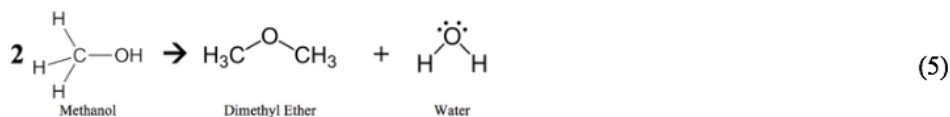
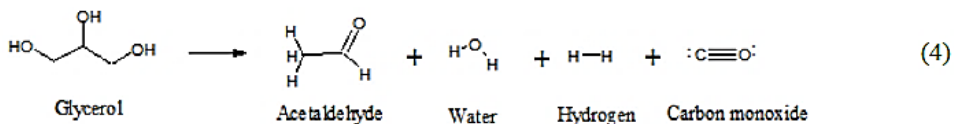
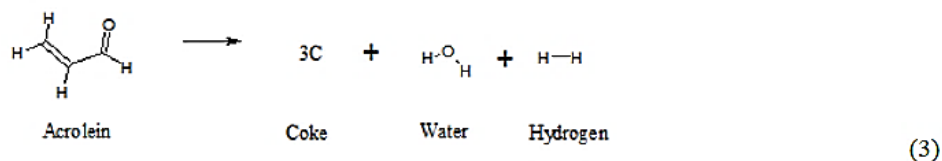
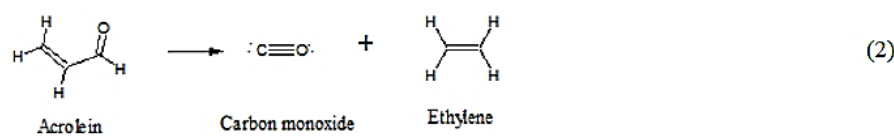
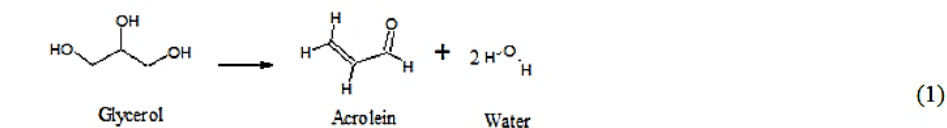


Anexo 1

Especificaciones Básicas de Diseño (PDS)

1. Materias primas, productos y residuos

Las principales reacciones que ocurren en el proceso de producción de acroleína son:



En la reacción 1, la deshidratación de glicerina produce acroleína y agua. Las reacciones 2, 3 y 4 producen, a su vez, hidrógeno, coque, monóxido de carbono, etileno, agua y acetaldehído; elementos indeseables que obligan a emplear métodos de separación y purificación [1]. El proceso de deshidratación de glicerol para producir acroleína emplea zeolita MFI como catalizador, el cual es fabricado por Meiqui industry & Trade CO [2]. La reacción 5 se da en el caso mejorado al no eliminar el metanol de la corriente de glicerol.

Tabla 1. Propiedades físico-químicas del catalizador (Zeolita MFI)

Propiedades	MFI
Densidad (kg/m ³)	720
Tamaño de poro	0.75
Si/Al	50
Área de superficie de BET (m ² /g)	70
Volumen de microporo (cm ³ /g)	0.027
Contenido de zeolita	15
Tamaño de partícula (µm)	40-120

Tabla 2. Sustancias, fórmula química, número de registro químico CAS, nombre comercial y nomenclatura IUPAC.

Sustancia	Fórmula química	# registro químico (CAS)	Nombre comercial	Nomenclatura IUPAC
Glicerol		56-81-5	Glicerina	1,2,3-propanotr
Acroleína		107-02-8	Acroleína	Prop-2-enal
Agua		7732-18-5	Agua	Agua
Monóxido de carbono		630-08-0	Óxido de carbono	Monóxido de carbono
Etileno		74-85-1	Etileno 3.0, Etileno 3.5	Eteno
Hidrogeno		1333-74-0	Hidrogeno	Di hidrógeno
Acetaldehído		75-07-0	Aldehído acético	Etanal

2. Propiedades físico-químicas

Se describe el estado físico, peso molecular, color, punto de ebullición, punto de fusión, temperatura crítica, presión de vapor y densidad a condiciones estándares.

