerpo receptor.

Figura 4-2 Ubicación de puntos de monitoreos aguas marinas



Fuente: Concol by WSP, 2019

4.3.4 Capacidad de asimilación del cuerpo receptor

La capacidad de asimilación se entiende como aquella que tiene el agua natural de recibir aguas residuales sin tener efectos negativos, de tal forma, dadas las características fisicoquímicas que presenta el agua de la Bahía de Cartagena, su alto volumen frente al vertimiento generado y la calidad de este último, en el cual se reportan concentraciones muy bajas e incluso en algunos casos por debajo del límite de detección empleado por el laboratorio, se considera que la bahía de Cartagena presenta una buena capacidad de asimilación.

De igual manera es importante recalcar que la presente modificación no implica modificación al permiso de vertimiento existente, el vertimiento de las aguas previamente tratadas se seguirá llevando a cabo conforme a lo dispuesto en el numeral 1 del artículo tercero de la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008.

4.3.5 Usos del recurso aguas abajo del sitio de vertimiento

El agua de la bahía de Cartagena es el principal componente del sistema marino de la región. Es un recurso fundamental empleado para el desarrollo regional por la confluencia de diferentes actividades productivas (puerto, muelles turísticos y zona franca portuaria e industrial) y en general para la economía nacional². Los principales usos de la bahía están dados por:

- i. Navegación intensa de tipo comercial e industrial.
- ii. Medio receptor de las aguas residuales industriales y domésticas (se vierten entre el 60 y 40% de las aguas servidas de la ciudad³).

4.4 OCUPACIONES DE CAUCE

Teniendo en cuenta que la ampliación de la capacidad de producción de la refinería se logra a partir de la interconexión de equipos existentes actualmente fuera de uso y algunos complementarios, al interior de las actuales áreas operativas, no se requiere la solicitud de ocupaciones de cauce temporal ni permanente.

4.5 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

El uso de material de arrastre o de cantera, puede requerirse durante la etapa de operación en actividades de excavación, relleno, nivelación y/o compactación del terreno. El material empleado deberá ser de calidad necesaria con capacidad portante suficiente para soportar las estructuras metálicas y de concreto en donde irán apoyados o instalados los equipos.

Los materiales de construcción podrán ser adquiridos de sitios de extracción que cuenten con los permisos y licencias otorgados por la Agencia Nacional Minera –ANM (antiguo INGEOMINAS) y la Autoridad Ambiental competente. El informe respectivo sobre la obtención de material pétreo, en caso de que así se requiera será presentado en los respectivos Informes de Cumplimiento Ambiental - ICA.

Preliminarmente, se han identificado fuentes de material de cantera según información suministrada por CARDIQUE, en la Tabla 4-13 se presentan las más cercanas a la refinería de Cartagena.

Tabla 4-13 Fuentes de material cercanas a la Refinería de Cartagena

ID	Cantera	Titular	Lugar	Lic. Ambiental P.M.A.	MINMINAS Situación legal	% Área Intervenida	Coordenadas Magna Sirga Origen Bogotá	
							Este	Norte
C1	Santa Ana	ARGOS S.A.	Turbaco	Lic. Ambiental: Res # 302 11-01- 95	Lic. # 18610	30%	852894	1634178
			Membrillal					

² UNINORTE. (2006). Bahía de Cartagena y Canal del Dique: Ecosistemas Estratégicos. Universidad del Norte. 2006.

³ Plan de Ordenamiento Territorial. 2001

ID	Cantera	Titular	Lugar	Lic. Ambiental P.M.A.	MINMINAS Situación legal	% Área Intervenida	Coordenadas Magna Sirga Origen Bogotá	
							Este	Norte
C2	Álvarez Cabarcas	Cimaco Ltda	Turbaco	PMA: Res # 258 05-11-98	Concesión # 10350	11%	851040	1635520
C3	N.N	Cimaco Ltda. No. 2	Turbaco	Lic. Amb	Concesión	0.5%	850254	1635447
			Loma de Piedra	Res No.0141 20-2-08	ICQ-083113			
C4	Manuel Sedan Rego	S & S Carga Ltda. Transporte	Pasacaballo	Lic. Amb. 0394 mayo-8 -06	Concesión 0529	0%	843660	1629807
C5	Ladrillera La Clay S.A.	Justo de la Espriella	C/gena	Lic. Ambiental	Concesión No. 0599	0%	843441	1628720
			Pasacaballos	No. 0010 14-01-08				
C6	N.N	Jorge Alberto Morales Corredor	Cartagena	Lic. Amb.	Concesión LNB-9	25%	844680	1630700
			Pasacaballo	Tramite	Tramite			
C7	Joaquín Builes Álvarez		Turbaco	Lic. Amb. 1149 oct- 17-07	Concesión	0%	850090	1634809
					No.0526			

Fuente: CARDIQUE adaptado por Concol By WSP., 2018

4.6 APROVECHAMIENTO FORESTAL

Con el objetivo de cuantificar el volumen del recurso forestal existente al interior de la Refinería de Cartagena se realizó preliminarmente un inventario forestal, al 100%, de todos los árboles con DAP mayor a 10 cm, existentes tanto en áreas operativas como en zonas administrativas; se excluyeron de dicho censo las zonas de cobertura de Manglar dado que sobre estas no se permiten intervenciones dentro de la Refinería al contener especies en veda nacional.

Teniendo en cuenta el riesgo operativo que se puede generar por la presencia y estado de algunos individuos reportados en el Censo Forestal realizado, se solicita permiso para el aprovechamiento **únicamente para los individuos** que ya sea por su ubicación o por su estado fitosanitario, requieran una rápida intervención para mitigar el riesgo de accidentes en zonas industriales y/o administrativas (Figura 4-3) los cuales se presentan en la Anexo 04. Demanda / 4.2. Individuos aprovechar /Ubicación Aprovechamiento forestal, se presenta el plano de ubicación de los individuos a aprovechar.

Figura 4-3 Individuos de hábito arbóreo que se encuentran en el área de talleres



Fuente: Concol by WSP, 2019.

El Anexo 04. Demanda / 4.2. Individuos aprovechar, se presenta la relación de especies, individuos y volúmenes objeto de aprovechamiento Forestal.

4.6.1 Aprovechamiento Forestal a solicitar en la Modificación de Licencia

En el siguiente numeral se presenta la información específica correspondiente al aprovechamiento forestal a solicitar.

Los individuos objeto de la solicitud, son aquellos que por su ubicación dentro la Refinería, podrían llegar a presentar en corto o largo plazo un riesgo para la operación y por lo tanto requieran una rápida intervención para mitigar el riesgo de accidentes en zonas industriales y/o administrativas.

4.6.2 Localización y georreferenciación de las áreas donde se realizará el aprovechamiento

En la Figura 4-4 se presenta la localización de 209 árboles objeto de aprovechamiento forestal los cuales cumplen con características de ubicación, crecimiento y condiciones tales, que podrían llegar a generar un potencial riesgo tanto al personal como en operaciones e infraestructura. Se aclara que la totalidad de los árboles a aprovechar se encuentran en la cobertura "Zonas industriales o comerciales".

Figura 4-4 Ubicación de los árboles objeto de aprovechamiento



Fuente: Concol by WSP, 2019.

Como se observa la totalidad del aprovechamiento forestal solicitado se realizará al interior del predio de la Refinería de Cartagena, el cual se encuentra adscrito a la Zona Industrial de Mamonal en el Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias.

4.6.2.1 Estimaciones de Volumen por cobertura a aprovechar

A partir del censo forestal realizado en el polígono de la Refinería de Cartagena, se determinaron los individuos para los cuales requiere solicitar permiso de aprovechamiento forestal, los cuales son 209 árboles que corresponden a un volumen total de 330.48m³ y un volumen comercial de 57.50m³.

Tabla 4-14 Volumen por cobertura

<u>Cobertura</u>	<u>Volumen Total (m³)</u>	<u>Volumen Comercial (m³)</u>	<u>Nº árboles</u>
<u>Zonas industriales o comerciales</u>	<u>330.48</u>	<u>57.50</u>	<u>209</u>
<u>Total general</u>	<u>330.48</u>	<u>57.50</u>	<u>209</u>

Fuente: Concol by WSP, 2019.

En la Tabla 4-14 se observa que la cobertura con la totalidad del volumen total corresponde a las zonas industriales o comerciales con 258.15m³

4.6.2.2 Estimaciones de volumen por especie

De acuerdo con la Tabla 4-15 Volúmenes por especie, se muestran 28 especies dentro del inventario de aprovechamiento forestal, las especies más representativas en cuanto a volumen total, corresponden a *Ficus benjamina* (*Ficus benjamín*) con un volumen total de 254.12 m³, seguida de *Tabebuia rosea* (*Roble*) con un volumen total de 33.65m³ y *Enterolobium cyclocarpum* (*Carito*) con un volumen total de 8,09 m³; las 25 especies restantes tienen un volumen de 34.62 m³.

Tabla 4-15 Volúmenes por especie

FAMILIA	ESPECIE	Abundancia	Volumen total (m3)	Volumen comercial (m3)
ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i> L.	6	3.56	0.69
ARECACEAE	<i>Adonidia merrillii</i> (Becc.) Becc.	2	0.09	0.00
	<i>Cocos nucifera</i> L.	10	2.84	0.00
	<i>Pritchardia pacifica</i> Seem. & H.Wendl.	5	1.41	0.00
	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F.Cook	2	1.03	0.00
BIGNONIACEAE	<i>Crescentia cujete</i> L.	2	1.25	0.00
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	89	33.65	8.41
BORAGINACEAE	<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	1	0.03	0.00
CAPPARACEAE	<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	2	0.25	0.11
CHRYSOBALANACEAE	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.	3	0.61	0.13
COMBRETACEAE	<i>Terminalia catappa</i> L.	3	0.93	0.42
FABACEAE	<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	3	1.91	0.74
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	1	8.09	0.81
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	10	0.66	0.13
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	2	0.90	0.03
	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	1	0.76	0.15
	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Willd.) Benth.	2	8.75	0.02
MALVACEAE	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	2	1.29	0.70
	<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand	1	0.04	0.01
	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H.Karst.	2	2.10	0.44
	<i>Guazuma ulmifolia</i> L.	9	2.66	0.06
MORACEAE	<i>Ficus benjamina</i> L.	24	254.12	44.16
	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	1	0.29	0.00
	<i>Ficus pallida</i> Vahl	1	0.45	0.00
MUNTINGIACEAE	<i>Muntingia calabura</i> L.	22	1.98	0.31
MYRTACEAE	<i>Psidium quajava</i> L.	1	0.13	0.02
POLYGONACEAE	<i>Triplaris</i> sp.	1	0.25	0.00
SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	1	0.43	0.16
Total		209	330.48	57.50

Fuente: Concol by WSP, 2019.

4.6.3 Sistema de aprovechamiento

El sistema de aprovechamiento que se contempla es la tala rasa con caída direccionada,

haciendo uso de las medidas de seguridad apropiadas, con el fin de evitar accidentes en las labores y no afectar los recursos naturales aledaños.

4.6.4 Especies amenazadas y vedadas

Teniendo en cuenta que los individuos sujetos a la solicitud de aprovechamiento son aquellos que por su ubicación dentro la Refinería, representan un riesgo para la operación y por lo tanto requieran una rápida intervención para mitigar el riesgo de accidentes en zonas industriales y/o administrativas, se verificaron los grados de amenaza para las especies identificadas en el censo forestal para aprovechamiento, para lo cual se tuvieron en cuenta las categorías definidas por la UICN en 2001, los listados de especies en categorías de amenaza para Colombia, los cuales se encuentran en la serie de libros rojos de plantas de Colombia y la resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.

También se aclara que mediante revisión del censo forestal realizado en en la totalidad del área de la refinería se encontraron dos (2) especies en categoría “En peligro” (EN) según la Resolución 1912 de 2017 y el libro rojo de Especies Maderables Amenazadas (Volumen 4, 2007), estas especies corresponden a: Ceiba Tolúa (*Pachira quinata* (Jacq.) W.S.Alverson) y Cedro (*Cedrela odorata* L) (Fotografía 4.2 y Tabla 4-16), sin embargo, ninguna de estas dos especies se encuentran dentro de los individuos a aprovechar, arrojando como resultado que ninguno de los 209 individuos presenta algún grado de amenaza ni veda.

Se aclara que **ninguna de las especies enumeradas anteriormente está sujeta a aprovechamiento forestal** y solo se encuentran en las listas del censo forestal.

Fotografía 4.2 Individuo representativo de *Pachira quinata* (Jacq.) W.S.Alverson)



E 844208.0814 N1632951.0473

Fuente: Concol by WSP, 2019.

Tabla 4-16 Especies amenazadas o en veda

CENSO FORESTAL							
Especie	Nombre Común	UICN	CITES	Res. 1912 sep. 2017	Resolución Veda	Entidad	Corporación
<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) W.S.Alverson	Ceiba Tolúa	EN	No Registra	EN	No Registra	No Registra	No Registra
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	EN	Apéndice III	EN	No Registra	No Registra	No Registra

EN: En Peligro.

Apéndice III: figuran las especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

Fuente: Concol by WSP, 2019.

Si por algún motivo en las labores de mantenimiento y adecuación se requiere la intervención de árboles de especies amenazadas, previo al inicio de las actividades, se efectuará la evaluación para cada individuo y se considerarán las siguientes alternativas:

- i. Permanencia del individuo(s), con medidas de manejo con encerramiento y/o poda aérea y de raíz en caso de ser necesario según lo consignado en la ficha. OP-MB-2 Subprograma: Manejo de Flora
- ii. En caso dado, que, por los diseños y la ubicación de los individuos de las especies en grado de amenaza, no se pueda evitar su tala e intervención, se evaluará técnicamente la posibilidad de efectuar el bloqueo y traslado del árbol.
- iii. En caso de no poder realizar el bloqueo y traslado de los individuos, se realizará el aprovechamiento de estos y posterior compensación de los mismos.

- **Medidas de prevención y mitigación**

- **Manejo del descapote y la Cobertura Vegetal**

Como medidas preventivas el constructor debe tener en cuenta las siguientes acciones con el fin de garantizar el menor impacto a las coberturas de bosque de galería.

- ✓ Capacitar previamente a los trabajadores sobre la importancia, vulnerabilidad y fragilidad de las especies y el ecosistema, las medidas ambientales que se implementaran y la normatividad ambiental que rige sobre el tema.
- ✓ Impedir que se arrojen basuras o se dispongan temporalmente materiales sobrantes, y además tener especial atención al manejo de residuos líquidos que puedan afectar los sistemas de drenaje.
- ✓ Prohibir a los trabajadores la utilización de estas áreas para la disposición de sus excretas.
- ✓ Prohibir a los trabajadores extraer de estas coberturas especímenes vegetales y la caza de animales.
- ✓ Identificar los drenajes que pueden afectarse por las actividades propias del proyecto y establecer plantaciones protectoras o cordones riparios que minimicen la contaminación sobre los mismos.

4.7 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Las principales fuentes de emisión de Refinería de Cartagena S.A.S, corresponden a calderas, hornos, incineradores y turbinas, asociadas a las diferentes unidades de proceso.

Actualmente, se tienen autorizadas 22 fuentes fijas de emisión bajo la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008 y Resolución 0511 del 16 de marzo de 2010. (Ver Tabla 4-17).

Teniendo en cuenta la operación futura a 245 KBPD mediante la integración de las refinerías (original y nueva) y lo que esto conlleva, se solicita permiso para 11 nuevas fuentes fijas de emisión. (Ver Tabla 4-18).

Tabla 4-17 Fuentes fijas de emisión aprobadas actualmente para la refinería

	ID	Nombre compuesto* (equipos que comparten chimenea)	Nombre	Tipo equipo	Tipo combustible	X (m) [UTM zona 18N]	Y (m) [UTM zona 18N]	Este (m) Magna Sirgas Bogotá	Norte (m) Magna Sirgas Bogotá
Fuentes autorizadas	FE 01	CALDERA SP-SG-101	CALDERA SP-SG-101	Caldera	Gas Combustible	445445.6	1140073.2	844366.3	1632600.0
	FE 02	CALDERA SP-SG-102	CALDERA SP-SG-102	Caldera	Gas Combustible	445446.1	1140056.5	844366.7	1632583.3
	FE 03	CALDERA SP-SG-103	CALDERA SP-SG-103	Caldera	Gas Combustible	445421.4	1140061.3	844342.0	1632588.1
	FE 05	CALDERA SP-SG-1005	CALDERA SP-SG-1005	Caldera	Gas Combustible	445421.1	1140092.1	844341.8	1632618.9
	FE 06	HORNO REHERVIDOR 44-H-01	HORNO REHERVIDOR 44-H-01	Horno	Gas Combustible	446603.4	1140354.4	845525.6	1632878.0
	FE 07	HORNO REHERVIDOR 107-CNT-F-201	HORNO REHERVIDOR 107-CNT-F-201	Horno	Gas Combustible	445680.5	1139938.4	844600.9	1632464.4
	FE 08	HORNO 108-DHA-F-001/HORNO 108-DHA-F-002	HORNO 108-DHA-F-001	Horno	Gas Combustible	446326.3	1140100.7	845247.6	1632624.9
			HORNO 108-DHA-F-002	Horno	Gas Combustible				
	FE 09	HORNO 109-DHB-F-001/HORNO 109-DHB-F-002	HORNO 109-DHB-F-001	Horno	Gas Combustible	446325.2	1140039.3	845246.4	1632563.5
			HORNO 109-DHB-F-002	Horno	Gas Combustible				
	FE 10	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001/HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002/HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001	Horno	Gas Combustible	446411.7	1140336.5	845333.8	1632860.7
			HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002	Horno	Gas Combustible				
			HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	Horno	Gas Combustible				
	FE 11	HORNO 100-CDU-F-001	HORNO 100-CDU-F-001	Horno	Gas Combustible	446277.2	1140352.1	845199.2	1632876.7
	FE 12	HORNO 100-CDU-F-002	HORNO 100-CDU-F-002	Horno	Gas Combustible	446234.7	1140355.3	845156.7	1632880.0
	FE 13	HORNO 111-DCU-F-201/HORNO 111-DCU-F-202	HORNO 111-DCU-F-201	Horno	Gas Combustible	446032.2	1140161.1	844953.5	1632686.2
			HORNO 111-DCU-F-202	Horno	Gas Combustible				
	FE 14	HORNO PEQUEÑO 146-TKF-F-001	HORNO PEQUEÑO 146-TKF-F-001	Horno	Gas Combustible	446030.5	1140161.1	844951.8	1632686.2
	FE 15	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	Reformador	Gas Combustible	446366.9	1139960.3	845287.8	1632484.3
FE 16	REFORMADOR 116 - HPU2-F001	REFORMADOR 116 - HPU2-F001	Reformador	Gas Combustible	446368.8	1139921.4	845289.6	1632445.4	
FE 17	Incinerador 123-TGA-F-301	Incinerador 123-TGA-F-301	Horno reactor	Gas Combustible	446138.1	1139985.6	845059.0	1632510.3	
FE 18	Incinerador 124-TGB-F-301	Incinerador 124-TGB-F-301	Horno	Gas Combustible	446085.7	1139972.5	845006.5	1632497.4	
FE 19	130 PSG-GTGEN-001/130-PSG-HRSG-001	130 PSG-GTGEN-001 130-PSG-HRSG-001	Turbina de Gas Caldera	Gas Natural Gas combustible	446542.7	1139800.5	845463.3	1632323.9	

ID	Nombre compuesto* (equipos que comparten chimenea)	Nombre	Tipo equipo	Tipo combustible	X (m) [UTM zona 18N]	Y (m) [UTM zona 18N]	Este (m) Magna Sirgas Bogotá	Norte (m) Magna Sirgas Bogotá
FE 20	130 PSG-GTGEN-002/130-PSG-HRSG-002	130 PSG-GTGEN-002	Turbina de Gas	Gas Natural	446595.3	1139800.3	845515.9	1632323.6
FE 21	130 PSG-GTGEN-003/130-PSG-HRSG-003	130 PSG-GTGEN-003	Turbina de Gas	Gas Natural	446637.8	1139800.4	845558.5	1632323.5
FE 22	Chimenea de regenerador Cracking FC-D-2560	Chimenea de regenerador Cracking FC-D-2560	Regenerador	Fuente que no quema gas	445521.4	1140263.6	844442.7	1632790.3

Fuente: Hernández, A. (2019). Simulación de la dispersión de contaminantes emitidos por la Refinería de Cartagena. Bogotá.

En cuanto a las fuentes fijas proyectadas, corresponden a las siguientes:

Tabla 4-18 Fuentes fijas de emisión solicitadas para la presente modificación

ID	Nombre compuesto* (equipos que comparten chimenea)	Nombre	Tipo equipo	Tipo combustible	X (m) [UTM zona 18N]	Y (m) [UTM zona 18N]	Este (m) Magna Sirgas Bogotá	Norte (m) Magna Sirgas Bogotá
FE 23	HORNO 111-DCU-F-203	HORNO 111-DCU-F-203	Horno	Gas Combustible	446043.5	1140218.9	844965.0	1632744.0
FE 24	REFORMADOR 117 - HPU3-F001	REFORMADOR 117 - HPU3-F001	Reformador	Gas Combustible	446430.0	1139955.2	845351.0	1632479.0
FE 25	Incinerador 125-TGB-F-301	Incinerador 125-TGB-F-301	Horno reactor	Gas Combustible	446181.2	1139948.4	845102.0	1632473.0
FE 26	Horno PS-F301	Horno PS-F301	Horno	Gas Combustible	445683.0	1140097.1	844603.9	1632623.2
FE 27	Horno PS-F1/Horno PS-F401	Horno PS-F1	Horno	Gas Combustible	445676.9	1140066.2	844597.7	1632592.3
FE 28	Horno VRF-201	Horno VRF-201	Horno	Gas Combustible	445697.4	1140013.6	844618.1	1632539.6
FE 29	103-CCR-F-001	103-CCR-F-001	Horno	Gas Combustible	446483.5	1140204.3	845405.2	1632728.2
FE 30	103-CCR-F-002	103-CCR-F-002	Horno	Gas Combustible	446483.8	1140199.0	845405.5	1632722.9
FE 31	103-CCR-F-003	103-CCR-F-003	Horno	Gas Combustible	446483.8	1140193.7	845405.5	1632717.6
FE 32	102-NHT-F-001	102-NHT-F-001	Horno	Gas Combustible	446458.8	1140388.9	845381.0	1632913.0
FE 33	Horno PS-F402	Horno PS-F402	Horno	Gas Combustible	445668.0	1140047.3	844588.7	1632573.1

Fuente: Hernández, A. (2019). Simulación de la dispersión de contaminantes emitidos por la Refinería de Cartagena. Bogotá.

