

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**“PROYECTO DE ADAPTACIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO DE FUNVESA PARA USAR LA ESCORIA CON ENFOQUE DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EN VENTANILLA”**

**PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

**ELABORADA POR:**

**VICTOR POOL ROJAS YUPANQUI**

**ASESOR:**

**CARLOS NORIEGA NIÑO DE GUZMÁN**

**LIMA, PERÚ**

**2019**



*A mi adorable hija Maite Valentina, por ser la fuente de inspiración para todas mis ideas que me permiten desarrollo, firmeza y alegría en mi trabajo intelectual logrando hacerme sentir como un profesional de ciencia, tecnología e innovación.*



## Agradecimientos

*Al MBA Ing. Carlos Noriega Niño de Guzmán,  
por sus enseñanzas y confianza depositada  
en el proyecto, brindándome la pauta  
a seguir para el logro del éxito final.*

*A mi familia en Perú y Chile, a mis alumnos y a mis  
colegas en la Universidad Nacional de Ingeniería,  
por contribuir con mi bienestar y armonía.*

*Al personal del Ministerio de la Producción, tanto como al  
Viceministro de MYPE e Industrias y personal de  
sus Direcciones, así como los funcionarios de Innóvate Perú,  
por sus aportes que validan el trabajo desarrollado.*



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Página</b>
Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de figuras .....	vii
Índice de tablas .....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
Introducción.....	xii
Capítulo 1: Metodología .....	1
1.1 Antecedentes de la Investigación .....	1
1.2 Eco-innovación en Suecia .....	1
1.3 Eco-innovación en Italia .....	4
1.4 Eco-innovación en Bélgica .....	6
1.5 Descripción de la Problemática .....	8
1.6 Formulación del Problema.....	8
1.7 Justificación e Importancia de la investigación .....	8
1.8 Objetivos de la investigación .....	9
1.9 Hipótesis.....	10
1.10 Metodología de la investigación .....	10

---



---

Capítulo 2: Fundamento Teórico .....	11
2.1 Eco-innovación .....	11
2.2 Eco-innovación en el Perú.....	18
2.3 Estudios del uso de la escoria en el mundo .....	21
2.3.1 Uso de la escoria en España .....	21
2.3.2 Uso de la escoria en Australia .....	25
2.3.3 Uso de la escoria en Turquía .....	28
Capítulo 3: Desarrollo del trabajo de tesis.....	33
3.1 Introducción.....	33
3.1.1 Análisis del entorno.....	36
3.1.2 Investigación del mercado .....	39
3.2 Evaluación tecnológica de la escoria para construcción .....	41
3.2.1 Microanálisis de la escoria.....	41
3.2.2 Macroanálisis de la escoria .....	44
3.3 Evaluación económica-financiera de la escoria para construcción .	46
3.4 Modelo de negocios para la escoria siguiendo eco-innovación.....	51
3.5 Implementación del enfoque de responsabilidad social .....	56
3.5.1 Introducción .....	56
3.5.2 Responsabilidad social para el caso MYPE FUNVESA .....	57
Capítulo 4: Análisis y discusión de los resultados.....	61
4.1 Análisis de los datos.....	61
4.2 Resultados de la discusión.....	64
4.3 Contrastación de la hipótesis .....	66
Conclusiones y recomendaciones.....	67
Glosario de términos y siglas .....	71
Referencias .....	72

---



#### Anexo A

Resultados de la prueba de compresión en concreto .....	77
Ensayo de abrasión de concreto NPT 400.020-2016 en la escoria.....	78
Materiales para diseño de mezcla, escoria reemplaza piedra chancada .....	79
Diseño de mezcla final $f'c=210$ kgf/cm <sup>2</sup> empleando escoria.....	80
Características del agregado fino a emplear en el diseño de mezcla .....	81
Características de la escoria a emplear en el diseño de mezcla.....	82
Características del agregado global a emplear en el diseño de mezcla.....	83
Resultados de laboratorio del diseño de mezcla $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	84

#### Anexo B

Artículo tecnológico sobre la escoria de FUNVESA al XX CONIC, 2018 .....	85
Resolución Rectoral N° 1973 del 2017 para autorización de viaje .....	95
Constancia de participación en 6th SEWC 2017, México-Cancún .....	96
Constancia de participación en XX CONIC, 2018, Lima-Perú.....	97

#### Anexo C

Correo electrónico de la Gerente de Proyectos del GRUPO GEA .....	98
Oficio N° 1902-2018-ECP/UNI del 31 octubre 2018 dirigida a FUNVESA .....	99
Correos eléctricos a SIDERPerú sobre el agregado siderúrgico.....	100
Información sobre agregado siderúrgico por GERDAU-SIDERPERU.....	101
Correspondencia por mensaje con INNOVATE PERU .....	102
Carta dirigida a GyM Ferroviaria sobre publicidad en campaña ambiental ....	104
Carta dirigida al Viceministerio de MYPE e Industrias del PRODUCE .....	105
Información que sustenta la carta s/n enviada a PRODUCE .....	109
Oficio N° 162-2019-PRODUCE/DVMYPE-I de respuesta a carta .....	115
Informe N° 0027-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGPAR/DP/ccportillo .....	116
Expediente de Viceministerio de MYPE e Industrias del PRODUCE .....	127