Tabla 3. Propiedades físico-químicas del glicerol, acroleína y acetaldehído

Deshidratación del glicerol			
Propiedades físicoquímicas	Glicerol	Acroleína	Acetaldehído
Estado físico	Líquido viscoso	Líquido	Líquido humeante
Peso molecular (g/mol-g)	92.093	56.06	44.05
Color	Transparente	Transparente/ amarillo	Transparente
Punto de ebullición (°C)	290	52.5	21
Punto de fusión (°C)	19	-88	-123.5
Temperatura crítica (°C)	No disponible	254	188
Presión de vapor (bar)	0 kPa (a 20°C)	28 kPa (a 20°C)	101.3 kPa (a 20°C)
Densidad (kg/m³)	1261	0.8427	788

3. Producción anual en el mercado

Aproximadamente, 350.000 ton. de acroleína son producidas en el mundo anualmente, principalmente en Estados Unidos, China, Japón y Europa [3]. La acroleína como producto intermediario para la producción de metionina tiene una demanda anual superior 730000 ton, estimándose un mercado de 7.26 billones de dólares para el 2022 [4]. En la producción de ácido acrílico, reporta una demanda anual superior a 3400000 ton. [5] Teniendo esto en cuenta se planteó un precio de producto de 13,45 USD/Kg.

La metionina tiene múltiples usos alimenticios y farmacéuticos, es fundamental en la síntesis de proteínas avícolas, por lo que la demanda de metionina es dependiente en proporción a la demanda de proteína en

general, en especial la avícola. Los países tercermundistas como Colombia juegan un rol importante en la economía y en la demanda alimenticia, por ejemplo, la proteína. Llevando esto así al caso aquí expuesto, se tiene muy buen mercado para la producción de acroleína en el país actual, Colombia. [6]

Colombia no tiene productores de Acroleína sin embargo existen “transacciones” de compra de acroleína o sus derivados en la industria colombiana de alrededor de 200 toneladas para el primer semestre del 2016. [7] Adicional se reporta una producción de unos 60 millones de litros de glicerol, provenientes de la producción de biodiesel, para el 2015 [8] Según esto en este trabajo se sugiere una producción anual superior a las 400 toneladas, para suplir mínimamente los requerimientos locales.

El precio de la glicerina cruda tiene a ser cada vez menor a medida que aumenta la producción de bioetanol y se disminuye la de manda de este subproducto, por lo que se espera que el precio de la Glicerina cruda para finales de este año sea de 200 dólares americanos por tonelada (200USD/ton), es decir, 20 centavos de dólar por Kilogramo [9].

4. Regulación de transporte y normas de transporte de reactivos peligrosos

Los principales decretos o normatividades vigentes adoptadas por el Ministerio de Transporte de Colombia que regulan el transporte y el transporte de sustancias peligrosas son: decreto 1070 de 2015 (por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector transporte) y NTC 1692 de 2015 (transporte de mercancías peligrosas, definiciones, clasificación, marcado, etiquetado y rotulado).

Dentro de las recomendaciones para el transporte de materiales peligrosos reportado en las naciones unidas (UN recommendations on the transport of dangerous goods) no se encontró ninguna clasificación para la glicerina y la zeolita MFI, pero si se encontraron especificaciones para la acroleína y el acetaldehído [10].

Tabla 4. Recomendaciones para el transporte de bienes peligrosos (A)

Sustancia	Clase / División	Riesgo subsidiario	UN grupo de empaque	Provisiones especiales
Acroleína	6.1	3	I	354
Acetaldehído	3	-	I	-

Tabla 5. Recomendaciones para el transporte de bienes peligros (B)

Sustancia	Cantidades limitadas y exceptuadas		Empacado y BICS		Tanques portables y contenedores a granel	
	a	b	Instrucciones	Provisiones especiales	Instrucciones	Provisiones especiales
Acroleína	0	E0	P601	-	T22	TP2, TP7, TP13, TP35
Acetaldehído	0	E3	P001	-	T11	TP2, TP7

5. Localización de la planta

Santa Marta se encuentra a orillas de la bahía Santa Marta en el mar Caribe, en el departamento del Magdalena. Sus coordenadas geográficas son: 11° 14' 50" de latitud norte y 74° 12' 06" de latitud oeste [11]. Se ha escogido la zona industrial de Santa Marta para ser la localidad en la cual tendrá lugar la planta sintetizadora de acroleína a partir de glicerina, esto debido a la disponibilidad de materia prima (cercanía a 2 plantas productoras de biodiesel), a la cercanía con puertos marítimos y con puertos aéreos.