Las chimeneas de las nuevas fuentes fijas de emisión cumplirán con aspectos como la altura mínima del punto de descarga, así como los estándares de emisión admisibles acorde a lo dispuesto en la Resolución 909 del 5 de junio de 2008 del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS).

4.7.1 Localización sobre el plano general de las instalaciones

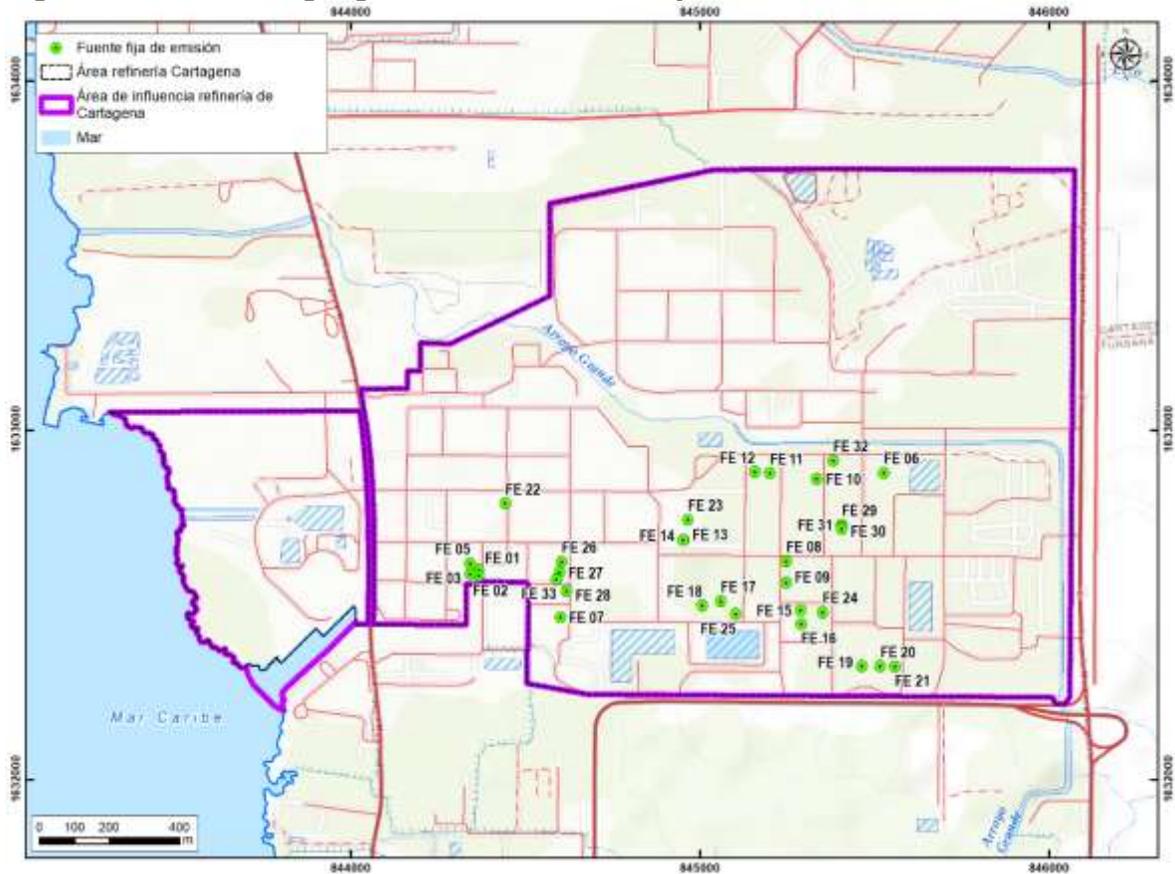
En la Tabla 4-19 se presenta el listado de coordenadas del total de fuentes fijas de emisión que conformarán el complejo industrial. Es importante resaltar que las fuentes fijas para las cuales se requiere permiso de emisiones atmosféricas se encuentran resaltadas y las coordenadas presentadas corresponden a la unidad de proceso a la cual pertenecería cada fuente. Lo anterior, debido a que su ubicación final estará sujeta a cambios teniendo en cuenta el área disponible y la capacidad instalada.

Tabla 4-19 Coordenadas de localización de fuentes fijas

ID	Fuente	Coordenadas Magna Sirgas Bogotá	
		Este	Norte
FE 01	CALDERA SP-SG-101	844366.3	1632600.0
FE 02	CALDERA SP-SG-102	844366.7	1632583.3
FE 03	CALDERA SP-SG-103	844342.0	1632588.1
FE 05	CALDERA SP-SG-1005	844341.8	1632618.9
FE 06	HORNO REHERVIDOR 44-H-01	845525.6	1632878.0
FE 07	HORNO REHERVIDOR 107-CNT-F-201	844600.9	1632464.4
FE 08	HORNO 108-DHA-F-001/HORNO 108-DHA-F-002	845247.6	1632624.9
FE 09	HORNO 109-DHB-F-001/HORNO 109-DHB-F-002	845246.4	1632563.5
FE 10	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001/HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002/HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	845333.8	1632860.7
FE 11	HORNO 100-CDU-F-001	845199.2	1632876.7
FE 12	HORNO 100-CDU-F-002	845156.7	1632880.0
FE 13	HORNO 111-DCU-F-201/HORNO 111-DCU-F-202	844953.5	1632686.2
FE 14	HORNO PEQUEÑO 146-TKF-F-001	844951.8	1632686.2
FE 15	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	845287.8	1632484.3
FE 16	REFORMADOR 116 - HPU2-F001	845289.6	1632445.4
FE 17	Incinerador 123-TGA-F-301	845059.0	1632510.3
FE 18	Incinerador 124-TGB-F-301	845006.5	1632497.4
FE 19	130 PSG-GTGEN-001/130-PSG-HRSG-001	845463.3	1632323.9
FE 20	130 PSG-GTGEN-002/130-PSG-HRSG-002	845515.9	1632323.6
FE 21	130 PSG-GTGEN-003/130-PSG-HRSG-003	845558.5	1632323.5
FE 22	Chimenea de regenerador Cracking FC-D-2560	844442.7	1632790.3
FE 23	HORNO 111-DCU-F-203	844965.0	1632744.0
FE 24	REFORMADOR 117 - HPU3-F001	845351.0	1632479.0
FE 25	Incinerador 125-TGB-F-301	845102.0	1632473.0
FE 26	Horno PS-F301	844603.9	1632623.2
FE 27	Horno PS-F1/Horno PS-F401	844597.7	1632592.3
FE 28	Horno VRF-201	844618.1	1632539.6
FE 29	103-CCR-F-001	845405.2	1632728.2
FE 30	103-CCR-F-002	845405.5	1632722.9
FE 31	103-CCR-F-003	845405.5	1632717.6
FE 32	102-NHT-F-001	845381.0	1632913.0
FE 33	Horno PS-F402	844588.7	1632573.1

Fuente: Hernández, A. (2019). Simulación de la dispersión de contaminantes emitidos por la Refinería de Cartagena. Bogotá.

Figura 4-5 Ubicación geográfica de las fuentes fijas



Fuente: Concol by WSP, 2019

4.7.2 Especificaciones técnicas de las fuentes fijas proyectadas

En la Tabla 4-20 se presentan las especificaciones técnicas recopiladas para cada una de las fuentes fijas, teniendo en cuenta la integración de las refinerías y la carga de producción a 245 KBPD.

Tabla 4-20 Características generales de las fuentes fijas existentes y proyectadas

ID	Nombre compuesto	Altura [m]	Temperatura [K]	Velocidad [m/s]	Diámetro [m]
FE 01	CALDERA SP-SG-101	35.1	410.2	6.8	1.5
FE 02	CALDERA SP-SG-102	35.1	425.2	11.2	1.5
FE 03	CALDERA SP-SG-103	35.1	418.2	9.7	1.5
FE 05	CALDERA SP-SG-1005	35.8	433.2	11.7	1.5
FE 06	HORNO REHERVIDOR 44-H-01	49.0	436.2	7.4	2.1
FE 07	HORNO REHERVIDOR 107-CNT-F-201	45.7	643.2	11.9	1.1
FE 08	HORNO 108-DHA-F-001/HORNO 108-DHA-F-002	48.8	550.2	11.3	2.1
FE 09	HORNO 109-DHB-F-001/HORNO 109-DHB-F-002	48.8	540.2	11.6	2.1
FE 10	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001/HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002/HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	75.2	453.2	6.9	3.6
FE 11	HORNO 100-CDU-F-001	69.7	466.2	8.2	2.9
FE 12	HORNO 100-CDU-F-002	70.0	480.2	16.4	2.6
FE 13	HORNO 111-DCU-F-201/HORNO 111-DCU-F-202	61.0	443.2	7.2	3.4
FE 14	HORNO PEQUEÑO 146-TKF-F-001	14.5	622.5	7.6	0.7
FE 15	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	30.5	439.2	20.5	2.0
FE 16	REFORMADOR 116 - HPU2-F001	30.5	442.2	20.1	2.0
FE 17	Incinerador 123-TGA-F-301	58.6	921.2	21.1	1.2
FE 18	Incinerador 124-TGB-F-301	58.6	890.2	31.9	1.2
FE 19	130 PSG-GTGEN-001/130-PSG-HRSG-001	40.0	448.2	18.3	3.1
FE 20	130 PSG-GTGEN-002/130-PSG-HRSG-002	40.0	428.2	16.0	3.1
FE 21	130 PSG-GTGEN-003/130-PSG-HRSG-003	40.0	424.2	16.0	3.1
FE 22	Chimenea de regenerador Cracking FC-D-2560	64.3	523.9	13.7	2.7
FE 23	HORNO 111-DCU-F-203	61.8	442.6	6.8	3.4
FE 24	REFORMADOR 117 - HPU3-F001	28.8	416.1	16.7	2.0
FE 25	Incinerador 125-TGB-F-301	45.1	943.9	10.1	1.2
FE 26	Horno PS-F301	50.0	477.0	7.3	2.4
FE 27	Horno PS-F1/Horno PS-F401	50.0	477.0	7.3	2.4
FE 28	Horno VRF-201	45.9	484.0	3.6	2.1
FE 29	103-CCR-F-001	52.1	437.6	3.7	2.8
FE 30	103-CCR-F-002	52.1	437.6	3.7	2.8
FE 31	103-CCR-F-003	52.1	437.6	3.7	2.8
FE 32	102-NHT-F-001	45.7	630.0	9.7	1.1
FE 33	Horno PS-F402	26.0	800.0	7.3	1.5

Fuente: Hernández, A. (2019). Simulación de la dispersión de contaminantes emitidos por la Refinería de Cartagena. Bogotá.

A continuación, se realiza una breve descripción de las nuevas fuentes fijas asociadas al proceso de la refinería original, así como las respectivas especificaciones técnicas. Es importante mencionar que estas se encuentran instaladas, pero no en funcionamiento dado que actualmente están en estado de preservación.

4.7.2.1 Unidad de Crudo (U-001)

El primer paso en el refinamiento del petróleo es la separación del crudo en varias fracciones o “cortes” usando las torres de destilación atmosférica y la torre de vacío. Las fracciones o cortes obtenidos durante este proceso se obtienen gracias a los diferentes rangos de ebullición. Los rangos pueden ser clasificados basándose en una disminución de volatilidad de los gases destilados ligeros, destilados medios, gases líquidos y residuos.

La Unidad de Crudo instalada tiene capacidad de diseño 80KBPD (kilo barriles por día) de crudo mediante un proceso de destilación combinada. En la primera etapa (la de destilación atmosférica) el crudo se somete a calentamiento en hornos. Posteriormente, se fracciona en la torre caliente, donde se obtienen el gasóleo atmosférico y ACPM. Los gases pasan a la torre atmosférica para continuar la destilación y obtener queroseno, turbo combustible, naftas y gases. Los fondos de la torre caliente se denominan crudo reducido.

La segunda etapa del proceso es la destilación al vacío. En esta etapa, el crudo reducido pasa por unos hornos donde se calientan para luego fraccionarse en la torre de vacío. De esta manera se recuperan los gasóleos liviano y pesado. El producto de fondos o residuo pesado será enviado como carga a la Unidad Viscosreductora para mayor aprovechamiento. Los gasóleos producidos en crudo servirán como materia prima a la Unidad de Cracking Catalítico.

- Hornos atmosféricos

El calentamiento del crudo desalado en los hornos atmosféricos de carga presentes en la U-001 es necesario para que el crudo alcance la temperatura adecuada para su posterior fraccionamiento.

El crudo precalentado se divide en dos corrientes que sirven de carga a los Hornos Atmosféricos de Carga PS-F-301 y PS-F1. Cada corriente se divide de nuevo en cuatro corrientes que pasan por los cuatro serpentines de cada horno. Estos hornos poseen indicadores de temperatura de los gases de combustión a la salida de la sección de radiación, lo mismo que a la salida de la chimenea.

- Hornos de Vacío

La carga al Horno de Vacío F-401 es una mezcla del crudo reducido proveniente de la sección de la torre atmosférica caliente y un reciclo producido en la sección de la torre de vacío. La carga al Horno de Vacío F-402 es solamente crudo reducido proveniente de la sección de la torre atmosférica caliente. Ambos hornos poseen indicadores de temperatura de los gases de combustión a la salida de la sección de radiación, lo mismo que a la salida de la chimenea.

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas del horno atmosférico de carga PS-F1 y el horno de vacío PS-F401.

- Horno Atmosférico de Carga PS-F1

Este es un horno natural horizontal con 16 quemadores de gas combustible, tiene por diseño cuatro serpentines. El flujo de los cuatro serpentines está controlado por válvulas individuales para prevenir la deposición de coque por baja velocidad de crudo en los serpentines.

El crudo precalentado proveniente de la sección de materia prima y desaladores pasa a través del Indicador de Temperatura TI123 y el Indicador de Flujo FI310.

Existen líneas secundarias de flujo que permiten introducir vapor y aire para remover el coque formado en los serpentines, pero estas líneas están normalmente cerradas. El flujo de crudo se divide en cuatro corrientes, correspondientes a cada uno de los cuatro serpentines.

- Horno de Vacío PS-F401

Éste es un horno horizontal con 7 quemadores. La carga al horno proviene de dos fuentes: crudo reducido de la sección de la torre atmosférica caliente que se bifurca en dos serpentines principales regulados por los Controladores de Carga FIC405/FIC406 y crudo reciclado de la sección de la torre de vacío, que entra directamente a los serpentines de la zona de radiación del horno.

Existen líneas secundarias de flujo que permiten introducir vapor y aire para aumentar la velocidad del crudo y evitar la formación de coque en los dos serpentines principales.

El flujo de crudo reducido a través de los dos serpentines principales pasa por Indicadores de Temperatura TI424/TI425, respectivamente y entonces se divide cada serpentín en dos serpentines. La cantidad de crudo en cada una se regula manualmente y se mide en los Controladores de Flujo de Carga FI405A/C y FI406B/D. También sirven de guía los PI433/434 y PI431/432 (localizados antes de los indicadores de flujo) y los TI426/427/428/429 (salida de la sección de convección).

El crudo reducido recorre la sección de convección hacia abajo y sale para unirse por pares en dos serpentines que pasan a la sección de radiación del Horno de Vacío PS-F-401, donde se une el flujo de crudo reciclado proveniente de la sección de torre de vacío, en ambos lados del horno. Después de recorrer la sección de radiación, a la salida del horno, los dos serpentines se unen en una línea. La temperatura de salida se mide con los Indicadores de Temperatura TI408/409 y se manipula con el Controlador de Salida con TIC401, que regula la cantidad de gas combustible a los quemadores, pues está en cascada con FIC410.

Este horno posee, además, en la sección superior de convección, 8 filas de tubos (32 tubos) que se usan para sobrecalentar vapor de despojo de 65 psig.

Agua de caldera pasa a través de la válvula del Control de Flujo FIC365 (en cascada con el Controlador de Nivel LIC315) y entonces entra al tambor D-308, en donde parte del agua

se evapora instantáneamente y otra parte se va al fondo del tambor. El agua de fondo fluye constantemente a través del Generador de Vapor E-1007, el cual utiliza ACPM de la sección de torre atmosférica caliente como medio de calentamiento. El vapor generado regresa al tambor y junto con el que se formó por evaporación instantánea de la carga sale por la CIMA del tambor. En la Tabla 4-21, se presentan las características de los hornos PS-F-1/PS-F1-401.

Tabla 4-21 Características hornos

Características	Unidades	Hornos PS-F-1 Y PS-F1-401
Tipo de equipo	--	Cabina horizontal
Presión de diseño	PSI	5,4 x 10 ⁻³
Generación promedio de vapor	Lb/hr	11417
Material de construcción del ducto	--	Acero
Combustible utilizado	--	Gas combustible (Mezcla de gas natural + gas dulce de refinería)

Fuente: Refinería de Cartagena S.A.S, 2019.

4.7.2.2 Unidad viscorreductora (U-006)

La unidad viscorreductora tiene capacidad para procesar 25 KBPD de fondos de vacío provenientes de la planta de crudo.

La viscorreducción es el proceso por el cual una carga pesada compuesta por hidrocarburos pesados de cadenas largas se descompone parcialmente en otras cadenas de hidrocarburos de menor y mayor peso molecular (condensación) con relación a la carga original. Esto sucede mediante una reacción de craqueo térmico con reacciones secundarias de condensación. Este proceso recibe su energía del horno de viscorreducción. Su resultante son los niveles de conversión que determinan el paso de la carga a fracciones de nafta, queroseno y gasóleo (destilados).

La carga que se aporta a la Unidad Visorredutora se constituye de crudo reducido proveniente de la Torre de Vacío T-401 de la Unidad de Crudo (UDC). Existe la posibilidad de mezclar con la carga Aceite Liviano de Ciclo (ALC) para mejorar la calidad de la materia prima a usar. Con el objeto de evitar la formación o deposición de partículas grandes de coque que pueden depositarse en las líneas o equipos y producir taponamiento, a la corriente de carga se le adiciona un químico anticoquizante. Después, la carga entra al Tambor de Carga D-1, que mantiene la presión balanceada con los vapores de cima de la Torre Atmosférica T201 mediante la línea de balance. El producto del D-1 se envía como carga al Horno Atmosférico VRF-201, el cual está ubicado al interior de la U-165.

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas del horno atmosférico de carga VRF-201.

- Horno Atmosférico VRF-201

La carga al horno atmosférico VRF-201 proviene del Tambor de Carga D-1 y entra al horno por la zona de convección donde se calienta recuperando el calor de los gases de combustión; luego entra a la zona de radiación en donde alcanza la temperatura de reacción (el tiempo de residencia de la carga en el horno es de 104 seg.). La temperatura en el Horno

Atmosférico VRF-201 se monitorea en diferentes puntos a lo largo de los tubos de cada paso. Después de fluir por cada uno de los serpentines del horno, la breca caliente se une en un solo cabezal o línea de transferencia hacia el Tambor Soaker D-201. Los gases de combustión generados en el horno se aprovechan para generar vapor de media presión y sobrecalentar tanto el vapor que se produce en el horno como el vapor que proviene de los equipos generadores de la Unidad Viscosreductora. En la Tabla 4-22, se presentan las características del horno VRF-201.

Tabla 4-22 Características horno VR-F201

Características	Unidades	Horno VRF-201
Tipo de equipo		Doble cabina con tubos horizontales
Presión de diseño	PSI	5,4 x 10-3
Generación de vapor	Lb/hr	VR-F1-278 = 2500 VR-F1-279 = 15000
Material de construcción del ducto		Acero al carbón
Combustible utilizado		Gas combustible (Mezcla de gas natural + gas dulce de refinería)

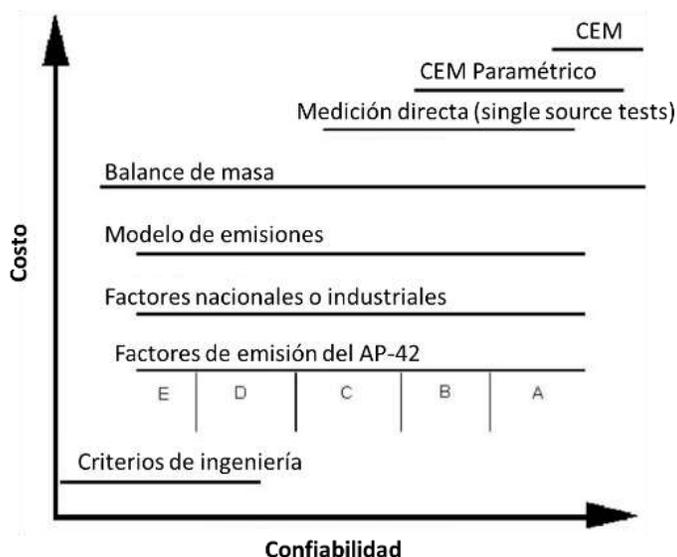
Fuente: Refinería de Cartagena S.A.S., 2010

4.7.3 Estimación de emisiones

El siguiente numeral se desarrolla con relación al informe de simulación de la dispersión de contaminantes emitidos por la refinería de Cartagena, realizado en 2019 por la Refinería de Cartagena. Este documento puede ser consultado en el Anexo 4. Uso, Demanda y Aprovechamiento, 4.1 Emisiones atmosféricas.

La estimación de emisiones se realizó a través del uso de factores de emisión propios calculados a partir de la medición directa de la emisión en las fuentes. Estas mediciones corresponden a la emisión en un punto de tiempo y nivel de operación representativo de la operación normal. Los factores de emisión pueden derivarse a partir de esas mediciones dividiendo la tasa de emisión por un parámetro de proceso (factor de actividad) como el uso de combustible (EPA, 2015). La EPA considera este enfoque como el segundo método de mayor confiabilidad (*single source tests*) después del monitoreo continuo de emisiones (CEM).; USEPA, 1995).

