

Potencialidades para el encadenamiento productivo del Centro de Investigaciones del Níquel en función del desarrollo local

Yennis Guache Frómeta

yguache@fh.ismm.edu.cu

Lianne A. Leyva Osorio

lleyva@ismm.edu.cu

Eglis Martín Astorga

emastorga@ismm.edu.cu

Carlos A. Leyva Rodríguez

cleyva@ismm.edu.cu

Dailín Noa Ortiz

dnoa@ismm.edu.cu

Universidad de Moa (Cuba).

Resumen: Se determinaron las potencialidades que presenta el Centro de Investigaciones del Níquel para la generación de encadenamientos productivos con otras industrias que contribuyan al desarrollo local sostenible. Para ello se establecieron etapas a partir de las cuales se disponen las metodologías para el análisis de cadenas productivas en Cuba. Se lograron identificar potencialidades para la generación de nuevos encadenamientos en la cadena productiva de materiales para la construcción. Se destacan las opciones de producción de áridos a partir de los desechos serpentiniticos de las empresas productoras Moa Nickel S.A Comandante Pedro Soto Alba y Comandante Ernesto Che Guevara, además de la producción de cemento de bajo carbono de tipo LC³; alternativas en las que el Centro de Investigaciones del Níquel constituye un eslabón fundamental en la cadena productiva.

Palabras clave: Encadenamiento productivo; Centro de Investigaciones del Níquel; desarrollo local sostenible; Moa.

Potentialities for the productive chain of the Nickel Research Center based on local development

Abstract: The potential of the Nickel Research Center for the generation of productive linkages with other industries that contribute to sustainable local development was determined. For this, stages were established from which the methodologies for the analysis of productive chains in Cuba are established. It was possible to identify potentialities for the generation of new chains in the production chain of construction materials. The production options of aggregates from serpentine wastes of the production companies Moa Nickel S.A Comandante Pedro Soto Alba and Comandante Ernesto Che Guevara stand out, in addition to the production of low-carbon cement of type LC3; alternatives in which the Nickel Research Center constitutes a fundamental link in the production chain.

Key words: Productive chain; Nickel Research Center; sustainable local development; Moa.

Introducción

En Cuba el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030 prioriza la creación de encadenamientos productivos. Según Madruga (2014) la formación de sistemas productivos locales (SPL) en el país, representa una oportunidad para reestructurar la actividad productiva a partir de las aglomeraciones o concentraciones sectoriales existentes en los territorios.

En el año 2017 la dirección del país, a partir del Decreto Presidencial 17, define un grupo de acciones direccionadas a lograr un encadenamiento productivo de todos los sectores económicos del municipio de Moa, provincia de Holguín. La industria del níquel constituye la actividad fundamental en la que se enmarca el desarrollo económico social de este territorio, por lo tanto, requiere de una estrategia de desarrollo local sostenible, que se anticipe al agotamiento de los recursos niquelíferos en explotación.

Montero (2006) define el desarrollo compensado como la estrategia de desarrollo sostenible para la industria niquelífera cubana. Al respecto, Martín (2018) plantea que la sostenibilidad de la industria niquelífera es inseparable de la conversión del municipio de Moa en sujeto activo de su desarrollo. Moa necesita disponer de una estrategia de desarrollo compensado, a largo plazo; anticiparse al agotamiento de los recursos niquelíferos en explotación, fomentar alternativas productivas menos dependientes de los recursos minerales y diversificar el perfil laboral de la fuerza de trabajo, en especial, potenciando los servicios técnicos.

Esta misma autora, en su tesis doctoral propone siete criterios desde un enfoque multidimensional que articulan las dimensiones, económica, política, social y ambiental necesarias en la consecución del desarrollo sostenible de la industria niquelífera cubana. El quinto criterio, en orden de prioridad, refiere el encadenamiento de la industria a otras ramas que refiere la ejecución de servicios técnicos que permitirían el encadenamiento de la industria con el mercado interno.