Al revisar el mapa de usos de suelo urbano [12], del plan de ordenamiento territorial de Santa Marta, es factible localizar la planta en dicha zona pues existe un área determinada como “de uso industrial” en la cual se

permite el levantamiento de infraestructuras destinadas a este tipo de actividades. Esto se protege en el plano de expansión urbana, ya que para el 2040 se planea que Santa Marta tenga una expansión poblacional de unas 2442 hectáreas de las cuales la expansión se pretende hacia el sur y no hacia la zona industrial del distrito [13].

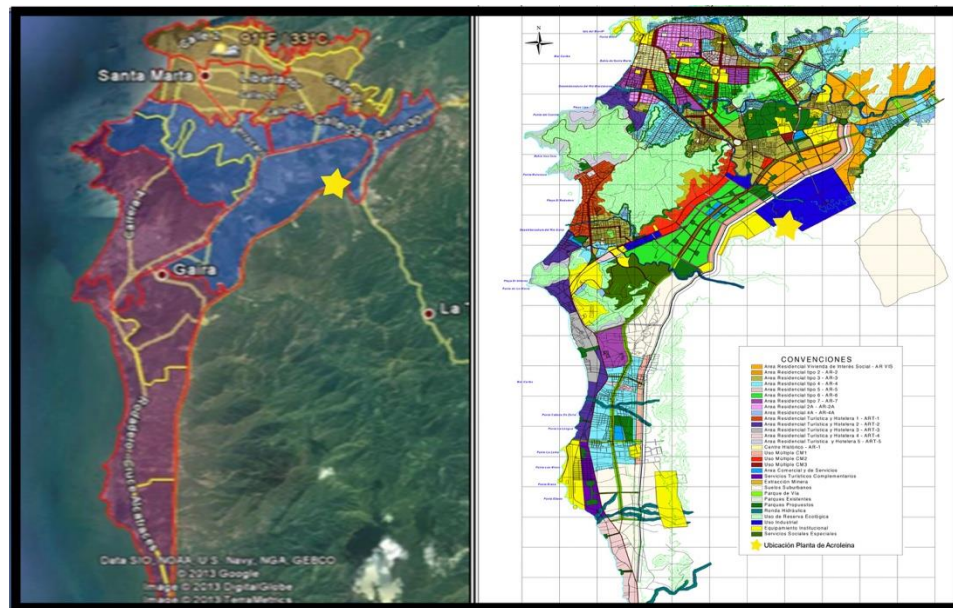


Ilustración 1. POT de Santa Marta y Ubicación de planta de producción [14] [15] [16].

Según la ley 99 de 1993, la planta de producción de acroleína debe garantizar la renovabilidad del capital natural invertido durante su erección y funcionamiento [17]. El plan ordenamiento ambiental parte de la zonificación de uso adecuado del territorio, el cual establece las actividades que se realizan en las diferentes unidades territoriales con las características ecológicas, sociales y económicas de las mismas, que hagan sostenible el desarrollo desde el punto de vista ambiental. Frente a esto, la planta de producción de Acroleína debe comprometerse a implementar tecnologías ambientalmente sanas y a la realización de actividades de descontaminación, de reciclaje y de reutilización de residuos, así como el compromiso de pago de tasas retributivas en caso de generarse consecuencias nocivas frente a la utilización de la atmósfera, del agua y/o del suelo de la región en la cual se ubica [18]. Se acogen como modelo las actividades permanentes que apliquen, del plan de manejo ambiental del aeropuerto internacional Simón Bolívar, el cual tiene actividades como el manejo integral de residuos sólidos, revisión ecosistemas, implementación de obras civiles y de infraestructura, programas de uso eficiente y ahorro del agua [19].

