

EMPLEO DE LA IA EN LA TOMA DE DECISIONES PARA LA COMERCIALIZACIÓN DEL CIENO RESIDUAL DEL GAS ACETILENO EN BASE A LA ECONOMIA CIRCULAR.

USE OF IA IN THE TAKING OF DECISIONS FOR THE COMMERCIALIZATION OF THE RESIDUAL SILT OF GA ACETYLENE BASED ON THE CIRCULAR ECONOMY.

Autores:

Ing. Oscar S. Acuña González.

Profesor Asistente.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2346-3716>.

Ingeniero Constructor.

Centro Universitario Municipal Jovellanos. Cuba.

Dirección. Post.: Calle 15 No. 1612 e/ Ave. 16 y 18. Jovellanos. Matanzas. Cuba.

email: oscar.acuna@umcc.cu T. Móvil: 59251097.

- Lic: María de los Angeles Quirantes Bouza.

Profesora Asistente. ORCID: 0000-0002-773-4594 email: mari.quirantes@umcc.cu

Centro Universitario Municipal Jovellanos. Cuba.

- Lic: Herminia Rosa Secada Cárdenas. Profesora Asistente. ORCID: 0000-0002-7510-6606 email: mari.quirantes@umcc.cu

Resumen

En la producción de gases combustibles en ambiente industrial, se genera un nivel muy importante de residuales líquidos que provienen del proceso productivo, los cuales no son tratados ni reciclados para su empleo ulterior en otras producciones. Esto es un problema medioambiental que data desde fechas anteriores a 1959 en Cuba. Tal es el caso del cieno

residual proveniente de la producción del gas acetileno. Este residual rico en Carbonato de Calcio y otros materiales, posee disímiles empleos en las actividades económicas del territorio y el país y, sin embargo, no se procede por las autoridades locales o empresariales a buscarle soluciones adecuadas de comercialización como materia prima para otras producciones o para el uso directo en la agricultura. El volumen de dicho residual equivale al 80 % de la materia prima utilizada (Carburo de Calcio que es de importación), y como el proceso productivo no contempla su reutilización, el 80 % del costo de la materia prima se pierde en las lagunas de decantación, que constituyen focos potenciales de contaminación ambiental. Con la presente investigación, nos proponemos dar una solución desde la IA, para la toma de decisiones en la entidad productiva, con el objetivo de buscar soluciones óptimas para su comercialización incluyendo las técnicas de economía circular, que nos permita a la vez, monitorear el proceso productivo en busca de hacerlo más rentable, limpio y eficiente.

Palabras Claves: Cieno, impacto ambiental, comercialización, agricultura, materiales alternativos.

Abstract

In the production of combustible gases in industrial atmosphere, a very important level of residual liquids is generated that come of the productive process, which are not treated neither recycled for its ulterior employment in other productions. This is an environmental problem that dates from dates previous to 1959 in Cuba. Such it is the case of the residual silt coming from the production of the gas acetylene. This residual one rich in Carbonate of Calcium and other materials, it possesses dissimilar employments in the economic activities of the territory and the country and, however, you doesn't proceed for the local or managerial authorities to look for him you solve appropriate of commercialization like matter prevails for other productions or for the direct use in the agriculture. The volume of having said residual it is equal to 80% of the matter it prevails used (Carbide of Calcium that is of import), and as the productive process it doesn't contemplate their reutilization, 80% of the cost of the matter it prevails he/she gets lost in the decantation lagoons that constitute potential focuses of environmental contamination. With the present investigation, we intend to give a solution from the IA, for the taking of decisions in the productive entity, with the objective of looking for good solutions for their commercialization

including the techniques of circular economy that it allows us at the same time, monitorial the productive process in search of making it more profitable, clean and efficient.

Key words: Silt, environmental impact, commercialization, agriculture, alternative materials.

1) INTRODUCCIÓN.

Los antecedentes del “no uso” de los residuales generados por procesos productivos industriales, agrícolas o de cualquier índole, nos sitúan en una época varios siglos antes de nuestra era, los cuales han generado y aún generan innumerables daños al medioambiente.

Nuestro país no escapa a esta situación y aunque exista un contexto jurídico facilitador encaminado a resolver este problema, no es asumido por las entidades estatales y no estatales de forma resuelta, lo cual nos conduce a ver en el desarrollo de las fuerzas productivas un final necesario, positivo, pero con un costo alto para la biodiversidad.

En Cuba, por ejemplo, existe una política estatal encaminada hacia la Economía Circular, en la que acertadamente se da solución parcial a las emisiones de residuales líquidos y sólidos en interés de reutilizarlos como fuentes de materias primas para otras producciones, o como combustibles para la generación de energía eléctrica y calórica, no obstante existen importantes cantidades de residuales líquidos que son vertidos de forma “controlada o no”, a diferentes escenarios medioambientales, generando daños a veces no estudiados, que a lo largo de los años no se les impone una solución y traen importantes afectaciones a los ecosistemas, tal es el caso de la generación en cantidades significativas del cieno residual producto del proceso de producción en ambiente industrial del gas acetileno, en el que nuestro municipio está seriamente comprometido, sin que hasta el momento se tomen decisiones adecuadas y sostenibles para la reducción de los inventarios existentes mediante la comercialización en estado natural o luego de procesado.

Este residual, altamente cáustico, formado en más de un 92 % por Carbonato de Calcio, que se viene generando desde antes del 01/01/59, y se deposita generalmente en forma libre sobre la

superficie del terreno, con la excepción de algunas plantas productoras de acetileno que lo han ido acumulando a lo largo de los años en lagunas de decantación, asentadas directamente sobre el terreno, con un ambiente descontrolado sobre las infiltraciones hacia los estratos acuosos de los territorios, como podemos verlo en el Taller de la UEB de Gases Industriales de Jovellanos(Ver Anexo No. 1). Sin embargo, en otras plantas productoras del país esta realidad es bien distinta, la producción del gas, genera una significativa cantidad de cieno residual, afectando el medio ambiente (Ver Anexo No. 2) y no está controlado en un reservorio que evite su circulación libre sobre el terreno.