Justamente el Centro de Investigaciones del Níquel (CEDINIQ) es la empresa líder en la prestación de servicios científicos técnicos (SCT) en la industria del níquel. Es por ello que el centro ocupa un espacio relevante para proyectar el encadenamiento hacia delante de los servicios científico técnico de la industria del níquel a otros sectores de la economía. Se conoce que esta entidad ha logrado diversificar sus servicios a terceros, sin embargo, la necesaria consecución del desarrollo sostenible del territorio se hace indispensable identificar

nuevas alternativas de proyección de sus SCT a otras ramas que permitan insertarse en nuevas cadenas como alternativa económica.

Autores cubanos (Correa, Hernández y Loredó 2017; Roche *et al.* 2014; Antúnez y Ferrer 2016) establecen pautas a seguir para determinar potencialidades de nuevos encadenamientos. Precisamente el objetivo de la presente investigación se enmarca en identificar potencialidades en el Centro de Investigaciones del Níquel para la generación de nuevos encadenamientos productivos con otras industrias que contribuyan al desarrollo local sostenible.

Metodología

Se emplearon etapas a partir de la adaptación al caso de estudio de lo que establece Antúnez y Ferrer (2016) en su Metodología para el análisis de cadenas productivas en Cuba, en la fase preparatoria.



Figura 1. Metodología para identificar potencialidades de encadenamientos. Fuente: Adaptada de Antúnez y Ferrer (2016) fase preparatoria.

Fase I: Preparatoria

Etapas 1: Diagnóstico a la empresa que permita identificar nuevas cadenas

En esta etapa se debe realizar un análisis de los resultados en la prestación de SCT en la empresa, se deben caracterizar sus recursos humanos, así como la tecnología con que cuenta en la actualidad.

Técnica a utilizar: Recolección de información, observación científica.

Etapas 2: Determinación del objetivo de análisis de la cadena

En el marco de esta etapa se determinan las necesidades locales y/o territoriales, así como sectoriales que exigen una forma de articulación productiva o de servicios para garantizar y potenciar los resultados que, de forma aislada, se obtienen, además de contribuir a la solución de problemas específicos de desabastecimiento, atraso tecnológico, infraestructura, capacitación, entre otros.

Herramientas a utilizar: Tormenta de ideas y entrevistas.

Etapas 3: Selección de la cadena y productos objeto de estudio

En esta etapa se definen los productos que serán objeto de estudio. Para ello se pueden tener en cuenta los criterios siguientes:

- Determinación del potencial de mercado para los productos de la cadena.
- Papel de la cadena productiva en la localidad/territorio/ nación. (Utilización de recursos, generación de empleos y renta)
- Papel de la cadena productiva en el sector y en el potencial de integración.
- Nivel de impacto del desarrollo de la cadena sobre los recursos naturales y el medio ambiente.
- Incremento del valor agregado.
- Herramientas a utilizar: Tormenta de ideas, dinámicas grupales.

Etapas 4: Determinación del alcance del análisis (eslabón inicial-final)

En esta etapa se debe definir el alcance del análisis de la cadena para evitar pérdida de tiempo y de esfuerzos. Para ello es necesario identificar el eslabón inicial y final de la cadena. El eslabón final está representado por el tipo de mercado al cual está dirigido la producción o

los servicios y su identificación a nivel de precisión depende de los objetivos del análisis. Mientras que el eslabón inicial se corresponde con los suministradores. Se analizan los principales eslabones (agentes económicos) y las relaciones entre ellos, tipos de actores, flujos de producto, etc.

Herramientas a utilizar: Tormenta de ideas, entrevistas, técnicas para el mapeo inicial de la cadena.