Así mismo la planta productora de acroleína reconocerá que *“Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria, deberá destinar no menos de un 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográficas que alimenta la respectiva fuente hídrica. El propietario del proyecto deberá invertir este 1% en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la cuenca que se determinen en la licencia ambiental del proyecto.”* [18]

La planta de Acroleína dará cumplimiento a las siguientes normatividades: “Decreto 155 del 2004” el cual reglamenta las tasas de utilización de aguas; “Decreto 321 de 1999” por el cual se debe adoptar un plan de contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas; “Decreto 330 de 2007” por el que se deben aceptar audiencias públicas en materia de licencias y permisos ambientales; “Decreto 423 de 2005” por el que se deben tomar medidas para controlar las exportaciones de sustancias agotadoras de la capa de ozono; “Ley 2811 de 1974” en la que se reglamenta el uso del agua y residuos líquidos. Estas siendo las normatividades que mejor aplican al presente caso y en base a los lineamientos presentados en el “Decreto 1076 de 2015”. Adicional a esto la planta se compromete a realizar una construcción arquitectónica

que sea armónica con el paisaje de la región, para así dar cumplimiento al “Decreto 1715 de 1978” que reglamenta la protección al paisaje. [20].

6. Temperatura y presión medio ambiental

Santa Marta cuenta con una temperatura que oscila entre los 23°C - 32°C, tiene un clima cálido y seco y una humedad relativa del 77% y una presión atmosférica de 760mmHg [11].

Altitud

La altura en promedio de la ciudad es de 2msnm, sin embargo, cuenta con la montaña más elevada del mundo a nivel del mar, con una elevación máxima de 5775 msnm. [11]

Reportes meteorológicos

Se registra una precipitación de 362mm anual en promedio y 275 horas de brillo solar por mes en promedio [11] [21].

Radiación solar

La radiación solar registrada en Santa Marta se ha medido entre los rangos de 5 y 5.5 kWh/m², sin embargo, cerca al centro turístico de la ciudad se reporta radiación solar de hasta 6 kWh/m² [22].

Velocidad y dirección del viento

Se ha estimado que la velocidad promedio del viento es de 3.0 m/s. Las direcciones detalladas se describen en el anexo 9.

Tabla 6. Dirección el viento en Santa Marta [23].

Dirección	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Calma
%	27	16	4	3	10	10	8	8	14

7. Impuestos

La ley 49 de 1990 en su artículo 77 dispuso:

“Impuesto de industria y comercio. Para el pago del impuesto de industria y comercio sobre las actividades industriales, el gravamen sobre la actividad industrial se pagará en el municipio donde se encuentre ubicada la fábrica o planta industrial, teniendo como base gravable los ingresos brutos provenientes de la comercialización de la producción.” [24]

Por lo cual según el acuerdo N° 011 Distrito Turístico, Cultural e Histórico Santa Marta se pacta un aporte tributario por parte de este tipo de industrias del siete por mil (7x1000) valor mensual en base a los ingresos netos del contribuyente tributario [25].

8. Leyes

Si bien no existe ninguna ley que sea específica para la acroleína se conoce que esta es una sustancia clasificada como muy tóxica y líquido inflamable el cual se evapora con facilidad. La acroleína debe ser almacenada y transportada a temperaturas inferiores a los 20°C bajo una manta de nitrógeno, se recomienda que sea usada en un periodo no superior a 3 meses luego de su producción [26].

Acorde a lo mencionado existen diferentes regulaciones nacionales e internacionales que delimitan su transporte y almacenamiento, entre ellos las recomendaciones de transporte de bienes peligrosos (Transport of