Figura 4-6 Enfoques para la estimación de emisiones.



Fuente: Reficar Adaptado de USEPA, (1995)

Adicionalmente, el uso de mediciones directas para calcular factores de emisión (masa de contaminante por factor de actividad) también está considerado en la guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2017).

4.7.3.1 Cálculo de factores de emisión propios

Los factores de emisión propios fueron estimados con base en las mediciones de emisión de las fuentes realizadas en el año 2018 por el laboratorio Instituto de Higiene Ambiental S.A.S., acreditado para la medición de emisiones de fuentes fijas a través de la Resolución 286 de 2016 del IDEAM. Las mediciones fueron realizadas en las 20 fuentes fijas de la Refinería. Para el cálculo del factor de emisión propio se tomó el promedio de la emisión medida para cada fuente y el factor de actividad durante la realización de los isocinéticos. Estos últimos fueron tomados del sistema de control de procesos de las unidades de la Refinería.

La Tabla 4-23 presenta los factores de actividad durante los isocinéticos, la emisión medida y los factores de emisión propios. Como factores de actividad se tomaron las variables de proceso empleadas para reportar los factores de emisión del AP42 de la EPA que corresponden a:

- Consumo de combustible en 10^6 SCF/h para los equipos de combustión.
- Azufre producido en ton/h para los incineradores de las unidades recuperadoras de azufre.
- Carga en m^3/h para la unidad de craqueo catalítico.
- Consumo de gas en MMBTU/h para los reformadores de las unidades de generación de hidrógeno.

Dado que las unidades de los factores de emisión y factores de actividad de algunos equipos son diferentes, las unidades se presentan en columnas independientes de la tabla. Debido al tipo de fuentes de la Refinería que por procesos de combustión emiten principalmente partículas finas, se asume que los factores de emisión de PM10 y PM2.5 son iguales y se derivan de la emisión de partículas medida en los isocinéticos.

Tabla 4-23 Factores de emisión empleados para la modelación (fuentes actuales) Escenario 165 KBPD

ID	Nombre compuesto	Nombre	Factor de actividad durante isocinéticos	Factor de actividad combinado*	Unidades del factor de actividad	Emisión PM (kg/h)	Emisión SO ₂ (kg/h)	Emisión NO _x (kg/h)	Factor de conversión de unidades másicas	Factor de emisión de PM medido	Factor de emisión de SO ₂ medido	Factor de emisión de NO _x medido	Unidades factor de emisión
FE 01	CALDERA SP-SG-101	CALDERA SP-SG-101	0.1143	0.1143	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	0.16	0.34	2.17	2.2	3.08	6.61	41.78	lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 02	CALDERA SP-SG-102	CALDERA SP-SG-102	0.0977	0.0977	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	0.53	0.34	2.13	2.2	11.86	7.73	47.97	lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 03	CALDERA SP-SG-103	CALDERA SP-SG-103	0.0987	0.0987	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	0.43	0.28	2.05	2.2	9.51	6.17	45.68	lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 05	CALDERA SP-SG-1005	CALDERA SP-SG-1005	0.0877	0.0877	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	0.49	0.39	3.66	2.2	12.29	9.86	91.78	lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 06	HORNO REHERVIDOR 44-H-01	HORNO REHERVIDOR 44-H-01	0.0926	0.0926	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	0.33	0.69	2.01	2.2	7.76	16.39	47.76	lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 07	HORNO REHERVIDOR 107-CNT-F-201	HORNO REHERVIDOR 107-CNT-F-201	0.0274	0.0274	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	0.05	0.04	1.12	2.2	3.74	3.47	89.77	lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 08	HORNO 108-DHA-F-001/HORNO 108-DHA-F-002	HORNO 108-DHA-F-001	0.0133	0.0375	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	0.28	0.27	1.2	2.2	16.62	15.64	70.4	lb de contaminante/ 1E6 scf
		HORNO 108-DHA-F-002	0.0242		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]								lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 09	HORNO 109-DHB-F-001/HORNO 109-DHB-F-002	HORNO 109-DHB-F-001	0.0125	0.0304	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	0.62	0.93	2.65	2.2	44.84	67.02	191.67	lb de contaminante/ 1E6 scf
		HORNO 109-DHB-F-002	0.0179		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]								lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 10	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001/HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002/HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001	0.0673	0.2079	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	1.04	1.26	10.73	2.2	11.04	13.37	113.54	lb de contaminante/ 1E6 scf
		HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002	0.0506		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]								lb de contaminante/ 1E6 scf
		HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	0.09		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]								lb de contaminante/ 1E6 scf

ID	Nombre compuesto	Nombre	Factor de actividad durante isocinéticos	Factor de actividad combinado*	Unidades del factor de actividad	Emisión PM (kg/h)	Emisión SO ₂ (kg/h)	Emisión NO _x (kg/h)	Factor de conversión de unidades másicas	Factor de emisión de PM medido	Factor de emisión de SO ₂ medido	Factor de emisión de NO _x medido	Unidades factor de emisión
FE 11	HORNO 100-CDU-F-001	HORNO 100-CDU-F-001	0.2505	0.2505	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	0.62	1.42	3.75	2.2	5.47	12.44	32.93	lb de contaminante/1E6 scf
FE 12	HORNO 100-CDU-F-002	HORNO 100-CDU-F-002	0.163	0.163	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	1.57	4.00	11.65	2.2	21.24	54.03	157.24	lb de contaminante/1E6 scf
FE 13	HORNO 111-DCU-F-201/HORNO 111-DCU-F-202	HORNO 111-DCU-F-201	0.1042	0.2249	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	0.94	1.44	3.91	2.2	9.16	14.12	38.25	lb de contaminante/1E6 scf
		HORNO 111-DCU-F-202	0.1207		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]								lb de contaminante/1E6 scf
FE 15	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	358.6	358.6	Consumo de gas [MMBTU/h]	1.66	0.95	2.82	2.2	0.01	0.006	0.017	lb de contaminante/MMBTU
FE 16	REFORMADOR 116-HPU2-F001	REFORMADOR 116-HPU2-F001	361.1	361.1	Consumo de gas [MMBTU/h]	0.89	0.17	5.89	2.2	0.005	0.001	0.036	lb de contaminante/MMBTU
FE 17	Incinerador 123-TGA-F-301	Incinerador 123-TGA-F-301	3.26	3.26	Toneladas de Azufre producido/h	0.03	0.95	0.11	2.2	0.022	0.64	0.074	lb de contaminante/ton de azufre producido
FE 18	Incinerador 124-TGB-F-301	Incinerador 124-TGB-F-301	3.4	3.4	Toneladas de Azufre producido/h	0.04	1.29	0.05	2.2	0.028	0.836	0.032	lb de contaminante/ton de azufre producido
FE 19	130 PSG-GTGEN-001/130-PSG-HRSG-001	130 PSG-GTGEN-001	0.3	0.3381	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	1.09	0.14	45	2.2	7.09	0.91	292.81	lb de contaminante/1E6 scf
		130-PSG-HRSG-001	0.0381		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]								lb de contaminante/1E6 scf
FE 20	130 PSG-GTGEN-002/130-PSG-HRSG-002	130 PSG-GTGEN-002	0.313	0.3548	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	0.86	0.23	15.81	2.2	5.31	1.43	98.04	lb de contaminante/1E6 scf
		130-PSG-HRSG-002	0.0417		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]								lb de contaminante/1E6 scf
FE 21	130 PSG-GTGEN-003/130-PSG-HRSG-003	130 PSG-GTGEN-003	0.4	0.4957	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	0.45	1.22	17.81	2.2	2.01	5.43	79.04	lb de contaminante/1E6 scf
		130-PSG-HRSG-003	0.0957		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]								lb de contaminante/1E6 scf

ID	Nombre compuesto	Nombre	Factor de actividad durante isocinéticos	Factor de actividad combinado*	Unidades del factor de actividad	Emisión PM (kg/h)	Emisión SO ₂ (kg/h)	Emisión NO _x (kg/h)	Factor de conversión de unidades másicas	Factor de emisión de PM medido	Factor de emisión de SO ₂ medido	Factor de emisión de NO _x medido	Unidades factor de emisión
FE 22	Chimenea de regenerador Cracking FC-D-2560	Chimenea de regenerador Cracking FC-D-2560	231.4	231.4	m3 de carga/h	4.70	68.25	2.93	1	0.02	0.295	0.013	kg de contaminante/ m3 de carga

* Factor de actividad combinado se refiere a la suma de los factores de actividad para las fuentes que comparten chimenea.

Fuente: Hernández, A. (2019). Simulación de la dispersión de contaminantes emitidos por la Refinería de Cartagena. Bogotá.

Estimación de emisiones para el escenario de operación actual (165 KBPD)

Con el fin de simular el impacto de las emisiones máximas del escenario de operación actual, las emisiones de este escenario fueron estimadas empleando los factores de emisión propios calculados y las estimaciones de factores de actividad para el escenario de máxima carga (165 KBPD) de la configuración actual de la Refinería. Las estimaciones de factores de actividad (consumo de combustible, producción de azufre y carga de la unidad de craqueo catalítico) fueron realizadas por el departamento de ingeniería de procesos de la Refinería.

La Tabla 4-24 presenta las emisiones para el escenario de operación actual (carga máxima de 165 KBPD). La fuente FE14 HORNO PEQUEÑO 146-TKF-F-001 es una fuente que opera bajo demanda y al no contar con medición de emisiones de esta fuente para el año 2018, sus emisiones fueron estimadas a partir de factores EPA.

La comparación de los factores de emisión de la EPA y los factores propios permitió evidenciar que, en general, para la gran mayoría de fuentes de combustión, los factores EPA de material particulado y dióxido de azufre (y en algunos casos de dióxido de nitrógeno) son menores que los factores propios (calculados a partir de mediciones directas de las fuentes), (Ver Tabla 4-25), por lo cual el uso de factores EPA subestimaría considerablemente las emisiones de los contaminantes anteriormente mencionados.

Para el caso de los incineradores, la EPA no reporta factor de emisión de material particulado ni de dióxido de nitrógeno. Las mediciones realizadas en dos incineradores que se encuentran en operación evidenciaron que, aunque el factor de emisión es bajo, al multiplicar por el factor de actividad, la emisión de partículas de los incineradores es comparable a la de otros de los equipos existentes. Para el dióxido de nitrógeno las emisiones de los incineradores son las menores de todas las fuentes. Análogamente, para los reformadores, la EPA no reporta factor de emisión de material particulado ni de dióxido de azufre, sin embargo, las mediciones realizadas en dos reformadores en operación evidenciaron, aunque el factor de emisión es bajo, al multiplicar por el factor de actividad, la emisión de los reformadores es comparable a la de otros de los equipos existentes.

Estimación de emisiones para escenario de operación futura (245 KBPD)

Para el escenario de operación futura (máxima carga de 245 KBPD) se requiere la incorporación de 11 fuentes nuevas. Considerando la subestimación de los factores de emisión de la EPA y que los equipos a incorporar presentan características de diseño y servicio similares a algunas de las fuentes existentes, resulta más apropiado realizar la estimación de las emisiones de estas nuevas fuentes empleando factores de emisión propios de equipos similares.

La Tabla 4-26 presenta la equivalencia entre fuentes nuevas y equipos que actualmente están en operación. La definición de equivalencia entre fuentes fue determinada por el departamento de ingeniería de procesos de la Refinería.

En la Tabla 4-27, se presentan las emisiones estimadas para el escenario con carga de 245 KBPD.

Tabla 4-24 Emisiones del escenario actual (165 KBPD)

ID	Nombre compuesto	Nombre	Factor de actividad individual @ 165	Factor de actividad combinado* @165	Unidades del factor de actividad	Factor de emisión de PM10 y PM2.5	Factor de emisión de SO ₂	Factor de emisión de NO ₂	Unidades del factor de emisión	Fuente del factor de emisión	Factor de conversión de unidades de masa	Emisión de PM10 y PM2.5 (g/s)	Emisión de SO ₂ (g/s)	Emisión de NO ₂ (g/s)
FE 01	CALDERA SP-SG-101	CALDERA SP-SG-101	0.1037	0.1037	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	3.08	6.61	41.78	lb de contaminante/ 1E6 scf	Propio	453.6	0.040	0.086	0.546
FE 02	CALDERA SP-SG-102	CALDERA SP-SG-102	0.1037	0.1037	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	11.86	7.73	47.97	lb de contaminante/ 1E6 scf	Propio	453.6	0.155	0.101	0.627
FE 03	CALDERA SP-SG-103	CALDERA SP-SG-103	0.1037	0.1037	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	9.51	6.17	45.68	lb de contaminante/ 1E6 scf	Propio	453.6	0.124	0.081	0.597
FE 05	CALDERA SP-SG-1005	CALDERA SP-SG-1005	0.0965	0.0965	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	12.29	9.86	91.78	lb de contaminante/ 1E6 scf	Propio	453.6	0.149	0.120	1.116
FE 06	HORNO REHERVIDOR 44-H-01	HORNO REHERVIDOR 44-H-01	0.0876	0.0876	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	7.76	16.39	47.76	lb de contaminante/ 1E6 scf	Propio	453.6	0.086	0.181	0.527
FE 07	HORNO REHERVIDOR 107-CNT-F-201	HORNO REHERVIDOR 107-CNT-F-201	0.0429	0.0429	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	3.74	3.47	89.77	lb de contaminante/ 1E6 scf	Propio	453.6	0.020	0.019	0.485
FE 08	HORNO 108-DHA-F-001/HORNO 108-DHA-F-002	HORNO 108-DHA-F-001	0.0378	0.0810	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	16.62	15.64	70.40	lb de contaminante/ 1E6 scf	Propio	453.6	0.170	0.160	0.718
		HORNO 108-DHA-F-002	0.0432		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/ 1E6 scf					
FE 09	HORNO 109-DHB-F-001/HORNO 109-DHB-F-002	HORNO 109-DHB-F-001	0.0366	0.0785	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	44.84	67.02	191.67	lb de contaminante/ 1E6 scf	Propio	453.6	0.443	0.663	1.895

ID	Nombre compuesto	Nombre	Factor de actividad individual @ 165	Factor de actividad combinado* @165	Unidades del factor de actividad	Factor de emisión de PM10 y PM2.5	Factor de emisión de SO ₂	Factor de emisión de NO ₂	Unidades del factor de emisión	Fuente del factor de emisión	Factor de conversión de unidades de masa	Emisión de PM10 y PM2.5 (g/s)	Emisión de SO ₂ (g/s)	Emisión de NO ₂ (g/s)
		HORNO 109-DHB-F-002	0.0419		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/ 1E6 scf					
FE 10	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001/HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002/HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001	0.0664	0.1960	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	11.04	13.37	113.54	lb de contaminante/ 1E6 scf	Propio	453.6	0.273	0.330	2.803
		HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002	0.0511		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/ 1E6 scf					
		HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	0.0785		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/ 1E6 scf					
FE 11	HORNO 100-CDU-F-001	HORNO 100-CDU-F-001	0.2524	0.2524	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	5.47	12.44	32.93	lb de contaminante/ 1E6 scf	Propio	453.6	0.174	0.396	1.047
FE 12	HORNO 100-CDU-F-002	HORNO 100-CDU-F-002	0.1601	0.1601	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	21.24	54.03	157.24	lb de contaminante/ 1E6 scf	Propio	453.6	0.428	1.090	3.171
FE 13	HORNO 111-DCU-F-201/HORNO 111-DCU-F-202	HORNO 111-DCU-F-201	0.1190	0.2553	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	9.16	14.12	38.25	lb de contaminante/ 1E6 scf	Propio	453.6	0.295	0.454	1.231
		HORNO 111-DCU-F-202	0.1363		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/ 1E6 scf					
FE 14	HORNO PEQUEÑO 146-TKF-F-001	HORNO PEQUEÑO 146-TKF-F-001*	0.0398	0.0398	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	7.60	0.60	50.00	lb de contaminante/1E6 scf	EPA Tabla 1.4-2 AP42 1.4	453.6	0.038	0.003	0.251
FE 15	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	341.88	341.88	Consumo de gas	0.010	0.006	0.017	lb de contaminante/MMBTU	Propio	453.6	0.440	0.251	0.745

ID	Nombre compuesto	Nombre	Factor de actividad individual @ 165	Factor de actividad combinado* @165	Unidades del factor de actividad	Factor de emisión de PM10 y PM2.5	Factor de emisión de SO ₂	Factor de emisión de NO ₂	Unidades del factor de emisión	Fuente del factor de emisión	Factor de conversión de unidades de masa	Emisión de PM10 y PM2.5 (g/s)	Emisión de SO ₂ (g/s)	Emisión de NO ₂ (g/s)
					[MMBTU/h]									
FE 16	REFORMADOR 116 - HPU2-F001	REFORMADOR 116 - HPU2-F001	343.13	343.13	Consumo de gas [MMBTU/h]	0.005	0.001	0.036	lb de contaminante/MMBTU	Propio	453.6	0.234	0.046	1.551
FE 17	Incinerador 123-TGA-F-301	Incinerador 123-TGA-F-301	5.10	5.10	Toneladas de Azufre producido/h	0.022	0.640	0.074	lb de contaminante/ton de azufre producido	Propio	453.6	0.014	0.412	0.048
FE 18	Incinerador 124-TGB-F-301	Incinerador 124-TGB-F-301	5.10	5.10	Toneladas de Azufre producido/h	0.028	0.836	0.032	lb de contaminante/ton de azufre producido	Propio	453.6	0.018	0.538	0.021
FE 19	130 PSG-GTGEN-001/130-PSG-HRSG-001	130 PSG-GTGEN-001	0.3575	0.4418	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	7.09	0.91	292.81	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.395	0.051	16.302
		130-PSG-HRSG-001	0.0843		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/1E6 scf					
FE 20	130 PSG-GTGEN-002/130-PSG-HRSG-002	130 PSG-GTGEN-002	0.3575	0.3575	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	5.31	1.43	98.04	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.239	0.064	4.417
		130-PSG-HRSG-002	0.0000		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/1E6 scf					
FE 21	130 PSG-GTGEN-003/130-PSG-HRSG-003	130 PSG-GTGEN-003	0.3690	0.4533	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	2.01	5.43	79.04	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.115	0.310	4.515
		130-PSG-HRSG-003	0.0843		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/1E6 scf					

ID	Nombre compuesto	Nombre	Factor de actividad individual @ 165	Factor de actividad combinado* @165	Unidades del factor de actividad	Factor de emisión de PM10 y PM2.5	Factor de emisión de SO ₂	Factor de emisión de NO ₂	Unidades del factor de emisión	Fuente del factor de emisión	Factor de conversión de unidades de masa	Emisión de PM10 y PM2.5 (g/s)	Emisión de SO ₂ (g/s)	Emisión de NO ₂ (g/s)
FE 22	Chimenea de regenerador Cracking FC-D-2560	Chimenea de regenerador Cracking FC-D-2560	278.25	278.25	m3 de carga/h	0.020	0.295	0.013	kg de contaminante/ m3 de carga	Propio	1000	1.569	22.797	0.979

* Factor de actividad combinado se refiere a la suma de los factores de actividad para las fuentes que comparten chimenea.

Fuente: Hernández, A. (2019). Simulación de la dispersión de contaminantes emitidos por la Refinería de Cartagena. Bogotá.

Tabla 4-25 Comparación factores de emisión propios y factores de emisión EPA aplicables

ID	Nombre compuesto	FE de PM medido	FE de SO ₂ medido	FE de NO _x medido	Unidades FE	FE de PM10 EPA	FE de SO ₂ EPA	FE de NO ₂ EPA @165	FE de NO ₂ EPA @ 245	Fuente
FE 01	CALDERA SP-SG-101	3.08	6.61	41.78	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	50	140	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 02	CALDERA SP-SG-102	11.86	7.73	47.97	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	50	140	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 03	CALDERA SP-SG-103	9.51	6.17	45.68	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	50	140	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 05	CALDERA SP-SG-1005	12.29	9.86	91.78	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	50	140	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 06	HORNO REHERVIDOR 44-H-01	7.76	16.39	47.76	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	50	50	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 07	HORNO REHERVIDOR 107-CNT-F-201	3.74	3.47	89.77	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	50	50	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 08	HORNO 108-DHA-F-001/HORNO 108-DHA-F-002	16.62	15.64	70.40	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	50	50	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 09	HORNO 109-DHB-F-001/HORNO 109-DHB-F-002	44.84	67.02	191.67	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	50	50	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 10	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001/HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002/HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	11.04	13.37	113.54	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	50	50	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 11	HORNO 100-CDU-F-001	5.47	12.44	32.93	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	140	140	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 12	HORNO 100-CDU-F-002	21.24	54.03	157.24	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	140	140	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 13	HORNO 111-DCU-F-201/HORNO 111-DCU-F-202	9.16	14.12	38.25	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	140	140	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 15	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	0.010	0.006	0.017	lb de contaminante/MMBTU	NA	NA	0.081	0.081	Tabla 5.1-2 AP42 5.1
FE 16	REFORMADOR 116 - HPU2-F001	0.005	0.001	0.036	lb de contaminante/MMBTU	NA	NA	0.081	0.081	Tabla 5.1-2 AP42 5.1
FE 17	Incinerador 123-TGA-F-301	0.022	0.640	0.074	lb de contaminante/ton de azufre producido	NA	4	NA	NA	Tabla 8.13-1 AP42 8.13
FE 18	Incinerador 124-TGB-F-301	0.028	0.836	0.032	lb de contaminante/ton de azufre producido	NA	4	NA	NA	Tabla 8.13-1 AP42 8.14
FE 19	130 PSG-GTGEN-001/130-PSG-HRSG-001	7.09	0.91	292.81	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	140	140	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 20	130 PSG-GTGEN-002/130-PSG-HRSG-002	5.31	1.43	98.04	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	140	140	Tabla 1.4-2 AP42 1.4
FE 21	130 PSG-GTGEN-003/130-PSG-HRSG-003	2.01	5.43	79.04	lb de contaminante/ 10 ⁶ scf	7.6	0.6	140	140	Tabla 1.4-2 AP42 1.4

ID	Nombre compuesto	FE de PM medido	FE de SO ₂ medido	FE de NO _x medido	Unidades FE	FE de PM10 EPA	FE de SO ₂ EPA	FE de NO ₂ EPA @165	FE de NO ₂ EPA @ 245	Fuente
FE 22	Chimenea de regenerador Cracking FC-D-2560	0.020	0.295	0.013	kg de contaminante/ m3 de carga	0.020-0.428	1.413	0.204	0.204	Tabla 5.1-1 AP42 5.1.