Estamos entonces en un problema muy serio que requiere de la educación de todos los factores que inciden en este problema, Hay un viejo proverbio chino que dice: “Si tu plan es un año, siembra arroz, si tu plan es a 10 años, siembra árboles, si tu plan es a 100 años, educa a tu comunidad” (Juan Verde. Presidente de ALF)

Podemos entonces preguntarnos *¿por qué en la estrategia de recuperación de materias primas del país, liderada por la Empresa de Recuperación de Materias Primas del GESIME, perteneciente al MINDUS, no aparece la recuperación de este producto?*

Los países desarrollados de América, Europa, Asia y África, aprovechan este producto generalmente de forma natural, es decir, tal y como lo obtienen del proceso productivo, y un alto % va destinado a la aplicación en los terrenos de cultivo para diferentes especies de gramíneas, viandas y hortalizas del Carbonato de Calcio, en un proceso que suele llamársele “calar”, como por ejemplo, la caña de azúcar, lo cual en Cuba consume una cantidad significativa de este producto “sin embargo”, nosotros, con todos los problemas que tenemos con la obtención de los combustibles, destinamos fábricas altamente consumidoras de energía para la producción del Carbonato de Calcio mientras que en otras plantas, es un residual que hasta ahora prácticamente no se emplea.

Es evidente entonces que algo no anda bien a nivel estratégico, tanto en el territorio como en el país, lo cual nos plantea una “contradicción existente” entre la necesidad de tomar decisiones que les permita comercializar el residual obtenido de estos procesos, desde el marco de la

Economía Circular y la inexistencia de una adecuada y efectiva herramienta para la toma de decisiones en el entorno empresarial.

Este entorno empresarial que, teniendo posibilidades, no alinea sus bases de datos y su infraestructura comercial y de dirección con el fin de trazar una política que permita redireccionar la línea de interés sobre el tema, en virtud de alcanzar una comercialización efectiva, oportuna y sostenible de ese residual que logre en primer lugar, reducir sus existencias y en segundo lugar aprovecharlo como fuente de materias primas para otras producciones.

De ahí que estamos ante un Problema Científico que resolver, *¿Cómo lograr una herramienta eficaz para la toma de decisiones, que nos permita reutilizar el ceno residual del acetileno en base a la economía circular?*

A partir de esta realidad podemos proponernos la solución de esta problemática a partir del siguiente Objetivo General: *Proponer una herramienta para la toma de decisiones que le permita a la entidad, solucionar la acumulación del ceno residual de la producción de acetileno en base a la Economía Circular.*

Un análisis cualitativo simple del ceno residual, nos expone que, a partir de su composición, podemos perfilar con más nitidez los aspectos que deben conformar la estructura de esta herramienta que necesitamos, para lo cual nos proponemos los siguientes Objetivos Específicos:

- 1) *Evaluar las características químicas del ceno residual de la producción del gas acetileno.*
- 2) *Identificar los usos posibles de este residual en el marco territorial y nacional a partir de estudios en ambiente de laboratorio y de pruebas de campo.*
- 3) *Establecer qué herramienta seleccionar para la toma de decisiones en la UEB, apoyándonos en la IA, que permita direccionar la comercialización del ceno residual en el marco de la Economía Circular para la entidad y el territorio.*

De forma particular veremos en la investigación:

1. El Campo de Acción lo centraremos en el diseño de un proceso productivo más eficiente, rentable y limpio.

2. *Los Resultados esperados de ésta investigación*, se dirigen a alcanzar una herramienta viable que permita comercializar el residual de forma sostenible a fin de impedir en general, su acumulación.
3. El *Valor Económico de la investigación* está en lograr una mayor rentabilidad del proceso productivo al recuperar el costo del Carburo de Calcio empleado por la comercialización del residual, disminuyendo el Período de Recuperación de la inversión, basado en la Economía Circular.
4. El *Valor Sociales* alto, al permitir de forma segura la protección del medio ambiente en el entorno inmediato y mediato de la planta de producción y por ende del municipio, así como el de *incrementar la oferta de empleo para la población del territorio*.
5. El *Valor Científico Técnico de la investigación*, se manifiesta en el aporte de *los criterios de diseño de una herramienta para la toma de decisiones mediante la IA*, que garantice de forma sostenible la comercialización del residual generado por el proceso de producción industrial del gas Acetileno de forma más eficiente, limpia y rentable *en el marco de la Economía Circular*.

1. Métodos de Investigación que emplearemos:

- ***Teóricos:***

- a) Inducción- deducción donde se promueve la necesidad de incorporar el residual de Cieno de Hidróxido de Calcio al proceso productivo.
- b) Análisis – síntesis, al realizarse un análisis minucioso de la bibliografía y la síntesis de datos de interés.

- ***Empíricos:***

- a) Entrevistas, en las empresas y entidades vinculadas al tema que se aborda para la obtención de información.
- b) Observación, para identificar la zona de interés donde ubicar el diseño de las nuevas áreas para la ejecución de otras producciones o para el procesamiento del residual como material alternativo en forma natural.

2. DESARROLLO.

MATERIALES.

1. Características químicas del cieno residual del gas acetileno.

Como hemos comentado anteriormente, este residual en esencia se constituye por Hidróxido de Calcio, por lo que procuramos la composición química del producto, con la realización de los análisis de laboratorio ejecutados por CIIQ, del Grupo Empresarial GESIME (Ver Anexo No. 3), donde se observa como cuestión significativa los *3037.0 mg/lt.* (92 % del residual) como contenido de Carbonato de Calcio.

Fueron solicitados otros estudios a instituciones especializadas para precisar según las características químicas del cieno, en qué usos pudiéramos proponerlo como materia prima o directamente en su forma natural.

Entre estas instituciones están:

- Laboratorio químico de la Universidad Central de las Villas “Martha Abreu”.
- Laboratorio clínico de la Facultad de Ciencias Médicas de Santa Clara.
- Laboratorio químico de la Universidad de Sancti Spiritus “José Martí Pérez”.
- Laboratorio químico de la Universidad de Santiago de Cuba.
- Laboratorio químico de la Empresa Minera de Holguín (con el uso de tecnología nuclear)
- Laboratorio químico Labet de GESIME.
- Instituto de suelos, pastos y forrajes “Indio Hatuey”.
- Laboratorio de Control de Calidad de los materiales de la construcción CEDECA. MICONS. Entre otros.

direccionados a precisar la posibilidad de ser empleado como materia prima para producciones en diferentes direcciones de interés territorial y nacional, así como su posible exportación.

2. Identificar los usos posibles de este residual en el marco territorial y nacional a partir de estudios en ambiente de laboratorio y de pruebas de campo.

Como consecuencia de los estudios anteriores, este producto permite ser empleado como materia prima para la producción en:

a. La agricultura:

1. Mejoramiento de suelos afectados por la salinidad en planes arroceros.
2. Balance ácido-básico de los suelos (Ver Anexo No. 4)
3. Sustitución de pesticidas tradicionales en el cultivo del tomate.

4. Control de la Mosca Blanca en sustitución del hidrato de la cal.
5. Desinfección de zeopónicos en sustitución de la Formolina al 5 %.
6. Control de plagas en viveros agrícolas (en la erradicación de caracoles)
7. En la producción del “Caldo de Calcio” para la estimulación de la producción de frijoles

b. La construcción.

