

**Clasificación de residuos sólidos generados en el proceso de producción
de crudo en la estación Valdivia Almagro**

Ricardo Ramírez Castro

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Ingeniería Ambiental

Acacias

2021

**Clasificación de residuos sólidos generados en el proceso de producción
de crudo en la estación Valdivia Almagro**

Ricardo Ramírez Castro

Director:

Wilson Ávila

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Ingeniería Ambiental

Acacias

2021

Página de Aceptación

Wilson Ávila
Director Trabajo de Grado

Jurado

Jurado

Acacias-2020

Dedicatoria

Primero que todo deseo dedicar este proyecto a mi esposa Sara Hernández porque solo ella sabe el esfuerzo y sacrificio que juntos tuvimos que realizar durante la realización de este proyecto, aunque ella no lo crea, fue por ella que decidí estudiar solo para impresionarla y que se sintiera orgullosa de mí.

Le dedico este logro también a mis hijos porque siempre estuvieron ahí presente, aunque yo tuve que sacrificar el tiempo que pude a ver compartido con ellos, que Dios me los siga protegiendo.

Por otro lado, le dedico este proyecto al Ingeniero Ambiental Francisco compañero de trabajo quien fue el que me compartió parte de su conocimiento durante el desarrollo del proyecto, bendiciones para él.

Agradecimientos

Primero que todo le doy Gracias a Dios por haberme dado la fuerza y persistencia para poder seguir adelante con este proyecto y carrera, también agradezco al tutor que estuvo al tanto de todas las respectivas retroalimentaciones y a mis compañeros de trabajo por cubrirme para que yo pudiera sacar tiempo para dedicarle a mis estudios, gracias a mi hermana Carol y por último doy gracias a mi Madre por sus oraciones de apoyo que nunca hicieron falta en el día a día.

Resumen

En este estudio vamos a hacer una clasificación de residuos sólidos generados en el proceso de producción de crudo en La Estación Valdivia Almagro, situada en Puerto López, Meta, donde se determinará la generación de residuos producto de la operación de campo y se establecerá la caracterización física de los residuos generados en el campo mientras que se formularán estrategias de reducción y aprovechamiento de los residuos.

Para lograr los objetivos este estudio se basa en una investigación descriptiva, que detalla minuciosamente el estado de los residuos sólidos peligrosos con información almacenada durante los años 2017 hasta 2020, en estos años se realizaron varios tipos de trabajos en campo en los cuales se evidenciaron un gran incremento en los residuos sólidos generados, estos residuos varían considerablemente de un año a otro debido a que se realizaron trabajos de perforación de pozos petroleros, Work Over, mantenimientos de las piscinas industriales y trabajos de soldaduras para tubería de producciones nuevas.

Tras de lo cual se muestra como se obtuvo resultados positivos en mitigación de residuos, mejorando en alto grado la recolección de dichos residuos y se resalta la eficacia de los procesos de capacitación llevados a cabo

Palabras clave: Estudio, clasificación, residuos, perforación, mantenimiento

Abstract

In this study we are going to make a classification of solid waste generated in the crude oil production process at the Valdivia Almagro Station, located in Puerto López, Meta, where the generation of waste product of the field operation will be determined and the characterization will be established. of the residues generated in the field while strategies for the reduction and use of residues will be formulated.

To achieve the objectives, this study is based on a descriptive investigation, which carefully details the status of hazardous solid waste with information stored during the years 2017 to 2020, in these years several types of field work were carried out in which a large increase in solid waste generated, this waste varies considerably from one year to another due to the drilling of oil wells, Work Over, maintenance of industrial pools and welding work for new production pipes.

After which it is shown how positive results were obtained in waste mitigation, greatly improving the collection of said waste and the effectiveness of the training processes carried out is highlighted.

Keywords: Study, classification, waste, drilling, maintenance

Tabla de Contenido

Lista de Tablas	11
Lista de Graficas	13
Lista de Fotografías.....	14
Introducción	16
Planteamiento del Problema	18
Justificación	19
Objetivos.....	22
Objetivos Generales	22
Objetivos Específicos.....	22
Contexto y Estado del Arte	23
Investigaciones Internacionales:	23
Investigaciones Nacionales:.....	24
Marcos.....	26
Marco Teórico:.....	26
Marco Geográfico:	28
Marco Legal:.....	29
Derecho a un ambiente sano	29
El medio ambiente como patrimonio común	29

Desarrollo Sostenible	30
Normativa sobre Residuos.	30
Metodología	33
Glosario.....	33
Diagrama de Flujo Proyecto de Investigación	37
Revisión de datos estadísticos, registrados en los informes de cumplimiento ambiental de los años 2017, 2018, 2019 y 2020.....	38
Datos físicos de recolección de residuos sólidos peligrosos:.....	38
Datos digitales de recolección de residuos sólidos peligrosos:	38
Determinación de caracterización física de los residuos generados de conformidad con las actas de disposición final existentes.....	42
Caracterización de residuos sólidos peligrosos por año.	46
Cálculos de índices de generación de residuos peligrosos por barril de crudo generado en operación normal.....	50
Rutas de recolección de residuos sólidos peligrosos:	54
Formulación de Estrategias de Reducción de Residuos.	55
Clasificación de los residuos solidos	56
Cifras estadísticas de la reducción de solidos peligrosos en campo	58
.....	58
Implementar matriz de compatibilidad de residuos peligrosos de acuerdo con su naturaleza y principal característica de peligrosidad.	62

Aumentar frecuencias de recolección de residuos en campo apropiadamente, orientado a mitigar la generación de residuos peligrosos	63
Implementación de capacitaciones de formación al personal	65
Resultados	67
Conclusiones	68
Recomendaciones	70
Referencias:.....	72
Anexos	76
Anexo A.	76
Acta de Reporte diario de residuos	76
Anexo b.	77
Evidencia 1 Graficas de Excel	77
Anexo b.	78
Evidencia 2 Graficas de Excel	78
Anexo b.	78
Evidencia 3 Graficas de Excel	78
Anexo C.	79
Evidencias Fotográficas	79

Lista de Tablas

Tabla 1. Normatividad de residuos sólidos.....	31
Tabla 2. Generación de residuos sólidos.	38
Tabla 3. Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales.	42
Tabla 4. Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2017.....	43
Tabla 5. Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2018.....	44
Tabla 6. Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2019.....	44
Tabla 7. Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2021.....	46
Tabla 8. Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2020.....	46
Tabla 9. Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2020.....	47
Tabla 10. Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2019.....	47
Tabla 11. Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2018.....	48
Tabla 12. Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2017.....	49
Tabla 13. Índices de generación de residuos peligrosos por barril de crudo según año	50
Tabla 14. Resultados de residuos sólidos peligrosos generados por	53
Tabla 15. Clasificación de los residuos solidos	56
Tabla 16. Residuos generados por cada año incluyendo lo que va del año 2021	58
Tabla 17. Residuos sólidos generados anualmente promediando la totalidad del 2021	58

Tabla 18. Residuos sólidos generados durante los primeros 4 meses del año 202159

Tabla 19. Resultados donde ya se empezó la reducción de residuos sólidos60

Lista de Graficas

Grafica 1. Generación de ResiduoSólidos.....	39
Grafica 2 . Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales	42
Grafica 3 . Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales de 2017.....	43
Grafica 4. Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2018.....	44
Grafica 5. Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2019.....	45
Grafica 6. Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2020.....	45
Grafica 7. Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2021.....	46
Grafica 8. Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2020.....	47
Grafica 9. Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2019.....	48
Grafica 10. Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2018.....	48
Grafica 11. Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2017.....	49
Grafica 12. Crudo producido anualmente en Campo Valdivia Almagro.....	51
Gráfica 13. Rutas de recolección de residuos sólidos peligrosos	54
Grafica 14. Residuos generados por cada año incluyendo lo que va del año 2021	58
Grafica 15. Residuos sólidos generados anualmente promediando la totalidad del año 2021	59
Grafica 16. Residuos sólidos generados durante los primeros 4 meses del año 2021	59
Grafica 17. Residuos sólidos de los segundos 4 meses del año 2021	60

Lista de Fotografías

Foto 1. Ubicación de Campo Valdivia.	28
Foto 2. Cargue de residuos sólidos.	41
Foto 3. Pesaje de residuos sólidos.....	41
Fotos 4. Almacenamiento de Residuos Sólidos.....	55
Fotos 5. Almacenamiento de Residuos Sólidos.....	56
Fotos 6. Matriz implementada en campo Valdivia Almagro	63
Fotos 7. Caneca de Skimmers.....	64
Fotos 8. Vista superior.	64
Fotos 9. Trapos Secándose.....	65
Fotos 10. Charla de adecuada clasificación de Residuos	66
Fotos 11. Charla de adecuada clasificación de Residuos	66
Foto 12. Area de Skimmers de recuperacion de aceite	79
Foto 13. Skimmers para recuperación de aceite.	79
Foto 14. Almacenamiento de residuos peligrosos en área de piscina de borras	80
Fotos 15. Área de almacenamiento de lubricantes.....	81
Fotos16. Área de piscinas de borras.	82
Fotos 17. Cargadero.....	82
Fotos 18. Adecuada clasificación de los residuos sólidos	83

Fotos 19. Adecuada clasificación de los residuos sólidos.	83
Fotos 20. Área de tablero eléctrico	84
Fotos 21. Entrega de residuos sólidos a la empresa encargada	85

Introducción

El medio ambiente hace parte de los tres temas que son motivo de preocupación a nivel mundial, teniendo en cuenta que también está la violencia y la pobreza, esto dicho y sustentado por teóricos, políticos y humanistas. Cabe resaltar que uno de los principales motivos del deterioro del medio ambiente son los residuos sólidos, debido a que su impacto en el medio ambiente es significativo tanto así que se es tenido en cuenta por las grandes potencias mundiales para para desarrollar tecnología apropiada para poder mitigar dichos impactos.

El termino gestión de residuos sólidos es aplicado a todas aquellas actividades las cuales generes diferentes flujos de residuos en la sociedad, y el método de administración de dichos residuos para que no sea un impacto ni con el medio ambiente ni con la salud pública.

Este documento contiene los elementos para avanzar hacia la gestión integrada de los residuos sólidos (peligrosos y convencionales) generados en el proceso de producción de crudo en La ESTACIÓN VALDIVIA ALMAGRO, ubicada a 60 Km al sur del Municipio de PUERTO LÓPEZ META. Actualmente se encuentra con una producción bruta de 805 Barriles de Crudo Diaria y unos 38.000 Barriles de agua industrial diaria. Este proyecto está orientado a la formulación de estrategias de reducción y aprovechamiento de residuos, basados en la aplicación de buenas prácticas operativas e implementación de estrategias de producción más limpia en el sector hidrocarburos. Este proyecto pretende mejorar la gestión de los residuos sólidos generados por parte de la industria de Hidrocarburos en Campo Valdivia Almagro la cual cuenta como operadora a IHSA CQ, formulando una serie de alternativas o lineamientos, que permitan disminuir costos de disposición final, mitigar materiales, y disminuir el impacto ambiental que

pueda generar estos residuos sólidos, para dar cumplimiento siempre a las políticas expuestas por la Constitución Nacional y las políticas internas de la empresa.

Este proyecto pretende en primera instancia mejorar la gestión de los residuos sólidos generados por IHSA CQ, para lo cual nos valdremos de una revisión de datos estadísticos, seguida de una caracterización física de los residuos generados de acuerdo con las respectivas actas y fechas anuales de emisión, para a continuación calcular los índices de generación residual y así en base a las rutas de recolección de residuos, establecer una formulación de estrategias de reducción de residuos. Esperamos de esta manera establecer una serie de lineamientos o alternativas, que permitan disminuir el impacto ambiental que pueden generar este tipo de residuos con ello dando cumplimiento a las políticas expuestas en la constitución nacional y a las políticas ambientales de la empresa.

Planteamiento del Problema

Ya que encontramos que, el Campo Valdivia Almagro, carece de un programa de gestión integral de residuos, que contenga lineamientos de manejo, reducción y aprovechamiento. Y que por lo tanto, no se tiene una guía de buenas prácticas a implementar, esto nos lleva a considerar:

- ¿Si el proceso de desarrollo económico y social se está orientando de acuerdo a los principios del desarrollo sostenible (Declaración de Río de Janeiro)?
- ¿Si la biodiversidad de la región, se está protegiendo prioritariamente y aprovechando en forma sostenible?
- ¿Si los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos son objeto de protección especial, además si en los recursos hídricos, el consumo humano tiene prioridad sobre cualquier otro uso?
- ¿Qué tipo de principio de precaución se ha adoptado para evitar la degradación ambiental?
- Y por último, ¿cómo podríamos por medio de este proyecto formular las soluciones ideales?

Justificación

Desde luego que, hoy en día es una preocupación el implementar buenas prácticas que sean productivas, limpias, razonables y acordes con los recursos que te la empresa en cuestión. Esto conlleva a la idea de realizar sistemas de gestión ambiental, que contengan prácticas productivas limpias y se soporten a través de planes que cubran todas las áreas de generación de impactos ambientales que la actividad requiera. Uno de estos son los planes de gestión integral de residuos sólidos, entendiéndose estos como un conjunto ordenado de objetivos, metas, proyectos y actividades con los cuales se pretende identificar, separar, almacenar, aprovechar, tratar y disponer los residuos peligrosos como los no peligrosos.

Los Sistemas para desarrollar permitirán a la empresa lograr efectividad en cuidados del medio ambiente, entendiéndose que el manejo adecuado de residuos y las buenas prácticas ofrecerán un ambiente más seguro tanto para los trabajadores en lugares de riesgos altos en residuos peligrosos, como para trabajadores en lugares de riesgos bajos de residuos, y así mismo para el ecosistema.

Por lo cual es importante resaltar que por norma las empresas con labores en el ecosistema cuentan con una responsabilidad ambiental exigida por la ley donde se aclaran puntos sobre el manejo de estos tipos de residuos, y generalmente se encuentran clasificados dentro de la categoría de peligrosos.

Estos residuos son generados por sectores productivos que, a su vez, requieren especial atención en la ejecución de sus actividades. Y todas las empresas que se encuentren ligadas a

estas actividades deberán generar un programa de gestión integral de residuos, sistemas de manejo y buenas prácticas.

Teniendo en cuenta las problemáticas presentadas anteriormente es esencial realizar un plan de manejo de residuos sólidos en donde se opté por diseñar y aplicar técnicas adecuadas para la disposición final y manejo de los residuos sólidos generados.

Por lo cual se llevará acabo el cumplimiento del DECRETO 4742 de 30 diciembre de 2005 “por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos sólidos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”.

De esta manera se adopta la norma en la empresa con un sistema integrado donde los programas permitan el cumplimiento normativo, la disminución de costos, la optimización de dichos residuos y la conservación de los recursos naturales.