---

---

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>		<b>Página</b>
Figura 1.1	Eco-innovación periodo 2010-2017 en Suecia (Eco-innovation Observatory, 2018).....	2
Figura 1.2	Almacenamiento térmico de energía en pozo según SEEC (Eco-innovation Observatory, 2018).....	3
Figura 1.3	Eco-innovación periodo 2010-2017 en Italia (Eco-innovation Observatory, 2018).....	4
Figura 1.4	Eco-innovación periodo 2010-2017 en Bélgica (Eco-innovation Observatory, 2018).....	6
Figura 2.1	Niveles alcanzados en las 5 categoría temáticas del ÍE-i para Suecia, Italia y Bélgica 2017 .....	17
Figura 2.2	Escoria con tamaño máximo nominal de (a) 10mm y (b) 20mm .	26
Figura 2.3	Imagen de cinco diferentes muestras de agregados: (a) Piedra caliza blanca, (b) Escoria, (c) Basalto, (d) Canto rodado y (e) Escoria ferro cromo.....	31
Figura 3.1	Uso ornamental de la escoria.....	34
Figura 3.2	Productos para molinos de bolas .....	35
Figura 3.3	Fábricas de Fundición en Lima según GoogleMap .....	37
Figura 3.4	En el mapa se identifica la Planta de FUNVESA .....	40
Figura 3.5	Microscopio electrónico JEOL modelo JSM-6490LV que permite mostrar a diferentes magnitudes la superficie de la materia. Así también, entre otras habilidades, estos equipos permiten visualizar los patrones que permiten identificar el porcentaje de presencia de metales en la muestra. ....	42
Figura 3.6	Importaciones de chatarra de acero en China en el periodo 1996- 2019 en millones de toneladas. Fuente: Bloomberg Lab Finances. ....	49
Figura 3.7	Importaciones de chatarra de acero en Chile, Colombia y Perú en el periodo 2003-2019 en millones de toneladas. Fuente: Bloomberg Lab Finances. ....	50

---

---



---

Figura 3.8	Escoria de Aceros Arequipa para la reconstrucción del terremoto de Pisco del 2007 (2012) .....	51
Figura 3.9	Adoquinado en vías interiores de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.....	52
Figura 3.10	Análisis FODA de la empresa FUNVESA .....	54
Figura 3.11	Canvas del modelo de negocio del producto N° 1 para la escoria procesada para su empleo en adoquines para veredas en el Distrito de Ventanilla. ....	55
Figura 3.12	Plan piloto de empleo de escoria de fundición en la losa del paradero de buses de Humedales de Ventanilla, (a) Paradero antes (b) Paradero después y (c) Vista del paraíso natural .....	58
Figura 3.13	Vista panorámica del lado lateral norte de los Humedales de Ventanilla. Se propone con este proyecto de tesis que se termine de urbanizar la calle con la pavimentación asfaltada de la pista y el empleo de los adoquines de escoria y cemento para las veredas de circulación de paseo peatonal y visitas al Humedal. ....	59
Figura 3.14	Vaciado de losa en el paradero del Humedal de Ventanilla (12 marzo 2017). La construcción siguió la siguiente pauta: (1) Los trabajadores hicieron la zanja por la mañana, (2) Luego se interrumpió para la hora de almuerzo, (3) Se vació a todo lo largo la falsa losa de concreto pobre (4) Se esperó hasta las 5:00pm para trabajar con el vaciado propiamente dicho de la losa armada con una malla en dos sentido. Finalmente se vertió de arroceras para que se garantice la humedad necesaria para la fragua y endurecimiento del concreto. ....	60
<b>Figura 4.1</b>	<b>Conclusión del Informe de PRODUCE con relación a carta remitida al Viceministro de MYPES e Industria. ....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 4.2</b>	<b>Valor de las acciones de la empresa GERDAU en el periodo 1995-2019.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 4.3</b>	<b>Página web de MEPSA.....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 4.4</b>	<b>Objetivos y soluciones a tres objetivos del Milenio por parte del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 4.5</b>	<b>Gráfico de la relación desarrollo USA/Latinoamérica en el periodo 1980-2015.....</b>	<b>66</b>

---





## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 2.1	Índice de Eco-innovación 2017 en los países europeos ..... 15
Tabla 2.2	Proyectos eco-innovadores financiados por Innóvate Perú ..... 18
Tabla 2.3	Tipos de pavimento analizados en el estudio ..... 22
Tabla 2.4	Impacto ambiental de pavimento Tipo B relacionado al Tipo A .. 23
Tabla 2.5	Composición química de la escoria negra ..... 24
Tabla 2.6	Propiedades de los diferentes agregados gruesos ..... 26
Tabla 2.7	Dosificación de los diseño de mezclas para concretos en kgf/m <sup>3</sup> 27
Tabla 2.8	Trabajabilidad y resistencia de las diferentes dosificaciones..... 27
Tabla 2.9	Descripción de las muestras. .... 29
Tabla 2.10	Propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales .... 30
Tabla 2.11	Propiedades físicas y mecánicas de las escorias ..... 30
Tabla 2.12	Compuestos químicos presentes agregados naturales mg/kg.... 31
Tabla 2.13	Compuestos químicos presentes en las escorias mg/kg. .... 32
Tabla 3.1	Destino final de la escoria de acero en Alemania, 2007 ..... 34
Tabla 3.2	Fábricas de Fundición en Lima Metropolitana..... 36
Tabla 3.3	Costo de escoria en diversos mercados en la región..... 39
Tabla 3.4	Resultados de la prueba de espectrometría ..... 41
Tabla 3.5	Prueba de espectrometría ECP para las muestras ..... 43
Tabla 3.6	Resultados de la prueba de compresión en concreto ..... 45
Tabla 3.7	Producción en España de escoria de acería..... 47
Tabla 3.8	Estrategias y recomendaciones para obtener alto Í-EI..... 53



## RESUMEN

La escoria generada en las plantas de fundición de acero es considerada como un residuo inocuo cuyo destino final habitualmente es un relleno sanitario. 19 MYPES en la ciudad de Lima generan todas juntas una cantidad significativa de escoria. La MYPE FUNVESA genera 18 toneladas anuales de escoria de acero. Esta escoria, presenta, atrapadas partículas de metales con rangos en peso dado en porcentajes como sigue: Al <0.17%,18.55%>, Cr <0.32%,9.16%> y Fe <1.14%,3.28%>. En el Perú, la escoria proviene del procesamiento de la chatarra recolectada, limpiada y procesada a través de procedimientos de fundición habituales. MYPE FUNVESA procesa chatarra para sus 6 líneas de producción.

