

**1. ANÁLISIS DE LA LOGÍSTICA INVERSA
AL RECICLAJE DE RESIDUOS DE
APARATOS ELÉCTRICOS Y
ELECTRÓNICOS (RAEE) EN UNA
EMPRESA MINERA**

**REVERSE LOGISTICS ANALYSIS TO THE
RECYCLING OF WASTE ELECTRICAL AND
ELECTRONIC EQUIPMENT (WEEE) IN A
MINING COMPANY**

José Luis Bocanegra Díaz¹, Guillermo Alberto, Linares Luján², Jorge Roger, Aranda González³

Fecha recibido: 22/04/2021

Fecha aprobado: 25/06/2021

Simposio Internacional de Investigación Multidisciplinaria – SIDIM 2021

Derivado del proyecto: N/A

Institución financiadora: N/A

Pares evaluadores: Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.

¹Ingeniero Industrial, Universidad Cesar Vallejo Perú, empresa SKF, correo electrónico: jbocanegrad@ucvvirtual.edu.pe

²Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional de Trujillo Perú, Doctor en ciencias, Universidad nacional de Trujillo, Docente ordinario, Universidad Nacional de Trujillo Perú, correo electrónico: glinares@unitru.edu.pe

³Ingeniero Químico, Universidad Nacional de Trujillo, especialista en Operaciones y Logística, universidad ESAN Perú, Doctor en Administración de la educación. Universidad Cesar Vallejo(docente), correo electrónico: rogeraranda28@gmail.com

RESUMEN

La investigación planteada se justifica en cuanto permite mejorar la logística interna dentro del campamento de una concesión minera y tiene como objetivo proponer un plan de mejora de logística inversa para RAEE con base a la normativa para la disminución de costos. La investigación es aplicada, de diseño no experimental, se utilizó la mejora continua tanto de herramientas de calidad como cuantitativas para identificar los costos de equipos, el alcance es para el área de compras, servicios de mantenimiento, identificar los equipos actuales en inventario de almacén. Se identificó que los equipos no cuentan con una clasificación RAEE adecuada, estos son almacenados de forma incorrecta, omitiendo procesos de reciclaje y expuestos al medio ambiente. Se determinó una estandarización en el proceso del área de compras que representa un área atractiva para realizar mejoras que impacten positivamente y de manera significativa. Se elaboró el plan de logística inversa, que comprende capacitación del Reglamento RAEE y sensibilización, determinación de equipos RAEE, posibles estrategias de acopio, proceso de logística inversa, de esta manera se diseña el plan de logística inversa con una serie de pasos a seguir para contribuir con la empresa en estudio se realizó el costo beneficio de la implementación de la logística inversa, se lograron identificar un beneficio anual de \$29,255.00.

PALABRAS CLAVE: logística inversa, RAEE, costos, plan de mejora, aparatos eléctricos.

ABSTRACT

The research raised is justified insofar as it allows improving the internal logistics within the camp of a mining concession and aims to propose a reverse logistics improvement plan for WEEE based on the regulations for reducing costs. The research is applied, non-experimental design, continuous improvement was used, both quality and quantitative tools to identify equipment costs, the scope is for the purchasing area, maintenance services, identifying current equipment in warehouse inventory. It was identified that the equipment does not have an adequate WEEE classification, these are stored incorrectly, omitting recycling processes and exposed to the environment. A standardization in the purchasing area process was determined, which represents an attractive area to make improvements that had a positive and significant impact. The reverse logistics plan was developed, which includes training on the WEEE Regulation and awareness, determination of WEEE equipment, Possible storage strategies, reverse logistics process, in this way the reverse logistics plan is designed with a series of steps to continue to contribute to the company under study, the cost benefit of implementing reverse logistics was carried out, an annual benefit of \$ 29,255.00 was identified.

KEYWORDS: *reverse logistics, WEEE, costs, improvement plan, electrical appliances.*

INTRODUCCIÓN

Las empresas mineras para requerir al cambio en los mercados y centrarse en sus capacidades, dan paso a la estrategia de outsourcing en las áreas que pueden ser mejoradas por empresas especializadas que se convierten en proveedores externos (Espino, 2003, p.3). en este estudio las tareas encomendadas fueron las de mantenimiento y es allí donde se desarrolla la presente investigación.