Resultados

La implementación de la metodología permitió identificar nuevas potencialidades para encadenamientos productivos del CEDINIQ en el territorio. A continuación, se recogen los principales resultados por etapas:

Etapas 1: Diagnóstico a la empresa que permita identificar nuevas cadenas

El CEDINIQ es una Empresa de capital totalmente estatal, subordinada al Grupo Empresarial del Níquel (CUBANIQUEL) y perteneciente al Ministerio de Energía y Minas (MINEM). El centro está ubicado en el municipio de Moa, provincia de Holguín, desarrolla Proyectos de Investigación y Desarrollo e Innovación Tecnológica y Servicios Científicos Técnicos.

El diagnóstico realizado incluyó la caracterización del capital humano, los análisis permitieron concluir que el centro ha logrado resultados satisfactorios en la categoría científica de máster, sin embargo, es necesario que avance en la formación doctoral teniendo en cuenta que este es el principal indicador que se considera a nivel internacional para evaluar la calificación del potencial científico. Se constató que la formación de recursos humanos se ha inclinado por privilegiar la especialización en el proceso minero-metalúrgico, por lo que es necesario lograr la flexibilidad que requiere el desarrollo sostenible.

En cuanto al equipamiento tecnológico el centro cuenta con una planta piloto para el procesamiento y evaluación de minerales lateríticos, con una capacidad de 20-30 t/día. La planta dispone de un área de almacenaje de mineral húmedo, secado y molienda, reducción, lixiviación y lavado, e instalaciones auxiliares.

En cuanto a la prestación de servicios técnicos en el período del 2016-2018, la entidad prestó un total de 191 servicios, de ellos el 41,88 % fueron prestados a clientes fuera de la industria del níquel. El total de servicios prestados en este periodo fueron suministrados a un total de 113 clientes, de los cuales 94 no pertenecen a la industria del níquel.

El análisis detallado de los servicios brindados por el CEDINIQ permitió concluir que, de manera general, el centro participa en las cadenas productivas de producción de níquel, producción de utensilios domésticos y producción de materiales de construcción.

Se ha constatado que el CEDINIQ ha logrado la articulación productiva de los SCT con entidades del municipio fuera del clúster minero, no obstante, el centro debe continuar la generación de nuevos encadenamientos a partir de sus potencialidades para contribuir al desarrollo local sostenible del municipio; en este sentido es indispensable la integración con la universidad.

Mapa de encadenamiento productivo hacia adelante del CEDINIQ

De manera general, el análisis realizado sobre los SCT prestados por el CEDINIQ en los últimos tres años permitió definir el encadenamiento productivo hacia adelante que se muestra en la Tabla 1, siguiendo los criterios de mapeo de los encadenamientos productivos que establece Hernández (2015).

Tabla 1. Encadenamientos productivos hacia adelante del Centro de Investigaciones del Níquel

Encadenamientos productivos hacia adelante		
Al interior de la aglomeración minera	Con el mercado nacional	A nivel territorial
Desarrolla de Proyectos de Investigación y Desarrollo e Innovación Tecnológica y la realización de Servicios Científicos Tecnológicos a las empresas de la aglomeración minera: ECG, PSA, EMNI, CEXNi, EPM, NICAROTEC	Servicios a terceros: FONCI, IGP, Grupo Empresarial GEOCUBA, Empresa CTE "Lidio Ramón Pérez" de Felton, Refinería de petróleo Hnos. Díaz, Cervecería Hatuey, Empresa de Cemento "Jose Mercerón", Empresa de Cemento Siguaney, Empresa Refinadora de Aceite de soya (ERASOL), Empresa productora de soya (PDS)	Servicios de monitoreo ambiental y análisis químicos a otras empresas del municipio Empresa Constructora Integral No 3 (ECI-3), FUEL, Geominera UEB Moa, Empresa Provincial Constructora de Holguín UEB Moa, Universidad de Moa, Hospital Guillermo Luis Fernández Hernández Baquero

Etapas 2: Determinación del objetivo de análisis de la cadena

En esta etapa se consideraron las necesidades locales y/o territoriales, así como sectoriales que exigen una forma de articulación productiva. Se determinó que el municipio prioriza como parte de su Plan de desarrollo integral ejes estratégicos que derivan en cadenas productivas fuera de la industria del níquel, tales como producción de alimentos, explotación de bellezas naturales para el turismo, mejora del fondo habitacional y la producción local de materiales para la construcción a partir de reservas de minerales y desechos níquelíferos.