Este trabajo presenta una propuesta viable para tratar a la escoria como un co-producto de la MYPE FUNVESA. Los resultados de las pruebas de laboratorio indican que la escoria tal como se genera puede reemplazar a la piedra chancada para concreto estructural. En laboratorio se ha logrado un concreto de 245 kg/cm<sup>2</sup> empleando cemento Portland Tipo I siguiendo la dosificación al peso de 1:1.83:1.88. Bajo la coordinación de la ONG Grupo GEA se implementó un proyecto piloto para construir, con estos materiales, una losa en el paradero de transporte público localizado en la Reserva Humedales de Ventanilla que es una zona de conservación localizada en el distrito de Ventanilla, Región Callao. La resistencia a la rotura de las probetas alcanzaron valores de  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ .

El modelo de negocio recomendado a la MYPE FUNVESA es la utilización de la escoria como agregado grueso para la fabricación de adoquines de concreto simple. Asimismo, desarrollarlo como un proyecto de eco-innovación con estándares globales, bajo el ofrecimiento de PRODUCE (Ministerio de la Producción), de facilitarle bajo pedido de capacitación y asistencia técnica para participar en los Concursos de INNOVATE PERU.

Se concluye que el modelo de negocio de la empresa viene acompañada con el concepto de responsabilidad social con un fuerte componente de apoyo al Municipio de Ventanilla, toda vez que el proyecto se inició en marzo de 2017 con la primera piedra en la Reserva Humedales de Ventanilla.



## ABSTRACT

The slag generated in the steel smelting plants is considered as an innocuous waste whose final destination is usually a landfill. 19 MYPES in the city of Lima generate all together significant amount of slag. The MYPE FUNNESA generates 18 tons per year of steel slag. This slag presents trapped metal particles with weight ranges given in percentages as follows: Al <0.17%, 18.55%>, Cr <0.32%, 9.16%> and Fe <1.14%, 3.28%>. In Peru, the slag comes from the processing of the scrap collected, cleaned and processed through usual casting procedures. MYPE FUNVESA processes scrap for its 6 production lines.

This work presents a viable proposal to treat slag as a co-product of the MYPE FUNVESA. The results of the laboratory tests indicate that the slag generated can replace to the crushed stone for structural concrete. In the laboratory a concrete of 24.5 MPa was achieved using Portland Type I cement following the dosage to the weight of 1: 1.83: 1.88. Under the coordination of the NGO GEA Group, a pilot project was implemented to build, with these materials, the slab at the public transportation bus-stop located in the Humedales de Ventanilla which is a conservation area located in Ventanilla district at Callao Region. The breaking strength of the specimens reached values of  $f'c = 20$  MPa.

The business model recommended to the MYPE FUNVESA is the use of slag as a coarse aggregate in the manufacture of simple concrete paving stones, also, to develop it as an eco-innovation project with global standards, under the offer of PRODUCE (Ministry of Production), to facilitate it under request for training and technical assistance to participate in the INNOVATE PERU program.

The concept of social responsibility is a strong component of the MYPES FUNVESA business model to support the Ventanilla district, since the project began in March 2017 with a pilot project in the Humedales de Ventanilla.



## INTRODUCCIÓN

La escoria se origina de la fundición de la mena<sup>1</sup>. Esta mena se consigue del hierro que proviene de la chatarra. La escoria enfriada debe ser procesada para que se considere como un subproducto de la fundición de la chatarra. En esta tesis se presenta la factibilidad del uso de la escoria que resulta de los procesos de fundición en la MYPE Fundición Ventanilla S.A., FUNVESA.

En el primer capítulo se presenta el estado actual y la importancia de la implementación de proyectos ecológicamente innovadores tomando como referencias el Observatorio de Eco-Innovación de la Unión Europea en el año 2018. En el segundo capítulo se define con precisión la eco-innovación planteada en Europa incorporando en detalle al Observatorio de Eco-innovación. Luego se presentan ejemplos específicos de investigaciones científicas sobre la evaluación del uso de escoria como material de construcción en: España, Turquía y Australia.

En los capítulos tercero y cuarto se presenta la propuesta, así como el análisis de una alternativa de proyecto en el empleo de la escoria de acero como co-producto en el campo de la construcción. Se indica, en términos generales, la manera de promoverlo para fondos concursables en los programas de INNOVATE PERÚ para empresas teniendo presente la consideración de responsabilidad social.

En los Anexos A y B se presentan los resultados de los ensayo realizados en la escoria para dar la veracidad de su empleo como material de construcción como sustituto de la piedra chancada. Asimismo su presentación en Congresos y Conferencias: nacionales e internacionales. En el Anexo C se presentan los documentos que describen la situación del interés por la escoria con mayor detalle entre las comunicaciones con el autor de esta tesis y el Viceministerio de MYPES e Industrias del Ministerio de la Producción del Gobierno Peruano.

---

<sup>1</sup> Definición: Una mena es un mineral del que se puede extraer aquel elemento químico que lo contiene en cantidad suficiente para poderlo aprovechar. En el caso natural, la mena del hierro pueden ser la hematita ( $Fe_2O_3$ ) o la magnetita ( $Fe_3O_4$ ). Fuente: [www.google.com](http://www.google.com). (Wikipedia)