1. Producción de bloques de hormigón de 0.15 m (Guanajay) con las *ventajas* siguientes:
 - Ahorro de 3.5 kg de áridos / bloques.
 - Disminución de 2.82 kg de peso / bloque.
 - Ahorro del 10% del cemento a emplear.
2. Mezcla de repellos de todo tipo (grueso, fino y para azulejado)
 - Producción de “capping” para resistencia a compresión de los bloques con ahorro del 50% de cemento usado tradicionalmente.
3. Producción de pinturas base acuosa, vinílica y cementosa.

c. Aplicación en bienes de consumo materiales, médicos y domésticos

1. Producción de duelas para aislamiento de tuberías calientes.
2. Producción de Tizas para el curso escolar.
3. Elaboración de Yeso para uso artístico.
4. Fabricación de vendas para fracturas óseas, en sustitución del yeso
5. Conformación de mezcla para moldes de prótesis dentales.

d. Aplicación en salud y alimentación animal.

1. Molusquicida contra hospederos inmediatos (caracol) de la fasciolosis hepática en sustitución del sulfato de cobre y el nitrato de amonio.
2. Aporte mineral para mejorar eficiencia reproductiva en el ganado vacuno mezclando cieno con alimento que trae:
 - Aumento del contenido hemático en Ca, Fe, Zn y Cu
 - Aumento del número de vacas en celos.
3. Tratamiento en forma de pasta a las patas del ganado ovino para tratar la Pododermatitis necrótica logrando un 95 % de recuperación y un 100 % de prevención además de endurecer las pezuñas.
 - a. Suplemento de dietas para gallinas reproductoras y pollos de ceba (aumento del 5% en la producción de huevos) con las *ventajas* siguientes:

- Aumento diario de peso de 90 gr /día/ave.
- e. Uso Internacional.
- a) En la prevención de:
- La gripe aviar.
 - Peste equina africana.
 - Enfermedad de Aujeszki o pseudorrabia.
 - Brucelosis (bovina, porcina, caprina y ovina)
 - Fiebre aftosa.
 - Enfermedad de Newcastle.
- b) En *baños sarnicidas* para el ganado vacuno y lanar (unido al azufre y el agua).
- c) En *tratamiento de la tricofitosis del ternero* en sustitución del sulfato de cobre, logrando el 90 % de recuperación en 14 días y el otro 10 % en los 14 días complementarios.

3. MÉTODOS.

A. *Selección de una herramienta para la toma de decisiones en la UEB que permita direccionar la comercialización del cieno residual en el marco de la Economía Circular para la entidad y el territorio.*

En su obra, "La alternativa es la sociedad socialista del conocimiento", se plantea que "*Detener un modelo socialista dentro de un mundo tan adverso necesita de mucho conocimiento, y eso sería la antítesis de lo que pudiéramos llamar el capitalismo cognitivo o la sociedad capitalista del conocimiento. Hay que construir un modelo socialista cada vez más basado en el conocimiento y la tecnología.*" (NúñezJover. Kenneth Fowler. 2002), el autor nos hace una reflexión sobre la necesidad de aplicar la ciencia y la técnica en los sistemas productivos y de servicio, como meta insoslayable para alcanzar un futuro adecuado a las necesidades de nuestro país.

De ahí el razonamiento de que en su artículo "La industria 4.0 socialista".(Agustín Lage Dávila. 2022)nos señala que..." *Las formas de gestión cambian, pero el protagonismo de las empresas estatales socialistas no debe cambiar. En el contexto empresarial cubano tenemos hoy más herramientas que en los años 80s. Crear un contexto jurídico facilitador es condición*

necesaria(y se está haciendo), pero no es una condición suficiente. Nuevas empresas tendrán que surgir, tecnológicamente diversas, y cada una tendrá que diseñar su camino hacia la rentabilidad". Semejantes análisis, nos brindan la necesidad de precisar herramientas que nos permitan en el más breve tiempo tomar decisiones en el proceso productivo o en su comercialización.

La toma de decisiones es un proceso inherente a las empresas y emprendedores. Cada día en el entorno laboral se deben tomar decisiones estratégicas, operativas, direccionales, rutinarias, individuales y de riesgo, entre otras. Sin embargo, este proceso no siempre es sencillo y tiene muchas aristas que pueden hacer que la situación se complique. Por ello, lo recomendable es hacer uso de las mejores herramientas para la toma de decisiones, vinculándolas a la IA.

Técnicas para tomar decisiones como el Análisis FODA, Análisis PESTEL o el Diagrama de Pareto están ganando popularidad en los últimos tiempos por sus grandes beneficios.

Asimismo, los constantes cambios en las metodologías de trabajo hacen que sean cada vez más frecuentes empezar con la utilización de estas herramientas, modelos y técnicas para la toma de decisiones.

La toma de decisiones se define como *un proceso donde **una persona puede elegir entre diferentes opciones** o formas posibles de solucionar un problema. En ese sentido, pueden darle dirección a un camino concreto a seguir.*

A nivel gerencial o empresarial, la toma de decisiones, por lo general, está a cargo de aquella persona que ocupe el rol de líder. Ahora bien, todos los empleados, en mayor o menor medida, también participan en la toma de decisiones en la empresa y estas elecciones son las que permiten cumplir las metas al final del mes

En el contexto organizacional, la ciencia administrativa divide la toma de decisiones en tres niveles jerárquicos:

- **Estratégica:** Incluye la planificación global de toda la empresa.
- **Táctica:** Incorpora las decisiones propias de los subsistemas gerenciales.
- **Operativas:** Estas decisiones tienen que ver con el desarrollo de operaciones rutinarias.

También pueden estar clasificadas según su grado de importancia, es decir, si son trascendentales para la operatividad de la empresa o no.

En la toma de decisiones, además, se involucra el estilo personal de cada individuo. De esta forma, las características individuales y las habilidades laborales pueden influir en la resolución de un problema o conflicto, así como en la técnica para la toma de decisiones que finalmente se aplique. Los cuatro estilos para la toma de decisiones son los siguientes:

- **Directivo:** Se destaca por la prevalencia de un modo de pensar completamente racional.
- **Analítico:** Como su nombre lo indica, este tipo de personas necesitan analizar diferentes perspectivas sobre un problema, tienen un pensamiento racional, pero a diferencia del estilo directivo, poseen mayor tolerancia con la ambigüedad.
- **Conceptual:** Este tipo de personas tienen una manera de pensar bastante intuitiva.
- **Conductual:** Quienes tienen este estilo suelen estar abiertas a las opiniones de otros, reciben sugerencias, son intuitivas y buscan trabajar en equipo.