Lograr incrementos significativos en los niveles y la diversidad de las producciones locales de materiales de construcción constituye una prioridad para el país. La Universidad de Moa a tono con esta prioridad ha desarrollado investigaciones que identifican los recursos minerales presentes en el territorio para ser explotados como materiales de construcción. Precisamente el CEDINIQ constituye un eslabón clave en la cadena productiva para la explotación de estos recursos en función del desarrollo local constructivo, es por ello que se priorizó esta cadena.

Etapa 3: Selección de la cadena y productos objeto de estudio

Las técnicas usadas, principalmente entrevistas a investigadores, permitieron determinar que el Centro de Investigaciones del Níquel posee condiciones para la producción de nuevos productos pertenecientes a la cadena productiva de materiales para la construcción. La Tabla 2 resume los nuevos productos dentro de la cadena productiva, así como los servicios que puede prestar el CEDINIQ dentro de la cadena.

Tabla 2. Nuevos productos dentro de la cadena productiva de materiales para la construcción y servicios que puede prestar el CEDINIQ dentro de la cadena

Producto	Servicio del CEDINIQ
Nuevo cemento de bajo carbono a partir de materiales arcillosos calcinados y caliza. Esta propuesta permite, al ser mezclado con cemento P-35, duplicar la cantidad de aglomerante	Calcinación de arcillas Molienda de carbonato de calcio y arcillas calcinadas
Producción de áridos a partir los desechos serpentínicos de la Empresa Comandante Pedro Soto Alba (EPSA)	Trituración y molienda del material serpentínico
Producción de áridos a partir de los desechos serpentínicos de la empresa productora de Ni y Co Comandante Ernesto Guevara (ECG)	Trituración y molienda del material serpentínico
Producción de arena y polvo de piedra a partir de la molienda de aluviones del río Cayo Guam para incrementar los niveles de producción actuales	Trituración y molienda
Producción de morteros, aglomerante de cal- puzolana y pigmentos minerales a partir de los desechos de hidróxido de calcio de la planta de acetileno de la Empresa Mecánica del Níquel "Gustavo Machín Hoed de Beche"	Control de calidad, molienda y fabricación de pigmentos
Producción de áridos ligeros y extensores del cemento a partir de las tobas vítreas y zeolitizadas	Trituración y molienda. Oferta de productos finales

Descripción de los nuevos productos

Producción del nuevo cemento de bajo carbono LC³ a partir de materiales arcillosos

Según Almenares y otros investigadores (2016) las arcillas de los depósitos de la región de Moa pueden constituir fuentes de materiales cementicios suplementarios en la producción de cementos ternarios de base clínquer-arcilla calcinada-caliza, lo que sustenta la alternativa de producción del nuevo cemento de bajo carbono a partir de materiales arcillosos. Se estima la capacidad para producir más de 11 000 t anuales de cemento de bajo carbono, tipo LC³. Esta propuesta permite, al ser mezclado con cemento P-35, duplicar la cantidad de aglomerante.

La planta piloto del CEDINIQ cuenta con elementos y accesorios de control necesarios para la producción de este aglomerante, solo sería necesario un calcinador para completar el proceso.

La Empresa de Ingeniería y Proyectos del Níquel (Ceproníquel), en coordinación con la Universidad de Moa, la Empresa Constructora del Gobierno en Moa y el CEDINIQ deben realizar el estudio de factibilidad, en el cual se incluye como principal elemento el montaje de un calcinador con capacidad de 1 t/h, que permita completar el esquema productivo de este cemento. Además de un estudio de prospección y exploración de las arcillas de Cayo Guam, el cual ya se encuentra planificado para ser financiado dentro de los proyectos geológicos del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), que debe ser ejecutada por la Empresa Geominera de Oriente.