## CAPÍTULO 1: METODOLOGÍA

### 1.1. Antecedentes de la investigación

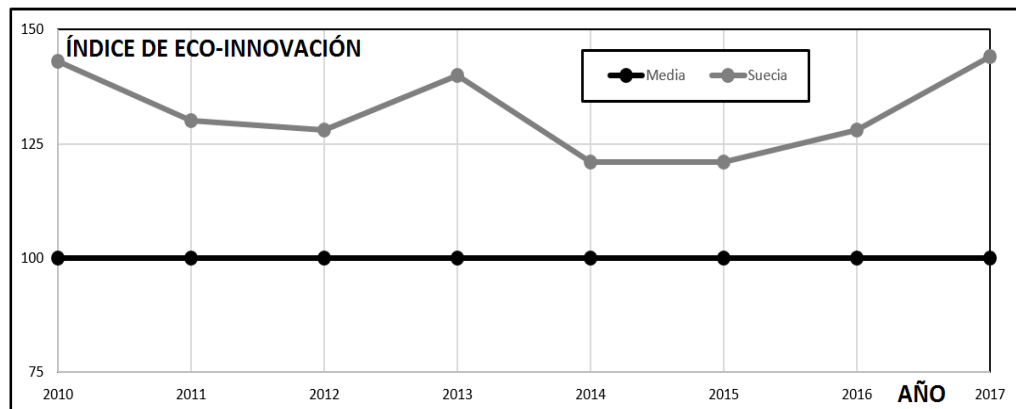
El trabajo de investigación se desarrolla bajo el concepto de eco-innovación aplicable en la MYPE FUNVESA. La propuesta consiste en proponer un modelo de negocio que incorpore la sostenibilidad en sus operaciones comerciales considerando la incorporación de un subproducto en su cadena de valor. Esta incorporación implica modificaciones o soluciones novedosas para la obtención de los productos que conducen a un mejor rendimiento y competitividad de la empresa (UNEP, 2017 pp. 15-21).

De otro lado, la implementación de la eco-innovación en los países en desarrollo puede significar: (1) uso de energía renovables, (2) recuperación de energía a partir de desechos sólidos, (3) uso de desechos para recuperación de materiales, (4) producción de fertilizantes a partir de aguas residuales y (5) eco-productos (ERYIGIT, 2015 pp. 1217-1218).

La eco-innovación ha sido registrada en Europa desde el año 2010 y fomentada por PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medioambiente) y la Unión Europea en los países en desarrollo a partir del año 2015. A continuación se presentan empresas que han implementado la eco-innovación en Europa. Los países estudiados son Suecia, Italia y Bélgica por su posicionamiento en el cuadro de rating mostrado en la Tabla N<sup>a</sup> 2.1 en las páginas 15-16 (Eco-innovation Observatory, 2018).

### 1.2. Eco-innovación en Suecia

Suecia ocupa el primer lugar en el ranking en eco-innovación de los 28 estados de la Unión Europea en el año 2017. Este país tiene un buen registro histórico en implementar la eco-innovación y se ha ubicado siempre entre los cinco primeros estados desde que se inició en el año 2010, registran el ÍE-i (índice de eco-innovación, capítulo 2 de esta tesis).



**Figura 1.1** Eco-innovación<sup>1</sup> periodo 2010-2017 en Suecia (**Eco-innovation Observatory**, 2018).

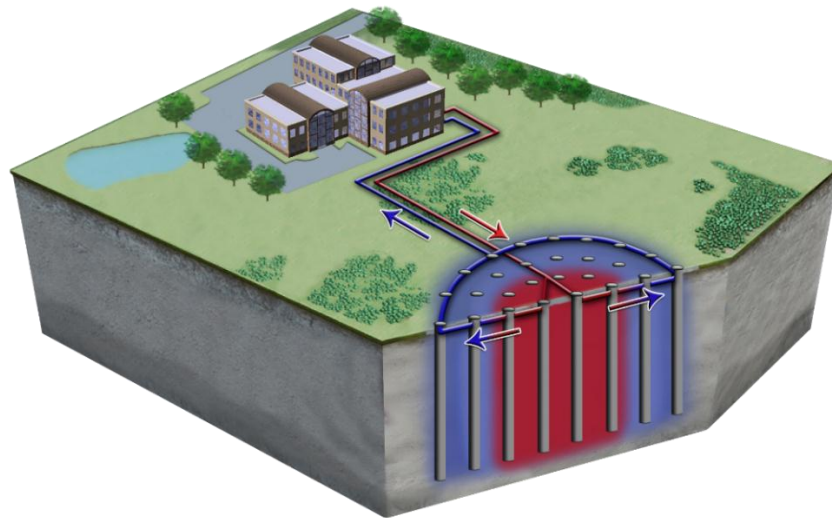
La Eco-innovación es un componente clave en la estrategia de política ambiental nacional de Suecia que se aprecia en la Figura 1.1 y es el país que está a la vanguardia en el desarrollo de nuevas tecnologías en áreas como: bioenergía, redes inteligentes, construcción ecológica, residuos y reciclaje, tecnologías de vehículos ecológicos, gestión de recursos hídricos, energía oceánica y energía solar, entre otras.

El fuerte impulso hacia el desarrollo y la implementación de tecnologías ecológicas ha permitido a Suecia convertirse en el primer país de Europa en cumplir con los objetivos de energía renovable ocho años antes de lo previsto. Desde el año 2017, Suecia tiene un nuevo marco de política climática que consiste en nuevos objetivos climáticos, una ley climática y un consejo de política climática. Suecia ha establecido como objetivo climático la no emisión de gases de efecto invernadero para el año 2045.

Un ejemplo de eco-innovación (**Eco-innovation Observatory**, 2018) se presenta en la compañía sueca SEEC (Scandinavian Energy Efficiency Co), fundada en 2006, cuyo negocio es el almacenamiento de energía. Su innovación radica en el almacenamiento de energía térmica utilizando pozos que permiten el almacenamiento del calor excesivo del verano para distribuirlo durante el frío invierno. Por otro lado, durante el frío

<sup>1</sup> Las líneas gruesas indican el valor promedio anual del I-E-i de los 28 países que conforman la Unión Europea. La línea gris indica los valores de Suecia, alcanzado durante cada año.

invernal, éste se almacena y se usa para enfriar las instalaciones durante el verano. Ver detalle en la Figura 1.2. Esto reduce la necesidad de comprar energía comercial. A través de este sistema las cooperativas de vivienda pueden reducir su compra de energía comercial en un 70% y las propiedades comerciales (como oficinas o industrias) pueden reducir su compra de energía comercial en un 90%. Esta técnica se desarrolló con el apoyo Real Instituto de Tecnología de Estocolmo y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Lund.