Las empresas mineras en Perú no pueden parar su producción porque sus compromisos de venta ya están resueltos con anterioridad es así que destinan gran parte de su presupuesto en actividades de mantenimiento preventivo y predictivo, este último realiza un seguimiento a las variables relacionadas con la operatividad de las máquinas para poder predecir algunas fallas usando equipos AEE (aparatos eléctricos y electrónicos) y toma las acciones correctivas en el momento oportuno (Olarte et al ,2010, p.2) este es el caso de la empresa en estudio que realiza sus operaciones dentro de la minera.

Hoy en día los empresarios no solo deben atender los costos de fabricación y distribución sino también controlar los costos relacionados con la correcta gestión del producto después de su uso, es decir el residuo que queda. (Ramírez A, 2007, p.3)

Es así que los procesos de la logística inversa están formados por: los excedentes de inventario, productos rechazados por el consumidor final; también por retorno de envases o embalajes y reutilización de materiales. (Ramírez A, 2007, p.6)

La logística inversa planifica, opera y controla el flujo de las informaciones de los bienes o productos correspondientes al retorno postventa y pos consumo, luego de pasar por los canales de distribución, agregándole valor de tipo ecológico, económico, legal o de imagen corporativa. (Pagan et al, 2017, p. 17)

Hablar de reciclaje es vincularlo con logística inversa, ya que las empresas de artefactos o maquinas realizan planes de adquisición de productos desechados para que luego del desarme se reingrese partes al stock de materias primas. (Santos & Santos, 2010, p.2)

Toda empresa debe desplegar su estrategia de producción y operaciones para alcanzar su misión, esta estrategia debe tener 4 objetivos básicos o prioridades competitivas: costo, calidad, flexibilidad y plazo de entrega. (Bustos & Carlos,2015, p. 4)

Una de las operaciones al aplicar logística inversa es el desensamblado de los productos recuperados, debe ser recomendada por el fabricante a los operadores logísticos o empresas recolectoras de tal manera que las partes a recuperar permanezcan en su función. (Bustos & Carlos,2015, p. 13)

La logística inversa debe contemplar el flujo productor-consumidor como el flujo inverso de consumidor-productor (recuperador) además, esta practica genera oportunidades competitivas de carácter estratégico, que es necesario planificar, desarrollar y controlar. (Rubio,2003, p. 218)

Una de las normas técnicas peruanas de gestión de residuos enfocado en el manejo de RAEE establece pasos a seguir para el manejo ambiental adecuado, para prevenir, reducir y mitigar los impactos negativos que puedan dañar la salud y medio ambiente, los dispositivos electrónicos se componen de elementos químicos los cuales provocan daño a la salud y al medio ambiente, en la tabla periódica tenemos referencias de los elementos químicos (MINAN, 2012).

La definición de la RAEE, son los dispositivos eléctricos y electrónicos el cual necesita de energía eléctrica o baterías, cuando su periodo de vida haya finalizado. Los residuos componen una variedad modelos, marca y uso que pueden ser desde aparatos domésticos sofisticados hasta aparatos tecnológicos industriales. químicos (MINAN,2012)

Por consiguiente, es imprescindible ejecutar Plan de mejora de la Logística inversa al RAEE para disminuir los costos de compra en la empresa y contribuir con el medio ambiente.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación es de tipo explicativo, aplicada, cuya población y muestra son los inventarios tipo AEE (aparatos eléctricos y electrónicos) que son utilizados como herramientas de mantenimiento dentro de la empresa minera, el muestreo es no probabilístico, siguiendo el proceso siguiente:

Describir los procesos de logística y de mantenimiento que siguen los AEE.

Se determina las causas raíz de problema del manejo inadecuado del RAEE.

Diseñar el plan de mejora de logística inversa para equipos RAEE.

Evaluar el costo beneficio de la implementación de un sistema de logística inversa para el reciclaje de RAEE en SKF del Perú.