Producción de áridos a partir de los desechos serpentínicos de la Empresa Comandante Pedro Soto Alba (EPSA) y Empresa Productora de Ni y Co Comandante Ernesto Guevara (ECG)

La producción de áridos a partir de los desechos serpentínicos de la Empresa Moa Nickel S.A Comandante Pedro Soto Alba ha sido validada por autores como Gámez (2011) y Terrero-Aguirre (2017). Se generan volúmenes de estos recursos cercanos a 1 300 t por día (medio millón de toneladas al año). Según Leyva y demás colaboradores (2016) de acuerdo a estudios de caracterización realizados por la Universidad de Moa, el 70 % de este material está apto para ser empleado como árido.

De igual forma es posible la producción de áridos a partir de los desechos serpentínicos de la Empresa Productora de Ni y Co Comandante Ernesto Che Guevara (ECG). Se generan volúmenes de este material rocoso de 100 t al día (más de 30 000 t al año); actualmente,

parte de este material, se emplea para rellenar caminos mineros. Según Lueges (2007), alrededor del 90 % de este material presenta características adecuadas para su utilización como árido.

Estas alternativas permiten la utilización de estos rechazos para hormigones hidráulicos y asfálticos utilizados en obras de hasta 25 MPa y en producciones de pequeño formato, el rechazo requiere de un proceso de beneficio para separar el material limonítico (trituration y lavado).

Producción de arena y polvo de piedra a partir de la molienda de aluviones del río Cayo Guam

La producción de arena y polvo de piedra a partir de la molienda de aluviones del río Cayo Guam por el CEDINIQ permite incrementar las producciones actuales, aún insuficientes para el mercado local.

Producción de áridos ligeros y extensores del cemento a partir de las tobas vítreas y zeolitizadas

En el caso de las tobas vítreas y zeolitizadas, las evaluaciones realizadas, según Almenares y Leyva (2013), aseguran su presencia en la región de Moa y Sagua de Tánamo (Caimanes, El Picao, El Lirial y Amansaguapo). La perspectiva de este recurso como material puzolánico ha sido investigada por Almenares (2011), Guerra (2015), Leyva et al. 2016 y Jiménez (2017). Las tobas como extensor de cemento pueden sustituir de un 15 % a un 20 % de cemento P35.

Así mismo, Aguilera (2020) determina que el uso de las tobas como áridos disminuye el peso de los productos fabricados hasta un 20 %.

Obtención de pigmentos, aglomerantes cal puzolana a partir de los desechos de hidróxido de calcio de la planta de acetileno del Combinado Mecánico del Níquel

Los desechos de hidróxido de calcio de la planta de acetileno de la Empresa Mecánica del Níquel "Gustavo Machín Hoed de Beche" pueden ser empleados como pigmentos, aglomerantes cal puzolana. Este recurso puede también ser empleado en la fabricación de morteros al mezclar este residuo carbonatado y las tobas vítreas y/o zeolitizadas.

Etapa 4: Determinación del alcance del análisis (eslabón inicial-final)

Se determinó el alcance del análisis de la cadena, para ello se identificaron los eslabones inicial y final. El eslabón inicial de la cadena se corresponde con los suministradores mientras que el final está representado por el tipo de mercado al cual está dirigida la producción o los servicios.

Se elaboraron esquemas preliminares de algunas cadenas productivas para la obtención de áridos a partir de desechos serpentiniticos (Figura 2), cadena productiva para la obtención de áridos a partir de tobas vítreas (Figura 3) y producción de cemento de bajo carbono LC³ (Figura 4).