Siempre debemos tener presente que, para conformar una potente Base de Datos, estaremos conformando un Lago de Datos que podemos definirlo como: *Repositorio de datos central, que ayuda a abordar los problemas relacionados con los silos de datos*. Es importante destacar que un Lago de Datos, almacena grandes cantidades de elementos sin procesar en su formato original. Ese formato podría ser: estructurado, no estructurado o semiestructurado. Para que se tenga una idea de la importancia de este nuevo concepto, se estima que el valor del mercado de los Lagos de Datos para el año 2026 será de 17, 600 Millones de dólares.

La **sinéctica** es una técnica que da rienda suelta a nuestra creatividad, como el *Lean Startup*, el *Design Sprint* o la *Lluvia de ideas*. (Gordon), existe una llave maestra al momento de aplicar estas **técnicas de creatividad**: la capacidad para percibir y utilizar lo que aparentemente es irrelevante, exponiéndose a que esta técnica para generar ideas tiene dos principios fundamentales: **Volver conocido lo extraño, y volver extraño lo conocido**. Para lograrlo, es necesario «confiar en las cosas que son ajenas y enajenar las cosas en las que confías». También sugiere el uso de *equipos de alto rendimiento multidisciplinarios*, donde se pueden aportar ideas desde diferentes perspectivas, por lo que la **sinéctica** nos enseña a *enfrentar la complejidad, la incertidumbre y las contradicciones aparentes*, logrando desbloquear nuestro **proceso creativo**,

liberando el pensamiento irracional y dejando fluir el inconsciente para que surjan soluciones creativas.

B. Pasos claves en una toma de decisiones.

a. Tener un contexto claro

Uno de los primeros pasos para la toma de decisiones exitosas es *tener un contexto claro acerca de todo el conflicto o problemática a resolver*. El objetivo es que se recopile tanta información como sea posible.

b. Generar alternativas

La toma de decisiones se basa, prácticamente, en elegir entre diversas opciones que se muestran *como una solución viable*.

c. Evaluar todas las alternativas.

Este tercer paso tiene que establecer los criterios que permitan el análisis y la evaluación de la *pertinencia, eficacia, seguridad, viabilidad, operatividad y costos*, entre otros, de aplicar una alternativa por encima de otras. Es posible que en este paso muchas alternativas muten, se combinen o se eliminen completamente hasta dar paso a una solución ganadora.

d. Equilibra razón y emociones

Este es uno los pasos claves en la toma de decisiones, al balancear las razones y las emociones. *tener inteligencia emocional* al momento de hacer uso de los modelos y herramientas para la toma de decisiones es de gran utilidad, para lo cual debemos plantearnos las alternativas y el objetivo final.

Uno de los métodos más prácticos y que vamos a proponer en nuestro análisis parte del Diagrama de Flujos con sus partes componentes: Inicio de diagrama, Realización de actividad, Actividad de control, Conexión entre partes, Toma de decisiones y Flujo.

Los diagramas de flujos se inventaron a principios del siglo XX, y se le atribuye a Frank Gilbreth, (ASME. 1921), Las aplicaciones de este tipo de herramienta son absolutamente variadas: desde

procesos cognitivos de toma de decisión para el diseño de complejas piezas de software y procesos automatizados. El buen diagrama de flujo está en que debe ser evidente, con poca ambigüedad.

En resumen, se le llama diagrama de flujo o diagrama de actividades a una forma de representación gráfica de un algoritmo o un proceso determinado, frecuentemente empleada en disciplinas diversas como la programación informática, la economía, los procesos industriales y la *psicología cognitiva*.

Entre los Diagramas de Flujos proponemos el DIAGRAMA DE FLUJO VERTICAL, muy utilizado para estos menesteres, no obstante existir otros modelos como el *Horizontal*, el *Panorámico* y el *Arquitectónico*.

¿Qué ventajas nos trae el empleo de un *Diagrama de Flujos* para estructurar la herramienta propuesta? Entre otras están:

1. Los diagramas de flujo favorecen la comprensión visual de los procesos.
2. Ilustran modelos y procesos profesionales de manera creativa.
3. Favorecen la comprensión visual de los procesos, al representarlos de manera simple.
4. Permiten el estudio detenido de las etapas de los procesos y la definición de los instantes problemáticos o riesgosos, sin tener que contemplarlos en vivo.
5. Sirven el propósito pedagógico de educar empleados recientes.

No obstante, también tienen desventajas entre las que están:

1. Los diagramas de flujo pueden ser muy laboriosos en su elaboración.
2. Su aparente sencillez puede enmascarar variables de tipo impredecible o contextual que solo pueden verse *in situ*.
3. No sirven para representar todo tipo de procesos, o bien se quedan cortos en algunos casos de extrema complejidad.
4. Pueden ser laboriosos en su elaboración, dado que carecen de la capacidad sintética de la palabra escrita.
5. Un error en la simbología puede hacer inviable el diagrama entero.

3. Herramientas para la toma de decisiones

Entre las más usadas están:

1. *Análisis FODA.*

El análisis FODA es una de las *herramientas para tomar decisiones ideales para construir estrategias*.

2. *Diagrama de Pareto.*

El Diagrama de Pareto es una de las herramientas cuantitativas para la toma de decisiones. *Mediante una gráfica se puede asignar un orden de prioridades.*

3. *Árbol de decisión*

Técnica que puede ser vista como una de las herramientas de apoyo para la toma de decisiones.

4. *Diagrama de Ishikawa*

Se basa en la premisa de que *todo problema tiene una causa*. Se compone de: la **cabeza** (los problemas), **espinas** (causas que provocan el problema) y las **espinas menores** (causas menores).

5. *Técnica de los seis sombreros*

La técnica de los seis sombreros se asocia con el pensamiento lateral. Herramienta novedosa, del psicólogo Edward de Bono que permite mejorar la comunicación, *enfocar el pensamiento, llevar a un pensamiento más creativo* y decir cosas sin miedo.

6. *Análisis PESTEL*

Permite hacer *un análisis descriptivo del contexto de la empresa*. Exige disponer de equipos de alto rendimiento y tomar en cuenta elementos como: *el tipo de gobierno, la estabilidad gubernamental; datos macroeconómicos, etc.*

7. *Tabla T o T-Chart.*

Esta herramienta para la toma de decisiones permite *separar la información en columnas con el propósito de establecer una comparación o separar para distinguir la información en grupo*. Es versátil, básica y fácil, siendo usada por todos los miembros del equipo. También se puede adaptar a distintos tipos de organizaciones.

8. *Big Data.*

Es la herramienta tecnológica para la toma de decisiones gerenciales. Mediante la automatización de procesos *podría agilizar las operaciones internas de una empresa*.