NA: No aplica. La EPA no reporta emisión para este contaminante

Fuente: Hernández, A. (2019). Simulación de la dispersión de contaminantes emitidos por la Refinería de Cartagena. Bogotá.

Tabla 4-26 Equivalencias entre fuentes nuevas y equipos existentes

ID	Nombre compuesto	Nombre	Factor de emisión PM EPA	Factor de emisión SO ₂ EPA	Factor de emisión NO ₂ EPA	Unidades del factor de emisión	Fuente	Equipo similar	Factor de emisión de PM medido	Factor de emisión de SO ₂ medido	Factor de emisión de NO ₂ medido	Unidades del factor de emisión
FE 23	HORNO 111-DCU-F-203	HORNO 111-DCU-F-203	7.6	0.6	140.0	lb de contaminante/ 1E6 scf	EPA Tabla 1.4-2 AP42 1.4	HORNO 111-DCU-F-201/HORNO 111-DCU-F-202	9.16	14.12	38.25	lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 24	REFORMADOR 117 - HPU3-F001	REFORMADOR 117 - HPU3-F001	NA	NA	0.1	lb de contaminante/MMBTU	EPA Tabla 5.1-2 AP42 5.1	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	0.01	0.01	0.02	lb de contaminante/MMBTU
FE 25	Incinerador 125-TGB-F-301	Incinerador 125-TGB-F-301	NA	4.0	NA	lb de contaminante/ton de azufre producido	EPA Tabla 8.13-1 AP42 8.13	Incinerador 123-TGA-F-301	0.02	0.64	0.07	lb de contaminante/ton de azufre producido
FE 26	Horno PS-F301	Horno PS-F301	7.6	0.6	50.0	lb de contaminante/ 1E6 scf	EPA Tabla 1.4-2 AP42 1.4	HORNO 100-CDU-F-001	5.47	12.44	32.93	lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 27	Horno PS-F1/Horno PS-F401	Horno PS-F1	7.6	0.6	50.0	lb de contaminante/ 1E6 scf	EPA Tabla 1.4-2 AP42 1.4	HORNO 100-CDU-F-001	5.47	12.44	32.93	lb de contaminante/ 1E6 scf
		Horno PS-F401	7.6	0.6	50.0	lb de contaminante/ 1E6 scf	EPA Tabla 1.4-2 AP42 1.4	HORNO 100-CDU-F-001	5.47	12.44	32.93	lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 28	Horno VRF-201	Horno VRF-201	7.6	0.6	50.0	lb de contaminante/ 1E6 scf	EPA Tabla 1.4-2 AP42 1.4	HORNO 111-DCU-F-201/HORNO 111-DCU-F-202	9.16	14.12	38.25	lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 29	103-CCR-F-001	103-CCR-F-001	7.6	0.6	50.0	lb de contaminante/ 1E6 scf	EPA Tabla 1.4-2 AP42 1.4	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001/HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002/HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	11.04	13.37	113.54	lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 30	103-CCR-F-002	103-CCR-F-002	7.6	0.6	50.0	lb de contaminante/ 1E6 scf	EPA Tabla 1.4-2 AP42 1.4	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001/HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002/HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	11.04	13.37	113.54	lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 31	103-CCR-F-003	103-CCR-F-003	7.6	0.6	50.0	lb de contaminante/ 1E6 scf	EPA Tabla 1.4-2 AP42 1.4	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001/HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002/HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	11.04	13.37	113.54	lb de contaminante/ 1E6 scf

FE 32	102-NHT-F-001	102-NHT-F-001	7.6	0.6	50.0	lb de contaminante/ 1E6 scf	EPA Tabla 1.4-2 AP42 1.4	HORNO REHEVIDOR 44-H-01	7.76	16.39	47.76	lb de contaminante/ 1E6 scf
FE 33	Horno PS-F402	Horno PS-F402	7.6	0.6	50.0	lb de contaminante/ 1E6 scf	EPA Tabla 1.4-2 AP42 1.4	HORNO 100-CDU-F-002	21.24	54.03	157.24	lb de contaminante/ 1E6 scf

Fuente: Hernández, A. (2019). Simulación de la dispersión de contaminantes emitidos por la Refinería de Cartagena. Bogotá.

Tabla 4-27 Emisiones del escenario 2 (máxima carga 245 KBPD)

ID	Nombre compuesto	Nombre	Factor de actividad individual @ 245	Factor de actividad combinado *@245	Unidades del factor de actividad	Factor de emisión de PM10 y PM2.5	Factor de emisión de SO ₂	Factor de emisión de NO ₂	Unidades del factor de emisión	Fuente del factor de emisión	Factor de conversión de unidades de masa	Emisión de PM10 y PM2.5 (g/s)	Emisión de SO ₂ (g/s)	Emisión de NO ₂ (g/s)
FE 01	CALDERA SP-SG-101	CALDERA SP-SG-101	0.1232	0.1232	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	3.08	6.61	41.776	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.048	0.103	0.649
FE 02	CALDERA SP-SG-102	CALDERA SP-SG-102	0.1232	0.1232	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	11.86	7.732	47.966	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.184	0.120	0.745
FE 03	CALDERA SP-SG-103	CALDERA SP-SG-103	0.1232	0.1232	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	9.508	6.166	45.684	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.148	0.096	0.709
FE 05	CALDERA SP-SG-1005	CALDERA SP-SG-1005	0.1188	0.1188	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	12.287	9.863	91.775	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.184	0.148	1.374
FE 06	HORNO REHERVIDOR 44-H-01	HORNO REHERVIDOR 44-H-01	0.0876	0.0876	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	7.762	16.395	47.759	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.086	0.181	0.527
FE 07	HORNO REHERVIDOR 107-CNT-F-201	HORNO REHERVIDOR 107-CNT-F-201	0.0468	0.0468	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	3.74	3.473	89.766	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.022	0.020	0.529
FE 08	HORNO 108-DHA-F-001/HORNO 108-DHA-F-002	HORNO 108-DHA-F-001	0.0402	0.0861	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	16.622	15.644	70.4	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.180	0.170	0.764
		HORNO 108-DHA-F-002	0.0459		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/1E6 scf					
FE 09	HORNO 109-DHB-F-001/HORNO 109-DHB-F-002	HORNO 109-DHB-F-001	0.0391	0.0837	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	44.844	67.025	191.671	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.473	0.707	2.022
		HORNO 109-DHB-F-002	0.0446		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/1E6 scf					
FE 10	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001/HORNO DE RECICLO 110-HCU-	HORNO DE CARGA 110-HCU-F-001	0.0693	0.2066	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	11.04	13.368	113.536	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.287	0.348	2.955

ID	Nombre compuesto	Nombre	Factor de actividad individual @ 245	Factor de actividad combinado *@245	Unidades del factor de actividad	Factor de emisión de PM10 y PM2.5	Factor de emisión de SO ₂	Factor de emisión de NO ₂	Unidades del factor de emisión	Fuente del factor de emisión	Factor de conversión de unidades de masa	Emisión de PM10 y PM2.5 (g/s)	Emisión de SO ₂ (g/s)	Emisión de NO ₂ (g/s)
	F-002/HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	HORNO DE RECICLO 110-HCU-F-002	0.0522		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/1E6 scf					
		HORNO DE LA FRACCIONADORA 110-HCU-F-101	0.0851		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/1E6 scf					
FE 11	HORNO 100-CDU-F-001	HORNO 100-CDU-F-001	0.2524	0.2524	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	5.474	12.441	32.932	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.174	0.396	1.047
FE 12	HORNO 100-CDU-F-002	HORNO 100-CDU-F-002	0.1601	0.1601	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	21.235	54.033	157.239	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.428	1.090	3.171
FE 13	HORNO 111-DCU-F-201/HORNO 111-DCU-F-202	HORNO 111-DCU-F-201	0.1135	0.2356	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	9.164	14.121	38.254	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.272	0.419	1.136
		HORNO 111-DCU-F-202	0.1221		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/1E6 scf					
FE 14	HORNO PEQUEÑO 146-TKF-F-001*	HORNO PEQUEÑO 146-TKF-F-001*	0.0398	0.0398	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	7.6	0.6	50	lb de contaminante/10 ⁶ SCF	EPA Tabla 1.4-2 AP42 1.4	453.6	0.038	0.003	0.251
FE 15	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	REFORMADOR 115-HPU-1-F001	410.92	410.92	Consumo de gas [MMBTU/h]	0.01	0.006	0.017	lb de contaminante/MMBTU	Propio	453.6	0.528	0.302	0.896
FE 16	REFORMADOR 116 - HPU2-F001	REFORMADOR 116 - HPU2-F001	412.17	412.17	Consumo de gas [MMBTU/h]	0.005	0.001	0.036	lb de contaminante/MMBTU	Propio	453.6	0.281	0.055	1.864
FE 17	Incinerador 123-TGA-F-301	Incinerador 123-TGA-F-301	3.63	3.63	Toneladas de Azufre producido/h	0.022	0.64	0.074	lb de contaminante/ton de azufre producido	Propio	453.6	0.010	0.292	0.034
FE 18	Incinerador 124-TGB-F-301	Incinerador 124-TGB-F-301	3.63	3.63	Toneladas de Azufre producido/h	0.028	0.836	0.032	lb de contaminante/ton de azufre producido	Propio	453.6	0.013	0.382	0.015

ID	Nombre compuesto	Nombre	Factor de actividad individual @ 245	Factor de actividad combinado *@245	Unidades del factor de actividad	Factor de emisión de PM10 y PM2.5	Factor de emisión de SO ₂	Factor de emisión de NO ₂	Unidades del factor de emisión	Fuente del factor de emisión	Factor de conversión de unidades de masa	Emisión de PM10 y PM2.5 (g/s)	Emisión de SO ₂ (g/s)	Emisión de NO ₂ (g/s)
FE 19	130 PSG-GTGEN-001/130-PSG-HRSG-001	130 PSG-GTGEN-001	0.3802	0.4858	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	7.093	0.911	292.813	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.434	0.056	17.924
		130-PSG-HRSG-001	0.1056		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/1E6 scf					
FE 20	130 PSG-GTGEN-002/130-PSG-HRSG-002	130 PSG-GTGEN-002	0.3661	0.4717	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	5.312	1.426	98.042	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.316	0.085	5.827
		130-PSG-HRSG-002	0.1056		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/1E6 scf					
FE 21	130 PSG-GTGEN-003/130-PSG-HRSG-003	130 PSG-GTGEN-003	0.3881	0.4937	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	2.012	5.429	79.043	lb de contaminante/1E6 scf	Propio	453.6	0.125	0.338	4.917
		130-PSG-HRSG-003	0.1056		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/1E6 scf					
FE 22	Chimenea de regenerador Cracking FC-D-2560	Chimenea de regenerador Cracking FC-D-2560	331.25	331.25	m3 de carga/h	0.02	0.295	0.013	kg de contaminante/m3 de carga	Propio	1000	1.868	27.139	1.165
FE 23	HORNO 111-DCU-F-203	HORNO 111-DCU-F-203	0.1221	0.1221	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	9.164	14.1211	38.2541	lb de contaminante/1E6 scf	Equivalencia - factores propios	453.6	0.141	0.217	0.589
FE 24	REFORMADOR 117 - HPU3-F001	REFORMADOR 117 - HPU3-F001	412.17	412.17	Consumo de gas [MMBTU/h]	0.0102	0.0058	0.0173	lb de contaminante/MMBTU	Equivalencia - factores propios	453.6	0.530	0.303	0.899
FE 25	Incinerador 125-TGB-F-301	Incinerador 125-TGB-F-301	3.625	3.625	Toneladas de Azufre producido/h	0.0225	0.6402	0.0741	lb de contaminante/ton de azufre producido	Equivalencia - factores propios	453.6	0.010	0.292	0.034
FE 26	Horno PS-F301	Horno PS-F301	0.0692	0.0692	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	5.4739	12.4408	32.9315	lb de contaminante/1E6 scf	Equivalencia - factores propios	453.6	0.048	0.108	0.287

ID	Nombre compuesto	Nombre	Factor de actividad individual @ 245	Factor de actividad combinado *@245	Unidades del factor de actividad	Factor de emisión de PM10 y PM2.5	Factor de emisión de SO ₂	Factor de emisión de NO ₂	Unidades del factor de emisión	Fuente del factor de emisión	Factor de conversión de unidades de masa	Emisión de PM10 y PM2.5 (g/s)	Emisión de SO ₂ (g/s)	Emisión de NO ₂ (g/s)
FE 27	Horno PS-F1/Horno PS-F401	Horno PS-F1	0.0692	0.1383	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	5.4739	12.4408	32.9315	lb de contaminante/ 1E6 scf	Equivalencia - factores propios	453.6	0.095	0.217	0.574
		Horno PS-F401	0.0692		Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]				lb de contaminante/ 1E6 scf					
FE 28	Horno VRF-201	Horno VRF-201	0.0692	0.0692	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	9.164	14.1211	38.2541	lb de contaminante/ 1E6 scf	Equivalencia - factores propios	453.6	0.080	0.123	0.333
FE 29	103-CCR-F-001	103-CCR-F-001	0.0809	0.0809	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	11.0397	13.3675	113.5359	lb de contaminante/ 1E6 scf	Equivalencia - factores propios	453.6	0.113	0.136	1.157
FE 30	103-CCR-F-002	103-CCR-F-002	0.0968	0.0968	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	11.0397	13.3675	113.5359	lb de contaminante/ 1E6 scf	Equivalencia - factores propios	453.6	0.135	0.163	1.385
FE 31	103-CCR-F-003	103-CCR-F-003	0.0615	0.0615	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	11.0397	13.3675	113.5359	lb de contaminante/ 1E6 scf	Equivalencia - factores propios	453.6	0.086	0.104	0.880
FE 32	102-NHT-F-001	102-NHT-F-001	0.0225	0.0225	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	7.7618	16.3949	47.7589	lb de contaminante/ 1E6 scf	Equivalencia - factores propios	453.6	0.022	0.046	0.135
FE 33	Horno PS-F402	Horno PS-F402	0.0692	0.0692	Consumo de gas [10 ⁶ SCF/h]	21.2352	54.0327	157.2393	lb de contaminante/ 1E6 scf	Equivalencia - factores propios	453.6	0.185	0.471	1.370

* Factor de actividad combinado se refiere a la suma de los factores de actividad para las fuentes que comparten chimenea
Fuente: Hernández, A. (2019). Simulación de la dispersión de contaminantes emitidos por la Refinería de Cartagena. Bogotá.

4.7.4 Sistemas de control de emisiones atmosféricas

A continuación, se presenta la descripción de los sistemas para el control de las emisiones atmosféricas.

4.7.4.1 Control de las emisiones de material particulado generado por equipos (Horno Rehervidor) presentes en la unidad de Cracking (U-002)

Se cuenta con un equipo de ciclones de alta eficiencia (retención de material particulado al 99.99%) a la salida de los gases de combustión de la chimenea del regenerador, lo cual permite reducir el contenido de partículas finas del catalizador acorde con la regulación colombiana y con los estándares del IFC.

4.7.4.2 Control de las emisiones de material particulado generado por equipos (Hornos) presentes en la unidad de coquización (U-111)

La unidad de coquización se encuentra encerrada y delimitada por un muro perimetral. Los quemadores instalados (Callidus) son de bajo NOx con un porcentaje de eficiencia de 90.4%.

El pit o pad donde se recibe el coque después del cortado, cuenta con un sistema de rociado de agua, con el fin de humedecer el producto terminado al momento de ser transferido a la banda transportadora.

Se cuenta con un sistema de rociado para controlar la temperatura de coque durante e inmediatamente después del corte, con el fin de prevenir incendios.

Se utilizan cintas de tipo tubular para el transporte del coque hasta el almacenamiento final para prevenir al máximo la dispersión de finos. Las torres de transferencia se encuentran confinadas dentro de una estructura completamente cerrada, impidiendo que las partículas de coque en suspensión inevitablemente generadas en este punto se escapen a la atmosfera exterior. El coque es almacenado en dos (2) bodegas uno para el coque grado ánodo, el otro para coque grado combustible que permiten un confinamiento total de las pilas coque. Las bodegas están dotadas de sistemas de rocío y de control y extinción de incendios. El sistema de descarga a las bodegas es ajustable, de tal forma que la distancia entre el punto de descarga a el punto de apilamiento es de máximo 1m.

4.7.4.3 Control de emisiones generadas por equipos (Incineradores) presentes en la unidad Recuperadora de Azufre (U-123, U-124 y U-125)

El Sulfuro de hidrogeno que no haya reaccionado en el proceso, será enviado a un tratamiento de gas de cola (un sistema por cada planta de azufre), junto con el amoniaco proveniente de las unidades de despojo de aguas agrias.

El tanque de almacenamiento de azufre liquido cuenta con un sistema de venteo de gases (principalmente H₂S y SO₂).

Las emisiones de NOx son de máximo 300 mg/Nm³ en base seca y con un exceso de O₂ del 3%. La eficiencia asociada a la recuperación de azufre es del 99.70%.

En el evento de que se decida solidificar el azufre recuperado (formación de pellets), en el sitio de almacenamiento de producto terminado designado (patio abierto), se contará con un sistema de roció para prevenir la emisión de material particulado y la ocurrencia de incendio. Las bandas transportadoras del producto terminado serán de tipo encapsulado.

La unidad U-125 tendrá los mismos controles que las unidades U-123 y U-124, descritos anteriormente.

4.7.4.4 Control de emisiones de los equipos de combustión externa (Hornos y Calderas de la Refinería de Cartagena)

El combustible utilizado en los hornos y calderas será una mezcla del gas combustible generado en la Refinería, constituido esencialmente por metano, etano, hidrogeno y propano.

Adicionalmente, la demanda de combustible será completada con gas natural a ser provisto por PROMIGAS, que se reconoce así mismo, como un combustible limpio con baja generación de contaminantes, por ser en su mayoría metano (>90% volumen).

Todos los hornos de las diferentes unidades de proceso tendrán quemadores bajo NOx e igualmente se tienen disponibles las facilidades necesarias para realizar las mediciones isocinéticas de estas chimeneas.

4.7.4.5 Optimización de procesos

- Optimización del uso de hidrogeno generado en las unidades de reformado catalítico, unidad de hidrogeno, unidad de hidrodeshidrosulfuración.
 - i. Las corrientes con altas concentraciones de hidrogeno (>85%) serán purificadas y recirculadas, contribuyendo en un 30% aproximadamente de la planta.
 - ii. Las corrientes provenientes de la unidad de reformado catalítico continuo y el excedente emitido por la unidad de hidrogeno (venteo), así como las corrientes menores de purga y vapor de las unidades de hidrodeshidrosulfuración del destilado medio (USLD 1/2), serán tratadas en la unidad de purificación de hidrogeno (PSA).
- Aprovechamiento del gas ácido generado en las unidades de craqueo catalítico, unidad de coquización, unidad de hidrodeshidrosulfuración, unidad de hidrocraqueo
 - i. El gas ácido, con contenido de sulfuro de hidrogeno, proveniente de las unidades de craqueo catalítico (FCC), coquización, hidrodeshidrosulfuración de la nafta (USLD 1/2) hidrocraqueo (HDC), hidrotreamiento de la nafta y purificación del hidrogeno (PSA), será purificado por adsorción en una solución monoetanolamina.(DEA) en la planta de aminas asociada a la planta de saturación de gas.
 - ii. El gas ácido purificado será enviado a las plantas de azufre, donde será oxidado catalíticamente conforme al proceso Clauss, obteniéndose azufre líquido (y/o sólido en caso de requerirse), que es uno de los subproductos terminados de la refinería de Cartagena.
 - iii. A las plantas de azufre también llegará el gas ácido separado en la unidad de

despojo de las aguas agrias en las distintas unidades.

- Control de emisiones generado en la unidad de craqueo catalítico (FCC)

La unidad de regeneración del catalizador, donde se lleva a cabo la oxidación térmica controlada del coque formado en el catalizador, está dotada de ciclones para controlar las emisiones de material particulado en este punto.

- Control de emisiones de amoniaco

- i. Parte del nitrógeno contenido en el petróleo crudo será removido durante el proceso de refinación y se encontrará en las corrientes de agua acida (junto con sulfuro de hidrogeno) bajo la forma de amoniaco disuelto. Las corrientes de agua acida con mayor contenido de amoniaco serán las provenientes de las unidades de coquización, hidrocraqueo, hidrosulfurización del destilado medio y purificación del hidrogeno.
- ii. El amoniaco así contenido, será removido de las aguas agrias mediante el proceso de despojo y enviado a las plantas de azufre, donde será incinerado en el tratamiento de gas de cola.

- Optimización del uso del fluoruro de hidrogeno

- i. Para el gas residual con contenido de HF se posee un sistema de depuración de gases antes de ser enviados a la TEA ácida que permite el control de este contaminante.
- ii. Todos los efluentes líquidos de la planta serán neutralizados antes de ser conducidos y tratados en el sistema de tratamiento de aguas industriales de la refinería.

- Aprovechamiento del gas de proceso

El gas de proceso de las unidades de refinación, con concentración de hidrogeno y de fracciones livianas, será aprovechado como gas combustible interno así:

- i. El gas de proceso proveniente de las unidades generadoras y consumidoras de hidrogeno, con concentración significativa de hidrogeno (>30%), aunque no suficiente para lograr una adecuada purificación en la unidad PSA- es decir hidrotreatmento de la nafta (NHT), reformación catalítica de la nafta (CCR), hidrosulfurización del destilado medio (USLD1/2), butamer, hidrocraqueo (HDC)- y las fracciones pesadas de la unidad de purificación del hidrogeno (PSA) serán enviados a la planta de saturación de gas. Eso permitirá concentrar el hidrogeno y recuperar las fracciones aprovechables para la formulación de productos terminados (propano, isobutano, butano y gasolina).
- ii. La corriente de salida de la planta de saturación, anteriormente descrita, será mezclada con el gas de proceso proveniente de las unidades de coquización, craqueo catalítico (gas seco), destilación atmosférica y destilación catalítica de la nafta (FCC), obteniéndose un gas combustible con una concentración de hidrogeno y del propano del orden del 35% respectivamente.