Cabe resaltar la necesidad de fortalecer la gestión ambiental del campo Valdivia Almagro, que en la actualidad se limita al cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, sin mirar más allá de las oportunidades de gestión existentes para el manejo de residuos. La investigación sobre el manejo de residuos sólidos peligrosos contaminados con hidrocarburos en Campo Valdivia permitirá identificar el desarrollo del ciclo de manejo de estos en sus diferentes procesos.

Para el contexto de nuestra investigación denominada manejo interno se involucra la fase de minimización, segregación, almacenamiento, y recolección. Mientras otra fase involucra el transporte y disposición final. También, se establece el nivel de comprensión por parte de los trabajadores respecto al proceso de manejo de residuos sólidos peligrosos contaminados con hidrocarburos. Se instruirá y concientizará al personal laboral de la correcta forma de

reutilización y clasificación de los residuos sólidos peligrosos, adecuando correctamente áreas y/o zonas para su almacenamiento mientras llega su última etapa de disposición final.

Por todo ello se presenta el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Campo Valdivia Almagro, donde por medio de la base de datos de los últimos años se comparará su mejoría con la actualidad del documento en cuestión, donde estadísticamente se demostrará el rendimiento en la mitigación de los Residuos. Así mismo este plan permitirá a la empresa ser más competente a la hora de realizar sus distintos tipos de actividades sin que se vea afectado en gran parte el ecosistema que rodea al Campo Valdivia Almagro, ofreciendo seguridad al personal de la empresa y al medio ambiente.

Objetivos

Objetivos Generales

Clasificación de residuos sólidos generados en el proceso de producción de crudo en La Estación Valdivia Almagro.

Objetivos Específicos

- Determinar la generación de residuos producto de la operación del Campo Valdivia Almagro.
- Establecer la caracterización física de los residuos generados en el Campo Valdivia Almagro.
- Formular estrategias de reducción y aprovechamiento de los residuos.

Contexto y Estado del Arte

En Colombia como en el mundo se habla de la gestión de residuos sólidos ya que es un problema a nivel internacional que se ha sufrido a través de los años y repercute en el bienestar de los ecosistemas y el medio ambiente en el planeta. Esto quedado en evidencia al experimentar diferentes tipos de cambios climáticos y otros problemas ambientales, que, aunque no se le puedan asumir al manejo de residuos sólidos, está comprobado que las malas prácticas con manejos de residuos provocan deterioro del paisaje natural, además de contaminación al aire, suelo y cuerpos de agua.

Investigaciones Internacionales:

Para lograr mejoras en el manejo de residuos sólidos, en América Latina y el Caribe, se requiere voluntad por parte de los gobernantes, fuertes inversiones y educación continua de la ciudadanía en el tema del aprovechamiento de los residuos. (Sáez & Urdaneta, 2014) En este artículo se presentan las similitudes que tienen los países latinoamericanos con respecto latinoamericanos con respecto al manejo de residuos sólidos y se plantean las alternativas que podrían proporcionar concientización y soluciones a las consecuencias de no cuidar el medio ambiente.

La problemática de la gestión de residuos resulta un problema complejo en el cual se integran conceptos ambientales, económicos, institucionales y sociales. (Rollandi, 2012).

Rollandi define la gestión integral de los residuos urbanos como un conjunto de componentes y/o etapas desde la generación de residuos por parte de cada uno de nosotros hasta la disposición final y que en ellas intervienen tres variables fundamentales:

La condición socioeconómica de la población, siendo por lo general los sectores de mayor poder adquisitivo de la misma los generadores de mayor cantidad de residuos.

La cantidad de habitantes que conforman ese ejido urbano, su distribución y la planificación del uso del suelo.

Los diferentes hábitos de consumo y los sistemas de producción.

Las operaciones de las industrias petroleras generan consecuencias directas sobre el ambiente, entre las que destacan las emisiones atmosféricas, los efluentes líquidos y los desechos sólidos y peligrosos. En los últimos años estas industrias han comenzado a preocuparse por los asuntos ambientales, buscando minimizar los impactos sobre el ambiente, las comunidades y las personas. (Guédez, De Armas, Hernández, Reyes, & Galván, 2003).

Investigaciones Nacionales:

En 2009 se presenta el plan integral de residuos sólidos para La empresa Petróleos del Norte S.A. para sus proyectos de perforación, donde exponen las consecuencias que se obtienen por los inadecuados manejos de residuos sólidos y sus repercusiones al medio ambiente, por ello evalúan la situación actual en cuanto a generación, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos en sus proyectos, y a posteriori realizan un diagnóstico y análisis a través de matrices DOFA para cada proyecto. Además, formulan una serie de lineamientos que tomaron

como base para formular el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. (Gómez & Gonzalez, 2009)

La gestión de los residuos, en el país, ha sido abordada a partir de las visiones de los sectores salud, saneamiento básico y medio ambiente, con diferentes niveles de desarrollo y sin que exista claridad suficiente en sus competencias, lo cual además genera vacíos normativos que impiden el adecuado desempeño de las entidades involucradas. (Suárez, 2000)

A nivel nacional solo un 22,77% de los hogares clasifican los desechos, lo que evidencia una falta de conciencia ambiental en los habitantes. Para mitigar los efectos adversos a los recursos hídricos originados por la actividad minera, en Cantones de la parte alta de la Provincia, en el año 2013 empieza a funcionar una relavera comunitaria, que almacena los desechos que quedan del tratamiento que usan para recuperar el oro. (Alcivar, 2015).

Marcos

Marco Teórico:

Almacenamiento: Es el proceso del usuario de poner por un tiempo determinado los residuos ya sea en contenedores, algún recipiente o bolsa mientras se le busca algún mejor aprovechamiento de este.

Almacenamiento temporal: Es en donde se depositan por corto periodo de tiempo los residuos.

Aprovechamiento: Es esta etapa de los residuos es en donde se determina la productividad de volver a utilizar algún desecho por medio del reciclaje ya sea para generar energía, repetir su uso en determinada función y demás obteniendo mejores resultados en la parte ambiental, laboral, económica, entre otras.

Compostaje: es un proceso en el cual se transforma todo tipo de materia orgánica para poder obtener de ella abonos naturales, dicho proceso se lleva a cabo en compostador donde la materia orgánica se descompone convirtiéndose en algo útil para agricultura.

Disposición final de Residuos: Es el sector o área aislada determinada donde se colocan los residuos que por lo general ya no son renovables para evitar daños a la salud o algún tipo de contaminación ambiental.

Gestión integral de los residuos: es una serie de procesos donde se le busca a los residuos su disposición más conveniente desde lo ambiental dependiendo de dónde viene, de la cantidad generada, si se puede vender o recuperar algo y disposición final.

Minimización de residuos en proceso productivos: es mitigar u optimizar cada proceso donde se generen residuos.

Reciclaje: Es el proceso donde se aprovechan todo tipo de residuos que se puedan recuperar para volverlos a incorporar como materia prima o volver a crear algún producto nuevo.

Residuo o Desecho peligroso: Es aquel desecho que dependiendo de sus composiciones pueden llegar a causar o generar algún tipo de daño o lesión a la integridad física de una persona o deteriorar algún sector ambiental.

Residuo o desecho sólido: es cualquier residuo de sustancia, materia u objeto generado en la actividades cotidianas o laborales ya sean urbanas o industriales susceptibles a algún tipo de beneficio o disposición final.

Residuo Aprovechable: Es todo tipo de desecho que se puede volver a usar o aún se puede aprovechar para incorporarlo de nuevo a un proceso productivo.

Residuo no renovable: Es todo tipo de desecho que no se puede volver a usar o no se puede aprovechar en alguna incorporación de un nuevo proceso productivo.

Reutilización: Son los residuos que se pueden volver a utilizar ya sea alargando su vida útil por medio de técnicas o procesos que sean de ayuda, sin necesidad de otros procesos de transformación.

Reúso: es volver a utilizar algún desecho o residuo dándole otros tipos de funciones, sin necesidad de otros procesos de transformación.

Separación en la fuente: es la clasificación de todos los residuos en el lugar o sitio donde se generan para después poder recuperarlos de la manera más conveniente.

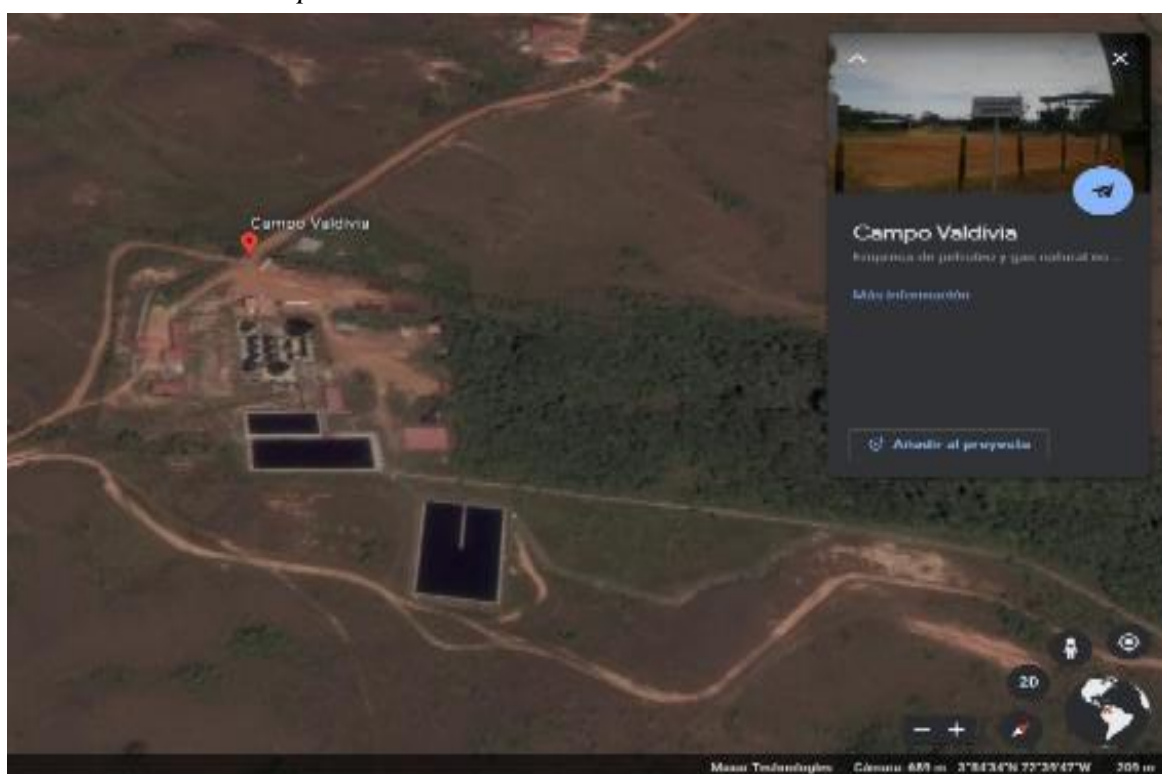
Tratamiento: Procesos en donde se cambian las características de los residuos para poder llegar a reutilizarlos o mitigar algún tipo de daño a la naturaleza o daño a salud pública.

Marco Geográfico:

El proyecto que se pretende desarrollar de clasificación de residuos sólidos generados en el proceso de producción de crudo de la estación Valdivia Almagro se encuentra ubicada a 60 km al sur del municipio de Puerto López (Meta) Colombia, con coordenadas según la herramienta en línea Google Earth: Latitud 3°54'36'' N y Longitud 72°39'40'' W.

Foto 1.

Ubicación de Campo Valdivia.



Nota: Fuente de Google Earth

Marco Legal:

En 1991 La Constitución Política de Colombia elevó a norma constitucional la consideración, manejo y conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, a través de los siguientes principios fundamentales:

Derecho a un ambiente sano

La Constitución Nacional en su Artículo 79, dice que: " Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

El medio ambiente como patrimonio común

La Constitución política de Colombia incorpora este principio al imponer al Estado y a las personas la obligación de proteger las riquezas culturales y naturales (Art. 8), así como el deber de las personas y del ciudadano de proteger los recursos naturales y de velar por la conservación del ambiente (Art. 95). En desarrollo de este principio, en el Art. 58 consagra que: " la propiedad es una función social que implica obligaciones y, como tal, le es inherente una función ecológica "; continúa su desarrollo al determinar en el Art. 63 que: " Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la Ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables ".

Desarrollo Sostenible

Definido como el desarrollo que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades, la Constitución Nacional en desarrollo de este principio, consagró en su Art. 80 que: " El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en zonas fronterizas ". Lo anterior implica asegurar que la satisfacción de las necesidades actuales se realice de una manera tal que no comprometa la capacidad y el derecho de las futuras generaciones para satisfacer las propias.

Normativa sobre Residuos.

Teniendo en cuenta la normatividad colombiana, el Campo Valdivia Almagro carece de un programa de gestión integral de residuos, que contenga lineamientos de manejo, reducción y aprovechamiento.

Tabla 1.
Normatividad de residuos sólidos.

Ley 09 de 1979	Medidas sanitarias sobre manejo de residuos sólidos
Resolución 2309 de 1986	Define los residuos especiales, los criterios de identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento vigilancia y seguridad.
Resolución 541 de 1994	Reglamenta el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales concretos y agregados sueltos de construcción.
Ley 142 de 1994	Dicta el régimen de servicios públicos domiciliarios
Documento CONPES 2750 de 1994	Políticas sobre manejo de residuos sólidos
Resolución 0189 de 1994	Regulación para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.
Decreto 605 de 1996	Reglamenta la ley 142 de 1994. En cuanto al manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos
Ley 430 de 1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Decreto Reglamentario 2462 de 1989	Reglamenta los procedimientos sobre explotación de materiales de construcción.
Resolución 0189 de 1994	Regulación para impedir la entrada de residuos peligrosos al territorio nacional.

Nota: Fuente: UPME.gov.co

Hoy en día la preocupación por implementar prácticas productivas limpias, razonables y paralelo a los recursos que se tienen, ha llevado al desarrollo de sistemas de gestión ambiental; además, el desarrollo de estas prácticas productivas limpias se ven soportadas a través de planes que cubran todas las áreas de generación de impactos ambientales que la actividad requiera, entre estos se encuentran los planes de gestión integral de residuos sólidos, entendiéndose estos como un conjunto ordenado de objetivos, metas, proyectos y actividades con los cuales se pretende

identificar, separar, almacenar, aprovechar, tratar y disponer los residuos peligrosos solidos como los no peligrosos.

Es importante resaltar que la norma y la responsabilidad ambiental exigen que cierto tipo de residuos sean tratados con mayor precaución y cuidado que otros, y generalmente se encuentran clasificados dentro de la categoría de peligrosos. Estos residuos son generados por sectores productivos que, a su vez, requieren especial atención en la ejecución de sus actividades.