dangerous goods) en el que se da una serie de recomendaciones y respuestas en casos de accidente con esto en el transporte marítimo (Class 6.1, UN no. 1092). Se prohíbe el transporte aéreo internacional (IATA-DGR). [27]. Se trabajará con seres humanos por lo que se deben tener en cuentas las regulaciones y recomendaciones de salud ocupacional y seguridad en el trabajo, entre ellas OSHAS 18001 (Occupational Health and Safety Management) e ISO 45001 (Occupational health and safety), decreto 052 del ministerio de trabajo (Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo). Consideraciones para la protección del medio ambiente ISO 14001 (Environmental management systems), y la constitución nacional de Colombia que cuenta con más de 40 artículos que hacen referencia al tema, además se encuentran algunas normas de tipo general dentro de las cuales es relevante mencionar: Decreto-ley 2811 de 1974 (código nacional de los recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente), la ley 09 de 1979, también conocido como Código Sanitario y la ley 99 de 1993, por la cual se crea el ministerio del medio ambiente [28]. Adicional a todas las consideraciones, el levantamiento y operación de cualquier planta industrial en Colombia debe ordenarse según el “Compendio de Normas propiedad Industrial”, en el cual se hace un consenso de la normatividad colombiana vigente para estos casos. [29]

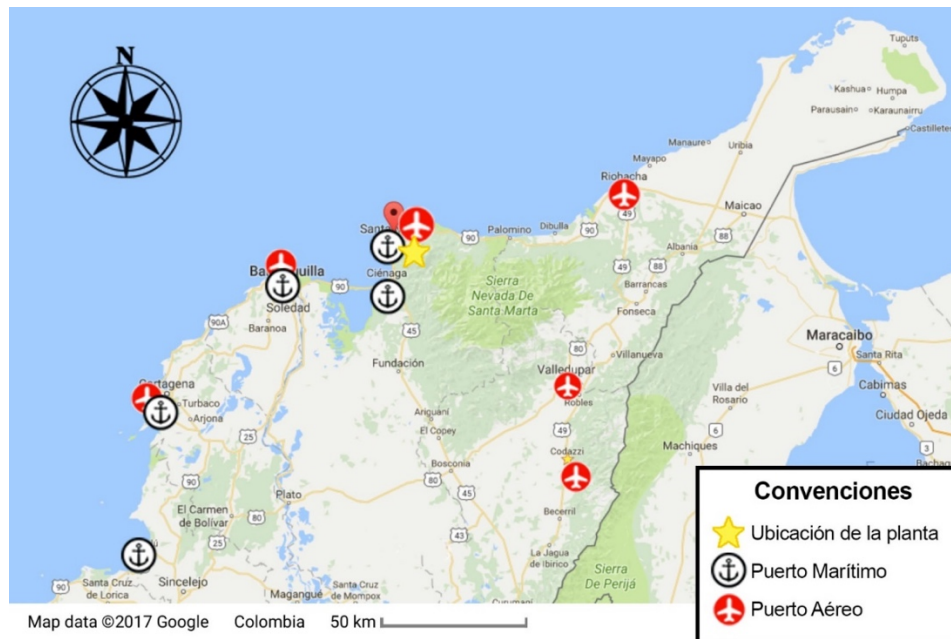


Ilustración 2. Mapa de Ubicación de la Planta con puertos marítimos y aéreos cercanos.

La zona industrial de Santa Marta cuenta con una cercanía de 10 km del aeropuerto internacional Simón Bolívar y de 8 km del puerto, el cual registró en el 2016 una actividad mercantil con un movimiento de productos químicos exportados de 112314 ton [30].

La región cuenta con una adecuada infraestructura para afrontar los requerimientos de desarrollo, así como con una extensa red vial conformada por tres importantes corredores (Troncal del Caribe, Troncal de Oriente y Transversal). En general, se encuentran presentes todos los servicios domiciliarios, aunque su cobertura y calidad puede ser en algunos casos deficiente [31].

9. Requerimiento y disponibilidad de utilidades

Calentamiento

Las condiciones de operación para calentamiento o generación de electricidad con vapor de alta presión son: 40 bar, 250°C de condensación [32]. El calentamiento se acopla a equipos como calderas, torres de destilación e intercambiadores de calor. Si el fluido de trabajo es agua, la empresa proveedora será Metroagua S.A. E.S.P, la cual es encargada del acueducto local [33].

Enfriamiento

Se recomienda usar agua o un líquido refrigerante no fluorado como R-290 (propano), R-1270 (propileno) o R-717 (amoníaco) [34]. Las condiciones de operación serían (40-80) °F, ((-40)-20) °F, ((-50)-10) °F y ((-30)-30) °F respectivamente [32].