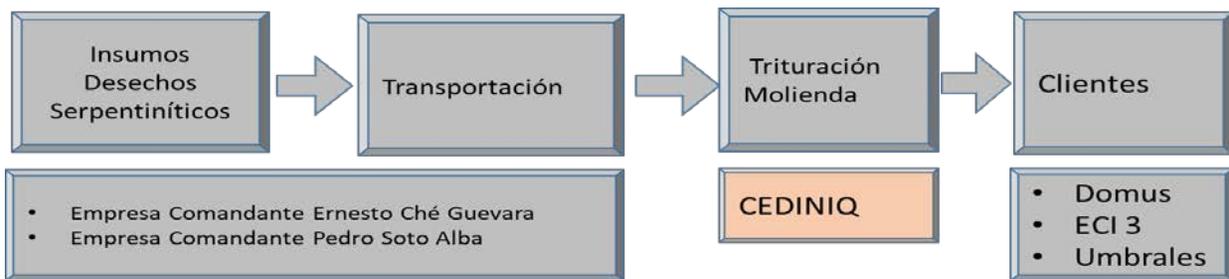


Figura 2. Cadena productiva para la obtención de áridos a partir de desechos serpentiniticos.

En el caso de la cadena para la obtención de áridos a partir de los desechos serpentiniticos de la Empresa Comandante Ernesto Ché Guevara y Empresa Moa Nickel S.A Comandante Pedro Soto Alba se estima que los insumos, como primer eslabón de la cadena, sean trasportados por las propias empresas al CEDINIQ para su trituración y molienda. Como eslabones finales de la cadena se consideran como clientes: Domus, ECI 3 y Umbrales. Estas entidades asumirían la transportación desde el CEDINIQ hasta sus unidades.

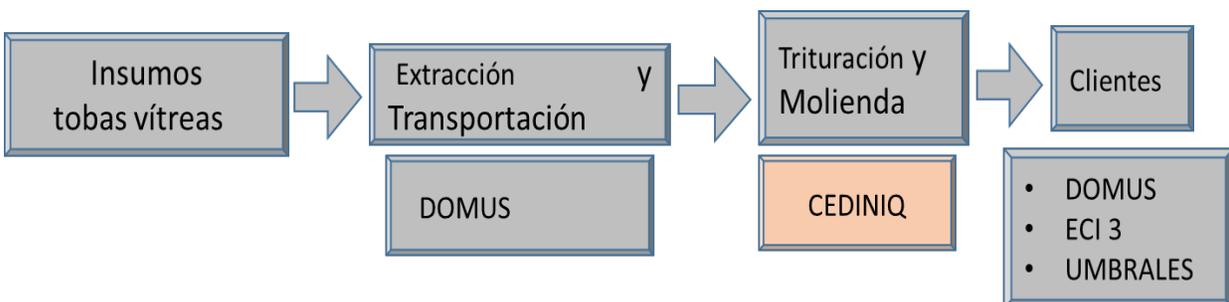


Figura 3. Cadena productiva para la obtención de áridos a partir de tobas vítreas.

En cuanto a la alternativa de obtención de áridos a partir de tobas vítreas, este recurso representa el primer eslabón de la cadena. Se prevé que los procesos de extracción y

transportación al CEDINIQ quedarían a cargo de DOMUS. Según el flujo del proceso el CEDINIQ asumiría los servicios de trituración y molienda. Como eslabón final se presentan como clientes DOMUS, ECI 3 y Umbrales.