Metodología

El proyecto presentado se viene realizando en base a una investigación descriptiva, en lo cual se detalla minuciosamente el estado de los residuos sólidos peligrosos los cuales se destacan los residuos sólidos convencionales y residuos sólidos peligrosos, dicha investigación se obtiene de información almacenada durante los años 2017 hasta 2020, en estos años se realizaron varios tipos de trabajos en campo en los cuales se evidenciaron un gran incremento en los residuos sólidos generados, estos residuos varían considerablemente de un año a otro debido a que se realizaron trabajos de perforación de pozos petroleros, Work Over, mantenimientos de las piscinas industriales y trabajos de soldaduras para tubería de producción nuevas.

A continuación, por medio de un glosario resumiremos las actividades mencionadas anteriormente:

Glosario

Borras: Los residuos generados durante el proceso de la producción de hidrocarburos se le llaman también residuos aceitosos. Este residuo es el más crítico que puede llegar a generar este tipo de industrias, pues dentro de estos se encuentran partículas sólidas, metales, agua industrial, química y demás. En teoría es una emulsión de crudo.

Filtros Contaminados: El filtro de aceite para generadores retiene las partículas tanto duras como blandas para que no afecten al correcto engrase del motor. Esto es muy útil para evitar que el motor se reseque y, por lo tanto, funcione incorrectamente. En el campo Valdivia se

cuenta con dos generadores los cuales se les realiza mantenimiento una vez por semana y cada generador cuenta con dos filtros.

Geo membrana: Son una especie de láminas de plástico o sintéticas que sirven para impermeabilizar una superficie recubriéndola con esta para impedir infiltraciones y retener los fluidos. Esto se hace con el fin de no haya contacto con el suelo que pueda generar algún impacto ambiental o tener pérdidas de agua industrial por infiltración.

Manguera Contaminada: Estas mangueras son una especie de tubos de alta flexibilidad de goma o de caucho, que se utiliza para conducir, transportar, succionar o descargar fluidos y sólidos de un lugar a otro. En el campo se utilizan para el desplazamiento de crudo de un lugar a otro de las piscinas de aguas industriales, skimmers, drenaje de contra pozos y piscinas de borras.

Material Contaminado: Es todo el material que se usó y ya no tiene ningún tipo de utilidad y se encuentra contaminado con aceite y/o petróleo. En campo Valdivia estos materiales son trapos contaminados los cuales son utilizados para la limpieza de equipos de producción, aserrín contaminado el cual se usa para la purificación de agua industrial, tela leofilica la cual es utilizada para la limpieza de superficies impregnadas con hidrocarburos.

Otros Residuos: Son todos los demás residuos de difícil clasificación o reutilización tales como residuos radioactivos, hospitalarios, residuos de construcción y demolición, residuos forestales, agropecuarios, inertes, etc.

Perforación: Es la etapa después de la sísmica en donde se llegan con equipos adecuados como los taladros o torres de perforación, para crear pozos exploratorios o pozos de producción.

Producción o explotación: Una vez se hayan comprobado después de las etapas exploratorias que en los yacimientos hay presencia de hidrocarburos en fondo, inicia la etapa de extracción de gas o petróleo de estas reservas.

Residuos Convencionales: Son los residuos clasificados como ordinarios y reciclables, estos residuos pueden tener un uso aprovechable.

Residuos de papel y cartón: Materiales como el papel se pueden reutilizar para la creación de más papel, cabe aclarar que el papel se puede reciclar en su totalidad. El cartón y papel que ya sea usado se lleva a un área o lugar adecuado se clasifica según su tipo y se empaca y se envía a una fábrica especializada.

Residuos de plástico: La principal característica de este residuo es que se demora mucho en biodegradarse. Este residuo es un derivado del petróleo y se genera cuando el consumidor ya no le encuentra ningún tipo de función y es desechado.

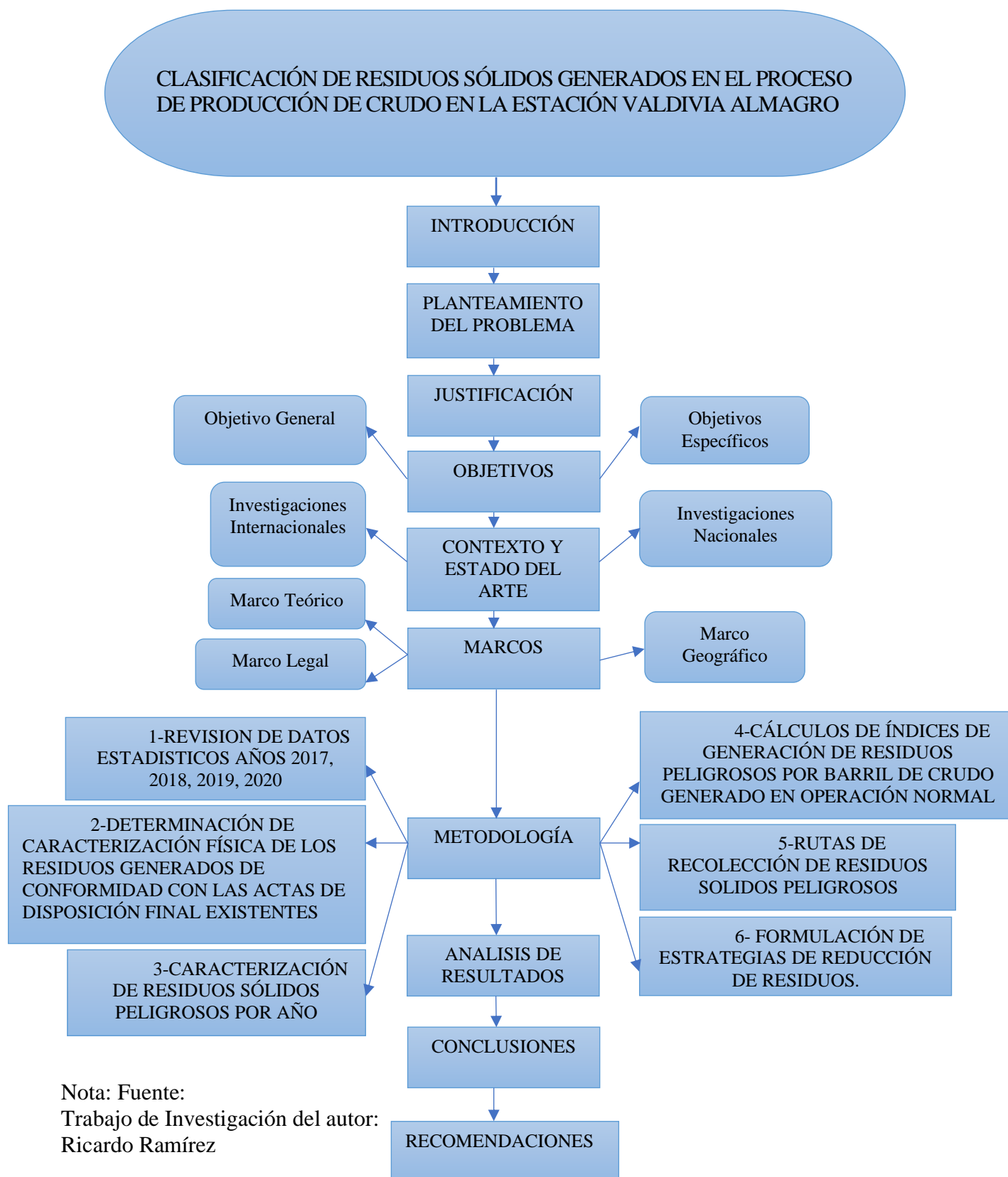
Residuos de vidrio: Una buena característica del vidrio es que se puede reciclar en su totalidad y además es fácilmente recuperable. En otras palabras, se puede volver a crear el mismo objeto sin perder sus propiedades.

Residuos Industriales: son aquellos residuos generados por todo tipo de procesos de fabricación, mantenimiento uso o consumo que pueden llegar a crear las industrias. Estos residuos pueden no tener un uso aprovechable o su costo de aprovechamiento es muy elevado.

Residuos orgánicos: Este tipo de residuos son los generados por desechos de origen vegetal o también proveniente de los animales. Los residuos orgánicos son los que se pueden degradarse de una forma muy ligera, convirtiéndose así en otra materia orgánica.

WorkOver: Consiste en la finalización de pozos, para iniciar la producción de un pozo que apenas este recientemente perforado ya sea de producción de petróleo y/o de gas. También se realiza este proceso para pasar de un pozo que sea productor a un pozo inyector o aun pozo de recuperación y viceversa, para estimular el yacimiento y poder aumentar su producción por medio de desplazamiento de agua.

Diagrama de Flujo Proyecto de Investigación



Revisión de datos estadísticos, registrados en los informes de cumplimiento ambiental de los años 2017, 2018, 2019 y 2020.

La información que se utilizó para el desarrollo de los datos estadísticos fue suministrada por la empresa debido a los registros almacenados, estas técnicas de recolección de datos se basan en datos físicos y datos digitales.

Datos físicos de recolección de residuos sólidos peligrosos:

Estos datos se obtienen del pesaje durante el proceso de cargue y entrega a la entidad encargada de su disposición final la cual es Serviambiental, esta información se registra en un acta de entrega (Hoja de papel tamaño carta) la cual se anexa en un AZ o en una carpeta. Allí se anota el tipo de residuo, su peso y el total.

Datos digitales de recolección de residuos sólidos peligrosos:

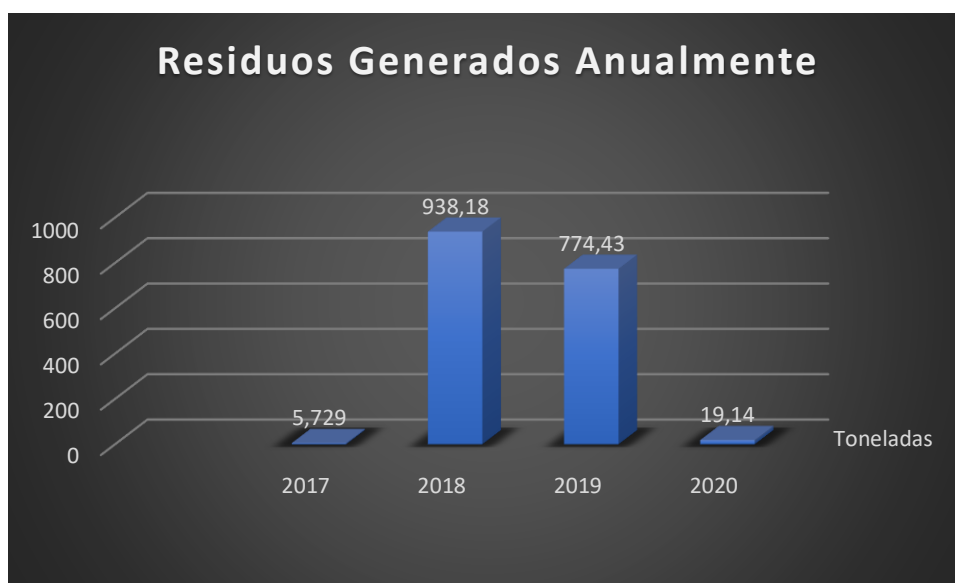
Estos datos se ingresan por medio de un computador a un programa en Excel llamado consolidado de residuos sólidos, los datos obtenidos son los registrados en las actas físicas de recolección de residuos sólidos peligrosos.

Tabla 2.
Generación de Residuos Sólidos.

Año	GENERACIÓN DE RESIDUOS		Toneladas
	Industriales	Convencionales	
2017	1,14	4,589	5,729
2018	928,78	9,4	938,18
2019	758,97	15,46	774,43
2020	15,93	3,21	19,14

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almgro

Grafica 1.
Generación de Residuos Sólidos



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

El gráfico anterior muestra el comportamiento de la generación de residuos sólidos en el Campo Valdivia, en el que podemos notar grandes diferencias en los años presentados, la información se toma de los registros anuales presentados a las diferentes autoridades ambientales.

Las diferencias son muy marcadas, lo que permite realizar un análisis más detallado de la relación existente entre los niveles de producción de bienes y servicios, en este caso específico la producción de petróleo crudo, en 2017 la generación de residuos es muy baja respecto a los demás años analizados, esto se debe a que el campo se encontraba en niveles de producción de crudo históricamente bajos y el personal que atendía la operación era el mínimo requerido.

Para el año 2018 el incremento en la cantidad de residuos generados es alta debido a que en ese año se hicieron trabajos con empresas contratistas para la realización de Work Over en algunos pozos y perforando un pozo nuevo, aumentado los residuos debido a la generación de lodos de perforación, agua industrial, materiales contaminados, etc. y contratación de personal nuevo lo cual genera muchos más residuos domésticos. También se les realiza mantenimiento a las piscinas para su cambio de geo membrana, este proceso generó gran cantidad de residuos sólidos sobre todo plástico y material contaminado.

Para el año 2019 los residuos sólidos producidos bajan un poco respecto al año anterior, pero sigue siendo alto, en este año se realizaron trabajos con empresas contratistas de soldadura para la realización de nuevas tuberías de producción generando residuos de chatarra. También se realizan trabajos de perforación de un nuevo pozo lo cual genera residuos de material contaminado, agua industrial, residuos domestico por personal contratado y demás.

Para el año 2020 la generación de residuos sólidos es baja y sin el impacto de actividades no rutinarias como la perforación y trabajos de mantenimiento, la generación de este año está asociada únicamente a la producción del campo. Cabe aclarar que para el año 2020 ya la operación en campo se encuentra solo con el personal de Producción y ninguna empresa aledaña o ningún trabajo de consideración que pueda generar este tipo de residuos sólidos. La producción de Barriles es más alta para el 2020 debido a los trabajos realizados mencionados anteriormente por eso se generan un poco más de residuos peligrosos que en el 2017 por el proceso de producción de barriles de petróleo.

Foto 2.
Cargue de residuos sólidos.



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Foto 3.
Pesaje de residuos sólidos.



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Determinación de caracterización física de los residuos generados de conformidad con las actas de disposición final existentes.