4.7.4.6 Programas de gestión

- i. Para los fines de optimizar y maximizar los escenarios de gestión de la calidad ambiental de la planta, se implementará un programa de mantenimiento preventivo de los equipos y procesos que por su naturaleza generen emisiones aplicando los principios de producción más limpia, con lo cual se asegurará una mayor trazabilidad de estos.
- ii. De igual forma, se establecerán procedimientos de seguimiento y control de las órdenes de trabajo en las unidades anteriormente mencionadas, para asegurar los escenarios de gestión asignados al caso.

4.7.5 Sistema de tratamiento y disposición final del material recolectado por los equipos de control

4.7.5.1 Lodos aceitosos (borras de tanque), tierra contaminada con hidrocarburo, lodos por derrame, lodos de separadores API, lodos de limpieza de intercambiadores, lodos de planta de tratamiento de aguas, entre otros

Este tipo de residuos serán enviados al área de Land-farming de la Refinería con el fin de ser tratados mediante un proceso de biorremediación y recuperación de lodos.

4.7.5.2 Material contaminado con hidrocarburos

Todo aquel material que por diferentes razones este contaminado con hidrocarburo será entregado a un tercero autorizado quien se encargará de su transporte, tratamiento y disposición final, de acuerdo con lo dispuesto en el Decreto 4741 de 2005 del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Decreto 1076 y/o la norma vigente.

4.7.5.3 Catalizadores Gastados de tipo peligroso

Este tipo de residuos será entregado a un tercero autorizado quien se encargará de su transporte, tratamiento y disposición final (incineración, confinamiento en relleno de seguridad), de acuerdo con lo dispuesto en el Decreto 4741 de 2005 del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y/o la norma que lo sustituya o modifique. Lo anterior siguiendo los lineamientos presentados en el Plan de Gestión Integral de Residuos de la Refinería de Cartagena. (PGIR).

La Refinería de Cartagena en línea con las estrategias establecidas en el Plan de Gestión Integral de Residuos en la Refinería de Cartagena (PGIR), propenderá por el aprovechamiento, reúso y/o venta de este tipo de residuos, siempre y cuando sea posible llevarla a cabo en actividades de recuperación de metales, dadas las características del catalizador.

4.7.5.4 Catalizadores gastados de tipo No Peligroso

El manejo de catalizadores no peligrosos se llevará a cabo de acuerdo a lo estipulado en el Plan de Gestión Integral de Residuos en la Refinería de Cartagena (PGIR).

Este tipo de residuo es entregado a otro tipo de industria (cementera) enmarcado en la estrategia de reúso o aprovechamiento.

4.7.6 Calidad del aire en la zona de influencia directa del proyecto

La Refinería de Cartagena ha venido desarrollando monitoreos los cuales han considerado contaminantes criterio y contaminantes no convencionales establecidos en la legislación colombiana. Dichos monitoreos han sido desarrollados de manera permanente con una frecuencia semestral, dando cumplimiento a lo requerido en el Artículo Quinto de la Resolución 1157 de 2000 el cual fue modificado por el Artículo Tercero de la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008 modificado a su vez por el Artículo Quinto de la Resolución 0511 del 16 de marzo de 2010.

Teniendo en cuenta lo anterior, la información correspondiente a los monitoreos de calidad de aire realizados en el área de influencia, se presentan en el Capítulo 3 Caracterización del Área de Influencia, numerales 3.2.9 Atmósfera, 3.2.9.2 Calidad del aire.

4.7.6.1 Cuantificación de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI)

Los datos correspondientes al año 2017 fueron extraídos de la herramienta SAP EC - SIGEA del Sistema de Información de Emisiones Atmosféricas en Ecopetrol –SIGEA, el cual empezó a utilizarse a partir del año 2013 con el objetivo de optimizar el proceso de consolidación, seguimiento y reporte de la información ambiental asociada a emisiones de la compañía.

4.7.6.2 Emisiones atmosféricas y Gases Efecto Invernadero (GEI)

De acuerdo con el informe de sostenibilidad de la Refinería de Cartagena del año 2018, las emisiones de gases efecto invernadero, las cuales son consolidadas en la herramienta SAP EC-SIGEA del Sistema de Información de Emisiones Atmosféricas, registraron en el año 2018 un total de 1.966.494 Ton CO₂eq frente a 1.856.259 Ton CO₂eq registradas en 2017; incluidas emisiones por combustión, fugitivas, móviles, Teas, Ventos e indirectas. Lo anterior, significa un incremento del 5,94% asociado principalmente al aumento en la carga de crudo.

4.7.7 Modelos de dispersión

Con el fin de evaluar el aporte de las emisiones de las fuentes de la refinería a la calidad del aire y evaluar el cumplimiento de los niveles de inmisión establecidos en la Resolución 2254 de 2017, se realizó la simulación de la dispersión de los principales contaminantes (PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂ y NO₂) emitidos por las fuentes fijas y móviles de la Refinería de Cartagena para dos escenarios: (1) el escenario de operación actual y (2) el escenario de operación futura que considera el aumento de carga mediante la interconexión de la planta de crudo denominada U-001 que pertenecen a la configuración inicial de la planta original de procesos. Los escenarios simulados fueron:

- i. **Escenario 1:** Modelo de dispersión para el escenario de operación actual (máxima carga de 165 KBPD).
- ii. **Escenario 2:** Modelo para el escenario de operación futura que considera una

máxima carga de 245 KBPD

Los detalles de la simulación, incluyendo la validación de la meteorología empleada, la validación del modelo, la concentración de fondo, las isopletas para tiempos cortos de exposición y las isopletas de aportes de las emisiones de la refinería empleadas para la definición de área de influencia se encuentran en el Anexo 04. Demanda / 4.1 Modelo de dispersión contaminantes.

Para el desarrollo de los escenarios de modelación se tuvieron en cuenta los factores de emisión presentados en el numeral 4.7.3 Estimación de emisiones.

4.7.7.1 Descripción del modelo

Los modelos de dispersión son una solución costo-efectiva para simular los impactos de las fuentes de emisión en las concentraciones ambiente de contaminantes, bajo diferentes condiciones atmosféricas. Entre los diferentes enfoques de modelación, el modelo gaussiano es el más comúnmente empleado para propósitos regulatorios. Este modelo asume condiciones de estado estable, lo cual implica que para cada hora la tasa de emisión y condiciones meteorológicas son uniformes dentro del dominio de modelación (Bluett et al., 2004; U.S. Environmental Protection Agency, 2004).

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos sugiere el uso de dos modelos gaussianos. El primero de ellos es un modelo tipo “*screening*”, mediante el cual se puede realizar una primera aproximación a la dispersión de contaminantes que permita determinar si se requiere realizar modelación avanzada. El segundo es el modelo AERMOD con el cual es posible hacer un procesamiento más refinado incluyendo modelos digitales de elevación, características de la superficie, información meteorológica en superficie y en altura, entre otros, obteniendo superficies de concentración promedio anuales y máximos de concentración (horaria, 24 horas) para el dominio de modelación.

La simulación se realizó empleando el modelo regulatorio AERMOD (versión 18081, disponible en: <https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models>).

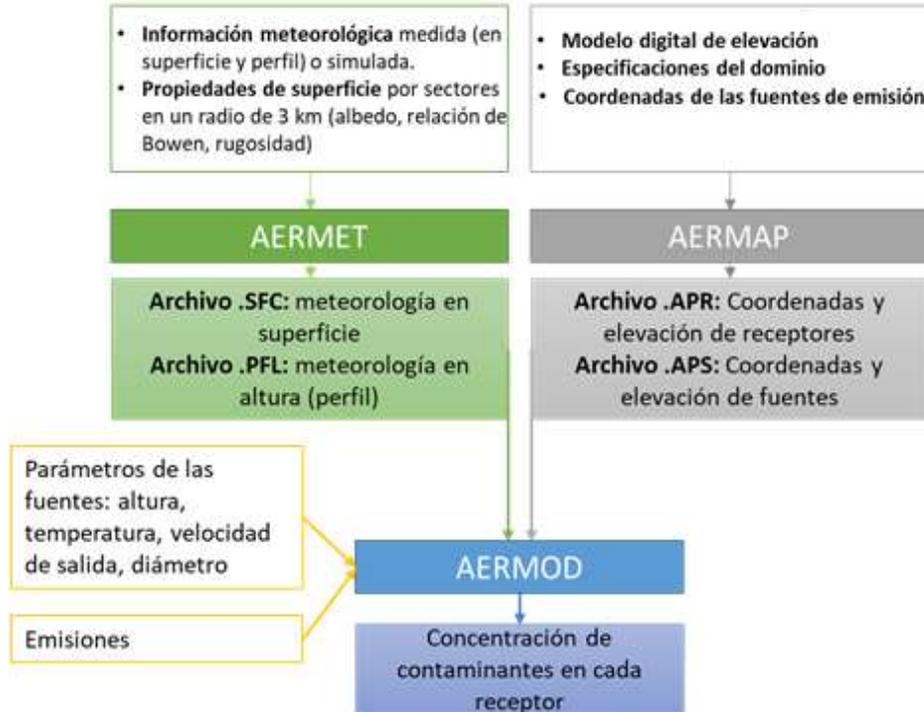
La Figura 4-7 presenta un esquema del sistema de modelación de AERMOD. AERMOD cuenta con un preprocesador meteorológico (AERMET) y un preprocesador de terreno (AERMAP). AERMET procesa la información meteorológica medida (en superficie y perfil) o simulada y las características de la superficie, a partir de las cuales calcula parámetros de la capa límite planetaria requeridos por AERMOD para realizar los cálculos de la dispersión. AERMET genera dos archivos, uno con información en superficie (.SFC) y uno con información de perfil (.PFL), que son empleados en AERMOD.

AERMAP se emplea para generar el dominio de modelación y para calcular las elevaciones de cada receptor y fuente a simular empleando un modelo digital de elevación (ingresado por el usuario). AERMAP genera dos archivos, uno con la información de coordenadas y elevación de receptores (.APR) y otro con la información de coordenadas y elevaciones de

las fuentes (.APS).

Las salidas de AERMET y AERMAP son ingresadas a AERMOD junto con la información de emisiones y parámetros de las fuentes para obtener las concentraciones simuladas de contaminantes en cada receptor para cada tiempo de promediación especificado.

Figura 4-7 Esquema del modelo AERMOD



Fuente: Refinería de Cartagena, 2019.

4.7.7.2 Dominio de simulación

Se empleó un dominio de simulación de 10 x 10 km que incluye los centros poblados más cercanos a la Refinería (Membrillal, Pasacaballos y Turbaná) cuya calidad del aire podría verse afectada por la dispersión de los contaminantes emitidos por la Refinería. La configuración de los receptores se realizó empleando dominios anidados con el fin de contar con una mayor resolución espacial cerca de las fuentes.

El uso de grillas cartesianas en áreas que cuentan con múltiples fuentes de emisión puede resultar en receptores que quedan ubicados a distancias muy cortas de las fuentes. Las predicciones realizadas por el modelo presentan problemas para distancias menores a 50 metros, ya que para estas distancias los modelos se basan en extrapolaciones de curvas de dispersión por lo cual sus estimaciones tienen alta incertidumbre y resultan en sobreestimaciones de las concentraciones altas (Isakov et al., 2004). Por otra parte, el uso de grillas polares en áreas con múltiples fuentes de emisión, la separación entre receptores puede resultar muy amplia para fuentes alejadas del centro de la grilla (Villalvazo, Davila, & Reed, 2007).

Debido a lo anterior, se empleó una metodología que permite contar con receptores distribuidos homogéneamente cada 75 metros alrededor de las fuentes en el dominio interno de 3 x 3.5 km. Este dominio interno fue anidado en dos dominios: un dominio de 6 x 6.5 km con resolución de 250 m y un dominio de 10 x 10 km con resolución de 500 m.

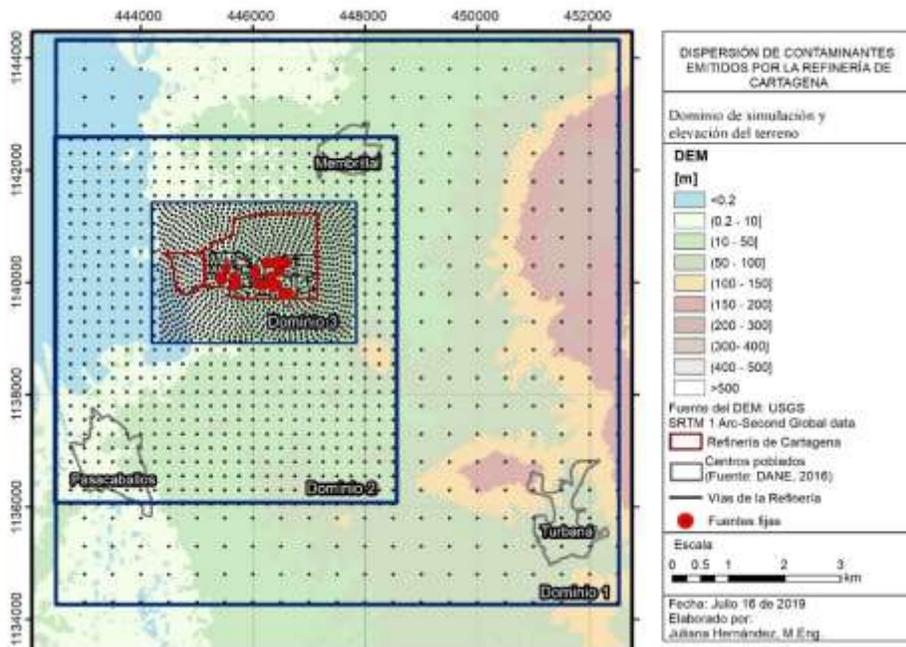
Para el dominio interno se generaron anillos cada 75 metros alrededor de las fuentes fijas de emisión y sobre estas líneas iso-distantes de las fuentes se ubicaron receptores cada 100 metros. Para fuentes que se encuentran separadas menos de 75 metros entre sí, el primer anillo fue generado asegurando una distancia de 75 m entre todos los puntos de fuentes y receptores. Sobre este primer anillo se ubicaron receptores cada 50 metros.

Para el caso de las vías, la guía de modelación de Ontario establece que los receptores no deben ser ubicados directamente sobre las vías, y que los receptores deben ubicarse a una distancia mínima de 1.5 veces el ancho de la vía (Ontario Ministry of the Environment and Climate Change, 2017). Teniendo en cuenta dicha recomendación se eliminaron los receptores que quedaron a distancias de la vía menores a 1.5 veces su ancho.

La generación de la grilla de modelación fue realizada en un software de sistema de información geográfico y los receptores fueron ingresados a AERMAP como receptores discretos. La información de elevación de terreno ingresada a AERMAP corresponde al modelo digital de elevación SRTM de 30 m de resolución. (SRTM1 Arc-Second Global data) de USGS, NGA y NASA.

La Figura 4-8 presenta el dominio de simulación y la elevación del terreno.

Figura 4-8 Elevación de terreno y dominio de simulación



Fuente: Refinería de Cartagena S.A.S, 2019.

4.7.7.3 Información meteorológica

Para la simulación de dispersión de contaminantes se empleó información meteorológica simulada mediante WRF (Weather Research Forecasting model), el cual es un modelo de última generación diseñado para propósitos de investigación atmosférica y aplicaciones operacionales de predicción meteorológica. Siguiendo las recomendaciones de la Guía sobre modelos de calidad del aire de la EPA (U.S. Environmental Protection Agency, 2017) se emplearon 3 años de meteorología simulada, que para este caso corresponden al periodo 2016-2018. Adicionalmente, se empleó meteorología simulada de abril de 2019 con el propósito de simular las concentraciones para el periodo de la campaña de calidad de aire realizada entre el 3-20 de abril de 2019. También se empleó meteorología simulada para el periodo febrero 23 – marzo 12 de 2020, con el propósito de simular las concentraciones para el periodo de la campaña de medición de PM10 y PM2.5 en cumplimiento del requerimiento de información adicional realizado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

La información meteorológica fue comprada a Lakes Environmental para el punto con coordenadas Lat: 10.31361 N y Long.: 75.49306. La resolución del dominio interno del modelo WRF corresponde a 4 km x 4 km. La información fue comprada en el formato denominado AERMET-Ready WRF-MMIF, que proporciona salidas del software MMIF (Mesoscale Model Interface Program). MMIF es el software recomendado por la EPA para procesar las salidas de WRF y generar los archivos que son ingresados al preprocesador meteorológico AERMET a través de la ruta de procesamiento ONSITE.

4.7.8 Resultados de la modelación

Los resultados de la simulación del escenario actual y futuro verifican el cumplimiento de los valores máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 para los contaminantes material particulado, PM10 y PM2.5, dióxido de nitrógeno, NO₂, y dióxido de azufre, SO₂, para todos los tiempos de exposición, en todos los centros poblados y en todos los potenciales receptores sensibles aledaños a la Refinería incluidos en el dominio de simulación. (Ver Tabla 4-28)

Tabla 4-28 Concentraciones máximas* para cada tiempo de exposición en los centros poblados y potenciales receptores sensibles aledaños a la Refinería

Escenario	Contaminante	PM10	PM10	PM2.5	PM2.5	SO ₂	SO ₂	NO ₂	NO ₂
	Tiempo de exposición	Anual	24 horas	Anual	24 horas	24 horas	1 hora	Anual	1 hora
	Nivel máximo permisible (Resolución 2254 de 2017)	50	75	25	37	50	100	60	200
1 (165KBPD)	Receptores aledaños a la Refinería	20.2	22.6	12.8	15.1	23.6	56.1	11.2	167.6
	Pasacaballos	19.8	20.5	12.4	13.1	13.0	24.6	8.3	32.8
	Membrillal	19.7	20.6	12.3	13.2	12.1	22.6	7.5	33.2
	Turbaná	19.6	20.0	12.2	12.6	9.1	21.9	7.2	38.3
2 (245 KBPD)	Receptores aledaños a la Refinería	20.6	25.1	13.2	17.7	27.5	68.4	12.8	182.5
	Pasacaballos	19.9	20.9	12.5	13.5	14.2	27.7	8.8	38.1
	Membrillal	19.7	21.1	12.3	13.7	13.2	26.0	7.7	41.7
	Turbaná	19.6	20.3	12.2	12.9	9.5	25.2	7.3	55.5

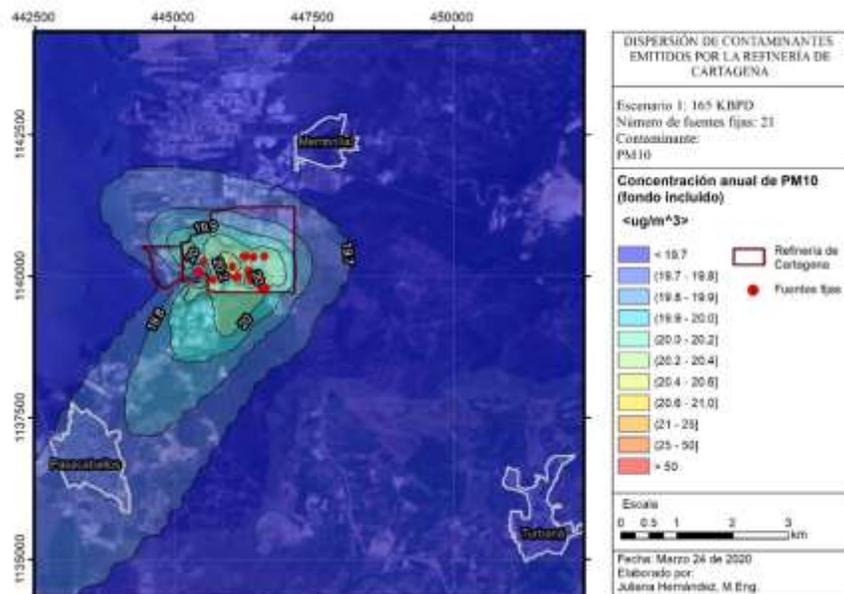
*Concentraciones resultantes de la suma de los aportes de las emisiones de la Refinería y la concentración de fondo.

Fuente: Refinería de Cartagena S.A.S, 2019.

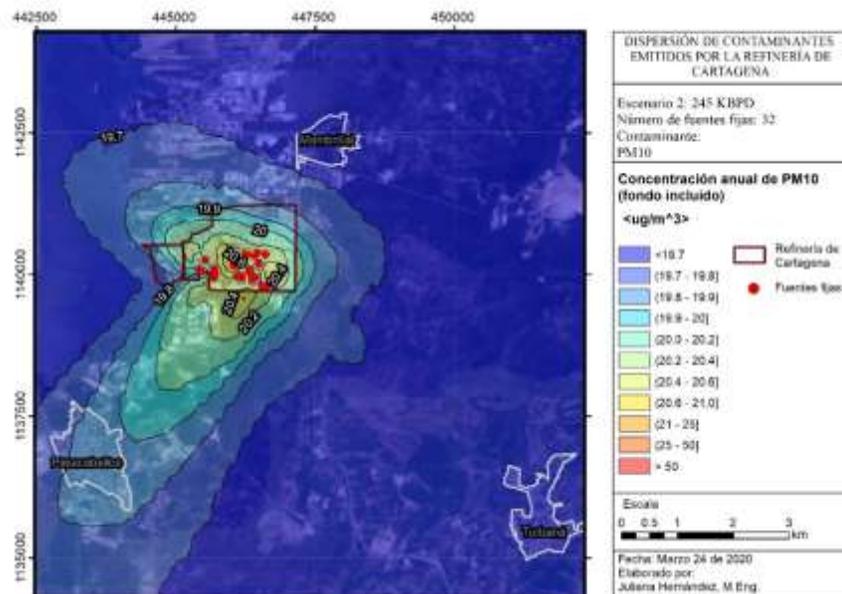
A continuación, en la [Figura 4-9](#), se presentan las salidas graficas de los resultados obtenidos para los escenarios de operación y para cada uno de los contaminantes modelados, en los tiempos máximos de exposición, según aplique para el tipo de contaminante. Las isopletas para los demás tiempos de exposición se presentan en el Anexo 04. Demanda / 4.1 Modelo de dispersión contaminantes.