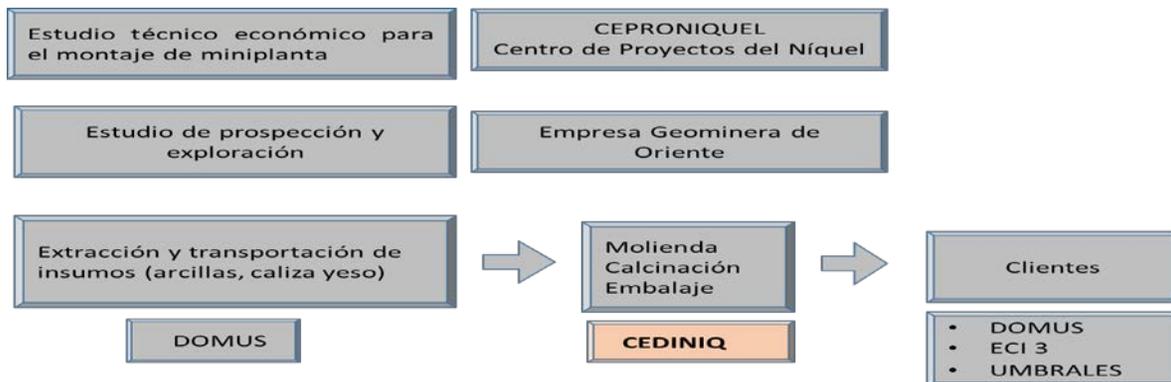


Figura 4. Cadena productiva para la producción de cemento de bajo carbono LC³.

La cadena productiva para la producción de cemento de bajo carbono LC³, antes de iniciar su proceso, necesita la ejecución del estudio técnico económico para el montaje de la miniplanta, a cargo del Centro de Proyectos del Níquel; además del proyecto de prospección, exploración a cargo de la empresa Geominera de Oriente.

Una vez concluidos estos estudios se estima inicie en su eslabón inicial con las arcillas y calizas como insumos, la extracción y transportación de estos para el CEDINIQ correrían a cargo de DOMUS. Una vez en el Centro de Investigaciones del Níquel se ejecutarían los servicios de molienda, calcinación y embalaje. Como eslabón final de la cadena se prevé como clientes, en un principio, DOMUS, ECI 3 y UMBRALES.

Impacto en el desarrollo local sostenible de las alternativas identificadas

En cuanto a la dimensión ambiental, las alternativas de producciones en las cadenas productivas se caracterizan por consumir menos energía y menor grado de contaminación, al no contar con procesamiento tecnológico complejo. Se incluye el uso de desechos industriales como materiales de construcción, alternativa que permite reducir el impacto de estos al medio ambiente y contribuye a disminuir la explotación de los recursos minerales no renovables.

En el caso de la producción de cemento de bajo carbono LC³ tiene un marcado impacto ambiental, en tanto garantiza una menor emisión de dióxido de carbono, al solo necesitar una

temperatura de 800 °C para calcinar la arcilla, mientras que el cemento tradicional necesita 1 500 °C.

En el ámbito social se incrementa la producción de materiales de construcción para diferentes fines, especialmente viviendas y otras obras sociales. Al mismo tiempo las implementaciones de estas opciones pueden generar puestos de trabajo. En cuanto a su impacto económico, al acercar las fuentes de abastecimiento a los consumidores se logra disminuir los costos de transportación.

En general, las alternativas identificadas contribuyen a diversificar los servicios científico-técnicos del CEDINIQ con otras industrias, en función del desarrollo sostenible del territorio.

Conclusiones

El encadenamiento de los servicios científicos técnicos del Centro de Investigaciones del Níquel con otros sectores de la economía es fundamental para que emerjan nuevas actividades socio-productivas en función del desarrollo sostenible del territorio.

La metodología adaptada de Antúnez y Ferrer (2016) permite identificar potencialidades que presenta el Centro de Investigaciones del Níquel, para la generación de nuevos encadenamientos con otros sectores de la economía en el territorio vinculados a la cadena productiva de materiales para la construcción.

Las potencialidades identificadas muestran un marcado impacto económico, social y ambiental, de manera que contribuyen a la consecución del desarrollo local sostenible.

Referencias bibliográficas

AGUILERA, R. G. 2020. *Caracterización de las tobas vítreas del yacimiento Sagua de Tánamo para su utilización como árido ligero*. Dr. C. Carlos Leyva Rodríguez (Tutor). Trabajo de diploma. Universidad de Moa.

ALMENARES, R. R. 2011. *Perspectivas de utilización de tobas vítreas y zeolitizadas de la provincia de Holguín como aditivo puzolánico*. Tesis de maestría. Universidad de Moa.