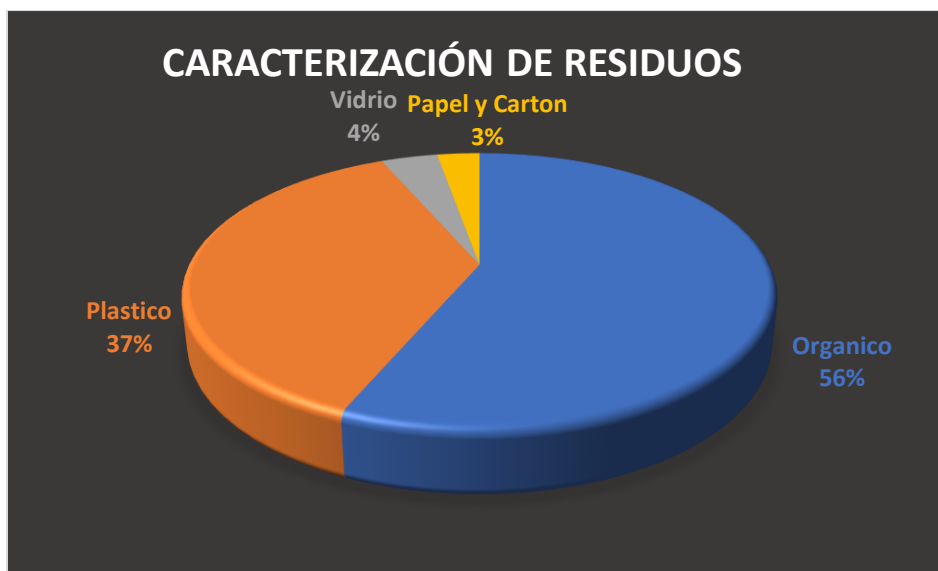
La metodología utilizada para la determinación de la caracterización física de los residuos ordinarios y/o convencionales generados en el campo, fue pesaje directo y cuarteo, seleccionando cada material de acuerdo con sus características y agrupando en su clasificación específica, una vez hecho se determinó matemáticamente su distribución porcentual como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.
Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales.

Caracterización de Residuos	
Orgánico	56%
Plástico	37%
Vidrio	4%
Papel y Cartón	3%

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almagro

Grafica 2.
Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

La caracterización obtenida, es congruente con los datos típicos de un residuo de tipo convencional u ordinario, donde se puede notar una amplia participación de los residuos de carácter orgánico, seguidos por un volumen importante de plástico, vidrio y papel.

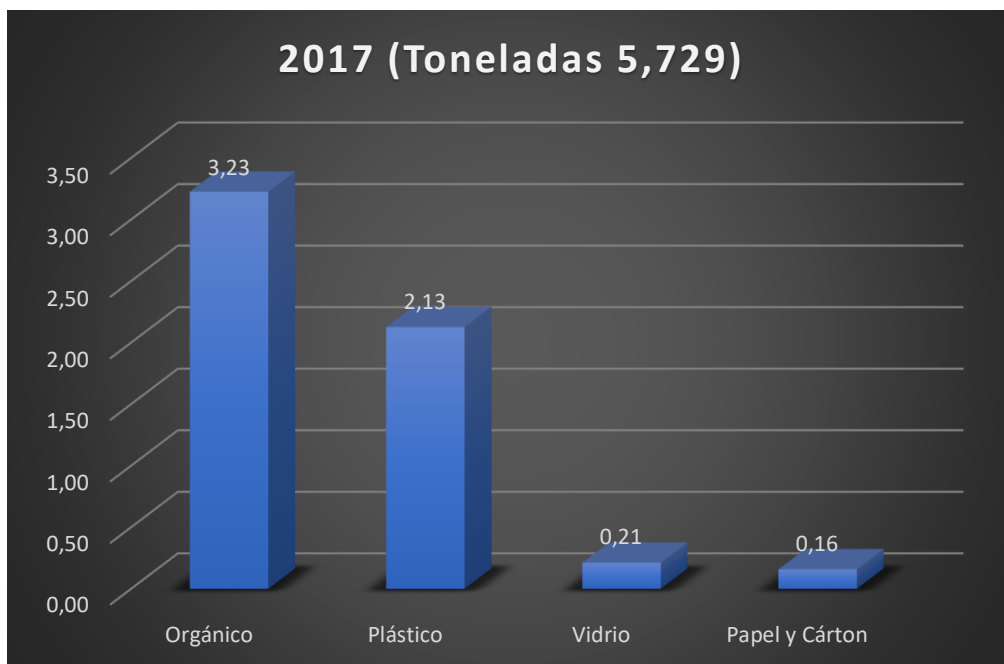
Con base en este cálculo se pudo inferir las cantidades de residuos sólidos según su clase en los diferentes años de estudio, como se muestra en los siguientes gráficos.

Tabla 4.
Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2017

2017 (Toneladas 5,729)	
Residuos Solidos	Toneladas
Orgánico	3,23
Plástico	2,13
Vidrio	0,21
Papel y Cartón	0,16

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almgro

Grafica 3.
Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2017



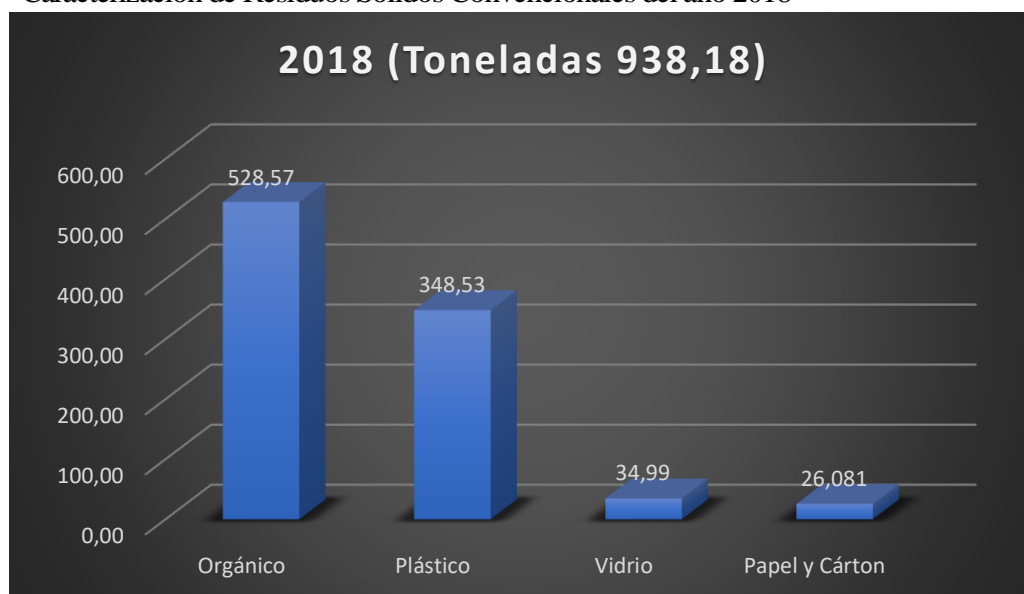
Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Tabla 5.
Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2018

2018 (Toneladas 938,18)	
Residuos Solidos	Toneladas
Orgánico	528,57
Plástico	348,53
Vidrio	34,99
Papel y Cartón	26,081

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almgro

Grafica 4.
Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2018



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

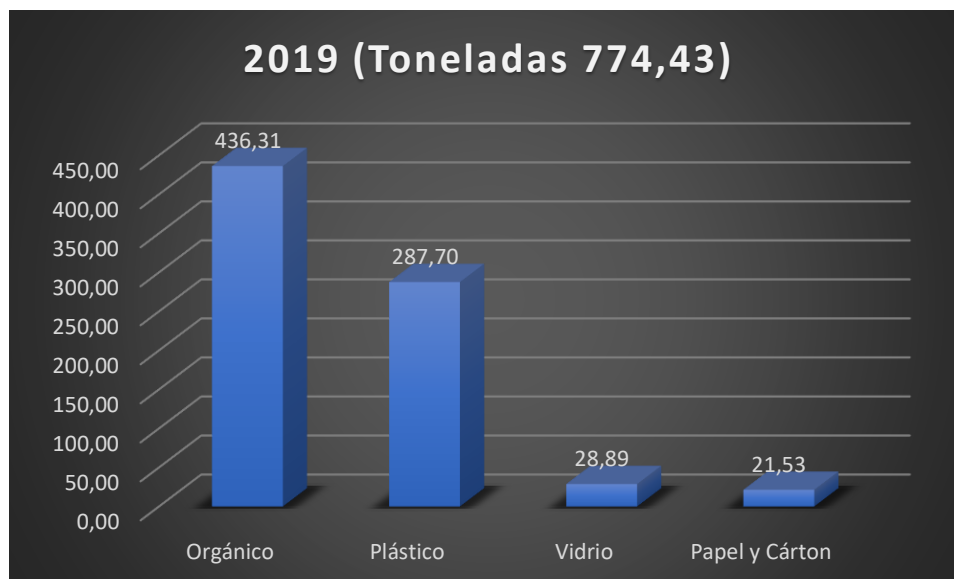
Tabla 6.
Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2019

2019 (Toneladas 774,43)	
Residuos Solidos	Toneladas
Orgánico	436,31
Plástico	287,70
Vidrio	28,89
Papel y Cartón	21,53

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almgro

Grafica 5.

Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2019



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Tabla 7.

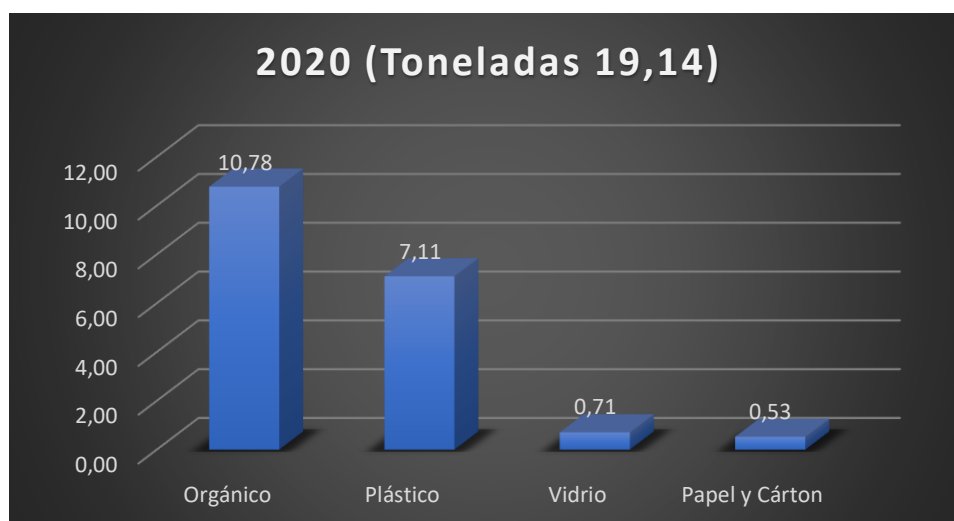
Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2020

2020 (Toneladas 19,14)	
Residuos Solidos	Toneladas
Orgánico	10,78
Plástico	7,11
Vidrio	0,71
Papel y Cartón	0,53

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almagro

Grafica 6.

Caracterización de Residuos Sólidos Convencionales del año 2020



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Caracterización de residuos sólidos peligrosos por año.

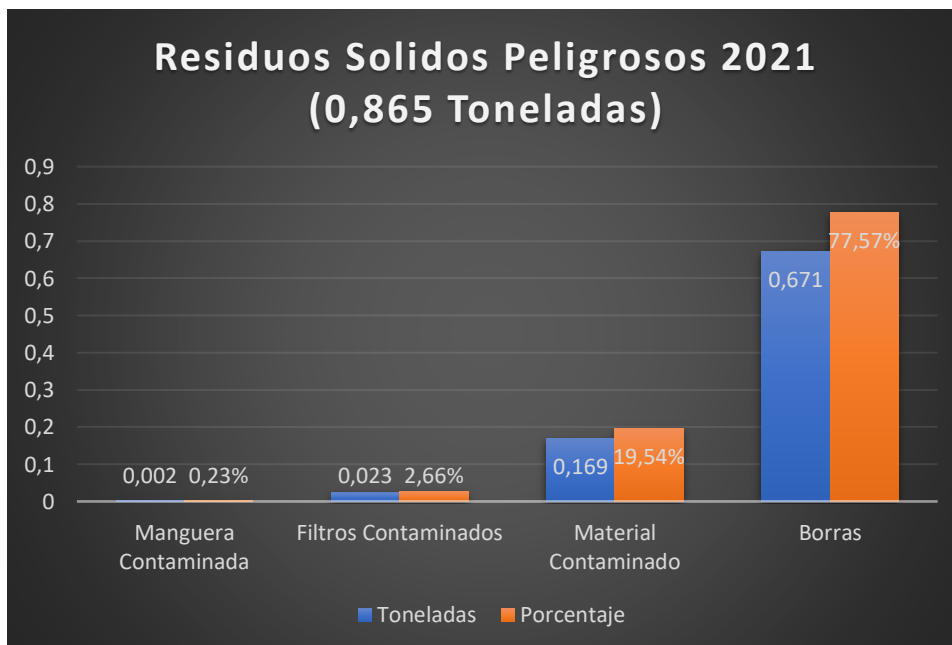
Residuos Sólidos Peligroso-generados en lo que va corrido hasta el año 2021 se muestran en las siguientes tablas y gráficas:

Tabla 8.
Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2021

Residuos Sólidos 2021	Toneladas	Porcentaje
Manguera Contaminada	0,002	0,23%
Filtros Contaminados	0,023	2,66%
Material Contaminado	0,169	19,54%
Borras	0,671	77,57%
Total	0,865	100%

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almagro

Grafica 7.
Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2021



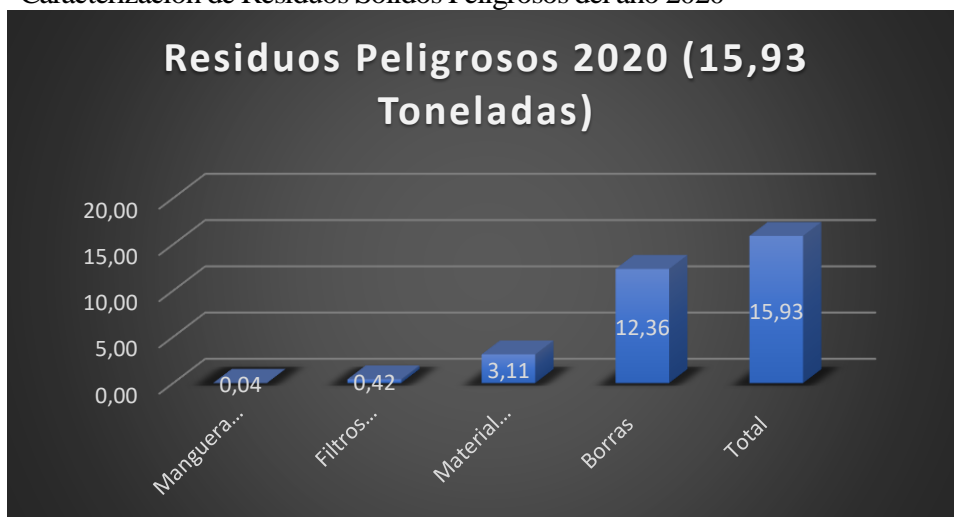
Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Tabla 9.
Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2020

Residuos Peligrosos 2020 (15,93 Toneladas)		
	Porcentaje %	Toneladas
Manguera Contaminada	0,23	0,04
Filtros Contaminados	2,66	0,42
Material Contaminado	19,54	3,11
Borras	77,57	12,36
Total	100%	15,93