Figura 4-9 Salidas graficas de modelación para el escenario actual y futuro

Isopletas de concentración promedio anual de PM10 (fondo incluido) para el escenario de operación actual (165 KBPD)

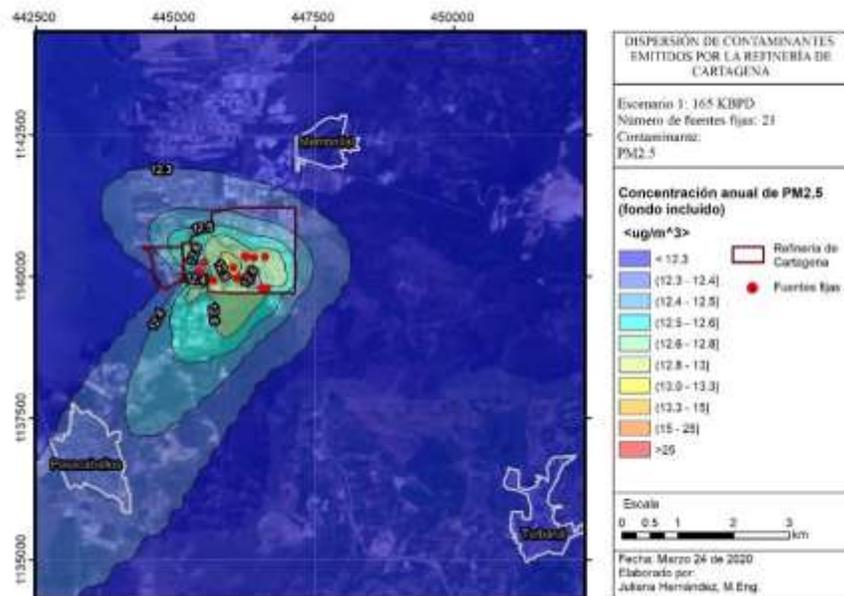


Isopletas de concentración promedio anual de PM10 (fondo incluido) para el escenario de operación futura (245 KBPD)

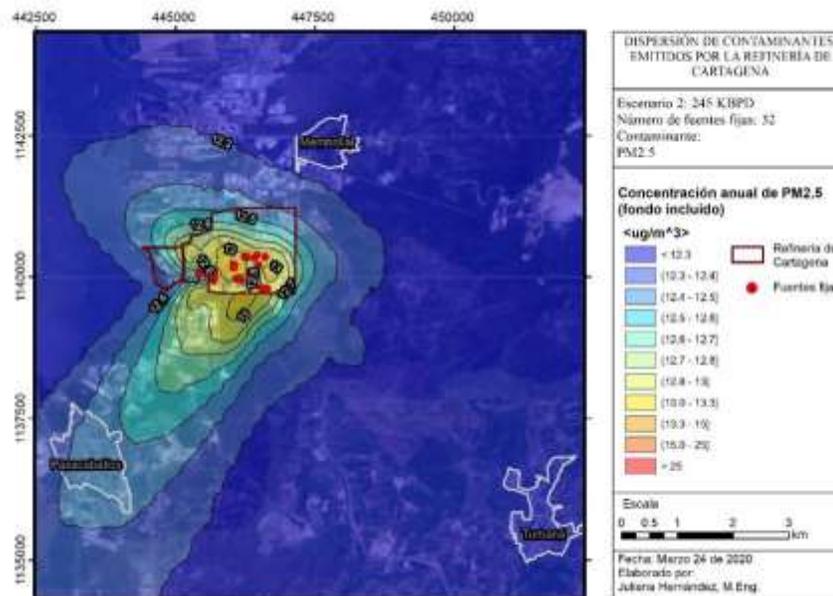


Fuente: Refinería de Cartagena S.A.S, 2019.

Isopletas de concentración promedio anual de PM2.5 (fondo incluido) para el escenario de operación actual (165 KBPD)

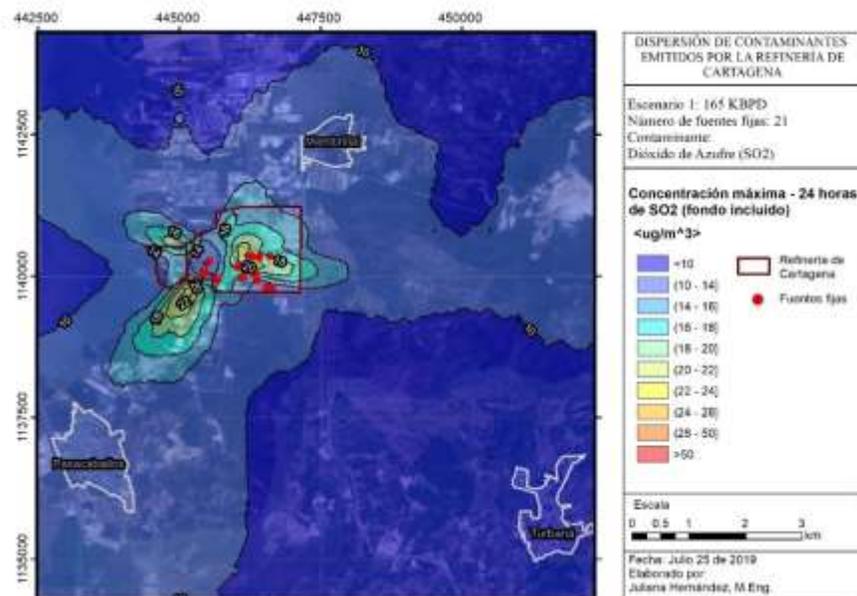


Isopletas de concentración promedio anual de PM2.5 (fondo incluido) para el escenario de operación futura (245 KBPD)

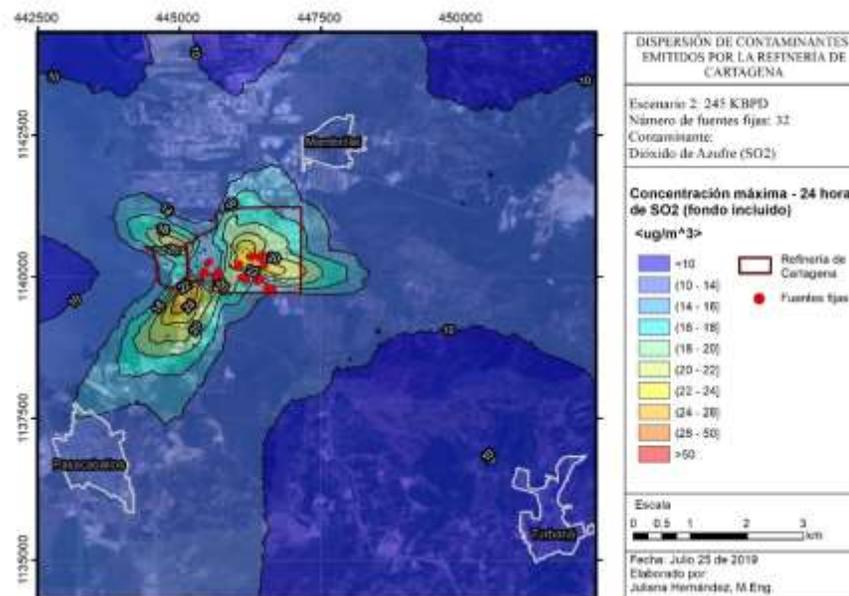


Fuente: Refinería de Cartagena S.A.S, 2020.

Isopletas de concentración máxima de 24 horas de SO₂ (fondo incluido) para el escenario de operación actual (165 KBPD)

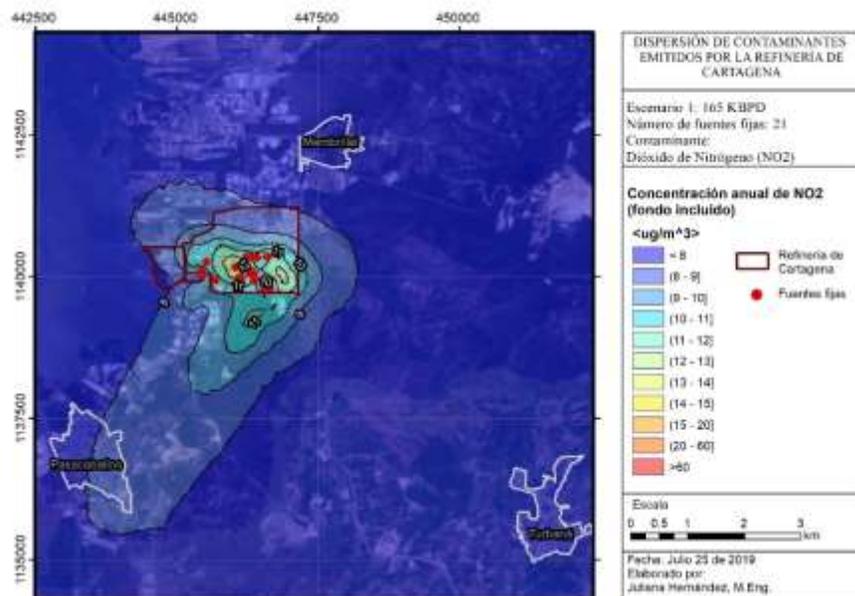


Isopletas de concentración máxima de 24 horas de SO₂ (fondo incluido) para el escenario de operación futura (245 KBPD)

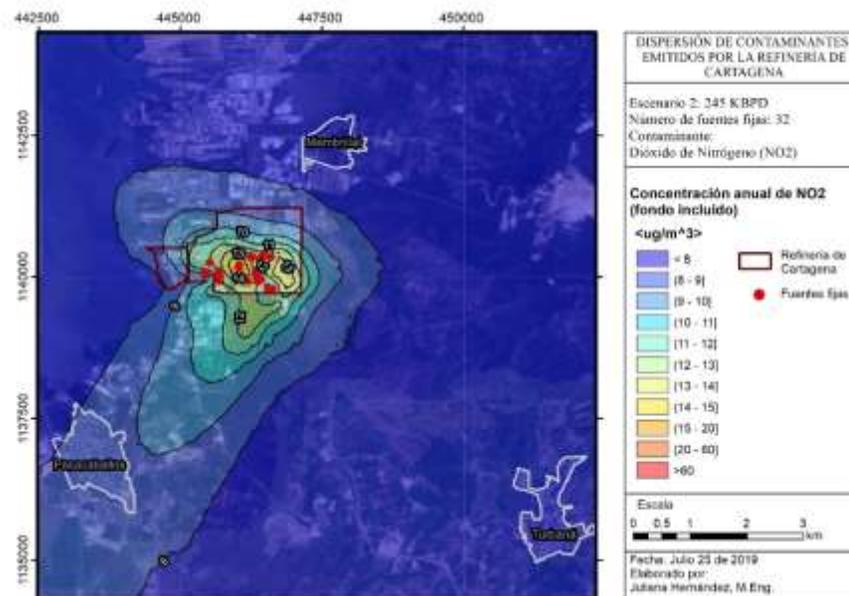


Fuente: Refinería de Cartagena S.A.S, 2019.

Isopletas de concentración promedio anual de NO₂ (fondo incluido) para el escenario de operación actual (165 KBPD)



Isopletas de concentración promedio anual de NO₂ (fondo incluido) para el escenario de operación futura (245 KBPD)



Fuente: Refinería de Cartagena S.A.S, 2019.

Finalmente, como conclusión del modelo, se establece que:

El modelo de dispersión empleado permitió estimar los impactos potenciales de las emisiones de las fuentes fijas y móviles de la Refinería bajo el escenario de operación futura (máxima carga de 245 KBPD). Los resultados de la simulación del escenario actual y futuro verifican el cumplimiento de los valores máximos permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017 para los contaminantes material particulado, PM10 y PM2.5, dióxido de nitrógeno, NO₂, y dióxido de azufre, SO₂, para todos los tiempos de exposición, en todos los centros poblados y en todos los potenciales receptores sensibles aledaños a la Refinería incluidos en el dominio de simulación. Este resultado es consistente con las características de la Refinería, ya que sus unidades cuentan con equipos de control de última generación y operan con combustible gaseoso generando una emisión muy baja de partículas y dióxido de azufre.

En el capítulo 5. Evaluación Ambiental y 7. Plan de Manejo Ambiental, se presenta la descripción detallada de los impactos y las medidas de manejo asociadas a la solicitud del permiso de emisiones atmosféricas.

4.8 RESIDUOS SOLIDOS

Según el Decreto 1713 de 2002 del Ministerio de desarrollo Económico y Ministerio del Medio Ambiente, donde se estableció que un residuo es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, sociales, industriales, comerciales e institucionales, que se abandonan, rechazan o entregan y que son susceptibles de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.

Dentro de un programa de Gestión Integral lo ideal es la reducción o minimización de los residuos que se generan, luego los residuos se aprovechan para su reutilización o reciclaje y finalmente son dispuestos en rellenos sanitarios autorizados.

Hace parte de la dinámica típica de la industria de hidrocarburos que durante la ejecución de las diferentes etapas del proyecto se generen residuos sólidos, los cuales se clasifican en dos tipos principalmente: domésticos e industriales.

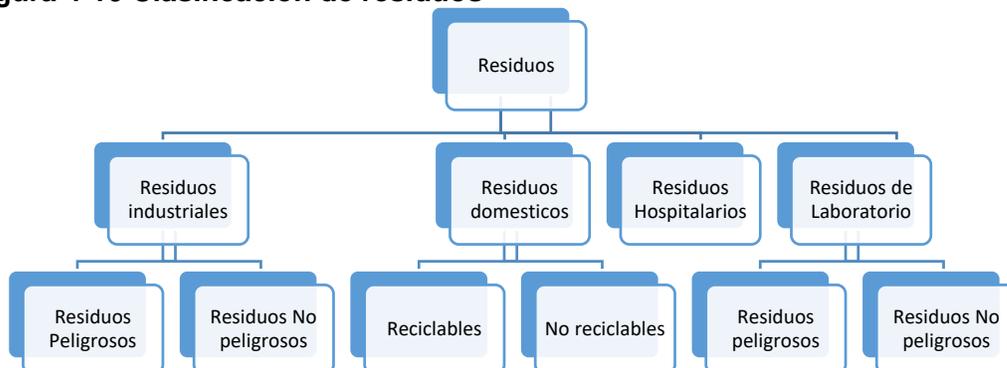
El manejo de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos se llevará a cabo de acuerdo con lo estipulado en el Plan de Gestión Integral de Residuos en la Refinería de Cartagena S.A. (PGIR) en el cual se especifica la información necesaria para el aprovechamiento y manejo de los mismos de forma ambientalmente adecuada, así como las estrategias para la prevención de la generación del residuo y su minimización en la fuente, cumpliendo de esta manera con las obligaciones contempladas en la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008, artículo 3, numeral 4. Manejo de residuos sólidos, domésticos e industriales.

Teniendo en cuenta lo anterior, la gestión de los residuos al interior de la refinería se realiza de la siguiente manera:

4.8.1 Clasificación de los residuos domésticos y peligrosos

Para realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos es necesario realizar una adecuada separación en la fuente, esto se logra identificando y clasificando los residuos que se generan durante el desarrollo de las actividades de la refinería. En la Figura 4-10 se detalla la clasificación de residuos generados actualmente en la Refinería.

Figura 4-10 Clasificación de residuos



Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos en la Refinería de Cartagena S.A.S, 2017.

De acuerdo a la clasificación ilustrada en la figura anterior, a continuación, se detallan las características de los residuos.

4.8.2 Caracterización de los residuos domésticos, industriales y especiales

Actualmente la Refinería de Cartagena tiene identificados los residuos peligrosos y no peligrosos generados en sus diferentes áreas, lo cual es indispensable para adoptar la mejor alternativa de manejo (aprovechamiento, valorización, tratamiento y/o disposición final). Las principales características de cada uno de los residuos generados en cada área de la refinería se encuentran descritas en las matrices de identificación de residuos y en las hojas de datos del catálogo de residuos de Ecopetrol S.A. La caracterización de los residuos se realiza mediante la revisión de las características de peligrosidad del insumo original, el conocimiento técnico sobre los procesos a partir de los cuales es generado el residuo y análisis del laboratorio cuando se amerite. En este sentido, en caso de generarse un residuo que no esté inventariado y no se disponga de su información para su identificación, cada área se encargará de la gestión correspondiente para su caracterización con el apoyo del laboratorio central o un tercero acreditado ante el IDEAM, previo etiquetado del residuo con el nombre de residuos desconocido. Dicha caracterización es entregada al departamento de gestión integral de riesgos operacional para proceder a la catalogación del residuo en el catálogo de residuos de Ecopetrol S.A

En la Tabla 4-29 se relacionan los residuos que normalmente se generan en las diferentes áreas de la Refinería de Cartagena

Tabla 4-29 Residuos peligrosos y No peligrosos que normalmente se generan en las diferentes áreas de la Refinería de Cartagena y principales fuentes o actividades generadoras

CÓDIGO DEL RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	ORIGEN DE GENERACIÓN
		PELIGROSO	NO PELIGROSO		
29900	Material aislante refractario		X	El residuo corresponde a materiales aislantes térmicos elaborados a base de hidróxido de calcio, sílice y aglutinantes que son reforzados mecánicamente con fibras inorgánicas y no contienen asbesto. Se utilizan en presentaciones de bloque y cañuelas, para el aislamiento de tuberías y equipo estático	Mantenimiento
29900	Material aislante (lana mineral)		X	Este material aislante se obtiene de roca basáltica fundida a 1600 °C. La roca líquida se convierte en fibras mediante un proceso de centrifugado y tras la impregnación con aditivos, aglomerantes y aceites impermeables, se forma una masa de lana mineral que apropiadamente tratada se transformara en una variedad de productos en forma de mantas, placas, rollos flexibles, cañuelas, entre otros. Este tipo de material aislante se utiliza principalmente para aislar líneas de proceso	Mantenimiento
29900	Material aislante kaowool		X	El residuo corresponde a materiales aislantes térmicos conocidos comercialmente como Kaowool; son mantas o telas elaboradas a base de caolín. Este tipo de material aislante se utiliza principalmente para aislar bombas u otros equipos cuyas superficies son irregulares, ya que se puede moldear	Mantenimiento
29900	Material aislante perlita expandida		X	El residuo corresponde a materiales aislantes térmicos elaborados a base de perlita expandida. La perlita es un mineral vítreo de origen volcánico cuyos componentes principales son sílice, alúmina y óxidos de sodio, potasio, calcio y hierro. Se utilizan para el aislamiento de tuberías (principalmente de diámetro pequeño) y de equipo estático.	Mantenimiento
29900	Material aislante poliuretanos		X	El residuo corresponde a materiales aislantes térmicos elaborados a base de poliuretanos. Este tipo de materiales aislantes vienen generalmente para ser preparados como espuma justo antes de aplicar sobre la tubería o el equipo a aislar	Mantenimiento
A2030	Catalizador gastado de hidrogenación selectiva R-201/-202 EN U-044	X		El residuo se genera en los reactores R-201 /R-202 de la unidad de alquilación, donde el catalizador gastado estuvo en contacto con contaminantes tales como hidrocarburo.	Operación Normal
30300	Catalizador gastado de FCC en U-002		X	El residuo se genera en la Unidad de Cracking. Es un polvo fino en forma de micro esferas que contienen cantidades de carbón coque y metales tales como, Níquel, Vanadio y Antimonio y es reutilizado en la industria del cemento o valorización del mismo.	Operación Normal

CÓDIGO DEL RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	ORIGEN DE GENERACIÓN
		PELIGROSO	NO PELIGROSO		
A2030	Catalizador gastado entrada reformador F001 en U-115/U116	X		El residuo se genera en el equipo F-001 de las unidades de hidrogeno U-115/U116, donde el objetivo del reformado es producir hidrogeno a partir del gas natural y el vapor de agua. El proceso requiere calor y se desarrolla en presencia de este catalizador que contiene oxido de aluminio, oxido de níquel y oxido de calcio. El catalizador gastado de entrada al reformador estuvo en contacto con contaminantes tales como hidrocarburo.	Operación Normal
A2030	Catalizador gastado salida reformador F001 en U-115/U116	X		El residuo se genera en el equipo F-001 de las unidades de hidrogeno U-115/U116, donde el objetivo del reformado es producir hidrogeno a partir del gas natural y el vapor de agua. El proceso requiere calor y se desarrolla en presencia de este catalizador que contiene oxido de aluminio, oxido de níquel y oxido de calcio. El catalizador gastado de entrada al reformador estuvo en contacto con contaminantes tales como hidrocarburo.	Operación Normal
A2030	Catalizador gastado shift converter D-010 en U-115/U116	X		El residuo se genera en el convertidor D-010 de las unidades de hidrogeno U115 /U-116, este residuo estuvo en contacto con contaminantes tales como hidrocarburo. El objetivo de la conversión consiste en la transformación del monóxido de carbono en dióxido de carbono.	Operación Normal
A2030	Catalizador gastado de hydrocracking D002 en U-110	X		El residuo es generado en los reactores R-002 de la unidad de Hydrocracking y estuvo en contacto con hidrocarburo.	Operación Normal
A2030	Catalizador gastado de hydrocracking R002 en U-110	X		Residuo es generado en los reactores R-002 de la unidad de Hydrocracking y estuvo en contacto con hidrocarburo. El catalizador de Hidrotratamiento es usado para proteger el catalizador de Hidrocracking de los contaminantes presentes en la carga de alimentación.	Operación Normal
A2030	Catalizador gastado de hydrocracking R001 EN U-110	X		Residuo es generado en los reactores R- 001 de la unidad de Hydrocracking y estuvo en contacto con hidrocarburo. El catalizador de Hidrotratamiento es usado para proteger el catalizador de Hidrocracking de los contaminantes presentes en la carga de alimentación.	Operación Normal
A2030	Catalizador gastado de isomerización R002 A/B en U106	X		Residuo generado en la sección de Reacción: Reactores R-002A/B de la U106 y estuvo en contacto con hidrocarburo, el catalizador se utiliza para la conversión de n- butano a isobutano y contiene platino.	Operación Normal
A2030	Catalizador gastado de metanizador R001 en U-106	X		Residuo generado en la sección de secado y regeneración R-001 y estuvo en contacto con hidrocarburo, CO y COS. El metanizador R-001 se utiliza para la remoción de CO/CO2 a altas temperaturas. El CO/CO2 debe ser removido ya que puede convertirse en agua en la unidad y se convertiría en un veneno para el catalizador de isomerización.	Operación Normal