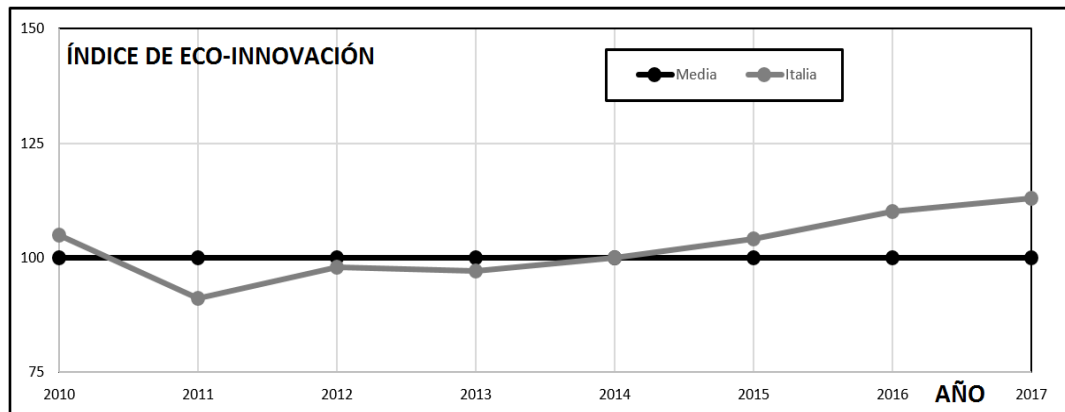
**Figura 1.2** Almacenamiento térmico de energía en pozo según SEEC (Eco-innovation Observatory, 2018)

El sistema de almacenamiento de energía de SEEC puede describirse como una serie de pozos colocados en forma concéntrica administrados por un sistema de control avanzado. Al controlar la forma en que se almacena y recupera la energía, SEEC reduce en gran medida la cantidad de energía perdida en estos sistemas de almacenamiento, al tiempo que aumenta significativamente la eficiencia del sistema.

El sistema de almacenamiento de energía de SEEC es una tecnología de construcción ecológica. Si la electricidad utilizada por las bombas y periféricos del sistema se produce sin emisiones de CO<sub>2</sub>, por ejemplo con el empleo de células solares, energía eólica o hidroeléctrica, el impacto ambiental del sistema es mínimo, ayudando a los edificios a convertirse verdaderamente en usuarios de consumo de cero energía.

### 1.3. Eco-innovación en Italia

Italia presenta un desempeño sólido en la eco-innovación con respecto a los demás países europeos, siendo el séptimo país clasificado de los 28 estados de la Unión Europea. En particular, Italia sobresale con respecto a la media europea en las diferentes categorías del Índice de Eco-innovación. Sin embargo, en Inversión en Eco-innovación Italia alcanzó un 25% más bajo de la media de la Unión Europea. En la siguiente figura se muestra el progreso de eco-innovación en Italia desde el año 2010. Ver la Figura 1.3.



**Figura 1.3** Eco-innovación periodo 2010-2017<sup>2</sup> en Italia (Eco-innovation Observatory, 2018).

Entre los años 2014 y 2015 Italia fue uno de los países con mayor número de empresas financiadas por la Unión Europea a través del programa de apoyo a las MYPEs dentro del marco Horizonte 2020 dirigido específicamente a las pequeñas y medianas empresas innovadoras. En los campos de la nanotecnología y el transporte, las empresas italianas son líderes en el campo de la Eco-innovación. Es así que en esos años 36 MYPEs obtuvieron financiación para 28 proyectos, especialmente las ubicadas en regiones como Lombardía, Emilia-Romaña y Lazio.

<sup>2</sup> Se aprecia que Italia ha tenido un comportamiento ascendente con relación a los demás países.





Un Ejemplo de Eco-innovación (**Eco-innovation Observatory**, 2018) se presenta en la compañía italiana Revet Recycling S.R.L. Su negocio es el reciclaje de plásticos que lo maneja de una manera innovadora permitiendo el segundo uso de plástico como si fuera una materia prima es un determinado tipo de aplicaciones. La innovación está relacionada con el reciclaje de plásticos mixtos de envasado post consumo (plasmix) y de residuos industriales, que se transforman en un granulado de plástico. El granulado de plástico se usa luego para varias aplicaciones y re-productos, por ejemplo, para tejidos, componentes prefabricados o incluso en la industria de partes de automóviles.

En la planta de Revet Recycling S.R.L., el plasmix, derivado del proceso de selección se transporta en cintas equipadas con un difusor para la interceptación de posibles fracciones de material ferroso.

Posteriormente, el material se transporta a tolvas de carga de dos trituradoras y luego a los tanques de lavado lo que permite la separación de los materiales pesados y flotantes. Luego, se envían a dos centrifugas horizontales para su secado. En este punto, el material se densifica mediante una cámara de plastificación provista de un sistema de calentamiento por medio de resistencias eléctricas, tornillos de plastificación y cabeza de extrusión.

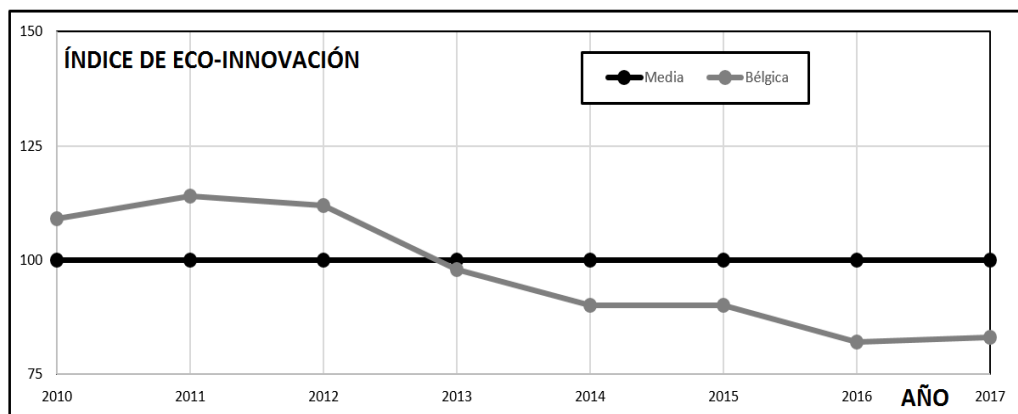
A partir de este momento, las fases adicionales del proceso permiten la producción del material en forma de gránulo. El material se envía a un filtro que permite la eliminación de cualquier impureza presente, después de lo cual se envía a la máquina de granulación en caliente.