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almagro

Grafica 8.
Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2020



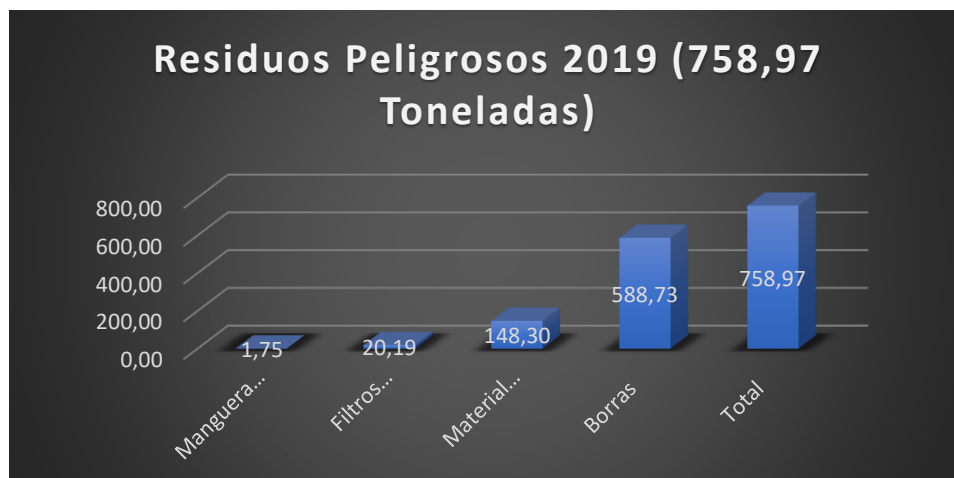
Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Tabla 10.
Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2019

Residuos Peligrosos 2019 (758,97 Toneladas)		
	Porcentaje %	Toneladas
Manguera Contaminada	0,23	1,75
Filtros Contaminados	2,66	20,19
Material Contaminado	19,54	148,30
Borras	77,57	588,73
Total	100%	758,97

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almagro

Grafica 9.
Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2019



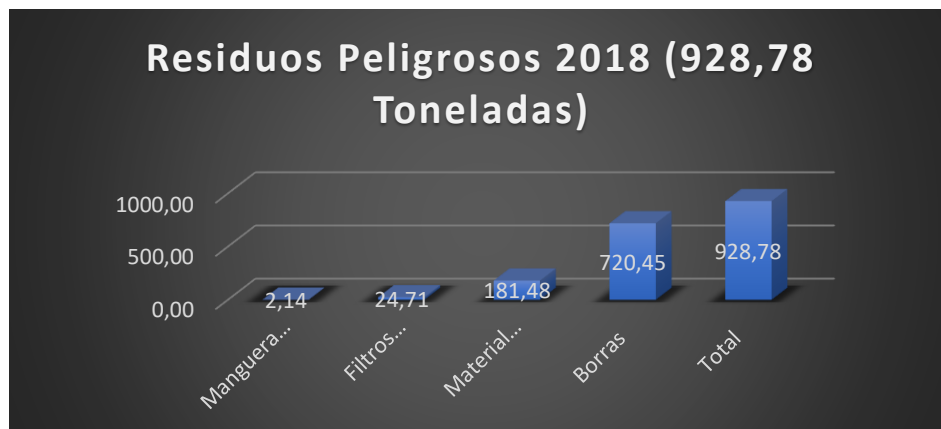
Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Tabla 11.
Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2018

Residuos Peligrosos 2018 (928,78 Toneladas)		
	Porcentaje %	Toneladas
Manguera Contaminada	0,23	2,14
Filtros Contaminados	2,66	24,71
Material Contaminado	19,54	181,48
Borrás	77,57	720,45
Total	100%	928,78

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almagro

Grafica 10.
Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2018



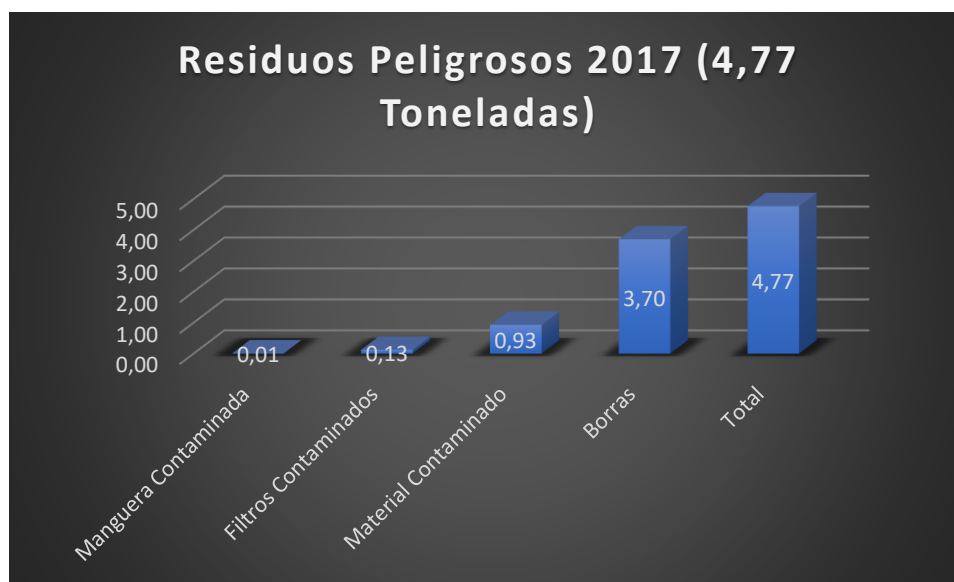
Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Tabla 12.
Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2017

Residuos Peligrosos 2017 (4,77 Toneladas)		
	Porcentaje %	Toneladas
Manguera Contaminada	0,23	0,01
Filtros Contaminados	2,66	0,13
Material Contaminado	19,54	0,93
Borras	77,57	3,70
Total	100%	4,77

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almagro

Grafica 11.
Caracterización de Residuos Sólidos Peligrosos del año 2017



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Todos los datos presentados anteriormente que se refieren a la caracterización física de los residuos sólidos peligrosos generados en el campo Valdivia, fue determinada de conformidad con las actas de disposición final existentes, resultado de la recolección y pesaje directo en campo, de cada tipo de residuo sólido.

Cálculos de índices de generación de residuos peligrosos por barril de crudo generado en operación normal.

Los índices de generación de residuos son una herramienta que se calcula con base en la generación histórica y análisis de información real existente en los archivos de campo, y que oficialmente han sido presentados a las diferentes autoridades ambientales y mineras.

Con base en esto se determina cuanta cantidad de residuo se genera por cada barril de petróleo crudo producido, y el resultado se obtiene de dividir la cantidad de residuos generados sobre la producción de crudo del mismo periodo, en este caso de estudio usamos un rango de análisis de un año.

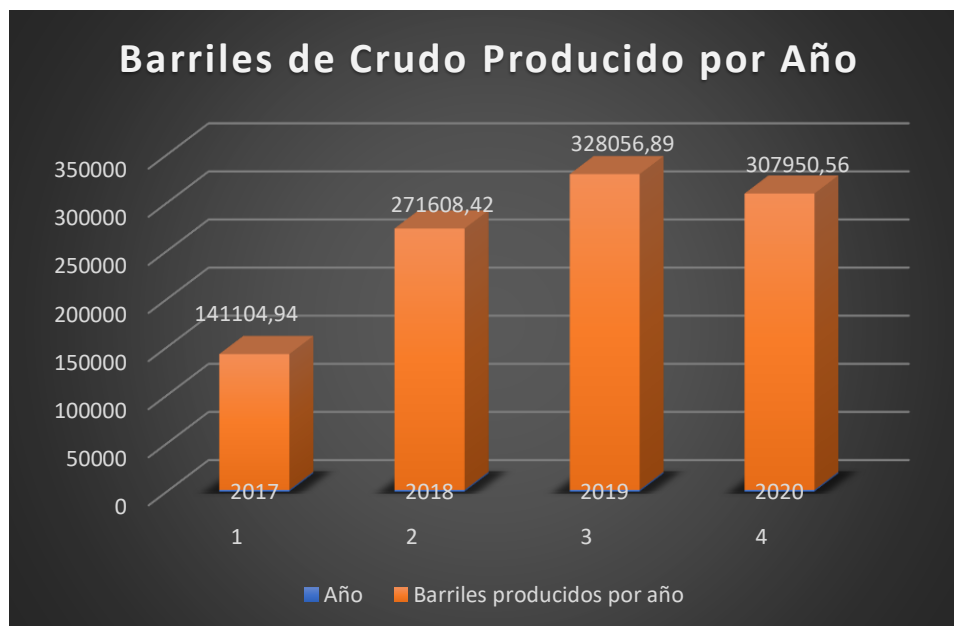
En las Tablas y Gráficos siguientes, se presenta la información de residuos generados en un año y la producción de crudo del mismo periodo.

Tabla 13.
Índices de generación de residuos peligrosos por barril de crudo según año

Año	Residuos sólidos peligrosos por año en toneladas	Barriles producidos por año
2017	4,77	141104,94
2018	928,78	271608,42
2019	758,97	328056,89
2020	15,93	307950,56
Totales	1708,45	1048720,81

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almagro

Grafica 12.
Crudo producido anualmente en Campo Valdivia Almagro.



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

A continuación, las ecuaciones que nos dicen la cantidad de residuos sólidos peligrosos por barril de crudo producido

I_1 = Índice de generación de residuos sólidos peligrosos por barril de crudo producido al año correspondiente.

X= Total toneladas anual de residuos sólidos peligrosos.

Y= Total Barriles de crudo producidos por año en campo.

$$\text{Formula } I_1 = \frac{X \text{ toneladas residuos Solidos}}{Y \text{ Barriles}}$$

$$2017 = \frac{4,77 \text{ trs}}{141104,94 \text{ bls}} = 0,00003380462 \frac{\text{trs}}{\text{bls}}$$

$$2017 = 0,00003380462_{bls}^{trs} * 1000$$

$$2017 = 0,03380462_{bls}^{krs}$$

$$2018 = \frac{928,78 \text{ trs}}{271608,42 \text{ bls}} = 0.00341955525_{bls}^{trs}$$

$$2018 = 0.00341955525_{bls}^{trs} * 1000$$

$$2018 = 3,41955525_{bls}^{krs}$$

$$2019 = \frac{758,97 \text{ trs}}{328056,89 \text{ bls}} = 0.00231353165_{bls}^{trs}$$

$$2019 = 0.00231353165_{bls}^{trs} * 1000$$

$$2019 = 2,31353165_{bls}^{krs}$$

$$2020 = \frac{15,93 \text{ trs}}{307950,56 \text{ bls}} = 0.00005172908_{bls}^{trs}$$

$$2020 = 0.00005172908_{bls}^{trs} * 1000$$

$$2020 = 0,05172908_{bls}^{krs}$$

Tabla 14.
Resultados de residuos sólidos peligrosos generados por cada barril de crudo producido

Año	Kilogramos de Residuos Sólidos Peligrosos Generados por Barril de Crudo Producido
2017	0,03380462 ^{krS} _{blS}
2018	3,41955525 ^{krS} _{blS}
2019	2,31353165 ^{krS} _{blS}
2020	0,05172908 ^{krS} _{blS}

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almagro

Al aplicar la fórmula propuesta se obtuvieron los índices de generación por año, en lo que podemos afirmar lo siguiente:

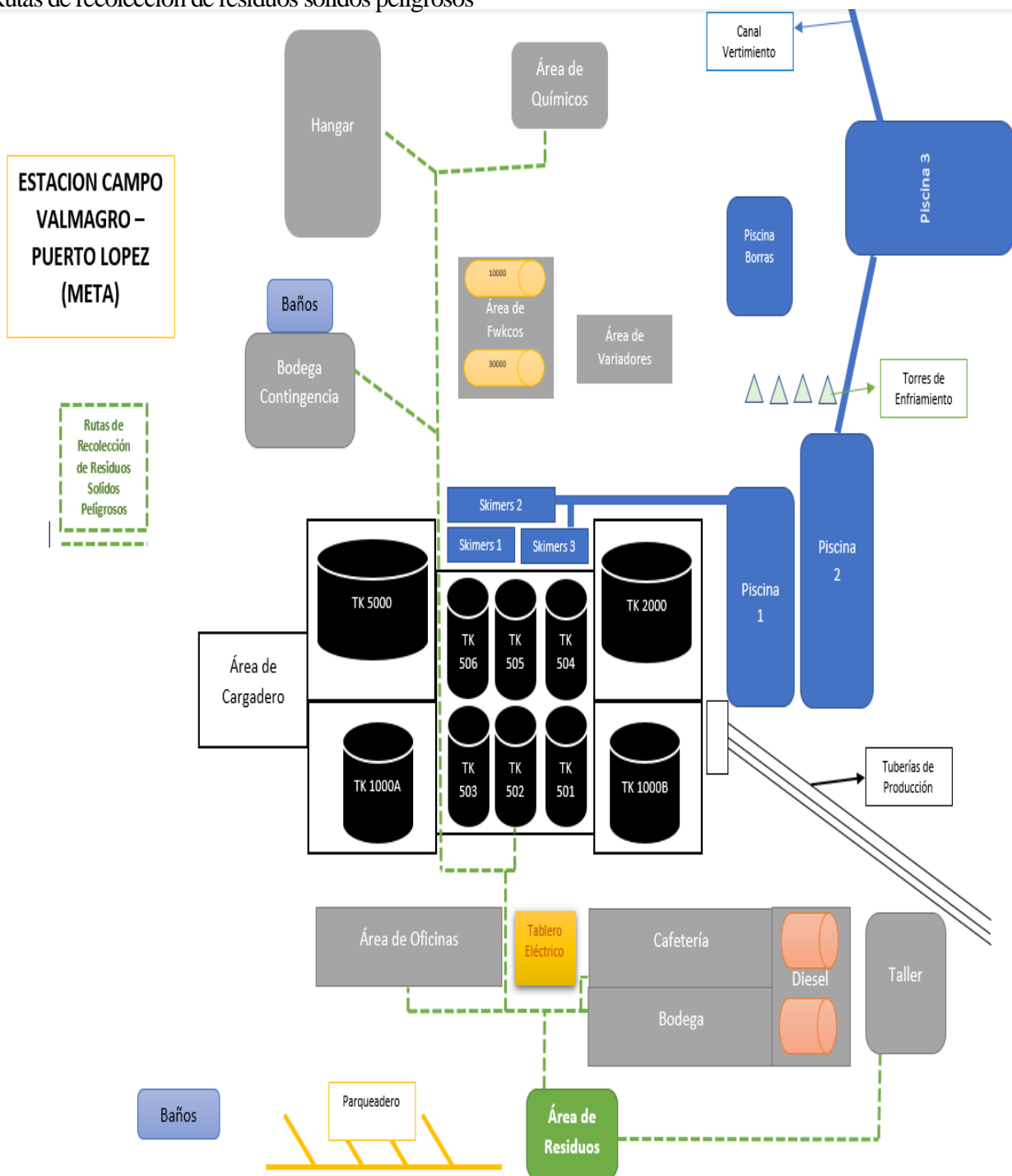
El año 2017, es un año atípico de producción y actividades, por tanto, puede ser aplicable a campos con baja producción y bajo nivel de mantenimiento.