RESULTADOS

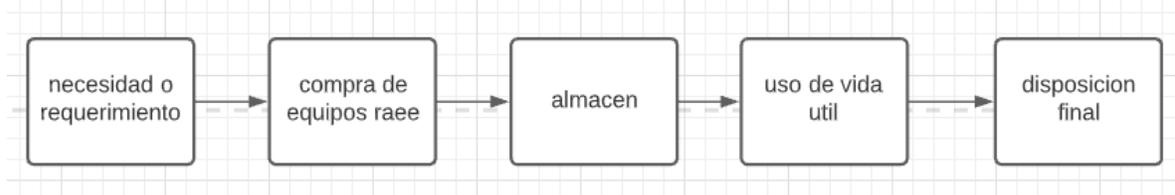
La empresa dispone de productos electrónicos para realizar trabajos de precisión: alineamiento laser, medición de vibraciones, lubricadores, automáticos, analizadores de campo, pirómetros, calentadores de inducción, cámaras termográficas, computadores de escritorio, Tablet, laptop y muchos más equipos electrónicos y/o eléctricos.

Dentro de los procesos involucrados para realizar mantenimiento en la minera tenemos, proceso de evaluación y diagnóstico, cotización, recepción de compras de materiales, de mantenimiento, control de calidad y verificación y por último proceso de entrega.

La investigación se centra en los equipos que permiten realizar el mantenimiento predictivo y preventivo de las maquinas mediante usos de análisis de vibración, análisis termográfico y de ultrasonido (Olarte et al ,2010, p.4).

Los equipos o herramientas RAEE no tienen un manejo adecuado por parte de la empresa que realiza el mantenimiento predictivo es por ello que se investiga siendo su proceso el siguiente:

Figura 1. Proceso inicial que siguen los AEE en la empresa que brinda mantenimiento



Luego se procedió a determinar cuáles son las causas raíz de problema según mano de obra, material, medio ambiente, método y medición.

Figura 2. Diagrama de Ishikawa del manejo inadecuado del RAEE en la empresa



De la anterior figura 2, se determina que las principales causas: falta de clasificación correcta de los RAEE, falta de capacitación y difusión sobre el manejo adecuado del RAEE, falta de almacén adecuado para los RAEE, mala segregación y disposición de los AEE, falta de control de los inventarios de los equipos utilizados y dados de baja.

Después se procedió a elaborar un plan de mejora que implemente la logística inversa en la empresa minera, este plan atendió cinco causas raíz, mejoras a implementar e indicadores para cada mejora.

Tabla 1. Mejoras a implementar para las causa raíz identificadas

	Causa raíz	Mejoras a implementar	tiempo	Indicadores
1	Falta de capacitación y difusión sobre el manejo adecuado de los RAEE	Difundir a todo el personal el manejo de RAEE capacitación a personal sobre la segregación de RAEE	20 días	N de participantes/N participantes planificado
2	Mala segregación y disposición de los AEE que contamina el medio ambiente	Elaboración de un diagrama de proceso o modelo de retorno de RAEE plan de motivación para el cumplimiento	7 días 60 días	Modelo implementado N de estímulos por cumplimiento de RAEE
3	Falta de clasificación correcta de los RAEE	identificar los AEE clasificar de acuerdo a RAEE, realizar el inventario de los RAEE, Identificar los AEE que son dados de baja o críticos	7 días 30 días	% de costo de AEE en almacén % de unidades AEE en almacén % de AEE dados de baja
4	Falta de almacén adecuado para los RAEE y evitar mezcla con otros residuos	designar un lugar adecuado para su almacenamiento Designar un punto de acopio manejo adecuado de RAEE para su recojo por operador, Realizar alianzas con operadores RAEE certificados plan de reúso de AEE	3 días 15 días 30 días 30 días 30 días	% de m2 para RAEE % de AEE a operador logístico % de accesorios de RAEE disponibles N de servicios de operador RAEE % actividades programadas cumplidas
5	falta de control de inventario de los equipos utilizados y dados de baja	actualizar los inventarios de repuestos reutilizables	30 días	% de costos recuperados de RAEE

Fuente: elaboración propia

Clasificación

A continuación, detallamos cuáles son los tipos de RAEE que pasan a formar parte en esta nueva clasificación según (MTC, 2019), (MINAN,2012) y (MAAMA, 2016) según área y proporción y tipo de clasificación.