Energía eléctrica

La energía eléctrica de 110 V es necesaria en las instalaciones de la planta para la iluminación y el funcionamiento del cuarto de control, laboratorios de análisis y sala de reuniones. Ciertas máquinas también necesitarán este suministro para funcionar, como es el caso de las que cuentan con un motor. Para estos últimos se requieren 220 V o 440V y 3 fases [32]. El proveedor para la energía será Electricaribe, intervenida por Superservicios [35].

10. Estándares de ingeniería aplicables

Para el diseño del proceso de producción de la Acroleína a partir de la Glicerina se deben tener en cuenta normas o estándares que sirven como guías o pautas para la toma de decisiones, estas son:

- ✓ Norma ISO 10628- Flow diagrams for process plants- General rules
- ✓ Normas API (American Petroleum Institute)
- ✓ Norma ISO14001- Environmental Management
- ✓ Norma ISO 50001- Energy Management
- ✓ Norma NTC 4435- Transporte de Mercancías
- ✓ ISO 15649:2001- Petroleum and Natural Gas Industries
- ✓ Normas internacionales de IEC
- ✓ Norma ISA 5.1 de 2009
- ✓ Norma ASME B31.1

11. Ambiente económico y financiero

Acuerdos de libre comercio

Colombia tiene tratados de libre comercio con los siguientes países: México, El Salvador, Guatemala y Honduras, Chile, Canadá, Estados Unidos, Cuba, Nicaragua, Unión Europea, Corea, Costa Rica. El país hace parte de los acuerdos CAN (Bolivia, Ecuador y Perú), CARICOM, MERCOSUR (Brasil, Argentina, Uruguay y Paraguay), EFTA (Suiza, Liechtenstein, Noruega e Islandia) y Alianza Del Pacífico (México, Colombia, Chile y Perú).

La magnitud de los anteriores acuerdos permite observar que el ambiente económico del país está abierto para posibles negociaciones e incursiones en el mercado extranjero [36].

Intereses bancarios

La DTF es una tasa de interés calculada por el Banco de la República en base a los datos provistos por los bancos y otras entidades financieras, que realmente la provee la superintendencia financiera hasta el día anterior a su cálculo [37]. Las tasas vigentes están consignadas en el anexo 10.

Tabla 7. Tasas de interés en Colombia.

Descripción tasa de interés	Tasa de interés - efectiva anual
Tasa de interés de los certificados de depósito a término 90 días (DTF)	5,53%
Tasa de interés de los certificados de depósito a término 180 días (CDT180)	5,69%
Tasa de interés de los certificados de depósito a término 360 días (CDT360)	6,37%
Tasa de interés de las corporaciones financieras (TCC)	4,50%