En los años 2018 y 2019 se obtuvieron datos congruentes, asociados a actividades de perforación y altos niveles de mantenimiento.

Y en 2020 podemos decir que es un año típico de producción con mantenimiento necesario para la operación y personal de campo en las instalaciones.

Rutas de recolección de residuos sólidos peligrosos:

Gráfica 13.
Rutas de recolección de residuos sólidos peligrosos



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Formulación de Estrategias de Reducción de Residuos.

Una vez caracterizados los residuos generados en el campo se propone la implementación de las siguientes medidas de reducción y aprovechamiento de estos, a fin de minimizar la presión que se ejerce sobre los recursos naturales este aspecto ambiental:

- a.) Mejorar las condiciones de almacenamiento temporal, a fin de reducir la posibilidad de contaminación de residuos ordinarios con residuos peligrosos, este mejoramiento consiste en la separación física de los contenedores, identificación explícita de los residuos que deben almacenarse en cada uno.
- b.) Para la mejora de las condiciones de almacenamiento se tiene una serie de contenedores de plástico debidamente ubicados en una zona donde no está expuesta al sol ni a la lluvia para evitar el deterioro de los contenedores y evitar por otro lado que el agua se impregne con sólidos haciéndolos más pesados a la hora de pesarlos.

Fotos 4.

Almacenamiento de Residuos Sólidos. Archivo del autor



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Fotos 5.

Almacenamiento de Residuos Sólidos. Archivo del autor




Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Clasificación de los residuos solidos

Tabla 15.

Clasificación de los residuos solidos

Contenedores	Tipos de Residuos
 <p>Residuos Inorgánicos</p>	<p>Son aquellos materiales, sustancias y desechos que no son parte de un ser vivo o de origen biológico, sino de origen artificial, industrializado y no natural.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Botellas de vidrio - Vidrio - Envases de plásticos bien lavados. - Bolsas de polietileno.

	<ul style="list-style-type: none"> - PVC - Cascos. - Latas de aluminio.
 <p>Residuos Orgánicos</p>	<p>Los residuos orgánicos, son biodegradables, se componen naturalmente y tiene la propiedad de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otra materia orgánica.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Separa los restos de alimentos de los envases. - Cascara de fruta. - Servilletas. - Trapos de algodón.
 <p>Residuos Sólidos Peligrosos</p>	<p>Un residuo o desecho peligroso es aquel que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas, puede causar algún riesgo o daño para la salud humana y el ambiente, cuando es inadecuadamente manejado.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trapos impregnados con crudo. - Bolsas contaminadas con hidrocarburos. - Tela leofilica. - Tarros Contaminados.

Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Cifras estadísticas de la reducción de sólidos peligrosos en campo

Tabla 16.

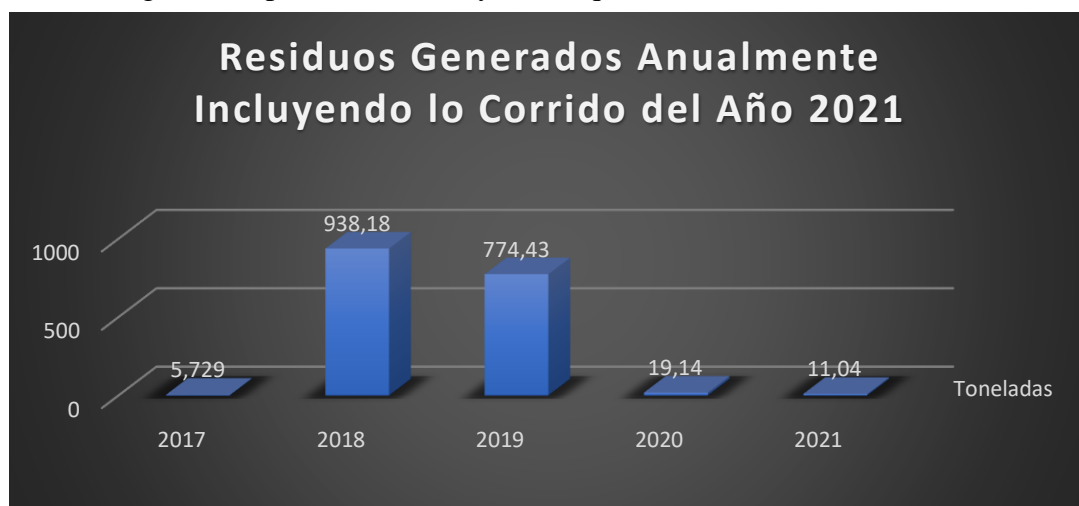
Residuos generados por cada año incluyendo lo que va de transcurrido del año 2021

Año	TIPO DE RESIDUOS		Toneladas
	Industriales	Convencionales	
2017	1,14	4,589	5,729
2018	928,78	9,4	938,18
2019	758,97	15,46	774,43
2020	15,93	3,21	19,14
2021	8,99	2,05	11,04

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almagro

Grafica 14.

Residuos generados por cada año incluyendo lo que va de transcurrido del año 2021



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Tabla 17.

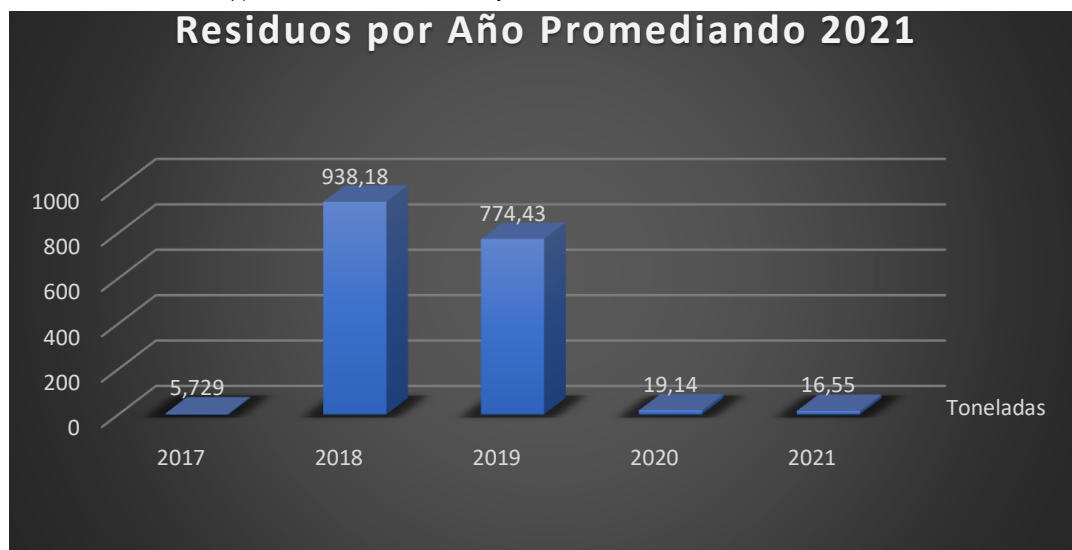
Residuos sólidos generados anualmente promediando la totalidad del año 2021

Año	TIPO DE RESIDUOS		Toneladas
	Industriales	Convencionales	
2017	1,14	4,589	5,729
2018	928,78	9,4	938,18
2019	758,97	15,46	774,43
2020	15,93	3,21	19,14
2021	13,48	3,07	16,55

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almagro

Grafica 15.

Residuos sólidos generados anualmente promediando la totalidad del año 2021



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Tabla 18.

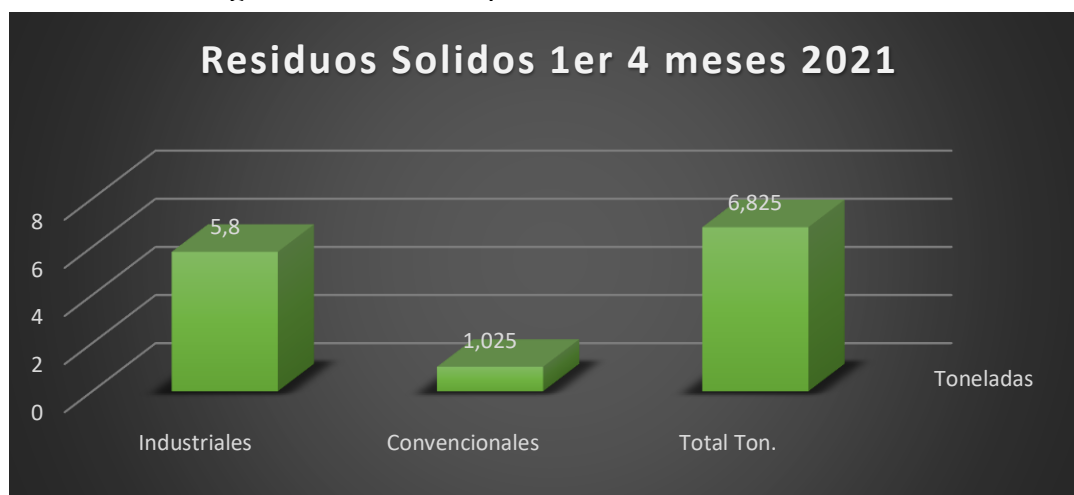
Residuos sólidos generados durante los primeros 4 meses del año 2021

1er semestre	Residuos Sólidos Peligrosos		Total, Ton.
	Industriales	Convencionales	
2021	5,8	1,025	6,825

Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Grafica 16.

Residuos sólidos generados durante los primeros 4 meses del año 2021



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Tabla 19.

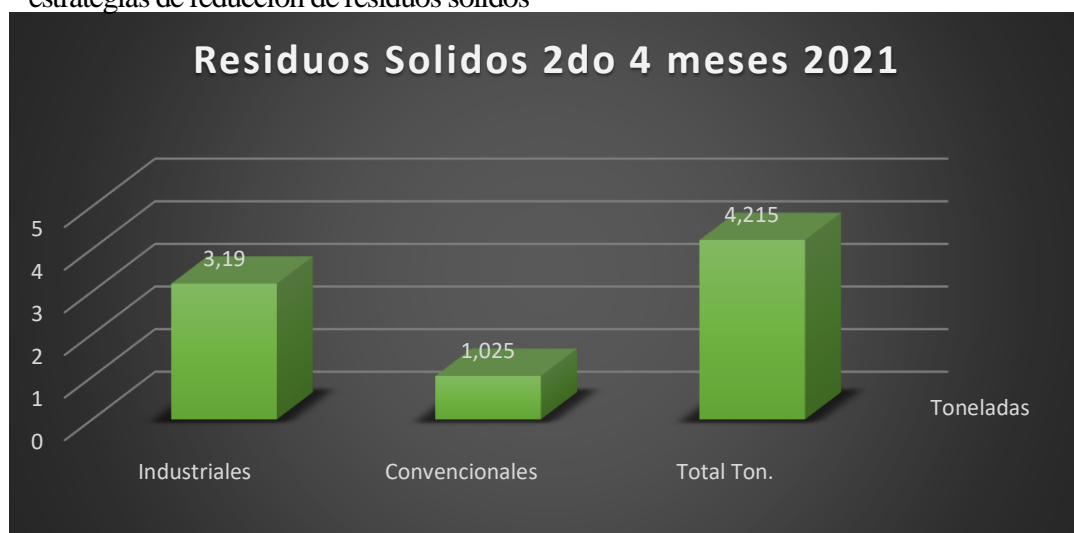
Residuos sólidos de los segundos 4 meses del año 2021 donde ya se empezó a implementar las estrategias de reducción de residuos sólidos

2do 4 meses	Residuos Sólidos Peligrosos		Total, Ton.
	Industriales	Convencionales	
2021	3,19	1,025	4,22

Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Grafica 17.

Residuos sólidos de los segundos 4 meses del año 2021 donde ya se empezó a implementar las estrategias de reducción de residuos sólidos



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

A continuación, las ecuaciones que nos muestran comparativamente, con las tablas anteriores, la mejoría residual entre los primeros 4 meses del año 2021 y los segundos cuatro meses posteriores, después de implementar el programa.

I_1 = Índice de generación de residuos sólidos por cada 4 meses del año 2021.

X= Total toneladas de residuos sólidos primeros 4 meses del año 2021.

Y= Total toneladas residuos sólidos segundos 4 meses del año 2021.

Formula $I_1 = X + Y$

$$I1 = 6.825 + 4.22 = 11.04 \text{ trs}$$

$$I1 = 11.04 \text{ trs}$$

Promedio 1 = Se promedia la cantidad de residuos que se podrá generar durante todo el resto del año 2021.

Formula $p_1 = \frac{i_1}{8} \times 12$

$$p_1 = \frac{11.04}{8} \times 12 = 16,56 \text{ trs}$$

$$p_1 = 16,56 \text{ trs}$$

La reducción de generación de residuos sólidos entre los primeros 4 meses del 2021 a los siguientes 4 meses del 2021 fue de **2.60 toneladas**.

I_1 = Índice de generación de residuos sólidos “Peligrosos” por cada 4 meses del año 2021.

X= Total toneladas de residuos “Peligrosos” sólidos primeros 4 meses del 2021.

Y= Total toneladas de residuos sólidos “Peligrosos” segundos 4 meses del 2021.

Formula $I_1 = X + Y$

$$I1 = 5.8 + 3.19 = 8.99 \text{ trsp}$$

$$I1 = 8.99 \text{ trsp}$$

Promedio 1 = Se promedia la cantidad de residuos sólidos “Peligrosos” que se podrá generar durante todo el resto del año 2021.

$$\text{Formula } p_1 = \frac{i_1}{8} \times 12$$

$$p_1 = \frac{8.99}{8} \times 12 = 11.88 \text{ trsp}$$

$$p_1 = 11.88 \text{ trsp}$$

La reducción de generación de residuos sólidos “Peligrosos” entre los primeros 4 meses del 2021 a los siguientes 4 meses del 2021 fue de menos **2.61 toneladas**.

Implementar matriz de compatibilidad de residuos peligrosos de acuerdo con su naturaleza y principal característica de peligrosidad.

Matriz de Compatibilidad: Documento en el cual se plasma la compatibilidad entre las diferentes sustancias químicas, tomando como base su clasificación de acuerdo, a la clase y el tipo de sustancia, con el propósito de realizar un almacenamiento o transporte bajo condiciones seguras, siguiendo las recomendaciones especiales de las Naciones Unidas, Ley 55 de 1993, Resolución 2400 de 1979 y Normas Técnicas como las NTC 3966, 2880, 2801, 3967, 3968, 3969, 3970, 3971 y 3972.