9. Matriz de decisión.

La *Matriz de Decisión o Matriz de Pugh*, contribuye a que se pueda elegir la mejor opción entre diferentes alternativas comparables.

10. Lluvia de ideas

Esta técnica *permite el rápido surgimiento de nuevas ideas* sobre un tema o problema determinado.

Inteligencia artificial frente a Inteligencia humana

Hasta aquí, estamos proponiendo emplear técnicas y herramientas que se ajusta a la Inteligencia Artificial (IA), de la cual conocemos que a la llegada de la IA al público general, ha supuesto el comienzo de un debate sobre si es posible que este sistema automático sustituya a la inteligencia humana.

Múltiples autores, desde Noam Chomsky hasta los filósofos epistemólogos, plantean una serie de dudas sobre este asunto: Chomsky detecta en ella *la banalidad del mal de la filósofa Hannah Arendt*, y otros consideran que *no tiene capacidad para los juicios abductivos de nuestra mente*, es decir, *para la generación de nuevas lógicas en el progreso inesperado de la racionalidad*.

Muchos autores piensan que esta “inteligencia” está lejos de ser creativa, no es generativa, aunque sea capaz de producir textos nuevos en apariencia. Pero realmente, ¿qué diferencia la inteligencia artificial de la inteligencia humana, a secas?

Investigado el asunto, podemos decir que los autores que estudian la inteligencia compositiva o sintética, que es la que puede generar nuevas ideas, tienen establecido que el cerebro humano que procesa información de modo inteligente y creativo realiza tres actividades diferentes:

- *Combinación selectiva*: uniendo y combinando piezas informativas de modos específicos.

- *Comparación selectiva*: proyectando cadenas de asociaciones sobre nuevos contextos, para observar los paralelismos, es decir, realizando analogías y proyecciones metafóricas.
- *Codificación selectiva*: sintetizando, eliminando y puliendo las estructuras hasta que pierden ambigüedad y la información superflua. Este es el principio crucial en los avances inventivos y creadores en todos los campos.

La IA usa toda la información que nosotros mismos volcamos a la red, realiza comparaciones y constantes combinaciones de elementos, siendo capaz de rastrear y presentar composiciones de cualquier tema o texto. El parecido con las operaciones creativas existe, pero hay una diferencia radical. ¿Cuál es?

El matemático francés Henri Poincaré llegó a la conclusión de que el acceso al conocimiento innovador no era una operación mecánica, ni tampoco provenía de la lógica racional. Acceder a una idea provenía de la lógica racional. Acceder a una idea nueva, decía, era un “sentimiento de la forma” de esa innovación.

Según explica en su obra *Ciencia y Método*, cuando descubría soluciones en su búsqueda de avances matemáticos, experimentaba una impresión de forma, que iba inexorablemente unida al descubrimiento, y de cuya captación dependía el posterior desarrollo de todo el avance.

Dicha experiencia podía considerarse estética, y Poincaré llegaba a experimentar la elegancia de la resolución de un problema matemático. ¿Qué quería decir Poincaré?

Los autores que estudian la inteligencia creadora efectivamente registran la paradoja de que cuando se crea una innovación en cualquier campo, se “saca de la nada” un conocimiento que antes no existía. Esta operación no puede generarse de modo automático, ni sistemático. Lo que hay en la invención creadora es un “salto al futuro” mediante un lenguaje nuevo, como explicaba Antoine de Saint-Exupéry en sus Cuadernos.

Sin embargo, Saint-Exupéry nos plantea que, *la relación entre elementos, que es anteriormente impensable e improbable, se construye mediante el lenguaje*. Y esta operación es un fenómeno

que los creadores ven ligado a la visión de un fenómeno de visión repentina de una forma, composición o estructura nuevas.

Solo mediante un lenguaje capaz de combinaciones infinitas de elementos finitos, que puede romper sus propias normas y establecer o moldear nuevos elementos, es posible que se produzcan estos saltos.

Según Poincaré y Saint Exupéry, entonces, la invención no es algo que resulte del compendio automático, ni del resumen de un conjunto profuso de datos, ni siquiera de la experiencia de aprendizaje previo. Se trata de algo diferente que está relacionado con un uso “disruptor” de los lenguajes y los códigos. Es decir, cuando un creador, un investigador o un científico innovan, no siguen patrones de uso habitual ni compilan la información universal. Su selección de elementos puede ser completamente inexplicable. Puede que incluso desconozcan información básica, y ello precisamente les sirva para innovar.

La IA no puede generar información nueva ni usar el lenguaje para generar nuevos pensamientos jamás concebidos por los seres humanos, porque su base de trabajo es lo “ya sabido”, lo ya existente, la información universalmente compartida en la red. *Es un excelente medio para procesar o difundir lo ya sabido, pero no para pensar lo nuevo; sus estructuras y códigos repiten y reiteran lo existente.*

Si lo antes expuesto lo situamos en el marco de la Economía Circular, veremos que trae con ello la prosperidad y una huella socialmente positiva, “... habrá ganadores y perdedores incluso escondiendo o encaneciendo eso... la economía circular no es un sistema neutro, él, se materializará a través de una armazón político-social más amplia. De ahí que las cosas, y las personas pueden trabajar de acuerdo o en la oposición (el Isenhour & Reno,2019) y se observa una necesidad por consiguiente “para asegurar que lo real que se percibió, establece beneficios sociales de un nuevo modelo circular de una manera más fundamental y legítima que simplemente analiza el costo-beneficio tradicional que es una herramienta insuficiente para describir la transformación a un nivel de los sistemas” (Velis,2018, pág. 3). hay por otra parte, un riesgo aplastante de que las prioridades ignoren las preocupaciones sociales.

De manera que, si asumimos una agenda enfocada en el recurso circular y donde se reafirmen las pérdidas, **la economía circular retiene su crecimiento económico proyectado por un estado que representa mal la demanda para el consumo continuo** (el Schröder et al. ,2019), pero con la evidencia empírica limitada por reducir las presiones medioambientales (el Kovacic et al. ,2020; el Parrique et al., 2019). Se reciclarán los materiales, el consumo se trata como una actividad sustentable y así se vuelve no problemática.

Entonces El Reto, va a estar en introducir nuevos conocimientos de economía circular y otros tipos de economía que conlleven a un *cambio de cultura*.

Conocemos que los cambios culturales no se dan con suficiente rapidez, porque requieren formar una *voluntad de cambio*, asignar unos *recursos*, y adquirir *nuevos conocimientos*, que deben ser asimilados hasta convertirlos en herramientas de trabajo diario para lograr los resultados esperados.