Referencias Anexo 1

- [1] G. G. C. S. B. G. B. Ionut Banu, «DESIGN AND PERFORMANCE EVALUATION OF A PLANT FOR GLYCEROL CONVERSION TO ACROLEIN,» *Environmental Engineering and Management Journal*, pp. Vol.14, No. 3, 509-517, 2015.
- [2] A. Z. A. K. T. L. Zahra Gholami, «Selective Etherification of Glycerol over Heterogeneous Mixed Oxide Catalyst: Optimization of Reaction Parameters,» *Chemical Engineering and Science*, 2013.
- [3] W. G. Etzkorn, *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, John Wiley & Sons, Inc, 2009.
- [4] Grand View Research, «Methionine Market To Reach \$7.26 Billion By 2022,» 6 2016. [En línea]. Available: <http://www.grandviewresearch.com/press-release/global-methionine-market>. [Último acceso: 14 8 2017].
- [5] Nexant Inc., «Nexant's ChemSystems, PERP Program Report, Acrylic Acid (04/05-6), July 2006.,» Nexant Chem Systems, San Francisco, 2006.
- [6] G. Gasperoni, *Methionine Global Outlook: The Next Decade*, N.d: Novus International Inc., 2010.
- [7] Import, Great Export, «Colombia Acrylic Aldehyde Import Data - Buyers Ranked,» Great Export Import, Shanghai Xuhui District, 2015.
- [8] R. E. P. Network, «RENEWABLES 2017 GLOBAL STATUS REPORT,» 2017. [En línea]. Available: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf. [Último acceso: 14 8 2017].
- [9] J. Wong, «Independent Chemical Information Service (ICIS),» 8 9 2016. [En línea]. [Último acceso: 8 8 2017].
- [10] United Nations, *Recomendations on the TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS*, New York and Geneva: United Nations, 2009.
- [11] Alcaldía Distrital de Santa Marta., «Geografía de Santa Marta,» n.d. n.d. n.d.. [En línea]. Available: <http://www.santamarta.gov.co/portal/index.php/conoce-santa-marta/vive-en-santa-marta/geografia.html>. [Último acceso: 11 8 2017].
- [12] Secretaría de Planeación Distrital Santa Marta, *MAPA DE USOS DEL SUELO URBANO, POT*, Santa Marta, Magdalena, 2010.
- [13] J. F. R. Vitta, *MEMORIA JUSTIFICATIVA DEL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL*, Santa Marta, Magdalena: Alcaldía de Santa Marta, 2015, p. 130.
- [14] GOOGLE, «Santa Marta,» GOOGLE, 2018. [En línea]. Available: <https://www.google.com.co/maps/place/Santa+Marta,+Magdalena/@11.0187308,-74.1888755,8z/data=!4m5!3m4!1s0x8ef4f66ff59a173d:0x124b95fc153af9b8!8m2!3d11.2403547!4d-74.2110227?hl=en>. [Último acceso: 30 05 2018].
- [15] Lucy styles, «Colombia Puertos Marítimos,» *Digital Logistics Capacity Assessments*, 2 2 2015. [En línea]. Available: <http://dlca.logcluster.org/pages/releaseview.action;jsessionId=5D0EC2178B15B0923DC94>. [Último acceso: 02 05 2018].
- [16] Ministerio de Minas y Energía, «Plantas Productoras de Biodiesel,» *Federación Nacional de biocombustibles de Colombia*, 06 04 2011. [En línea]. Available: <http://www.fedebiocombustibles.com/nota-web-id-271.htm>.
- [17] G. Márquez, «Consideraciones Básicas Sobre Ordenamiento Ambiental y Ecosistemas Estratégicos en Colombia,» *Ministerio del Medio Ambiente*, Bogotá, D.C., 19987.
- [18] Congreso de Colombia, «LEY 99 DE 1993,» *Congreso de Colombia*, Bogotá, D.C., 1993.
- [19] Unión Temporal Acuambiental, «Agencia Nacional de Infraestructura,» 2011. [En línea]. Available: ftp://ftp.ani.gov.co/Interventoria%20Aeropuertos%20Nororient/PLANES%20OPERATIVOS/PLANE%20SEG%20Y%20AMBIENTALES-NORIENTE/1%20PLANES%20DE%20MANEJO%20AMBIENTAL/PA_SM_FINAL/CRONOGRAMA%20SANTA%20MARTA%20FINAL.pdf. [Último acceso: 15 10 2017].
- [20] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 26 05 2015. [En línea]. Available: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/81-normativa/2093-plantilla-areas-planeacion-y-seguimiento-30#normas-fuente>. [Último acceso: 15 10 2017].