Fotos 6.
Matriz implementada en campo Valdivia Almagro a la operadora
IHSA CQ. Archivo del autor



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Aumentar frecuencias de recolección de residuos en campo apropiadamente, orientado a mitigar la generación de residuos peligrosos.

Para una mejor recolección de residuos sólidos peligrosos se adecuo una caneca en la zona en donde más se genera este tipo de residuos la cual es en el área de Skimmers.

Fotos 7.
Caneca de Skimmers. Archivo del autor



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Fotos 8.
Vista superior. Archivo del autor



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

También se implementó una acción de mejora para poder mitigar la generación de residuos sólidos peligrosos la cual es la reutilización de los trapos contaminados con hidrocarburos poniéndolos a secar encima de una de las tuberías de producción que mantiene con una alta temperatura por el fluido que por allí pasa, de esta manera se secan los trapos y se les da otra oportunidad de reutilización antes de ser desechados por completo.

Fotos 9.
Trapos Secándose Archivo del autor



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Implementación de capacitaciones de formación al personal.

Para divulgación de todas las medidas planteadas, orientado a que se logre con éxito su implementación y se apropien conceptos de gestión integral de residuos sólidos convencionales y peligrosos en todos los niveles de la organización.

El plan de formación al personal laboral en campo se viene realizando por medio de charlas y capacitaciones. Donde se les da a conocer más en detalles una adecuada separación de los residuos sólidos para que tengan una mayor comprensión.

Fotos 10.

Charla de adecuada clasificación de Residuos Archivo del autor



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Fotos 11.

Charla de adecuada clasificación de Residuos Archivo del autor



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Resultados

- Vemos como en los cuatro meses del 2021 en el cual se lleva implementado el plan de mitigación de residuos sólidos peligrosos hubo un descenso favorable y considerable de menos 2.89 toneladas de dichos residuos respecto a los 4 meses anteriores del año 2021, lo que nos evidencia que el sistema reducción de dichos residuos peligrosos funciona.
- Se nota que la eficacia del proceso de capacitaciones es perceptible en la medida en que el personal capacitado fue poniendo en práctica el conocimiento adquirido, el cual fue la identificación adecuada de los residuos que deben almacenarse en cada uno de los contenedores de residuos sólidos.
- Se perfecciono la recolección de residuos sólidos peligrosos en áreas de Skimmers por medio de la caneca que se colocó en esta zona donde al llenarse se seleccionan los trapos más limpios y se ponen a secar en la tubería de alta temperatura para ser reutilizados, evidenciando una reducción en la generación de los residuos hablados y también en el ahorro por parte de gestión en sus compras.
- En los años en los que se realizan trabajos de Work Over, perforación y mantenimiento de piscinas son en los que más se generan más residuos sólidos peligrosos debido a los procesos que conllevan este tipo de actividades laborales.

Conclusiones

Primero que todo reconocemos la necesidad de utilizar los recursos del ambiente para el desarrollo económico y social, pero se debe establecer un uso racional ya que los recursos son finitos.

De ahí que nuestro proyecto se orientó en uno de los aspectos de mayor interés para la gestión ambiental de los campos de explotación de petróleo o gas, como es la administración de residuos, en todas las etapas del desarrollo. Y como tradicionalmente se ha orientado a establecer y mantener un sistema más o menos eficiente para retirar los desechos, hemos complementado en algunos casos con sistemas de tratamiento y/o disposición, que nos han permitido definir nuevas aproximaciones a la administración de las relaciones con el medio ambiente.

La necesidad de hacer una producción más limpia, en respuesta a la preocupación social creciente, en relación con los efectos de los residuos y el incremento en la complejidad y en los costos del manejo de los desechos industriales, nos llevó a repensar la Gestión Ambiental de Residuos. Es así como en el corto lapso de introducción al campo de nuestro proyecto, hoy respondemos con la incorporación de principios de reducción de residuos en sus operaciones.

De esta manera hemos logrado mostrar una gran mejoría, con resultados mostrados en los números y en la práctica, así:

- La disminución de la cantidad de residuos que llega a disposición final.
- El mejoramiento de la calidad de los desechos que van a disposición final.

Y ya que la reducción de residuos disminuye, también disminuye el agotamiento de los recursos naturales, se reduce la contaminación asociada con la extracción de materias primas, conservando un valioso espacio en los sitios de disposición. Algunos esfuerzos de reducción sirven también para mejorar la calidad de los residuos, mediante la eliminación o el control de componentes peligrosos.

Recomendaciones

- Ampliar las estrategias para evitar, mitigar, controlar o compensar los riesgos e Impactos ambientales que se generan en la empresa.
- Continuar con el proceso de mejoramiento en lo que se refiere al manejo de residuos sólidos peligrosos, exigiendo las certificaciones correspondientes de la disposición final de los residuos a las entidades pertinentes, para llevar un control adecuado.
- Desarrollar más estrategias que incentiven a escuchar las ideas innovadoras que puedan llegar generar una mayor mitigación de los residuos sólidos peligrosos.
- Fortalecer el compromiso con el medio ambiente divulgando la importancia dentro de la compañía, de tal forma que se genere una conciencia sana dentro de todos sus trabajadores.
- Se recomienda implementar más puntos de colección de residuos sólidos peligrosos para evitar la contaminación de estos residuos con otros.
- Se recomienda la utilización a los trabajadores de guantes de plástico de alta temperatura en vez de los guantes de carnaza, cuando se trate de los trabajos directamente con el crudo. Pues los guantes de plástico se pueden lavar y volver a reutilizar por la misma persona.

- Se recomienda poner a drenar las bolsas de residuos sólidos peligrosos en área de piscinas o de skimmers para drenar el exceso de fluido aceitoso, y generar una reducción en el pesaje a la hora de realizar la entrega a serví ambiental.

Referencias:

Alcívar Córdova, E. V. (2015). Manejo de los desechos sólidos en la provincia de el oro y su impacto ambiental en los ecosistemas. Recuperado de:

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2949>

Benalcázar Játiva, Andrés Felipe. (2015). Propuesta de un manual para el manejo de desechos sólidos basado en la norma ISO 14001:2004. Recuperado de:

<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/8118>

Buitrago, Cesar. (MMA), Cárdenas, Marco V. (s.f.). Desarrollo de Campos Petroleros.

Ministerio de Minas y Energía. Recuperado de:

<https://www.google.com.co/url?sa=t&rc>

[t=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiHgoOC74v1AhX8RzABHSG3D4AQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww1.upme.gov.co%2Fsiame%2FGuiasambientales%2FDesarrollo_campos_petroleros.pdf&usq=AOvVaw05rcLXCTvpU5ZSsC-UzCTg](https://www.google.com.co/url?sa=t&rc=t=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiHgoOC74v1AhX8RzABHSG3D4AQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww1.upme.gov.co%2Fsiame%2FGuiasambientales%2FDesarrollo_campos_petroleros.pdf&usq=AOvVaw05rcLXCTvpU5ZSsC-UzCTg)

Estación Valdivia Almagro, Herramienta en línea Google Earth. <https://earth.google.com>

[/web/search/Campo+Valdivia,+Puerto+L%c3%b3pez,+Meta,+Colombia/@3.908](https://earth.google.com/web/search/Campo+Valdivia,+Puerto+L%c3%b3pez,+Meta,+Colombia/@3.908)

[87619,-72.66074442,203.46296055a,686.68014034d,35y,-](https://earth.google.com/web/search/Campo+Valdivia,+Puerto+L%c3%b3pez,+Meta,+Colombia/@3.908)

[47.30292088h,44.99766584t,-0r/data](https://earth.google.com/web/search/Campo+Valdivia,+Puerto+L%c3%b3pez,+Meta,+Colombia/@3.908)

[=CpcBGm0SZwokMHg4ZTE0NGE1OGI2ZGE5NTliOjB4YTQ5ZWZmY2RkY](https://earth.google.com/web/search/Campo+Valdivia,+Puerto+L%c3%b3pez,+Meta,+Colombia/@3.908)

[2RiNDhiGd6Qob7ARw9AIXynExpSKILAKi1DYW1wbyBWYWxkaXZpYSwg](https://earth.google.com/web/search/Campo+Valdivia,+Puerto+L%c3%b3pez,+Meta,+Colombia/@3.908)

UHVlcnRvIEzDs3BleiwgTWV0YSwgQ29sb21iaWEYAiABliYKJA13PZ-
Q8qUkQBFvWZbyjKIkQBIXh -Osw95SwCGz4D6_tN9SwA

Gaviria Olivares, M. Y. (2015). Seguimiento al sistema de gestión ambiental bajo los lineamientos de la NTC-ISO 14001: 2004 y del registro único de contratistas de hidrocarburos, para la empresa Transportes Líquidos de Colombia SA.

Recuperado de:

https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjFk-jMv471AhWsRDABHe0RAz4QFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Frepository.upb.edu.co%2Fhandle%2F20.500.11912%2F2026%3Fshow%3Dfull&usg=AOvVaw1kRX-WQBU_ERveIYMgCAqK

Gómez, C. I. S. (2000). Problemática y gestión de residuos sólidos peligrosos en Colombia. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, (15), 41-52 Recuperado de:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/24163>

Gómez, J & Rivera (2009) Formulación de plan de gestión integral de residuos sólidos para los proyectos de perforación exploratoria, sísmica y explotación de hidrocarburos desarrollados por Petróleos del Norte S.A (Departamento del Cesar) 30 – 120. Recuperado de Google:

http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital_17592.pdf

Guédez Mozur, C., De Armas Hernández, D., Reyes Gil, R., & Galván Rico, L. (2003). Los sistemas de gestión ambiental en la industria petrolera internacional.

Interciencia, 28(9), 528-533. Recuperado de:

<http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378->

[18442003000900006&script=sci_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442003000900006&script=sci_arttext)

Muñoz Prado, Angelica María. (2011). Evaluación técnica y ambiental de una unidad de evaporación como alternativa de tratamiento de aguas de producción de la fase de explotación de hidrocarburos. Universidad Libre. Facultad de ingeniería.

Recuperado de:

https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjWpN7jxY71AhUJSDABHd8_AAacQFnoECB4QAQ&url=https%3A%2F%2Frepository.unilibre.edu.co%2Fbitstream%2Fhandle%2F10901%2F10395%2Fdocumento%2520tesis%2520%2520agosto%25205.pdf%3Fsequence%3D1&usg=AOvVaw37mn3a_59DvEQvTj1Dwp5G

Naranjo Jaime, j. a. (2020). Formulación e implementación de un plan de gestión integral de residuos sólidos ordinarios y peligrosos en la estación de servicios inversiones la glorieta y distribuidora de combustibles Ltda. En el socorro Santander.

Recuperado de: <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/4151>

Normatividad ambiental y sanitaria en Colombia, tomado de:

http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm

Ortiz Valbuena, Marcela. (2016). Manejo ambiental de la disposición final de los fluidos bases utilizados en la perforación de algunos pozos petroleros en Colombia.

Fundación Universidad de América. Recuperado:

<https://www.google.com.co/url?sa=t&rc=t=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjRx7KRx471AhXqRzABHUwHBBMQFnoECAYQAQ&url=https%3A%2F%2Frepository.uamerica.edu.co%2Fbitstream%2F20.500.11839%2F633%2F1%2F5131638-2016-2-GA.pdf&usg=AOvVaw0Vede28O18I2pJ8E6rjhKv>

Rollandi, R. (2012). Problemática de la gestión de residuos sólidos urbanos en las megas ciudades. IC Latinoamérica. Recuperado de: http://www.ic-latinoamerica.com/descargas/pdf/articulos_interes/2012-04_problematika_de_la_gestion.pdf

Rozo Coy, P. J., & Vera Parra, M. H. (2017). Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos y peligrosos para el bloque de producción de hidrocarburos sabanero, ubicado en el Departamento del Meta perteneciente a la empresa Pacific Exploration & Production. Recuperado de: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/5391>

Sáez, A., & Urdaneta, J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), 121-135. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>

Anexos

Anexo A.