Tabla 2. Equipos RAEE según área y tipo de clasificación

EQUIPO	ÁREA	CANTIDAD	%	CLASIFICACIÓN RAEE
Alineador De Fajas/Poleas	Molienda	1	2%	G2
Analizador Dinámico De Motores		1	2%	G2
Belt Frequency Meter, Medidor De Frecuencia De Fajas		1	2%	G1
Calentador De Inducción Para Cambio De Rodamientos		1	2%	G1
Cámara Termográfica		2	5%	G4
Equipo Analizador Explorer 4000		1	2%	G1
Equipo De Alineamiento De Ejes		2	5%	G1
Equipo De Medición Elongación		2	5%	G1
Equipo De Ultrasonido Ut, Para Inspección Por Ultrasonido Convencional	Flotación	4	10%	G1
Equipo De Videoscopia		3	7%	G4
Equipo Omniscan Mx2		1	2%	G1
Equipo Por Inspección Por Partículas Magnetitas, Lampara Ultravioleta		4	10%	G5
Equipo de Medición De Ultrasonido Propagado En El Aire	Extracción	2	5%	G1
Inspector 400 De Ultrasonido		1	2%	G1
Lámpara Estroboscópica		2	5%	G5
Medidor De Vibraciones		4	10%	G6
Optical Phase, Para Monitoreo De Revoluciones		1	2%	G6
Pinza Amperimétrica	Refinación	1	2%	G6
Pinza Mili amperimétrica		1	2%	G6
Revelador De Tensión 0v~1000v		1	2%	G6
Sistema Alineador De Ejes		1	2%	G6
Termómetro Infrarrojo		5	12%	G4
TOTAL		42	100%	

Fuente: elaboración propia

Capacitación

Se desarrolló la capacitación: fomentar actitudes y buenos hábitos para el buen manejo de residuos sólidos y RAEE, como la reutilización de estos; por encargo de la Dirección de Responsabilidad Social Institucional, previa instrucción de indicaciones se cumplió con el ejercicio: Manejo de Residuos Sólidos, Aplicación de las 3R (reducir, reutilizar, reciclar), Valorización de Residuos Sólidos y Procesos y Operaciones de los RAEE.

En dicha jornada, en las 2 guardias, participaron activamente personal de logística, operadores involucrados, técnicos y supervisores.