Es así como podemos percibir el logro de una economía sostenible, por lo que partiremos entonces de tratar el problema en el marco de la Economía Circular, encaminándonos forzosamente a basarnos en los tres pilares fundamentales de la sostenibilidad:

- La Bioeconomía.
- La Economía Verde
- La Economía circular (Ver Anexo No 5)

Según el Parlamento Europeo (2018), la Economía Circular se conceptualiza como “un modelo de producción y consumo, que implica compartir, arrendar, reutilizar, reparar, rehabilitar y reciclar los materiales y productos existentes el mayor tiempo posible. De esta forma, se amplía el Ciclo de Vida de los productos”.

Dentro de la tendencia de empleo desde una perspectiva global hasta las perspectivas de las empresas y los consumidores, la Economía Circular la ubicamos en las perspectivas de Cadenas de Valor y regiones geográficas (Ver Anexo No. 6)

Debemos estar claros en que *la esencia de la Economía Circular* está en los Modelos de negocios que establezcamos los cuales están constituidos por:

- *El cierre del ciclo de los materiales.*
- *La innovación tecnológica requerida.*
- *Colaboración y aliados del proceso.*

Una Economía Circular implica una cadena completa: Extracción y Producción hasta el consumo y la etapa final de vida de los bienes y servicios, teniendo como máximo objetivo “Maximizar el valor en cada punto de la vida de un producto (Stahel, 2016)”, por tanto, es **un concepto en desarrollo** (lenguaje emergente a nivel global), **es multidimensional** (ambiental, social y económico) y **es sistémica** (tiene diversas escalas, ciclo de vida y gradualidad de la transformación)

Esto hace que la Economía Circular posea diferentes tipologías de los modelos de implementación (Ver Anexo No. 7) y para el interés de esta investigación podemos enmarcarlos en:

- **Modelos de valoración de residuos** donde los residuos son usados en aplicaciones diferentes (en nuestro caso, *aislar los componentes no reciclables y usar los residuos en otras producciones o clientes directos*)
- **Modelos Circulares** donde el material o parte de este es reutilizado en la misma producción (en nuestro caso, *reutilizar el agua del proceso*)
- **Modelos de extender la vida útil** donde se logre con el rediseño del proceso un menor impacto ambiental (en nuestro caso, *procesamiento del residual sólido como materias primas diversas*)

Es evidente que, para lograr realmente estos objetivos, se hace necesario **tomar la decisión** de procesar el ciclo de producción industrial según las normas del **Ecodiseño**, emprendiendo acciones orientadas a la mejora ambiental del producto desde la etapa de diseño (Ver Anexo No. 8)

4. RESULTADOS.

Diagrama de Flujos.

Como base de la herramienta para la toma de decisiones, partimos del *Diagrama de Flujos* del proceso de producción actualmente utilizado del gas acetileno en el taller, el cual comienza en el generador y culmina en la laguna de decantación (Ver Anexo No. 5), luego del análisis del proceso de producción y precisando los detalles de calidad que exigen las normativas existentes para utilizar el cieno como materia prima para diferentes producciones (Ver Anexo No. 7), tuvimos que reconsiderar nuevos aspectos de control a introducir en el Flujo (Ver Anexo No. 6)

Ateniéndonos a las normas para la elaboración de un Diagrama de Flujos resumiremos:

- ***Identificación de las tareas principales del proceso.***
 1. Lograr el procesamiento del cieno para obtener las características normadas para su empleo como materia prima de producciones diversas.
 2. Recuperar el agua del proceso de producción, reincorporándola al mismo, químicamente pura.
 3. Recuperar las sustancias tóxicas del agua del proceso, preservándolas en lugar seguro para su posterior eliminación.
 4. Procesar diariamente el 130 % del volumen de cieno residual generado durante 5 años con el fin de reducir la carga contaminante acumulada en la Laguna de Decantación.
 5. Envasar de forma segura el total del cieno residual procesado, para su comercialización.
 6. Establecer el control de laboratorio sobre el cieno en dos momentos:
 - *Al final del proceso de destilación*, antes de devolver el agua al proceso de producción.
 - *Al final del proceso de molinado* del cieno para verificar su granulometría, antes del secado forzado, y de la humedad, luego del proceso en la torre de secado forzado antes de envasarlo (1 - 3% de humedad máx. permitido)

7. Despacho a los clientes para su comercialización.

- **Objetivos que persigue el Diagrama de Flujos.**

- 1) Lograr con el procesamiento del cieno, los parámetros estándares para su comercialización.
- 2) Determinar según estudio de mercado, los clientes potenciales para la comercialización y contratarlos para la venta.
- 3) Incorporar a los ingresos de la entidad, el producto de las ventas del cieno residual a fin de incrementar la rentabilidad del proceso productivo.
- 4) Reducir al mínimo los gastos por suministro de agua para el proceso productivo.
- 5) Eliminar en 5 años las reservas de cieno acumuladas en la laguna de decantación.
- 6) Establecer la producción de materiales de la construcción (morteros restauradores, pinturas de base cal y vinílicas) en la propia instalación.
- 7) Incorporar a los ingresos de la entidad, el producto de las ventas de los materiales de la construcción elaborados en la instalación, a fin de incrementar la rentabilidad del proceso productivo.
- 8) Reducir la carga contaminante de cieno en la laguna de decantación.
- 9) Incrementar los puestos de trabajo requeridos para la ampliación del proceso productivo.

Nivel de detalle y límites respecto al proceso.

- 1) Se determina utilizar como Diagrama de Flujos el Vertical de los procesos.
- 2) El nivel de detalle se establece en definir los nodos tecnológicos del proceso productivo.
- 3) Los límites respecto al proceso se establecen en:
 - Procesar diariamente el 130% del cieno residual generado, para que cumpla los estándares para su comercialización.
 - Recuperar no menos del 90 % del agua del residual, incorporándola al proceso productivo químicamente pura.
 - Reducción anual del 20% de las reservas acumuladas de cieno en la laguna de decantación.

- Eliminar el 100% de las reservas de cieno acumuladas en la laguna de decantación en un plazo *no superior a los 5 años*.
- Reducir los gastos por suministros de agua destinados a la producción en:
 - No menos del 50% del consumo promedio acumulado mensual para el 1ero y 2do año de puesta en marcha del nuevo proceso.
 - El 90% para el 2do y 3er año de puesta en marcha.
 - El 100% de los gastos por suministros de agua para el 5to año de puesta en marcha.