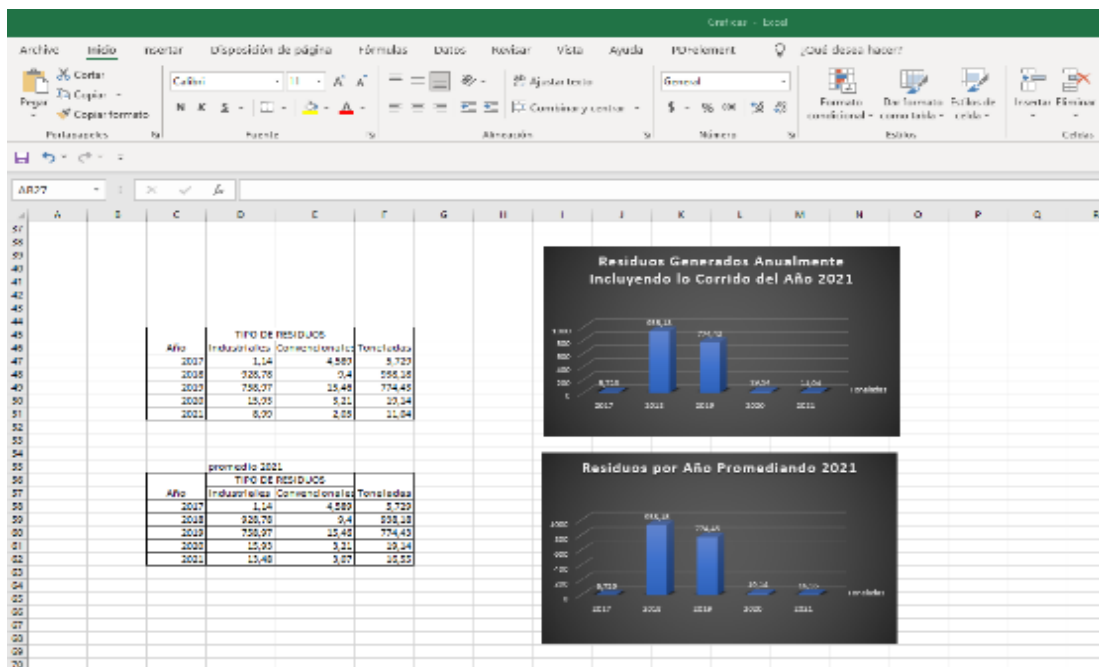
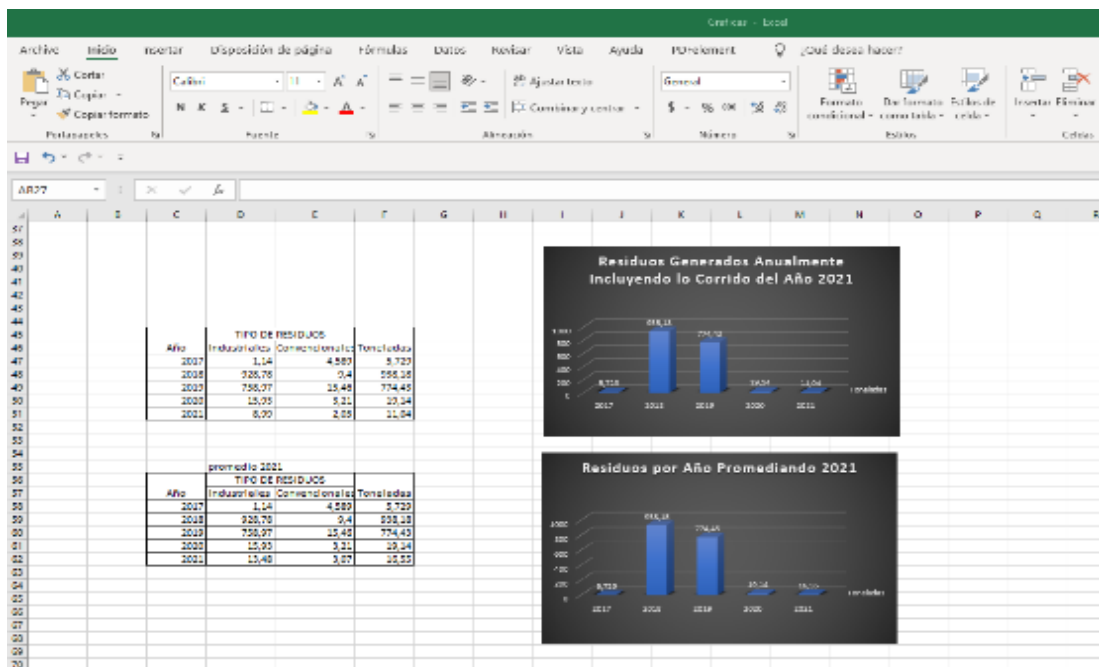
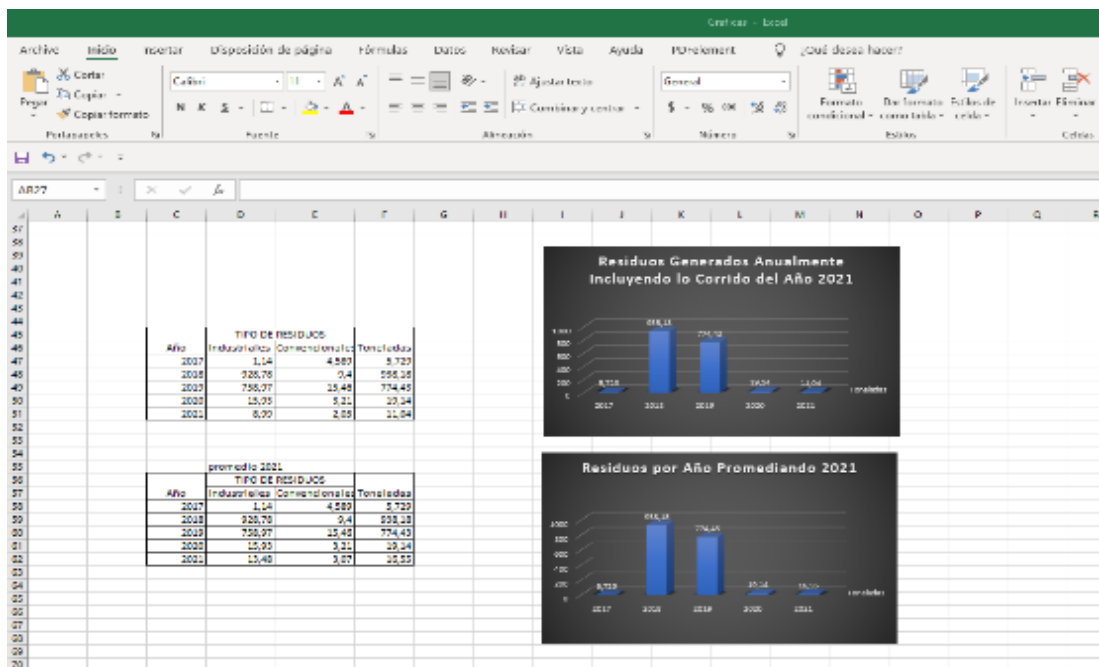
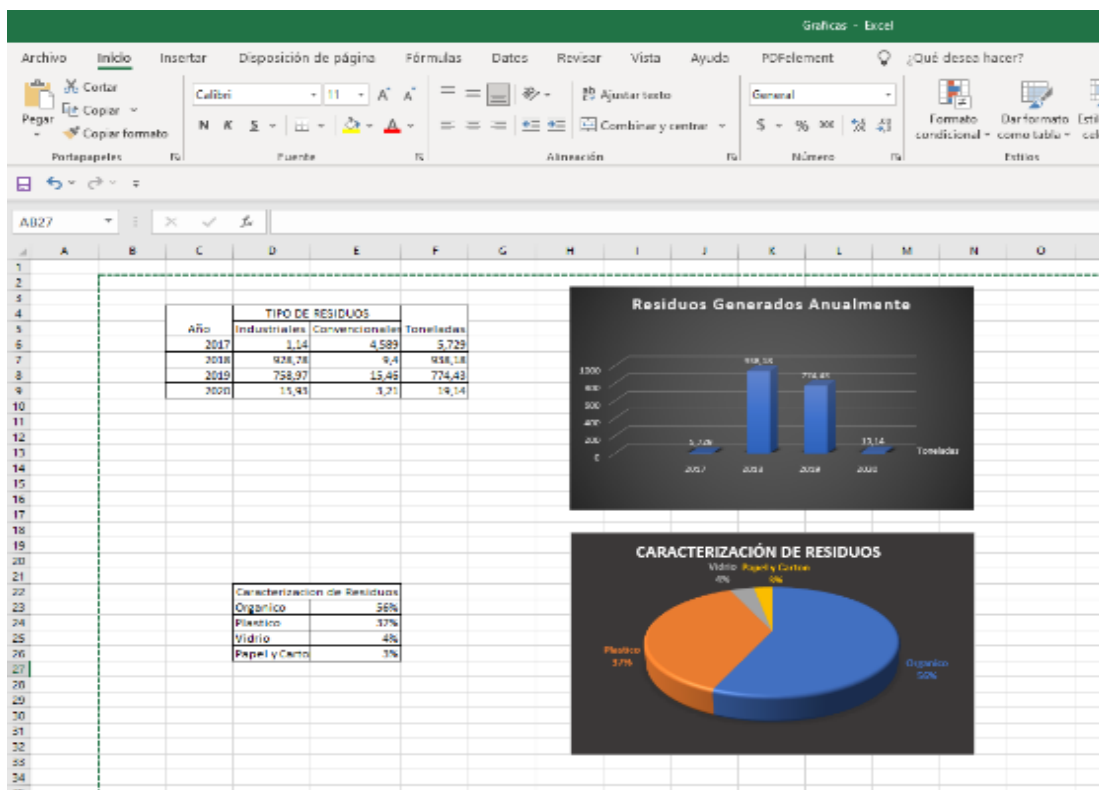
Acta de Reporte diario de residuos

SERVIENTENTAL		REPORTE DIARIO DE RESIDUOS				RT - F 011	
PLACA No. EXZ 070		No. 1738				Versión 4 111	
FECHA: 23-12-2001		CIUDAD: P. Valdivia	LUGAR: Cuenta Valdivia	12 de Junio de 2018		HORA: 14:30	
CLIENTE: T.H.S.A		RIT: 701025123					
TIPO DE RESIDUOS	CANTIDAD				OBSERVACIONES		
	Kg	Bbl	m3	Gl			
RECICLABLES							
Papel							
Cartón							
Vidrio							
Materia (Chatarra)							
Plastico	77						
Otro (Cual)							
SUBTOTAL	77						
PELIGROSOS							
Madera contaminada con hidrocarburos o aceite							
Fibra contaminada con hidrocarburos o aceite							
Material contaminado con hidrocarburos o aceite	483						
Geotextiles contaminado con hidrocarburos o aceite							
Mercurio contaminado con hidrocarburos o aceite							
Baterías de cemento							
Isopor contaminado con hidrocarburos o aceite							
PVC contaminado con hidrocarburos o aceite							
EPP contaminados							
Baterías							
Piles							
Cables de Selenita							
Tambo de pintura							
Empaques químicos (sacos)	18						
Aceros usados							
Agua acida							
Agua alcalina							
Tierra y/o lodos contaminados							
Otro (Cual) Ballas	286						
SUBTOTAL	483						
ESPECIALES							
Lámparas fluorescentes							
Tornos o carteritas							
RAEE (Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos)							
Escandidos							
Lentes							
Otro (Cual)							
SUBTOTAL							
NO PELIGROSOS							
Orgánicos							
Madera							
Orinales	215						
Isopor							
Otro (Cual)							
SUBTOTAL	215						
TOTAL RESIDUOS	7069						
VALOR ADICIONAL		FURGON	TRACTO CAMION	CAMION VACIO	CARRO TANQUE	COMPACTADOR	NO APLICA
TRANSPORTE		X					
ENTREGADO POR:				RECIBIDO POR:			
NOMBRE		NOMBRE	W. P. P. P. P.				
CARGO		CARGO	Ch. conductor				
FIRMA		FIRMA	[Firma]				

Nota: Fuente: Suministrada del Excel consolidado de residuos sólidos de la Estacion Valdivia-Almagro

Anexo b.

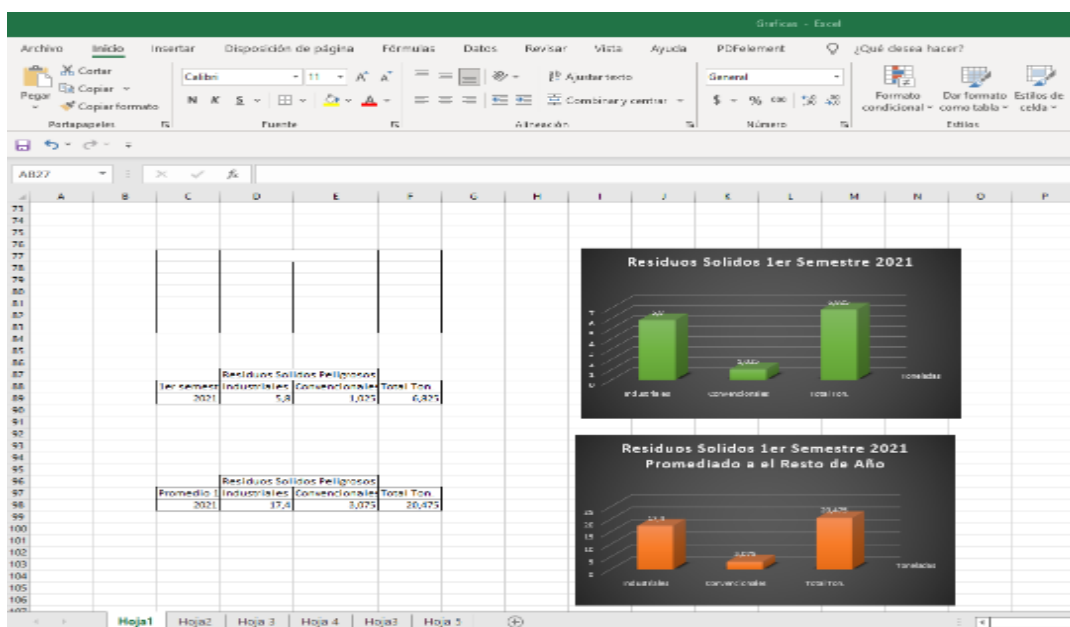
Evidencia 1 Graficas de Excel



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Anexo b.

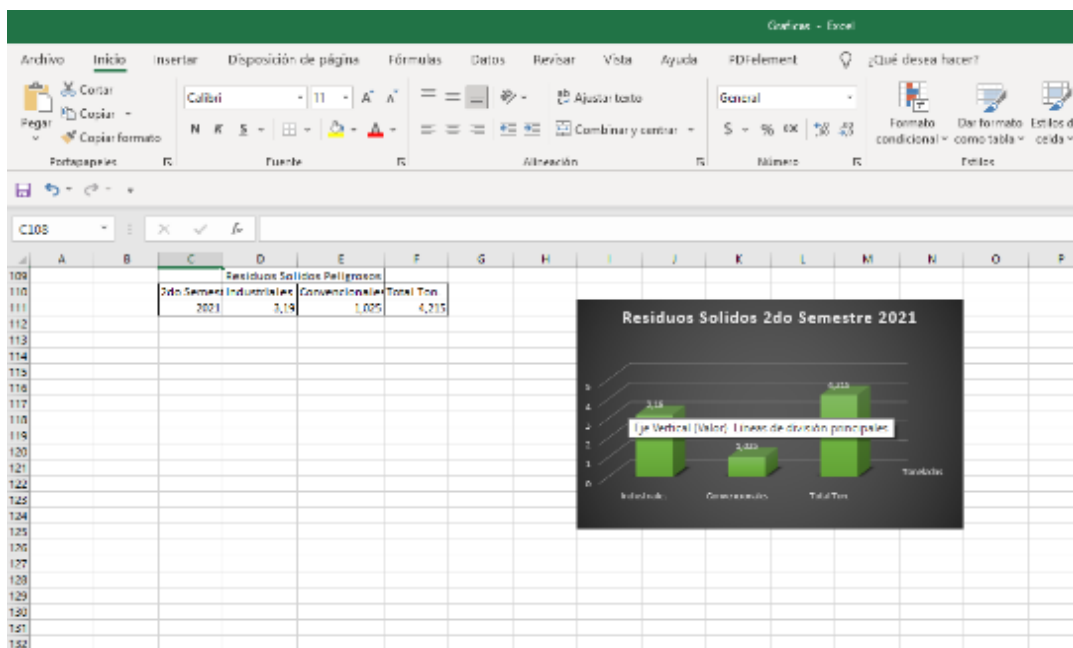
Evidencia 2 Graficas de Excel



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Anexo b.

Evidencia 3 Graficas de Excel



Nota: Fuente: Trabajo de Investigación del autor: Ricardo Ramírez

Anexo C.

Evidencias Fotográficas

Fotos 12.

Area de Skimmers de recuperacion de aceite.



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Fotos 13.

Skimmers para recuperación de aceite.



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Fotos 14.
Almacenamiento de residuos peligrosos en área de piscina de borras.



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Fotos 15.
Área de almacenamiento de lubricantes.



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Fotos 16.
Área de piscinas de borras.



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Fotos 17.
Cargadero. Archivo del autor



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Fotos 18.

Adecuada clasificación de los residuos sólidos en área de almacenamiento de residuos.



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Fotos 19.

Adecuada clasificación de los residuos sólidos en área de almacenamiento de residuos.



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Fotos 20.
Área de tablero eléctrico.



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor

Fotos 21.
Entrega de residuos sólidos a la empresa encargada de realizar la
disposición final.



Nota: Fuente: Fotografía del archivo del autor