Dentro de esta máquina el material toma la forma de una pasta viscosa, la misma que se corta en gránulos para luego enfriarla. Los gránulos, así formados, serán enviados a un tamiz vibratorio que permitirá su subdivisión en función de la dimensión.

Los gránulos con un diámetro de menos de 3 mm se recogen para volverlos a procesar, mientras que los gránulos de tamaño apropiado (3 mm) se recogen en los silos de almacenamiento para su despacho final.

## 1.4. Eco-innovación en Bélgica

Bélgica ha realizado importantes esfuerzos por implementar proyectos de Eco-innovación. Sin embargo, todavía es necesario que mejore las actividades eco-innovadoras, especialmente en los productos obtenidos y en las Actividades Socio-económicas. En el ranking del IE-i, Bélgica en el 2017 ha descendido en 3 posiciones con relación al reporte del año 2015. La baja sostenibilidad de la eco-innovación se viene reconociendo en la Figura 1.4 se visualiza para el caso de Bélgica.



**Figura 1.4** Eco-innovación periodo 2010-2017<sup>3</sup> en Bélgica (**Eco-innovation Observatory**, 2018).

Con un puntaje total de 83, Bélgica ocupa ahora el puesto 16 de los 28 países de la Unión Europea, perdiendo un poco su posición en comparación con el informe de 2015, donde obtuvo 97 puntos en el que ocupaba la posición 15.

En los últimos años, el desarrollo de la eco-innovación en Bélgica no se ha desacelerado. Sin embargo, la posición comparativa frente a los Estados miembros que progresan rápidamente ha comenzado a colocar a Bélgica en una posición menos ventajosa en la clasificación de los 28 estados de la Unión Europea.

<sup>3</sup> En este caso, se puede apreciar que Bélgica viene mostrando un comportamiento proactivo a la eco-innovación con relación al resto de países de los que está por encima del promedio 100.



El desempeño de Bélgica en con relación a la eco-innovación lo ha aplicado proactivamente en materia de insumos, productos así como resultado de la eficiencia de los recursos y de los resultados socioeconómicos. Bélgica con relación a la eco-innovación se acerca al valor promedio de la Unión Europea.

En Bélgica muchas iniciativas eco-innovadoras se asocian con el sector químico que está bien establecido. Los más importantes esfuerzos de innovación son los sectores como el de la construcción, además de iniciativas dirigidas por organizaciones que promueven comportamientos de cero desperdicios o infraestructuras para que las personas innoven juntas. Esto representa un desarrollo importante y positivo para políticas coherentes y un consenso más fuerte entre los diferentes actores.

Un caso de Eco-innovación en Bélgica (**Eco-innovation Observatory**, 2018) se presenta en la región de Valona que no es autosuficiente en recursos metálicos. Las industrias en Valona utilizan materias primas compradas del exterior. Sin embargo, se identifica recursos escasos de metales como el oro, el cromo y el cobalto presentes en los desechos ordinarios de productos. Por lo tanto, estos metales debían extraerse durante el proceso de reciclaje para que luego reutilizarse sin perder sus propiedades. Esto conllevaría a importantes beneficios ambientales y económicos: la limitación del desperdicio y el agotamiento de los recursos, por un lado, y asegurar el suministro de materias primas, por otro lado, creando empleos y oportunidades de crecimiento.

En el año 2014 se creó la iniciativa Reverse Metallurgy para abordar esta situación. La idea fue de aprovechar el conocimiento histórico de Valona para convertir los minerales en productos finales y usarlos de forma inversa. Se creó una plataforma para el desarrollo de tecnologías para recuperar los metales de los desechos. El objetivo fue el reciclaje de los metales para que puedan ser reutilizados como materias primas secundarias. El proyecto estuvo liderado por un consorcio compuesto por industrias como Comet, Hydrometal, Citius, Carneuse, Magotteaux, CMI y Revatech además del sector académico y de investigación.



## 1.5 Descripción de la Problemática

A la fecha, la escoria de fundición es un desperdicio que, según la reglamentación ambiental, la industria metalúrgica la tiene que disponer en rellenos sanitarios. Esto conlleva a gastos para las empresas siderúrgicas como es el caso de la empresa MYPE FUNVESA en Ventanilla. La generación anual de escoria en esta empresa según su proceso de fundición de la chatarra es aproximadamente entre 17 y 18 toneladas al año. Estos valores, por ser muy bajos, dificultan la implementación del uso de la escoria como un subproducto siguiendo el modelo de negocio de eco-innovación propuesto por la ONG Grupo GEA (ROJAS, et al 2017) y que es aplicado internacionalmente. Inclusive a nivel nacional SiderPerú (FIGUEROA, 1991), (CARRASCO, 2018) se ha estudiado el uso de la escoria como material de construcción. En la actualidad SiderPerú (GERDAU, 2012) viene promocionando la escoria como agregado siderúrgico siguiendo procesos de enfriamiento, recuperación metálica, clasificación y humidificación para su tratamiento como material de construcción.

## 1.6 Formulación del Problema

La implementación de este modelo de negocio tiene como ventaja los grandes volúmenes de escoria generados por la chatarra fundida en sus altos hornos. De otro lado, es parte del problema también la falta de uso de este desecho, en apoyo a la comunidad en la infraestructura pública y otros, dándole un Enfoque de Responsabilidad Social.