Con el Diagrama de Flujos propuesto, para el proceso precisamos lo siguiente:

- 1) El procesamiento del cieno permitirá adecuarlo a las características físicas que requiere su uso como materia prima en cuanto a la granulometría y humedad, además de que puede preservarse para su uso en cualidades óptimas a largo plazo paquetizándolo en sacos de nylon o tanquetas (esto constituye el primer elemento de incremento de la rentabilidad por ingreso de la comercialización en condiciones de mercado del cieno).
- 2) Se introduce en este Flujo el tratamiento al agua del residual que actualmente se pierde por evaporación o por infiltración al subsuelo, aislando de forma segura los contaminantes y devolviendo el agua químicamente pura al proceso productivo (esto constituye el segundo elemento de incremento de la rentabilidad por ahorro).
- 3) Se estructura un área de procesamiento del cieno residual para garantizar las características estándar del material y su envase para la comercialización segura.
- 4) Se evalúa y selecciona un grupo de equipos y herramientas de proceso fabril, que en conjunto permite procesar el cieno en forma natural para llevarlo a los parámetros comerciales exigidos, extraer los materiales contaminantes colocándolos en lugar seguro y recuperar el agua para reincorporarla al proceso fabril con un mínimo de pérdidas (Ver Anexo No. 8)

5. CONCLUSIONES.

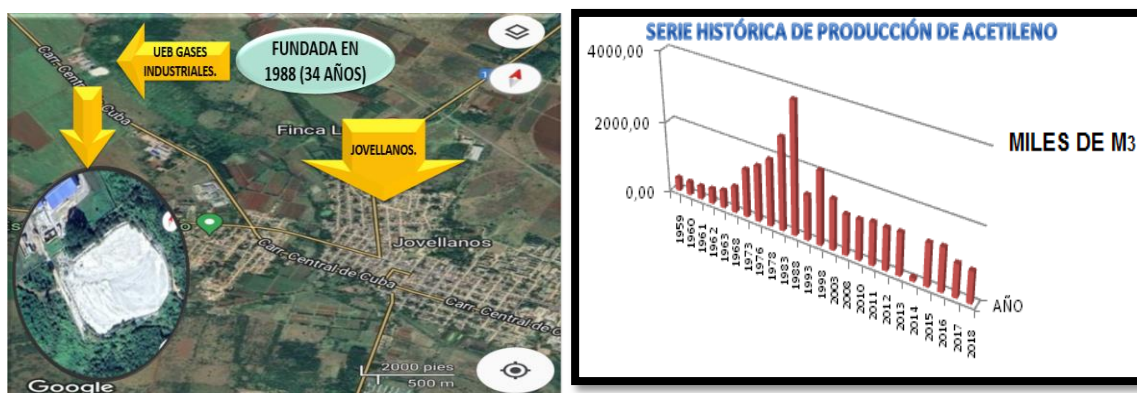
Se cumple el objetivo de proponer una herramienta para la toma de decisiones que le permita a la entidad, solucionar la acumulación del cieno residual de la producción de acetileno en base a la Economía Circular.

Se cumple el objetivo de Evaluar las características químicas del cieno residual de la producción del gas acetileno con la participación de entidades de investigación confiables.

Se cumple el objetivo de identificar los usos posibles de este residual en el marco territorial y nacional a partir de estudios en ambiente de laboratorio y de pruebas de campo.

Se cumple el objetivo de establecer unaherramienta para la toma de decisiones en la UEB, que permita direccionar la comercialización del cieno residual en el marco de la Economía Circular para la entidad y el territorio.

6. ANEXOS.



No. 1. Taller de la UEB Gases Industriales Jovellanos.

No. 2. Serie histórica de

producción de Acetileno en Cuba 1959-2018.

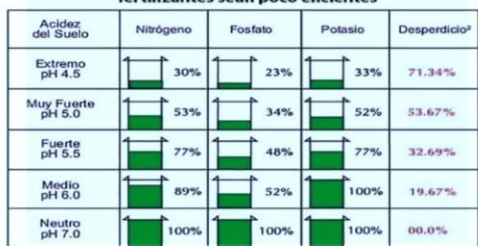
DESCRIPCIÓN.	U/M	MAGNITUD	OBSERVACIONES.
PH		12.5	BÁSICO
BICARBONATO.	Mg / lt	339.0	
CARBONATOS	Mg / lt	3037.0	
CALCIO	Mg / lt	945.0	
MAGNESIO.	Mg / lt	5.0	
SODIO	Mg / lt	25.0	
POTASIO.	Mg / lt	2.0	
CLORUROS	Mg / lt	34.0	
NITRATOS	Mg / lt	1.0	

SULFATOS	Mg / lt	0.1	
SALES SOLUBLES TOTALES	Mg / lt	4387.0	
RESIDUO SECO A 105⁰C	Mg / lt	92.460	
RESIDUO SECO A 600⁰C	Mg / lt	18.315	

Anexo No. 3. Composición química del Cieno.Lab. CIQ, GESIME.

EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES DE ACUERDO AL pH DEL SUELO

Suelos con bajo nivel de pH¹ hacen que los fertilizantes sean poco eficientes

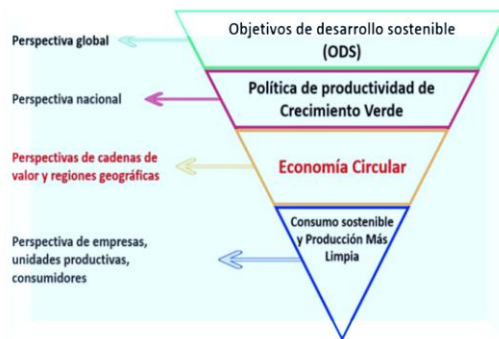
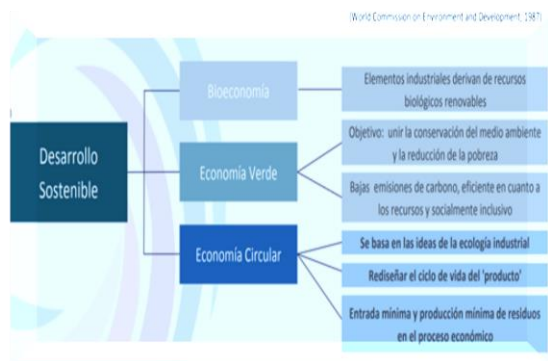


¹ Suelos minerales. ² Desperdicio de Fertilizante

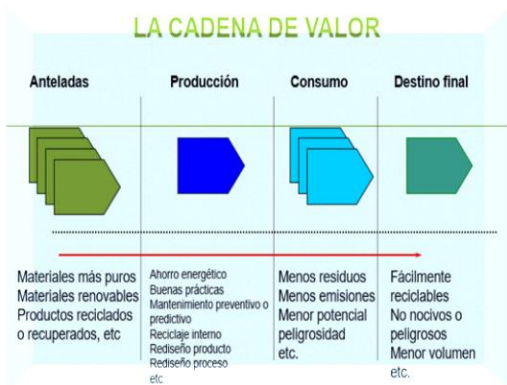
Valores de pH más deseable según cultivos