ALMENARES, R. Y LEYVA, C. 2013. Evaluación de las tobas vítreas y zeolitizadas de la provincia de Holguín para su utilización como puzolana natural. En: Memorias V Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. La Habana, Cuba.

- ALMENARES, R.; LEYVA, C.; POLL, L.; ALUJAS, A.; BETACOURT, S.; MARTIRENA, S. Y BASSAS, P. 2016. Evaluación de arcillas caoliníticas de Moa para la producción de cemento de base clínquer–arcilla calcinada–caliza (LC3). *Minería y Geología* 32(4): 63-76.
- ANTÚNEZ, S. Y FERRER, C. 2016. El enfoque de cadenas productivas y la planificación estratégica como herramientas para el desarrollo sostenible en Cuba. *RIPS: Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas* 15(2): 99-130. ISSN 1577-239X. Consulta: 12/05/2019. Disponible en: <https://revistas.usc.gal/index.php/rips/article/view/3383>.
- CORREA, M.; HERNÁNDEZ, J. C. Y LOREDO, N. 2017. La cadena productiva del ecoturismo como contribución al desarrollo local. *Retos de la dirección* 11(1): 147-171.
- GÁMEZ, M. A. 2011: *Caracterización de los desechos serpentiniticos de la mina de la Empresa Pedro Soto Alba para su empleo como material de construcción alternativo*. Dr. C. Carlos Alberto Leyva Rodríguez (Tutor). Trabajo de diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. 75 p.
- GUERRA, Y. G. 2015. *Evaluación de los productos de calcinación de las tobas zeolitizadas del yacimiento Caimanes como material puzolánico*. Tesis de maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- HERNÁNDEZ, B. 2015. *Mapeo de los Encadenamientos Productivos del Clúster minero australiano y chileno*. Trabajo de diploma. Universidad de Chile.
- HERNÁNDEZ, G.; PÉREZ, S.; CORREA, K.; FREIRE, M. Y MARÍN, A. ROCHE, C. R.; SUAREZ, M.; 2014. Experiencias en el desarrollo de cadenas productivas para la producción agropecuaria en los municipios. Consulta: 15/05/2019. Disponible en: <http://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/9375>
- JIMÉNEZ-GARCÍA, A. 2017. *Caracterización de la puzolánidad de las Tobas Zeolitizadas de Caimanes y Vítreas de Sagua de Tánamo para fabricar materiales de pequeño formato para la construcción*. Dr. C. Carlos Leyva Rodríguez (Tutor). Trabajo de diploma. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- LEYVA, C.; COSTAFREDA, J.; ALFONSO, D.; GUERRA, Y.; ALMENARES, R. Y SILEGAS, D. 2016. Perspectivas de empleo de las tobas vítreas y zeolitizadas de la provincia de Holguín como

material puzolánico. Memorias XI Conferencia Científico Técnica de la Construcción. La Habana, Cuba.

LUEGES, F. 2007. *Valoración geólogo-técnica de las perspectivas de empleo de los desechos serpentiniticos de la ECEG como materiales de construcción alternativos*. Tesis de maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico.

MADRUGA, G. 2014. Los sistemas productivos locales en la gestión del desarrollo local en Cuba. *Ciencias Holguín* 20(3): 1-12.

MARTÍN, E. 2018. *Recursos naturales no renovables y desarrollo sostenible: el caso de la industria niquelífera cubana*. Tesis doctoral. Universidad de La Habana.

MONTERO, J. M. 2006. *El desarrollo compensado como alternativa a la sustentabilidad en la minería (aprehensión ético-cultural)*. Tesis doctoral. Universidad de La Habana.

TERRERO-AGUIRRE, I. 2017: *Evaluación de los desechos minerales de las empresas de Moa para su empleo como árido fino asfáltico*. Dr. C. Carlos Leyva Rodríguez (Tutor). Tesis de maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico. 85 p.