CÓDIGO DEL RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	ORIGEN DE GENERACIÓN
		PELIGROSO	NO PELIGROSO		
A2030	Catalizador gastado de Hidrotratamiento de nafta T-101 EN U-107	X		Residuo generado en la unidad U- 107 en el equipo CDHydro Column / T-101 y se mantuvo en contacto con HC y coque. Es un catalizador de lecho superior basado en paladio.	Operación Normal
A2030	Catalizador gastado de Hidrotratamiento de nafta T-201 en U-107	X		Residuo generado en la unidad U-107 en el equipo CDHDS Column / T-201 y se mantuvo en contacto con metales pesados como plomo y arsénico.	Operación Normal
A2030	Catalizador gastado de azufre R-101 en U-123/124	X		Residuo generado en las unidades U-123/U-124, este residuo estuvo en contacto con azufre y H ₂ S.	Operación Normal
A2030	Catalizador gastado de azufre R-201 en U-123/124	X		Residuo generado en las unidades U-123/U-124, este residuo estuvo en contacto con azufre y H ₂ S.	Operación Normal
A2030	Catalizador gastado Hidrotratamiento de diésel R-001 en U-108/109	X		Residuo generado en las unidades U-108/U-109 en el reactor R-001 donde se da la Reacción de formación de H ₂ S, hidrogenación y se mantuvo en contacto con HC.	Operación Normal
A4060	Elementos impregnados con hidrocarburo	X		Todos los residuos sólidos industriales que estén impregnados con hidrocarburo, aceites lubricantes como estopas, trapos, guantes de seguridad, aserrín, papel, madera, tela oleofílica, flotadores o barreras, zunchos, embudos, recipientes y bolsas plásticos, fast tanks, isotanques, baldes u otros recipientes contaminados con hidrocarburos, mangueras, manilas, trajes en Tyvek, entre otros elementos.	Operación Normal
Y18	Elementos filtrantes (Filtros de proceso usados)	X		Los elementos filtrantes utilizados en las diferentes unidades están totalmente elaborados en polipropileno (estructura y medio filtrante). Cuando estos elementos se retiran del filtro salen impregnados con HC, MEA, Amina.	Operación Normal
Y18	Elementos filtrantes (Filtros de proceso usados con partes metálicas)	X		Son filtros de proceso usados que contienen partes metálicas y se generan en las diferentes unidades de proceso de la refinería.	Operación Normal
Y18	Filtros de aceite automotor	X		Material metálico y papel de elemento filtrante contaminados con aceites lubricantes y combustibles, generados en las operaciones de mantenimiento en el cual se hace necesario el cambio pérdida de la capacidad de filtrar que se evidencia en fallas en el motor y al realizarse cambio de aceite.	Mantenimiento

CÓDIGO DEL RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	ORIGEN DE GENERACIÓN
		PELIGROSO	NO PELIGROSO		
Y8	Aceites usados	X		Estos residuos se pueden generar del mantenimiento de equipos. Los aceites lubricantes se contaminan durante su uso con productos orgánicos de su oxidación, materiales como carbón, productos provenientes del desgaste de los equipos y con otros sólidos que modifican sus propiedades y limitan su vida útil. Cuando los contaminantes alcanzan una concentración excesiva o cuando los aditivos se degradan, el aceite pierde sus propiedades y es necesario cambiarlos.	Operación Normal
A3010	Residuos de coque (Hollín/coque residual)	X		Residuo que se generan durante la limpieza de paredes de los hornos, tuberías y torres debido al manejo constante de hidrocarburos a altas temperaturas Periódicamente se debe realizar un decoquizado interno de los equipos y se genera este residuo. La forma y el tamaño de los pedazos de coque dependen del método de decoquizado empleado. Este residuo tiene la apariencia de un carbón poroso y a veces es muy duro. Es muy probable que este residuo se encuentre contaminado con metales pesados.	Operación Normal
Y18	Esferas de Alúmina	X		Material cerámico compacto en forma de esferas de diferentes diámetros que se utiliza como soporte de los lechos de catalizadores, elementos adsorbentes y/o filtrantes. Originalmente está compuesto por sílice, alúmina y óxidos de titanio, magnesio, potasio, calcio, sodio y hierro. Este residuo puede quedar impregnado la mayoría de veces con hidrocarburo, catalizadores u otras sustancias que pueden darle características tóxicas.	Operación Normal
Y18	Absorbentes	X		En el ciclo de adsorción las sustancias diferentes al hidrógeno se adsorben para aumentar la pureza del hidrógeno en la corriente de salida. Contaminado con pequeñas cantidades de CO, CO ₂ , CH ₄ .	Operación normal
30801	Aparatos eléctricos y electrónicos no peligrosos (RAEE no peligroso)		X	Son los aparatos eléctricos o electrónicos en el momento en que se desechan o descartan; esta hoja de datos comprende todos aquellos componentes, consumibles y subconjuntos que forman parte del producto desechado, pero que no incluyen componentes peligrosos como acumuladores y otras baterías, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o están contaminados con sustancias peligrosas. En esta clasificación están partes de computador como teclados, ratones y parlantes, partes de tableros de control, cables eléctricos, herramientas eléctricas menores como taladros, pulidoras, destornilladores, etc.	Mantenimiento

CÓDIGO DEL RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	ORIGEN DE GENERACIÓN
		PELIGROSO	NO PELIGROSO		
A1180	Aparatos eléctricos y electrónicos peligrosos (RAEE peligroso)	X		Son los aparatos eléctricos o electrónicos en el momento en que se desechan o descartan; comprende todos aquellos componentes, consumibles y subconjuntos que forman parte del producto desechado, que incluyen componentes como acumuladores y otras baterías, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, tarjetas de circuito, o están contaminados con sustancias peligrosas. En esta clasificación están los computadores portátiles y de mesa, las impresoras, los fax, celulares y radios de telecomunicación, tableros de control, pantallas LCD, monitores de tubos de rayos catódicos	Mantenimiento
30600	Chatarra metálica		X	Chatarra metálica sucia no clasificada, con trazas de materiales como lacas, barnices, etiquetas, plásticos, pinturas, adhesivos o sustancias que entraron en contacto durante su uso con aceites o solventes. Residuos de válvulas, pedazos de tuberías, resortes, asientos de válvulas, espárragos, balineras, sellos mecánicos, zunchos metálicos, colillas de soldadura, gratas de pulidora, equipos e instrumentos fuera de servicio y otros residuos de carácter metálico, no incluidos en las listas de peligrosos.	Mantenimiento
A4130	Empaques de insumos químicos industriales	X		El residuo corresponde a los empaques (costales de fibra sintética, bolsas de papel o de plástico, bigbag) de insumos químicos que le confieren una característica de residuo peligroso. Corresponden a bolsas de papel o plástico, costales de fibra sintética, bigbag u otros empaques similares	Operación normal
20500	Papel y cartón (residuo reciclable)		X	Cajas, láminas, piezas de cartón, papel periódico y cualquier otro papel limpio, no impregnados de hidrocarburos, aceites, residuos orgánicos u otras sustancias peligrosas.	Operación normal
20700	Plástico (residuo reciclable)		X	En general corresponde a residuos de elementos de plástico no contaminados, tales como bolsas para empaque de agua potable, embalaje de equipos y herramientas, botellas o envases plásticos de bebidas y agua, entre otros.	Operación normal
A4130	Envases de plástico contaminado	X		Envases de plástico desocupados que contuvieron o que están contaminadas con productos y sustancias químicas peligrosas, incluyendo hidrocarburos, por ejemplo los envases plásticos utilizados para muestreos, entre otros	Operación normal
A4130	Envases de vidrio contaminados	X		Botellas de vidrio de color ámbar o transparentes que contuvieron o que están contaminadas con productos y sustancias químicas, incluyendo hidrocarburos.	Operación normal
20308	Escombros		X	Estos residuos se generan normalmente de obras civiles realizadas en la refinería, también se genera después de haber sido utilizado como material aislante en hornos y en otros equipos	Mantenimiento
20800	Madera		X	Corresponde en general a cualquier residuo de madera no contaminada, tal como estacas, paralelos defectuosos, tablas rotas, guacales, etc.	Mantenimiento

CÓDIGO DEL RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	ORIGEN DE GENERACIÓN
		PELIGROSO	NO PELIGROSO		
Y29	Luminarias con mercurio (Lámparas fluorescentes)	X		Bombillos y lámparas en desuso de los tipos fluorescente, de vapor de mercurio de alta presión, de luz de mezcla, de metal haluro y de sodio a alta presión, utilizados para el alumbrado de zonas interiores y exteriores; además del mercurio contienen otros metales como arsénico, cadmio, plomo y sodio	Mantenimiento
99900	Carbón activado y antracita		X	El residuo es carbón activado particulado que se utiliza como elemento filtrante en plantas que obtienen agua potable en diferentes locaciones. El residuo puede estar impregnado de todas las sustancias removidas en el agua.	Operación normal
60800	Fibra de vidrio		X	Residuos de material aislante térmico hecho a base de fibra de vidrio utilizado principalmente para aislamiento en frío, como los sistemas de aire acondicionado y en algunas líneas de proceso y equipo estático que manejan temperaturas bajo cero, que no esté contaminado con sustancias peligrosas.	Operación normal
B2070	Fluoruro de calcio		X	Este residuo se genera al neutralizar aguas contaminadas con HF del proceso de la unidad alquilación.	Operación normal
30600	Canecas metálicas usadas		X	Canecas metálicas usadas o tambores metálicos, que no hayan estado en contacto con sustancias peligrosas, o que mediante lavado se asegure que no contienen residuos de sustancias que les confieran características de peligrosidad.	Operación normal
20700	Canecas plásticas usadas		X	Canecas plásticas usadas que no hayan estado en contacto con sustancias peligrosas, o que mediante lavado se asegure que no contienen residuos de sustancias que les confieran características de peligrosidad.	Operación normal
A4130	Envases metálicos contaminados	X		Envases metálicos desocupados que contuvieron o que están contaminadas con productos y sustancias químicas peligrosas, tales como pinturas, barnices, sustancias anticorrosivas, adhesivos, solventes, entre otros. Se incluyen los envases de aerosoles que contuvieron sustancias peligrosas.	Operación normal
Y18	Tamiz molecular	X		El soporte de estos tamices, tanto en la parte inferior como superior, son esferas de un material inerte	Operación normal
Y18	Big bags Tamiz molecular	X		Adsorbente de la humedad de la carga a la unidad de Alquilación Adsorbente de aditivo de la corriente de N-butano hacia la unidad de gas saturado	Operación normal
A4100	Alúmina gastada	X		Corresponde a una alúmina gastada utilizada para secar aire. Es un sólido en pequeñas esferas de color blanquecino. Está compuesta originalmente por óxido de aluminio (más o menos 97% en peso) y los promotores adicionados para su activación. Este residuo en algunos casos puede estar impregnado de aceite lubricante que generalmente el aire arrastra desde el compresor.	Operación normal
Y17	Granalla contaminada	X		Los residuos de granalla son generados en actividades de limpieza de superficies corroídas, preparación de superficies donde se requiera un alto poder abrasivo y preparación previa de pintura y recubrimientos. La fuerza de la granalla arranca pintura, suciedad, óxido, hormigón. De esta forma se	Mantenimiento

CÓDIGO DEL RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	ORIGEN DE GENERACIÓN
		PELIGROSO	NO PELIGROSO		
				limpian y perfilan superficies horizontales y verticales de hormigón, piedra, asfalto y acero, eliminando y arrastrando suciedades, capas antiguas, pintura y óxido.	
A4130	Garrafas de catalizador merox y ari	X		Residuo generado una vez se desocupa el catalizador ari o merox del recipiente. Son recipientes vacíos con trazas del catalizador.	Operación normal
A4060	Arena impregnadas con hidrocarburo	X		Arena contaminada con hidrocarburos, álcalis y cantidades variables de metales pesados, ocasionalmente mezclada con chinás y gravillas.	Operación normal/ Mtto / Contingencia
Y18	Grava o china contaminada	X		Residuo contaminado con trazas de hidrocarburo o sustancias contaminadas.	Mantenimiento
A4140	Residuos con azufre	X		Residuos que se generan cuando se hace limpieza y mantenimiento de las líneas y equipos de las plantas de azufre de la refinería. Este residuo puede ser azufre puro que se mezcla y ensucia con tierra durante las actividades de mantenimiento y también puede ser azufre que queda en el interior de la línea y se remueve cuando se hace limpieza de la misma. Este último puede estar asociado a material refractario con el cual se reviste el interior de las líneas de transferencia y se cae mientras se hace la limpieza de la línea. El residuo también puede contener coque que se forma durante el proceso.	Operación normal/ Mtto / Contingencia
Y26	Baterías Níquel cadmio	X		Baterías secas en desuso compuestas por electrodos de Hidróxido de Níquel y Cadmio, con electrolito de Hidróxido de Potasio.	Mantenimiento
A1170	Baterías ion litio	X		Baterías en desuso compuestas básicamente por óxido de Litio y Cobalto y por Carbono.	Mantenimiento
Y35	Baterías níquel metal hidruro	X		Baterías en desuso compuestas por electrodos de Oxido de Níquel y una aleación metálica de hidruro, con electrolito de Hidróxido de Potasio.	Mantenimiento
Y31	Baterías plomo acido	X		Baterías compuestas por un sistema de electrodos positivo (Plomo metálico) y negativo (rejillas de plomo cubierto con pasta de Oxido de Plomo) y un conductor iónico (Ácido Sulfúrico) líquido o en gel.	Mantenimiento
Y8	Aceite dieléctrico libre de PCB	X		Aceites dieléctricos libre de bifenilos policlorados, equipos contaminados con estos aceites dieléctricos, suelos contaminados con PCB y otros residuos contaminados.	Mantenimiento

CÓDIGO DEL RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	ORIGEN DE GENERACIÓN
		PELIGROSO	NO PELIGROSO		
Y18	Arcilla de tratamiento	X		Residuo sólido granular de apariencia similar a arena fina pero de un color terroso. Originalmente es un aluminosilicatos. Este residuo queda impregnado de hidrocarburo y ligeramente de soda	Operación normal / mantenimiento
Y17	Residuos de arena de sandblasting usada	X		Residuos producidos a partir de la eliminación de la pintura y el óxido de las láminas de los tanques, tuberías y otras superficies metálicas, por medio del aire comprimido como impulsor y arena como partícula abrasiva (sandblasting).	Operación normal / mantenimiento
Y11	Lodos de arotar	X		Residuo Lodos de arotar	Operación normal / mantenimiento
A3190	Residuos de asfalto	X		Los residuos de asfalto son las borras que quedan en los tanques que almacenan asfalto, los residuos que se colectan o derraman en los toma muestras de las líneas que llevan asfalto, los residuos que se escapan por las bridas y sellos de las bombas que manejan asfalto o cuando se les hace mantenimiento, residuos de pavimento. Se denomina Asfalto a la mezcla de hidrocarburos (pueden ser compuestos alifáticos, aromáticos mononucleares y policíclicos) que constituyen la fracción más pesada obtenida de la destilación de crudo reducido. Esta mezcla puede estar en estado sólido o semisólido a temperatura ambiente o líquida, dependiendo de los componentes presentes en la mezcla en mayor proporción.	Mantenimiento
Y1	Residuos biosanitarios	X		Residuos resultantes del uso de elementos utilizados en los procedimientos asistenciales que tienen contacto con materia orgánica, sangre o fluidos corporales del paciente que puedan ser transmisores de agentes patógenos tales como: gasas, apósitos, aplicadores, algodones, drenes, vendajes, mechas, guantes, bolsas para transfusiones sanguíneas, catéteres, sondas, sistemas cerrados y sellados de drenajes y ropas desechables.	Operación normal
Y18	Carbón y antracita alquilación	X		Este carbón se genera como residuo cuando se satura de manera irreversible, o se pulveriza demasiado por fricción ocasionando arrastre a las corrientes y disminuyendo la presión en el equipo, o cuando se requiere mayor eficiencia en el equipo. Este residuo puede estar impregnado de hidrocarburo rico en disulfuros y/o soda.	Operación normal
Y12	Cartuchos de impresora usados	X		Tóner y cartuchos de impresora a color usados; algunas tintas pueden llegar a contener trazas de metales pesados como plomo, cadmio, cobre, entre otros.	Operación normal

CÓDIGO DEL RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	ORIGEN DE GENERACIÓN
		PELIGROSO	NO PELIGROSO		
Y1	Residuos corto punzantes	X		Residuos que se originan de la prestación de los servicios de salud y que por sus características punzantes o cortantes pueden originar un accidente percutáneo infeccioso. Dentro de éstos se encuentran: limas, lancetas, cuchillas, agujas y guías para catéter, agujas de sutura, agujas hipodérmicas, agujas de acupuntura y agujas para tatuaje, restos de ampollitas, pipetas, hojas de bisturí, vidrio o material de laboratorio como tubos capilares, de ensayo, láminas portaobjetos y laminillas cubreobjetos, cristalería entera o rota, y cualquier otro elemento que por sus características cortopunzantes pueda lesionar y ocasionar un accidente	Operación normal
Y36	Elementos con contenidos de asbesto	X		Residuos de materiales aislantes térmicos que tengan como constituyente asbesto; empaques en lámina de asbesto, elementos de asbesto o asbestocemento.	Mantenimiento
A4130	Envases desocupados de plaguicidas	X		Residuos de plaguicidas utilizados para control de vectores.	Mantenimiento
Y45	Equipos de refrigeración con gases refrigerantes	X		Equipos de refrigeración en desuso que contengan gas refrigerante no ecológico	Mantenimiento
A4160	Filtros de máscaras vapores orgánicos e inorgánicos	X		Residuos de filtros de mascarilla para vapores orgánicos e inorgánicos	Operación norma
Y18	Residuos de limpieza de chimeneas	X		El residuo se genera en las plantas de proceso. Consiste en el material sólido que se acumula sobre la superficie interna de las chimeneas y se remueve periódicamente cuando se hace mantenimiento del horno o caldera; este residuo tiene aspecto de tierra oscura compacta y se retira y obtiene generalmente en pedazos grandes, visualmente se aprecia la presencia de azufre en el residuo.	Mantenimiento
A4090	Residuos líquidos inorgánicos laboratorio	X		Residuos líquidos de carácter inorgánico de ensayos de laboratorio, ya sean básicos, ácidos o neutros, que no contengan metales pesados.	Operación normal
Y18	Lodos con características corrosivas	X		Lodos que se generan durante las actividades de mantenimiento y limpieza de equipos o de la fosa de neutralización (ya sean ácidos o básicos). Pueden estar formados por tierra, agua, las sustancia que le aporta la característica de corrosividad, pueden contener trazas de hidrocarburos, gomas, sulfatos y metales pesados.	Mantenimiento

CÓDIGO DEL RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	ORIGEN DE GENERACIÓN
		PELIGROSO	NO PELIGROSO		
Y18	Lodos aceitosos	X		Lodos que pueden contener presencia de aceites, hidrocarburos, otros compuestos orgánicos y metales pesados. Pueden generarse en las diferentes áreas de proceso de la refinería y durante el mantenimiento de tanques de almacenamiento de productos.	Operación normal/ mantenimiento
Y23	Pilas alcalinas y zinc carbón	X		Pilas en desuso compuestas de dióxido de manganeso, hidróxido de metal alcalino y Zinc.	Operación normal/ mantenimiento
Y12	Residuos de pinturas barnices y lacas	X		Residuos o excedentes de pinturas, lacas y barnices utilizados en distintos procesos industriales.	Operación normal/ mantenimiento
A4030	Residuos de plaguicidas	X		Residuos de plaguicidas utilizados para control de vectores. Envases desocupados.	Mantenimiento
A3010	Suelos contaminados con hidrocarburos	X		Suelo impregnado con trazas de hidrocarburo.	Operación normal/ mantenimiento
Y18	Resinas iónicas con regenerante ácido o base	X		El residuo se genera en las Unidades de Tratamiento de Agua. Son polímeros sintéticos tanto catiónicas como Aniónicas, utilizadas para suavizar agua durante el tratamiento. Utilizan como regenerante soluciones de ácidos o bases inorgánicas.	Operación normal/ mantenimiento
Y31	Residuos con plomo	X		Esta categoría corresponde a residuos de diferentes elementos y equipos que contienen como contaminante principal el plomo (excepto las baterías plomo - ácido los constituyen las varillas con residuos de soldadura con plomo y electrodos de plomo, entre otros.	Mantenimiento
Y6	Residuos de solventes orgánicos no clorados	X		Residuos de solventes orgánicos no halogenados generados en ensayos de laboratorio y otras actividades industriales, especialmente de mantenimiento, tales como Thinner, alcoholes, cetonas, xilenos, residuos del ensayo de Karl Fischer, etc., que sean inflamables.	Operación normal/ mantenimiento
A2010	Tubos de rayos x	X		El residuo se genera del mantenimiento de instrumentos y equipos que contienen fuentes de rayos X.	Mantenimiento
A3010	Material vegetal contaminado con hidrocarburos	X		Residuos de material vegetal contaminados con trazas de hidrocarburos.	Mantenimiento
60800	Arena de filtros de agua		X	Los filtros de arena se utilizan en la producción de agua potable, industrial y desmineralizada. Estos filtros cuya función es remover partículas coagulada en la corriente de agua, son cerrados, de filtraje rápido y a presión.	Operación normal/ mantenimiento