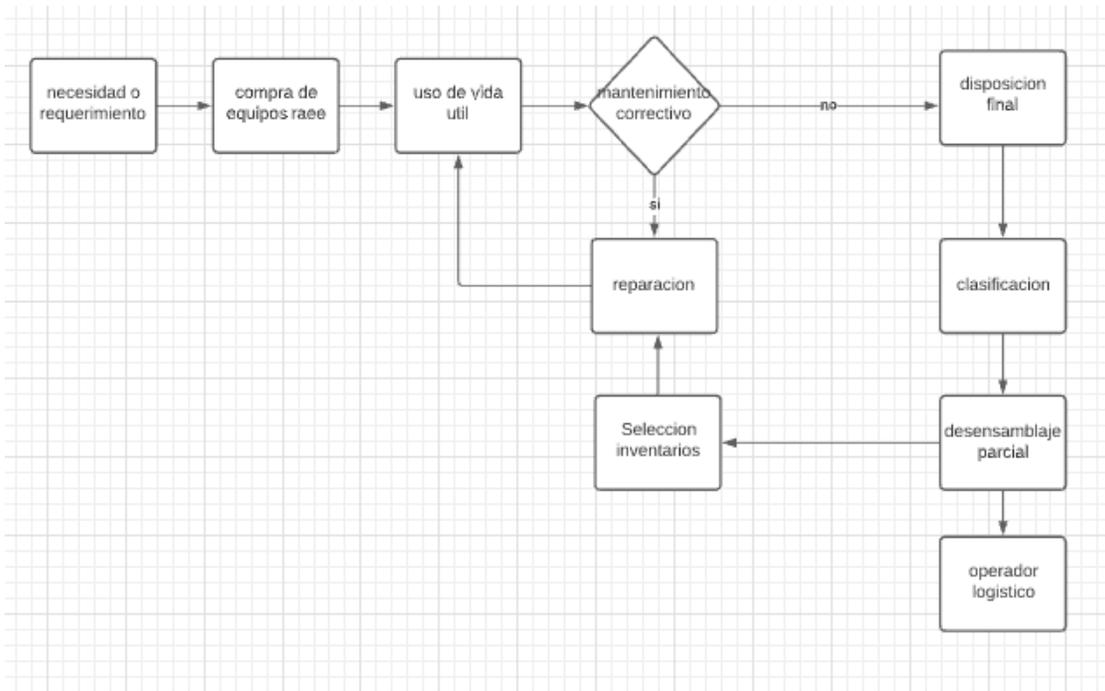
Figura 3. Sensibilización RAEE



Elaboración de un diagrama de proceso o modelo de retorno de RAEE

El proceso comprenderá como parte del tratamiento adecuado a los AEE el mantenimiento, la disposición, la clasificación, desensamblaje, recuperación de partes reparación, disposición final a operadores logísticos.

Figura 4. diagrama de proceso de logística inversa en empresa de mantenimiento en mina



Se elaboró una ficha de desensamblaje para cada equipo.

Tabla 3. ficha de desensamblaje de AEE

Nombre de equipo			
responsable			
fecha de ingreso		fecha de salida	
tiempo de vida útil			
accesorios recuperados			
valor estimado			

Determinación de componentes críticos AEE y valor de salvación

Se determinó los equipos que necesitan RAEE críticos en el proceso de reciclaje en la empresa y en sus clientes.

Tabla 4. Costo de Inventario crítico y precio de salvación pro equipo de los dispositivos electrónicos 2019

Equipos	Tipo de falla	N de fallas	Precio del equipo	Cantidad en servicio	Inversión por equipos (\$)	Precio de salvación(\$)	Precio salvación total por equipo (\$)
Belt Frecuencia Meter, Medidor De Frecuencia De Fajas	Placa dañada, procesamiento lento	10	865	1	865	400	400
Calentador De Inducción Para Cambio De Rodamientos	Fugas eléctricas, no llega a temperatura ideal	11	5320	1	5320	800	800
Cámara Termográfica	Píxeles dañados, resistencias obsoletas	12	38450	1	38450	1000	1000
Equipo Analizador Explorer 4000	Pantalla rajada, reset involuntario	10	13500	2	27000	2000	4000
Equipo De Alineamiento De Ejes	Monitor averiado, botones malogrados, no guarda información	9	12850	4	51400	990	3960
Equipo De Medición Elongación	No admite carga, puerto de entrada de alimentación dañado, falso contacto	8	6740	2	13480	1350	2700
Equipo De Ultrasonido Ut, Para Inspección Por Ultrasonido Convencional	Falsos contactos, procesamiento lento	10	5950	2	11900	920	1840
Equipo De Videoscopia	Pantalla rajada, reset involuntario, manguera dañada	15	18500	2	37000	1150	2300
Equipo Omniscan Mx2	Placa sulfatada	12	36500	2	73000	3500	7000
Equipo de Medición De Ultrasonido Propagado En El Aire	Pantalla rajada, procesamiento lento	10	7620	2	15240	1050	2100
Inspector 400 De Ultrasonido	Batería dañada, plus obsoleto, no reporta frecuencias	5	940	3	2820	785	2355

Termómetro Infrarrojo	Láser averiado, led de apoyo roto, entrada de energía, no recibe suficiente carga	6	337.2	4	1348.8	200	800
			147572.2	26	277823.8		29255

En la tabla N° 4 evidenciamos la reventa de los equipos dejando como medio de pago del producto nuevo a adquirir, lo que genera un ahorro para la empresa en \$29,255.00. Para poder ejecutar el plan de mejora se invierte en los siguientes puntos.