Cultivo	Intervalo de pH		Cultivo	Intervalo de pH		Cultivo	Intervalo de pH	
	Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo
Aceituna	6.0	7.5	Col	5.5	7.5	Nabo	5.5	8.0
Agrino	6.0	7.5	Col Bruselas	5.7	7.3	Nagel	6.0	8.0
Albaricoque	6.0	7.0	Culiflor	6.0	7.3	Olivo	6.0	8.0
Alfalfa	6.2	7.8	Colza	6.0	7.5	Orquídea	4.0	5.0
Algodón	5.0	6.0	Escarola	5.6	6.7	Papa	4.8	5.5
Agrofito	5.0	6.0	Espinaca	6.2	7.7	Pepino	5.7	7.3
Almendro	6.0	7.0	Espinaca	6.2	7.6	Pera	5.6	7.2
Ajo	6.1	7.4	Festucaovina	4.5	6.0	Pimiento	7.0	8.5
Arroz	5.0	6.5	Festuca	4.5	7.0	Pino	5.0	6.0
Avellano	6.0	7.0	pratinse	5.5	6.0	Plátano	6.0	7.5
Avena	5.0	7.0	Piso	5.5	7.0	Poa pratensis	5.5	7.5
Ballico	6.0	7.0	Frambuesa	6.0	6.5	Rábano	6.0	7.5
Begonia	5.5	7.0	Fresa	5.0	6.0	Remolacha	6.1	7.4
Berenjena	5.4	6.0	Gardenia	6.0	7.5	Rosol	5.5	7.0
Boniato	5.1	6.0	Girasol	5.5	7.2	Saja	6.0	7.0
Briouci	6.0	7.3	Grana	6.0	7.5	Tabaco	5.5	7.5
Cacahuete	5.3	6.8	Guisante	5.6	7.0	Tomate	5.5	7.0
Calabaza	5.6	5.7	Julia	5.5	7.0	Trebol blanco	5.6	7.0
Café azúcar	5.0	6.0	Lachuga	6.0	7.0	Trebol irlandia	5.5	7.0
Castaño	5.0	6.5	Lino	5.5	7.5	Trebol rojo	5.5	7.5
Cebada	6.5	8.0	Malz	5.4	6.8	Trebol violeta	5.7	7.0
Cebolla	6.0	7.0	Manzano	6.5	7.5	Trigo	5.5	7.5
Cedeno	5.0	7.0	Melillo	5.7	7.3	Vasa	5.2	7.0
Cerezo	6.0	7.5	Meion	5.2	6.8	Vid	5.4	6.8
Ciudad	6.0	7.5	Melocotonero	5.7	7.2	Zanahoria	5.7	7.0
			Membrillo					

Anexo No. 4. Acidez del suelo y valores de Ph más deseable según cultivos



Anexo No. 5. Pilares del Desarrollo Sostenible. Anexo No. 6. Nivel de perspectivas para la Economía Circular.



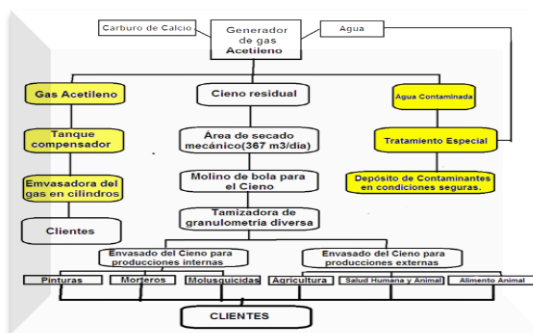
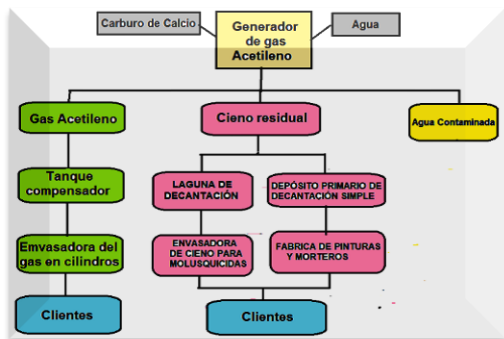
Acciones orientadas a la mejora ambiental del producto en la etapa de diseño mediante:

- la mejora de su función,
- selección de materiales menos impactantes,
- aplicación de procesos producción alternativos,
- mejora en el transporte y en el envase,
- en el uso
- minimización de los impactos en la etapa final de tratamiento.

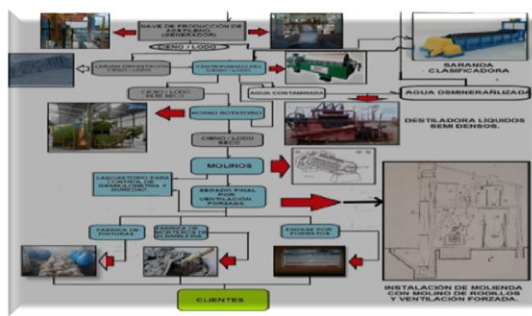
Anexo No. 7. La cadena del Valor.

Anexo

No. 8. Ecodiseño.



Anexo No. 5. Diagrama de Flujo actual de la producción. Anexo No. 6. Diagrama de Flujo propuesto para la producción.

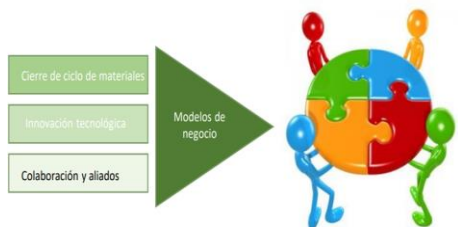


Anexo No. 7. Requisitos de calidad para utilizar el cieno
Flujo del proceso productivo mejorado.

Anexo No. 8. Diagrama de

como materia prima.

La esencia de la Economía Circular



EL RETO

Introducir nuevos conocimientos y herramientas de economía circular y otros tipos de economía que conlleven en un **cambio de la cultura**

Los cambios culturales no se dan con suficiente rapidez, porque requieren formar una **voluntad al cambio**, asignar unos **recursos** y adquirir **nuevos conocimientos**, que deben ser asimilados hasta convertidos en herramientas de trabajo diario para lograr los resultados esperados.

LA UNIVERSIDAD DEBE AYUDAR A FORMULAR UTOPIÁS

¿Qué papel juegan?

- **Función orientadora** • **Función crítica**.
- **Función valorativa** • **Función esperanzadora**

«La utopía está en el horizonte. Camino dos pasos, ella se aleja dos pasos y el horizonte se corre diez pasos más allá. ¿Entonces para qué sirve la utopía? Para eso, sirve para caminar».

Eduardo Galeano