CÓDIGO DEL RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	ORIGEN DE GENERACIÓN
		PELIGROSO	NO PELIGROSO		
10000	Residuos de baños portátiles		X	Residuos de baños portátiles	Operación normal/mantenimiento
20500	Bolsas desocupadas de cemento y/o cal		X	Este residuo corresponde a las bolsas de cemento y/o cal completamente desocupadas que se generan en actividades de construcción y mantenimiento de infraestructuras, generalmente; usualmente están fabricadas con papel Kraft reforzadas con fibras plásticas.	Operación normal/mantenimiento
39900	Residuos de cable de cobre		X	Desechos de cable de cobre, generalmente generado de actividades de mantenimiento.	Mantenimiento
20600	Residuos de caucho		X	Desechos de elementos de caucho como poleas, tapones, empaques, correas, etc., que no estén contaminados con hidrocarburos u otras sustancias peligrosas.	Mantenimiento
39900	Envases de aerosoles		X	Envases de aerosoles vacíos de diferentes sustancias, tales como ambientadores, limpiadores, bronceadores y protectores solares, entre otros. No se incluyen en esta categoría las pinturas en aerosol ni los plaguicidas de uso doméstico	Mantenimiento
99900	Elementos de protección personal usados		X	Residuos de EPPs usados sin contaminación	Operación normal/Mantenimiento
30600	Equipos de refrigeración sin gases refrigerantes		X	Unidades de aire acondicionado en desuso y neveras no reparables que no contengan gas refrigerante.	Operación normal/Mantenimiento
30600	Lamina de zinc		X	El residuo se genera en el aislamiento de líneas de flujo en plantas de proceso.	Operación normal/Mantenimiento
99900	Residuos lechos filtros no contaminados		X	También, puede generarse por mantenimiento de las unidades de filtración, por contaminación del lecho o por alta caída de presión. Es importante identificar las oportunidades de retrolavado antes del descargue de la camada, de tal manera que se pueda minimizar la generación de estos residuos.	Operación normal/Mantenimiento
20500	Lijas usadas		X	Hojas de papel de lija usadas, de diversos calibres.	Operación normal/Mantenimiento

CÓDIGO DEL RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	ORIGEN DE GENERACIÓN
		PELIGROSO	NO PELIGROSO		
20600	Llantas y neumáticos usados		X	Llantas y neumáticos usados de vehículos y maquinaria.	Operación normal/Mantenimiento
70300	Lodos base agua no peligrosos		X	Sedimentos no contaminados	Operación normal/Mantenimiento
70100	Lodos de mantenimiento de pozos sépticos		X	Sedimentos de pozos de aguas sépticas	Mantenimiento
20200	Luminarias sin mercurio		X	Bombillos y lámparas en desuso de los tipos incandescente e incandescente con halogenuros, utilizados para iluminación interior y exterior. Contienen metales como Wolframio y Tungsteno, algunas contienen Yodo.	Mantenimiento
20900	Perlita expandida a granel		X	Residuos de material aislante generados en las plantas de proceso, siempre y cuando no se haya impregnado de hidrocarburos, aceites lubricantes u otras sustancias peligrosas. El residuo corresponde a materiales aislantes térmicos elaborados a base de poliuretanos. Este tipo de materiales aislantes vienen generalmente para ser preparados como espuma justo antes de aplicar sobre la tubería o el equipo a aislar	Operación normal/Mantenimiento
20700	Protectores de varillas y tuberías		X	El residuo corresponde a los empaques protectores de las roscas en varillas y tuberías, que son de polietileno de alta densidad (HDPE). Casing (tubería) Tubing (Varilla)	Operación normal/Mantenimiento
20700	Rejillas de torres de enfriamiento		X	El residuo corresponde al material de relleno de torres de enfriamiento, que son rejillas elaboradas en polipropileno (mínimo 98%) generalmente de color negro. Estas rejillas se cambian periódicamente ya que se desgastan durante su uso y se van quebrando.	Operación normal/Mantenimiento
10000	Residuos orgánicos convencionales		X	Corresponde a los residuos orgánicos tanto de origen vegetal como animal, no contaminados, tales como restos de vegetales y cortezas, los residuos alimenticios no contaminados, papeles que no son aptos para reciclaje y otros residuos que puedan ser degradados fácilmente en materia orgánica.	Operación normal / Mantenimiento
10000	Residuos vegetales		X	Corresponde a los residuos orgánicos tanto de origen vegetal como animal, no contaminados, tales como restos de vegetales y cortezas, los residuos alimenticios no contaminados, papeles que no son aptos para reciclaje y otros residuos que puedan ser degradados fácilmente en materia orgánica.	Operación normal / Mantenimiento
60300	Residuos inertes		X	Corresponde a los residuos que no permiten su descomposición o transformación en materia prima y su degradación natural requiere de grandes períodos de tiempo. Entre estos se encuentran: el icopor, algunos tipos de	Operación normal / Mantenimiento

CÓDIGO DEL RESIDUO	NOMBRE DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO		DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	ORIGEN DE GENERACIÓN
		PELIGROSO	NO PELIGROSO		
				papel como el papel carbón y algunos plásticos tales como los de PVC, estireno y nylon.	
20700	Residuos con PVC		X	Corresponde a los residuos que no permiten su descomposición o transformación en materia prima y su degradación natural requiere de grandes períodos de tiempo. Entre estos se encuentran: plásticos tales como los de PVC.	Operación normal / Mantenimiento
60314	Tóner usados de impresora		X	Tóner sin trazas de metales	Operación normal / Mantenimiento
30600	Transformadores no PCB corriente eléctrica		X	Transformadores no reparables que pueden contener restos de aceites, etiquetas, plásticos, adhesivos. En esta clasificación se encuentran los transformadores cuyo aceite dieléctrico no está contaminado con PCB, en concentraciones mayores a 50 ppm.	Operación normal / Mantenimiento
Y32	Residuos neutralizados y/o potencialmente contaminados con trazas de HF	X		Residuos provenientes de la unidad de alquilación que están potencialmente contaminados con trazas de HF, entre estos residuos podemos encontrar: Tela, Alúmina, Madera, EPPs, Plástico, etc.	Operación normal / Mantenimiento

Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos en la Refinería de Cartagena S.A.S, 2017

4.8.2.1 Volúmenes de los residuos generados

Se prevé que el desarrollo de las actividades objeto de la modificación de licencia ambiental, no generarán un aumento significativo en los volúmenes de generación que actualmente se están manejando, por ende, el objetivo será mantener o tender a disminuir la cantidad de residuos a ser dispuestos.

Así las cosas, será de vital importancia la optimización de los diferentes procesos de producción con el fin de iniciar la reducción o minimización desde la fuente, basado en el fortalecimiento de la cultura ambiental y sentido de pertenencia de cada uno de los trabajadores de la Refinería.

4.8.3 Residuos industriales

De acuerdo al reporte integrado de gestión sostenible del 21 de febrero de 2018 en comparación con el año 2016, durante el año 2017 se generó un total de 730.884 Kg de residuos industriales, los cuales fueron debidamente dispuestos a través de un gestor externo especializado y certificado para realizar el transporte y la disposición final de cada tipo de residuo de acuerdo con la normatividad vigente y autorizado por la autoridad ambiental.

En la Tabla 4-30, se presenta la tendencia anual de la disposición de residuos industriales peligrosos.

Tabla 4-30 Comparativo de residuos dispuestos 2015-2017

Año	2015	2016	2017
Cantidad total dispuesta (kg)	1.202.577	1.682.334	730.884

Fuente: Reporte Integrado de Gestión Sostenible Refinería de Cartagena, 2017

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede concluir que el volumen de residuos dispuestos en el año 2016 con respecto al del año 2017 disminuyó un 43%, reflejando avances significativos en la gestión dada a los residuos sólidos. No obstante, la culminación de la etapa de construcción, ampliación y modernización de la Refinería, también puede considerarse un factor altamente influyente en la disminución de residuos presentada.

Así mismo, se generaron otros residuos peligrosos como lodos aceitosos y tierras contaminadas con hidrocarburos provenientes de fondos de tanques de almacenamiento de productos negros, lodos de separadores API, lodos de limpieza de intercambiadores, entre otros. Estos residuos fueron tratados en el área de Land Farming ubicada al interior de la Refinería, mediante un proceso de biorremediación y recuperación de lodos. Se presentó un incremento de 213.6% respecto al año 2016 en el que se dispusieron 10.238,65 toneladas frente a 32.111,3 toneladas generadas en el año 2017. (Ver Tabla 4-31).

Tabla 4-31 Disposición de otros residuos peligrosos

TIPO DE RESIDUO	VOLUMEN DISPUESTO (KG)	ALTERNATIVA DE DISPOSICIÓN
Tierra impregnada con HC	20.633.600	Biorremediación
Lodos Aceitosos	11.477.700	Biorremediación

Fuente: Reporte Integrado de Gestión Sostenible Refinería de Cartagena, 2017

Esto debido a la puesta en marcha de las nuevas unidades, resultante del proyecto de ampliación y modernización de la Refinería y estabilización del proceso.

4.8.4 Residuos no peligrosos

En la Tabla 4-32, se presentan los residuos no peligrosos generados por la Refinería de Cartagena durante el año 2017.

Tabla 4-32 Tipo de Residuos

Tipo de Residuo	Volumen generado (Kg) 2016	Volumen generado (Kg) 2017
Catalizador Gastado de FCC	0	775.370
Chatarra	480.690	520.320
Chatarra Ferrosa Mixta	0	5.804.300
Ordinarios	1.157.395	1.714.838
Escombros y tierras limpias	7.978.391	10.488.095
Vegetales	159.051	86.050
Madera	6.640	302.180
Papel y Cartón	7.400	8.338
Total	9.789.567	19.699.491

Fuente: Reporte Integrado de Gestión Sostenible Refinería de Cartagena, 2017

Los residuos no peligrosos tuvieron un aumento en su generación aproximadamente en un 101%, esto debido a la entrada en operación y estabilización de las nuevas unidades, sin embargo, se debe considerar que corrientes denominadas como materiales reciclables (chatarra, madera, papel y cartón) tuvieron un alto grado de selección y separación.

Desde el año 2016 se realiza la recolección, clasificación, cuantificación y almacenamiento de la chatarra resultante del proyecto de ampliación y modernización de la Refinería, lo cual permitió en el año 2017 la venta de un volumen total de 15.195 toneladas. Se realizó la gestión comercial a nivel nacional e internacional mediante un contrato de intermediación comercial tendiente al logro y perfeccionamiento de la venta de bienes inmuebles entre Refinería de Cartagena y el martillo del Banco Popular. A través de este aliado, la Sociedad vendió en subasta pública cinco lotes de chatarra de diferentes composiciones, obteniendo como resultado la venta exitosa de los lotes subastados adjudicándose de esta manera a cinco empresas diferentes.

4.8.5 Alternativas de tratamiento, manejo y disposición e infraestructura asociada.

Con el fin de asegurar el manejo integral de los residuos generados en las actividades a desarrollar durante cada una de las etapas del proyecto y dar cumplimiento a la normativa nacional existente, los funcionarios, contratistas y subcontratistas, deben seleccionar y separar los residuos en la fuente para garantizar la calidad de los residuos reciclables y evitar transferir características de peligrosidad a un residuo que no las contiene; en este sentido, deben hacer buen uso de los recipientes para disposición ubicados en los puntos de acopio, acogiéndose al código de colores presentado en la Tabla 4-33, contribuyendo así con la separación adecuada de los residuos generados. Los puntos de acopio estarán ubicados estratégicamente en las áreas operativas y administrativas de la Refinería.

El manejo interno de los residuos generados en la Refinería de Cartagena contempla las siguientes etapas:

- i. Segregación, empaque/embalaje y rotulado de residuos.
- ii. Almacenamiento de residuos
- iii. Aprovechamiento interno de los residuos
- iv. Tratamiento interno de los residuos
- v. Disposición final interna de los residuos
- vi. Transporte interno de residuos
- vii. Medidas de contingencia
- viii. Medidas de protección a trabajadores

4.8.5.1 Segregación, empaque/embalaje y rotulado de residuos

La separación en la fuente de los residuos se realiza teniendo en cuenta el código de colores establecido por la Refinería, con el cual se busca aprovechar los residuos mediante alternativas tales como reciclaje realizado la separación adecuadamente de los residuos en las canecas. (Ver Tabla 4-33 y Fotografía 4.3).

Tabla 4-33 Código de colores para la gestión de residuos

Caneca Verde	Caneca Gris	Caneca Azul	Caneca Negra	Caneca Roja
				
Residuos Ordinarios	Residuos Reciclables	Residuos Reciclables	Elemento impregnados con HC	Residuos hospitalarios y de laboratorio
Residuos de comida Empaques de envolturas de comida Residuos de barrido Vasos, plástico, cartón sucios	Papel limpio Vasos de papel limpio cartón limpio	Vidrio Plástico Recipientes metálicos de alimentos	Guantes impregnados con HC EPPs impregnados con HC	Residuos hospitalarios Empaques de insumos químicos Tarros de pintura

Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos en la Refinería de Cartagena S.A.S, 2017

Fotografía 4.3 Punto de Clasificación de residuos en la refinería



Fuente: Concol By WSP., 2018.

La Refinería de Cartagena contempla el uso de empaques y embalajes aptos para lograr el confinamiento del residuo, de manera que facilite el acopio, almacenamiento y transporte del mismo, evitando derrames o descargas que afecten al medio ambiente y la salud de las personas. Entre estos se contempla: bolsas plásticas, canecas plásticas, canecas metálicas, Big bag, contenedores metálicos, entre otros embalajes de residuos.

En cuanto al etiquetado y rotulado de los residuos es indispensable conocer la naturaleza del residuo y sus características de peligrosidad. Además, tener en cuenta lo establecido en la NTC 1692 “Transporte de mercancías peligrosas, clasificación, etiquetado y rotulado”.

El modo de embalaje, empaque, etiquetado y rotulado para cada residuo generado en la Refinería de Cartagena, está definido en la hoja de datos del residuo contenido en el catálogo de residuos de ECOPETROL S.A y en la matriz de identificación de residuos de las diferentes áreas de la Refinería.

4.8.5.2 Almacenamiento de residuos

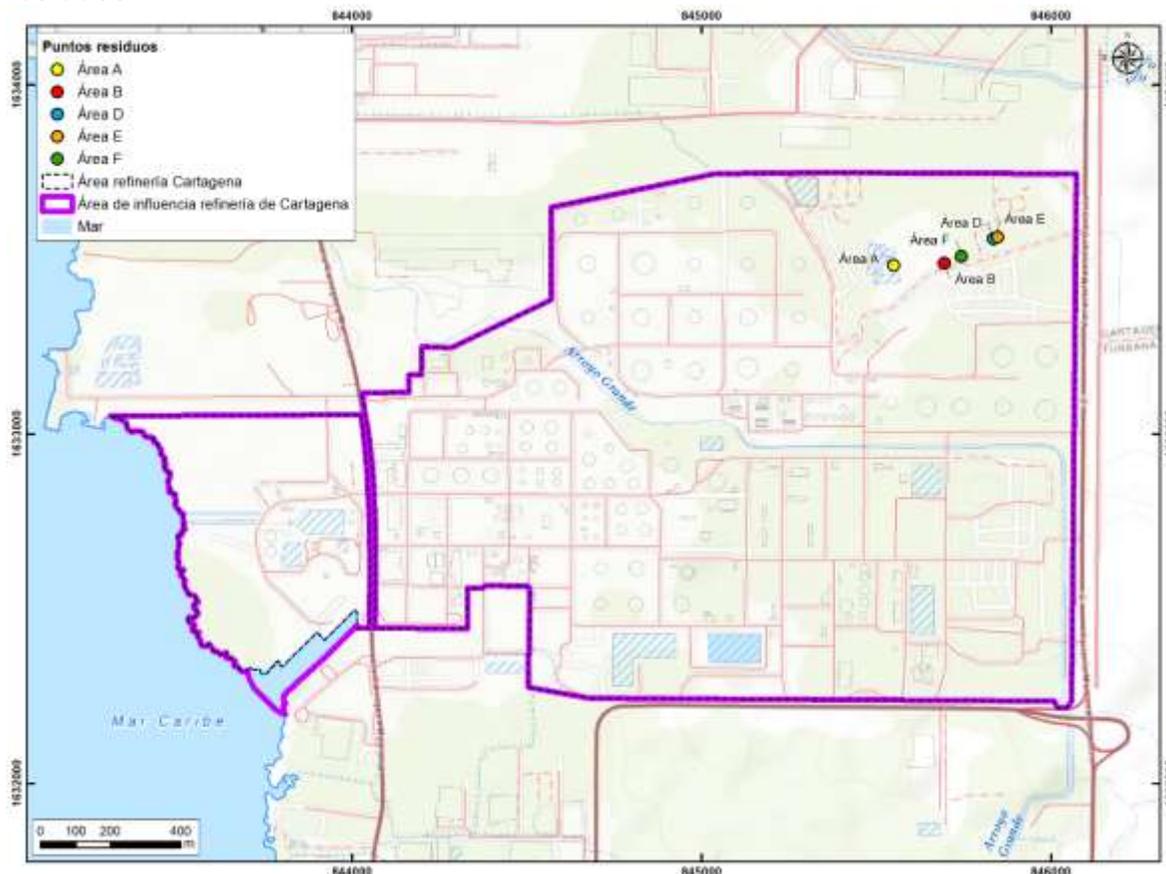
Refinería de Cartagena, tiene disponible cinco (5) áreas de almacenamiento temporal de residuos, las cuales se detallan en la Tabla 4-34 y Figura 4-11.

Tabla 4-34 Áreas de almacenamiento temporal de residuos

ÁREAS	NOMBRE ALMACENAMIENTO TEMPORAL	TIPO DE RESIDUO
Área A	Área de Landfarming	Lodos aceitosos, tierras contaminadas con HC
Área B	Área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos	Residuos sólidos industriales.
Área D	Área de almacenamiento de chatarra	Chatarra ferrosa y no ferrosa.
Área E	Área de almacenamiento temporal de RAEE (residuos de aparatos eléctricos/electrónicos)	Chatarra electrónica y electrónica.
Área F	Área de almacenamiento temporal de residuos reciclables	Cartón, papel, vidrio, plástico.

Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos en la Refinería de Cartagena S.A.S, 2017.

Figura 4-11 Ubicación geográfica de las áreas de almacenamiento temporal de residuos



Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos en la Refinería de Cartagena S.A.S, 2017, adaptado por Concol By WSP., 2019

4.8.5.3 Aprovechamiento interno de los residuos

En la Tabla 4-35, se relaciona el aprovechamiento interno de residuos realizado en la Refinería de Cartagena.

Tabla 4-35 Aprovechamiento interno de residuos

Tipo de Residuo	Nombre	Reciclaje	Recuperación	Regeneración	Descripción	Cantidad Aprovechada (Kg)
Peligroso	Aceites usados		X		El aceite usado es incorporado en el proceso de recuperación de hidrocarburo en el área de la U-143	36860,7

Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos en la Refinería de Cartagena S.A.S, 2017.

4.8.5.4 Tratamiento interno de residuos.

Actualmente en la Refinería de Cartagena, en el Área A o Landfarming se lleva a cabo el proceso de Biodegradación (Tratamiento Biológico) de los residuos aceitosos provenientes de fondos de tanques de almacenamiento de productos negros, lodos de separadores API, lodos de limpieza de intercambiadores, equipos en general y suelo contaminado por derrames accidentales.

En el Procedimiento GRC-POP-P-0031 se describe el Proceso de Biodegradación de los Lodos Aceitosos en el Área de Landfarming, asegurando el tratamiento ambientalmente seguro de estos residuos generados en la Refinería de Cartagena.

4.8.5.5 Disposición final Interna de residuos.

La disposición final de los residuos peligrosos y no peligrosos tiene como objetivo el confinamiento de los mismos minimizando la liberación de contaminantes, y debe limitarse a aquellos residuos que no sean susceptibles de aprovechamiento y/o valorización o cuyo tratamiento no sea técnica o económicamente factible.

Para el caso de los residuos peligrosos la disposición final se realiza en celdas o rellenos de seguridad o incineradores, y para los residuos no peligrosos en rellenos sanitarios o terceros con permisos vigentes. En los dos casos se contará con empresas especializadas en el manejo y disposición adecuada de los residuos generados.

4.8.5.6 Transporte interno de residuos

Para el transporte de residuos peligrosos y no peligrosos al interior de la Refinería hacia las áreas de almacenamiento temporal de residuos se debe tener en cuenta los siguientes lineamientos:

- i. Diligenciar Formato de Manejo interno de Residuos (HSE-F-011) o cualquiera que lo derogue.
- ii. Verificar y asegurar que la carga en el vehículo esté debidamente acomodada, estibada, apilada, sujeta y cubierta de tal forma que no presente peligro para la vida de las personas y el medio ambiente.
- iii. Asegurar que el transportador cuente con elementos básicos para atención de emergencias tales como: extintor de incendios, EPP, linterna, botiquín de primeros auxilios, equipo para recolección y limpieza.
- iv. Velar por el cumplimiento de las normas viales que aplican dentro de la Refinería, en especial las establecidas en el Manual para el uso y operación de vehículos en Ecopetrol S.A. (GHS-M-002).
- v. Diligenciar formato de inspección vehículos de transporte de residuos. HSE-F-008.
- vi. Para el caso de residuos de chatarra y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE se debe diligenciar el formato de acta de autorización de disposición de activos en desuso. GAC-F-022 o cualquiera que lo derogue.
- vii. Para el caso de chatarra en el Formato de Manejo interno de Residuos (HSE-F-011) o cualquiera que lo derogue, se debe anexar orden de compra de la chatarra o indicar si la chatarra no ingreso con beneficio tributario a la refinería.

El horario de transporte interno de residuos dentro de las instalaciones de la Refinería para su almacenamiento temporal se realizará de 7:30 a.m. a 4:00 p.m.

4.8.5.7 Medidas de contingencia

Se deberá tener en cuenta el manejo y atención de emergencia establecido en la ficha de seguridad o MSDS generada para cada residuo.

En el plan de emergencias de la Refinería de Cartagena, se presentan los procedimientos e instructivos a seguir para dar respuesta en caso de enfrentarse a situaciones de emergencia, tales como incendios, terremotos, explosiones, formación de nubes de vapor, derrames de hidrocarburos y productos químicos, accidentes, entre otros.

4.8.5.8 Medidas de protección a trabajadores

La Refinería se asegurará de dar a conocer los riesgos asociados a la manipulación y manejo de residuos por parte de los trabajadores, mediante acciones de formación en el adecuado uso de los elementos de protección personal.

4.8.6 Manejo y Disposición Final de Residuos Sobrantes de Excavación

Para el desarrollo de las actividades objeto de la presente modificación de licencia no se contemplan actividades relacionadas con movimientos de tierras por tanto no se generarán sobrantes de excavación.