- [21] I. D. H. M. Y. E. Ambientales, «CLIMATOLOGIA DE LOS PRINCIPALES CLIMATOLOGIA DE LOS PRINCIPALES PUERTOS DEL CARIBE COLOMBIANO,» 2010. [En línea]. Available: <http://www.cioh.org.co/meteorologia/Climatologia/ResumenSantaMarta4.php>. [Último acceso: 11 8 2017].
- [22] Unidad de Planeación Minero Energética, «Mapas de Radiación Solar Global Sobre una Superficie Plana,» 2014. [En línea]. Available: http://www.upme.gov.co/docs/atlas_radiacion_solar/2-mapas_radiacion_solar.pdf. [Último acceso: 11 8 2017].
- [23] Instituto De Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales, «Climatología del Caribe, Santa Marta,» Instituto De Hidrología Meteorología Y Estudios Ambientales, 2007. [En línea]. Available: <http://www.cioh.org.co/meteorologia/Climatologia/ResumenSantaMarta4.php>. [Último acceso: 12 03 2018].
- [24] Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., «LEY 49 DE 1990,» 28 12 1990. [En línea]. Available: <http://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14014/Ley%2049%20de%201990.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 14 8 2017].
- [25] El concejo de distrito turístico, cultural e histórico de Santa Marta, «Estatuto Tributario DIstrital,» 29 12 2006. [En línea]. Available: <http://www.santamarta.gov.co/portal/docs/portallimpuestos/ESTATUTO-TRIBUTARIO-DISTRITAL.pdf>. [Último acceso: 14 10 2017].
- [26] A. Dietrich, F. Achim y H. Mathias, «Acrolein and Methacrolein,» *Ullmans ENcyclopedia of Industrial Chemistry*, vol. 1, n° 2, 2012.
- [27] United Nations, Recommendations on the TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS, vol. 1, Geneva: UNITED NATIONS, 2009, p. 430.
- [28] A. Zaride y N. Ávila, «Principales Normas Ambientales Colombianas,» 2014. [En línea]. Available: <http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/1615/NormasAmbientales.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 14 8 2017].
- [29] Superintendencia de Industria y Comercio, «Compendio de Normas Propiedad Industrial,» 2000. [En línea]. Available: http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/compendio/Propiedad_Normas.pdf. [Último acceso: 10 8 2017].
- [30] Superintendencia de Puertos y Transporte, «BOLETÍN ESTADÍSTICO TRÁFICO PORTUARIO EN COLOMBIA PRIMER TRIMESTRE 2016,» Abril 2016. [En línea]. Available: http://www.supertransporte.gov.co/documentos/2016/Julio/Puertos_11/2016-06-27_Boletin%20Puertos%202016_PrimTrim_V4_123.pdf. [Último acceso: 14 8 2017].
- [31] Ministerio del Medio Ambiente, «Parques nacionales Naturales de Colombia,» [En línea]. Available: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/parqueSierraNevadadeSantaMarta.pdf>. [Último acceso: 12 10 2017].
- [32] L. R. Alarcón, «Web del Profesor: Ingeniería,» [En línea]. Available: http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/leonardo/MatApoyo/Dise%F1o/Dise%F1o_Plantas_I_Presentaci%F3n_3.pdf. [Último acceso: Agosto 2017].
- [33] G. Inassa, «Metroagua S.A E.S.P,» [En línea]. Available: http://www.grupoinassa.com/?page_id=813. [Último acceso: Agosto 2017].
- [34] Calor y Frío, «Los gases refrigerantes,» [En línea]. Available: <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/frio-refrigeracion-industrial/los-gases-refrigerantes.html>. [Último acceso: Agosto 2017].
- [35] Electricaribe, «Electricaribe intervenida por Superservicios,» [En línea]. Available: <http://www.electricaribe.com/co/grandes+clientes/distribucion+de+electricidad/1297110325183/generacion+distribucion+y+medicion.html>. [Último acceso: Agosto 2017].
- [36] I. y. T. Ministerio de Comercio, «Mincomercio industria y turismo,» [En línea]. Available: http://www.tlc.gov.co/publicaciones/5398/acuerdos_vigentes. [Último acceso: 13 08 2017].
- [37] Superintendencia Financiera, Banco de la República, [En línea]. Available: <http://www.superfinanciera.gov.co/>.
- [38] A. Konaka, T. Tago, T. Yoshikawa, H. Shitara, Y. Nakasaka y T. Masuda, «Conversion of Biodiesel-Derived Crude Glycerol into Useful Chemicals over a Zirconia-Iron Oxide Catalyst,» *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 52, pp. 15509-15515, 2013.

- [39] Biofuels vision 2030, «Research and Innovation,» Comisión Europea, N.D N.D N.D. [En línea]. Available: https://ec.europa.eu/research/energy/pdf/draft_vision_report_en.pdf. [Último acceso: 01 03 2018].
- [40] Quiminet, «Precios de ACROLEINA 90%,» n.d. [En línea]. Available: <http://www.quiminet.com/productos/acroleina-90-8005024546/precios.htm>. [Último acceso: 12 8 2017].