## 1.7 Justificación e Importancia de la investigación

Es muy importante desarrollar el modelo de negocio de eco-innovación porque permite implementar nuevas estrategias en las empresas de incorporar criterios de sostenibilidad como son: la reducción del uso de recursos naturales y la disminución de la liberación de sustancias nocivas en el medio ambiente. El desarrollo de un modelo de negocio de



eco-innovación implementado para el caso del uso de la escoria de fundición serviría como una guía para operaciones comerciales de diferentes industrias tomando en consideración el cuidado del medio ambiente y la responsabilidad social. En el caso específico del presente trabajo de tesis, se plantea la aplicación del modelo de negocios en la población del distrito de Ventanilla con la propuesta de construcción de obras de recreación basadas en la alianza de la empresa privada con el municipio a través de un plan estratégico para emplear la escoria de fundición como elemento constructivo. El impacto económico del desarrollo de un producto de construcción que permita beneficiar a la empresa económicamente, así como el impacto en el medio ambiente con la mejora de la calidad de la vida de la población de Ventanilla son aspectos que se lograrían con la implementación del uso de la escoria como elemento constructivo teniendo como consideración adicional el valor agregado resultante de aprovechar las ventajas estéticas del proyecto.

## **1.8 Objetivos de la investigación**

### **1.8.1 Objetivo General**

Adaptar el modelo de negocio del uso de la escoria como elemento constructivo implementando mejoras a la propuesta de eco-innovación de la ONG Grupo GEA evaluando los aspectos de mercado, tecnológicos, productivos y económicos, y con un enfoque de Responsabilidad Social que sea aprobado por la Comunidad.

### **1.8.2 Objetivos Específicos**

- (a) Realizar una investigación de mercado con base en estudios cualitativos y cuantitativos para establecer las estrategias empleo de la escoria producida en FUNVESA para las obras de infraestructura pública con un enfoque de Responsabilidad Social.



- (b) Proponer una alternativa tecnológica de uso de la escoria para la infraestructura pública y realizar pruebas de laboratorio para evaluar la corrosión de la escoria.
- (c) Evaluar económicamente la propuesta del uso de la escoria como elemento constructivo comparándola con los materiales tradicionales.

## 1.9 Hipótesis

El modelo de negocio propuesto para el uso de la escoria de fundición de FUNVESA con un enfoque de responsabilidad social para el distrito de Ventanilla es factible de implementar considerando aspectos de mercado, tecnológicos, productivos y económicos.

## 1.10 Metodología de la investigación

La tesis se desarrolla sobre la base de un proceso Sistémico de Análisis, tomando la experiencia tecnológica que se desarrolló entre enero y abril de 2017 que corresponde a las evaluaciones de laboratorio que estudiaron la factibilidad del empleo de la escoria de fundición como material de construcción, así como estudiar la corrosión del material. Además, se realizará una revisión bibliográfica de los criterios de los conceptos fundamentales para implementarlos en la formulación del enfoque de negocio teniendo en consideración las normativas nacionales en materia de inversión público privada. Se formularán encuestas a expertos y principales actores involucrados teniendo presente el enfoque de responsabilidad social sobre el empleo de la escoria de fundición en el Distrito de Ventanilla. Finalmente, se elaborará un Modelo de Negocio que demuestre que es viable este esquema con un enfoque de Responsabilidad Social.



## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se presentarán los conceptos eje de la presente investigación. Primeramente se presentará todos los conceptos de Eco-innovación con base en la Información del IECD (ver Glosario de siglas) y seguido de ello se presentarán tres referencias que evalúan la factibilidad de uso de la escoria de fundición como agregado grueso en el concreto armado.

### 2.1 Eco-innovación

En las pasadas décadas, la preocupación de las industrias manufactureras era lograr la producción sostenible teniendo presente entornos ambientales integrados (OECD., 2009). En los recientes años, se ha prestado mayor atención a la innovación como eje para que la industria pueda trabajar con el propósito de lograr un mejor desempeño ambiental. A este propósito también se consideran a los gobiernos que son elementos fundamentales en una nación: regulación, respaldo y motivación son ejes claves en este caso.

Eco-innovación (innovación ecológica) se puede describir bajo los tres objetivos que persigue:

- (1) Sus objetivos (el enfoque principal),
- (2) Sus mecanismos (métodos para introducir cambios en el objetivo) y
- (3) Sus impactos (los efectos sobre las condiciones ambientales).

La garantía de éxito radica en el compromiso por parte de las empresas y el estado. Es así que se pueden crear combinaciones exitosas de políticas de eco-innovación que genere interés entre la oferta y la demanda.

La generación mundial de recursos y por ende la generación de residuos proviene de las industrias manufactureras. El consumo de energía en todo el mundo creció un 2,3% en 2018, casi el doble de la tasa promedio



de crecimiento desde 2010 (IEA, 2019). Las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas aumentaron en 1.7% al valor máximo históricamente registrado de 33.1 Giga-toneladas de CO<sub>2</sub>.

Sin embargo, las industrias manufactureras pueden convertirse en una fuerza motriz para crear una sociedad sostenible. Las industrias pueden diseñar e implementar prácticas sostenibles para elaborar productos y/o servicios para un mejor desempeño ambiental. Para ello, es fundamental un cambio en la percepción y comprensión de la producción industrial.

De otro lado, los responsables de la formulación de políticas y los profesionales de la industria deben comprender conceptos y prácticas relevantes para orientar la implementación y el trabajo futuro en el proyecto (OECD., 2009) y (UNEP., 2017):

- Revisar los conceptos de fabricación sostenible y eco-innovación.
- Analizar los procesos de eco-innovación sobre la base de ejemplos existentes de empresas fabricantes.
- Evaluar los conjuntos de indicadores que han sido utilizados por la industria para lograr una fabricación sostenible (**Eco-innovation Observatory**, 2018).
- Analizar las fortalezas y debilidades de las metodologías existentes para medir la innovación ecológica a nivel macro.
- Hacer un balance de la estrategia nacional y las iniciativas políticas para promover la eco-innovación en nuestro país.