Tabla 5. Costo de Inversión en mejoras

Servicio y/o materiales	Costos
Puntos de acopio, contenedores	\$ 400.00
Traslado hacia punto de operador RAEE	\$ 550.00
Horas hombre y espacio de almacén	\$ 1500.00
Sensibilización y capacitación al Personal	\$ 500.00
TOTAL	\$ 2950.00

Se tiene una relación de beneficio costo de: $(29255/2950) = 9,91$ y una recuperación del $(29255/277823.8) * 100 = 10,5\%$ de inversión en equipos, equivalente a recuperar en 1,26 meses.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Al evidenciar que no cuentan con un proceso de Clasificación de aparatos electrónicos RAEE, en uno de sus clientes mineros, se logró clasificar en seis grupos denominados G1, G2, G3, G4, G5, G6, de acuerdo a la normativa RAEE, gracias a toda la indagación obtenida se llegó a determinar el proceso de clasificación actual, el cual será un proceso de estudio para evolucionar la gestión de los aparatos eléctricos teniendo como prioridad la generación de ahorros para la empresa, tal como lo efectuó (Vargas,2017) quien realizó una estimación de la probable generación de residuos con base a una metodología, clasificando de una manera cuantificable, siguiendo los procesos según normativa.

Al determinar los equipos que necesitan RAEE en el proceso de reciclaje se logra identificar los siguientes equipos: Belt Frequency Meter, Medidor De Frecuencia De Fajas, Calentador De Inducción Para Cambio De Rodamientos, Cámara Termográfica, Equipo Analizador Explorer 4000, Equipo De Alineamiento De Ejes, Equipo De Medición Elongación, Equipo De Ultrasonido Ut, Para Inspección Por Ultrasonido Convencional, Equipo De Videoscopia, Equipo Omniscan Mx2, Equipo de Medición De Ultrasonido Propagado En El Aire, Inspector 400 De Ultrasonido, Termómetro Infrarrojo. Estos equipos necesitan RAEE y seguir los lineamientos del proceso de logística inversa que se plantean en este trabajo, esto es concordante con (Landa, 2019) quien elaboró recomendaciones para que cumplan con el reglamento y mejorar el manejo de logística inversa, las cuales logró identificar los equipos electrodomésticos que necesitan RAEE, obteniendo beneficios para la empresa.

Se elaboró un proceso de logística inversa que organiza la recuperación de disposición, desensamblaje de accesorios y reparación para el mantenimiento de los equipos AEE tal como lo hizo (Castillo, 2017) en su estudio de recuperación de botellas de vidrio quien tuvo una mejora de 7 puntos porcentuales en la tasa de retorno de envases promedio mensual además logró reducir lo invertido en compra de nuevos envases.

En la actualidad mundial se generan aproximadamente 50 millones de toneladas de basura electrónica y lamentablemente una gran parte de estos, no son gestionados correctamente ni del todo responsable cuando estos aparatos llegan al final de su vida útil, es por ello que se realiza una gestión de RAEE logrando beneficios económico favorables hasta con el 10,5% esto coincide con el estudio de (De la cruz, 2019)

Al evaluar el beneficio/costo de la implementación de la logística inversa se realizaron los cálculos correspondientes para dicha implementación, lograron identificar un beneficio anual de \$29,255.00, teniendo como retorno de inversión en un tiempo 1,26 meses.

Al identificar el impacto que genera el no reciclar correctamente los aparatos electrónicos clasificados en categorías se evidencia el daño que causan los metales férricos, metales no férricos plásticos, vidrios entre otros. El impacto que ocasiona al medio ambiente los metales férricos se encuentra entre 19% hasta 61% de acuerdo a la categoría RAEE,

mientras que los metales no férricos van de 1% a 7%, los vidrios tienen un lugar de 3 y 4%, los plásticos de acuerdo a clasificación impactan desde un 9% a 48% y otros materiales entre 20 a 32% de impacto ambiental. (Meza, 2018)

CONCLUSIONES

Al diseñar el plan de mejora de logística inversa de equipos RAEE, se logra establecer una serie de lineamientos, como lo es el conocimiento del Reglamento RAEE y sensibilización, determinación de equipos RAEE, Posibles estrategias de acopio, identificación del operador RAEE, proceso de logística inversa, inversión y cálculo del beneficio de esta manera se diseña el plan de logística inversa con una serie de pasos a seguir para contribuir con la empresa en estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bustos F., Carlos E. (2015). La logística inversa como fuente de producción sostenible. *Actualidad Contable Faces*, 18 (30), 7-32. [Fecha de Consulta 9 de abril de 2021].
ISSN: 1316-8533. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25739666002>
- Castillo Liseth (2017) Mejora de la gestión de logística inversa en envases de vidrio para reducción de compra de envases nuevos. Tesis en USIL. disponible en
http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3259/1/2017_Castillo-Garibay.pdf
- De La Cruz K & Rojas L. (2019). Situación global de la industria de minería urbana formal de los RAEE y su impacto en el Perú. Repositorio UPC. [En línea] 2019.
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625688/DeLaCruz_SK.pdf?sequence=8&isAllowed=y
- ESPINO RODRÍGUEZ, TOMÁS FCO. (2003). El outsourcing y su influencia en los objetivos de la estrategia de operaciones. Una aplicación empírica. *Cuadernos de Gestión*, 3 (1-2), 83-99. [Fecha de Consulta 16 de abril de 2021]. ISSN: 1131-6837.
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274323095005>
- Landa Hurtado (2019) Análisis de la cadena de suministros de los RAEE en el Perú 2013-2017. Repositorio UCP. [En línea] 2019.
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626003/LandaH_R.pdf?sequence=3&isAllowed=y..
- MAAMA (2016) Requisitos técnicos instalaciones de tratamiento de rae. Ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente. Gobierno de España v2.disponible en:
https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/rqtecnicosinsttratamientoraee-v2_tcm30-185564.pdf
- Meza, Yurico (2018). Gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y su impacto ambiental en la provincia de yauli departamento de Junín. repositorio UNFV. [En línea] 2018. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2298>
- MTC (2019). Servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos generales, peligrosos y de aparatos eléctricos y electrónicos y su plan de gestión de actividades para determinar la contribución de emisiones de gases de efecto
- Revista de Investigación en Gestión Industrial, Ambiental, Seguridad y Salud en el Trabajo*
ISSN: 2711-2934 DOI: <https://doi.org/10.34893/65f8-fa28>

invernadero de sus operaciones Ministerio de transportes y comunicaciones.
Gobierno del Perú

MINAN (2012) Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Gobierno del Perú. 1ra edición. Disponible en : <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/REGLAMENTO-RAEE-X5.pdf>

OLARTE C., WILLIAM y BOTERO A., MARCELA y CAÑÓN A., BENHUR (2010). TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA. *Scientia Et Technica*, XVI (45), 223-226. [Fecha de Consulta 19 de abril de 2021]. ISSN: 0122-1701. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917249041>

Pagán Martínez, Marta y Tonelli Silveira Dias, Karina y Silva Braga Junior, Sergio y da Silva, Dirceu (2017). La logística inversa como herramienta para la gestión de residuos de los supermercados de venta al por menor. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 6 (3), 150-165. [Fecha de Consulta 9 de abril de 2021]. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=471655316011>

Ramírez, Antonio Mihi (2007). Nuevos beneficios de la logística inversa para empresas europeas y colombianas. *Universidad & Empresa*, 6 (12), 48-61. [Fecha de Consulta 9 de abril de 2021]. ISSN: 0124-4639. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187217411005>

Rubio, Sergio (2003) el sistema de logística inversa en la empresa: análisis y aplicaciones. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura. España. disponible en : <https://biblioteca.unex.es/tesis/8477236135.PDF>

Santos López, Félix Melchor y Santos De la Cruz, Eulogio (2010). Aplicación de un modelo para la implementación de logística inversa en la etapa productiva. *Datos Industriales*, 13 (1), 32-39. [Fecha de Consulta 9 de abril de 2021]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81619989005>

Vargas Fernando (2017). Gestión ambiental del manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) provenientes de la comercialización en tiendas por departamento. Repositorio PUCP. [En línea] 19 de Julio de 2017. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9107>