La eco-innovación ha sido considerada en la Unión Europea como un respaldo a los objetivos más amplios de la Estrategia de Lisboa para la competitividad y el crecimiento económico. Es así que en 2004 se presentó el Plan de Acción de Tecnología Ambiental con el propósito de promover el desarrollo y la implementación de la eco-innovación. Este plan de acción proporcionó la hoja de ruta general para promover las





tecnologías medio ambientales y la competitividad empresarial centrándose en cerrar la brecha entre la investigación y los mercados, mejorar las condiciones del mercado para las tecnologías medio ambientales y realizar su actuación en forma globalizada. Eco-innovación formó parte del Programa Marco de Competitividad e Innovación de la Unión Europea para el periodo 2007-2013. Este programa, por ejemplo, en el año 2008 ofreció 28 millones de euros de financiamiento para estimular la adopción de productos, procesos y servicios medio ambientales, especialmente entre las Pequeñas y Medianas Industrias (**EUROPEAN COMMISSION**, 2014).

En la actualidad, Horizonte 2020 es el Programa Marco de Investigación e Innovación que da continuidad al Programa Marco de Competitividad e Innovación de la Unión Europea. Este programa comprende las partes relacionadas con la innovación del Programa de Emprendimiento e Innovación (con sus siglas en inglés EIP), el Programa de Apoyo a la Política de Tecnologías de la Información y la Comunicación (con sus siglas en inglés ICT-PSP) y el Programa de Energía Inteligente para Europa (con sus siglas en inglés IEE) y el Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (con sus siglas en inglés EIT).

Esta decisión de reunir toda la financiación de investigación e innovación de la Unión Europea en un marco global coherente, desde la investigación hasta la innovación, fue tomada en el año 2011 con el propósito de facilitar la participación, aumentar el impacto científico y económico y maximizar el valor para el dinero (**EUROPEAN COMMISSION**, 2011).

Para facilitar el desarrollo del mercado, en el año 2012 se creó el Observatorio de Eco-innovación (con sus siglas en inglés EIO) cuyo objetivo es proporcionar una fuente de información integrada sobre eco-innovación para empresas y proveedores de servicios de innovación, así como proporcionar una sólida base de toma de decisiones para el desarrollo de políticas. El Observatorio de Eco-innovación es una iniciativa financiada por la Dirección General de Medio Ambiente de la



Comisión Europea a través del Programa Marco de Competitividad e Innovación (**Eco-innovation Observatory**, 2018).

El Observatorio de Eco-innovación está desarrollando una fuente de información integrada y una serie de análisis sobre tendencias y mercados de Eco-innovación dirigidos a las empresas, los proveedores de servicios de innovación, los responsables de la formulación de políticas, así como a los investigadores y analistas. El Observatorio de Eco-innovación informa directamente dos importantes iniciativas de la Unión Europea: el Plan de Acción de Tecnologías Ambientales (ETAP) y Europa INNOVA. Es así que el Observatorio de Eco-innovación aborda la Eco-innovación como un fenómeno omnipresente presente en todos los sectores económicos y, por lo tanto, relevante para todos los tipos de innovación.

El Observatorio de Eco-innovación presenta en su portal el Cuadro de Indicadores de Eco-innovación que es la representación gráfica del Índice de Eco-innovación que ilustra el rendimiento de la eco-innovación en los 28 estados miembros de la Unión Europea. Su objetivo es presentar los diferentes aspectos de la eco-innovación medidos a través de 16 indicadores agrupados en cinco categorías temáticas:

- C1 Categoría 1:** Inversión en eco-innovación. Comprenden las inversiones (recursos financieros o humanos) que apuntan a activar actividades de eco-innovación.
- C2 Categoría 2:** Actividades en eco-innovación. Ilustran hasta qué punto las empresas de un país específico son activas en eco-innovación.
- C3 Categoría 3:** Productos de eco-innovación. Cuantifican los resultados de las actividades de Eco-innovación en términos de patentes, literatura académica y contribuciones de los medios de comunicación.
- C4 Categoría 4:** Eficiencia de los recursos. Resultados de la eficiencia de los recursos que ponen el rendimiento de la eco-innovación en

el contexto de la eficiencia de los recursos (materiales, energía y agua) y la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero del país.

**C5 Categoría 5:** Resultados socio-económicos. Ilustran en qué medida el rendimiento de la eco-innovación genera resultados positivos para los aspectos sociales (empleo) y los aspectos económicos (volumen de negocios y exportaciones).

El valor del Índice de Eco-innovación, IE-i, se determina en función de estas cinco categorías temáticas. La fórmula para su determinación es como sigue:

$$IE-i = (C1 + C2 + C3 + C4 + C5) / 5 \quad \text{Ecuación (2.1)}$$

El Índice de Eco-innovación, IE-i, muestra el desempeño de los estados miembros de la Unión Europea en las diferentes dimensiones de la eco-innovación además de compararlos con valores medios de la Unión Europea. Esta información permite presentar los puntos fuertes y débiles de cada estado miembro de la Unión Europea.

La Tabla 2.1 muestra los valores del Índice de Eco-innovación (IE-i) por cada estado miembro de la Unión Europea en el año 2017 (**Eco-innovation Observatory**, 2018). El valor 100 se considera como un valor medio para el Índice de Eco-innovación.

**Tabla 2.1** Índice de Eco-innovación 2017 en los países europeos

No	País	C1	C2	C3	C4	C5	IE-i
1	<b>Suecia</b>	<b>166</b>	<b>148</b>	<b>182</b>	<b>154</b>	<b>77</b>	<b>144</b>
2	Finlandia	200	155	202	49	102	141
3	Alemania	178	151	130	121	113	139
4	Luxemburgo	104	124	220	183	72	139
5	Dinamarca	178	58	154	139	70	120
6	Eslovenia	141	124	153	66	130	117
7	<b>Italia</b>	<b>66</b>	<b>111</b>	<b>112</b>	<b>180</b>	<b>101</b>	<b>113</b>
8	Austria	91	141	115	128	89	113

Fuente: **Eco-innovation Observatory**, 2018

**Tabla 2.1** Índice de Eco-innovación 2017 en los países europeos

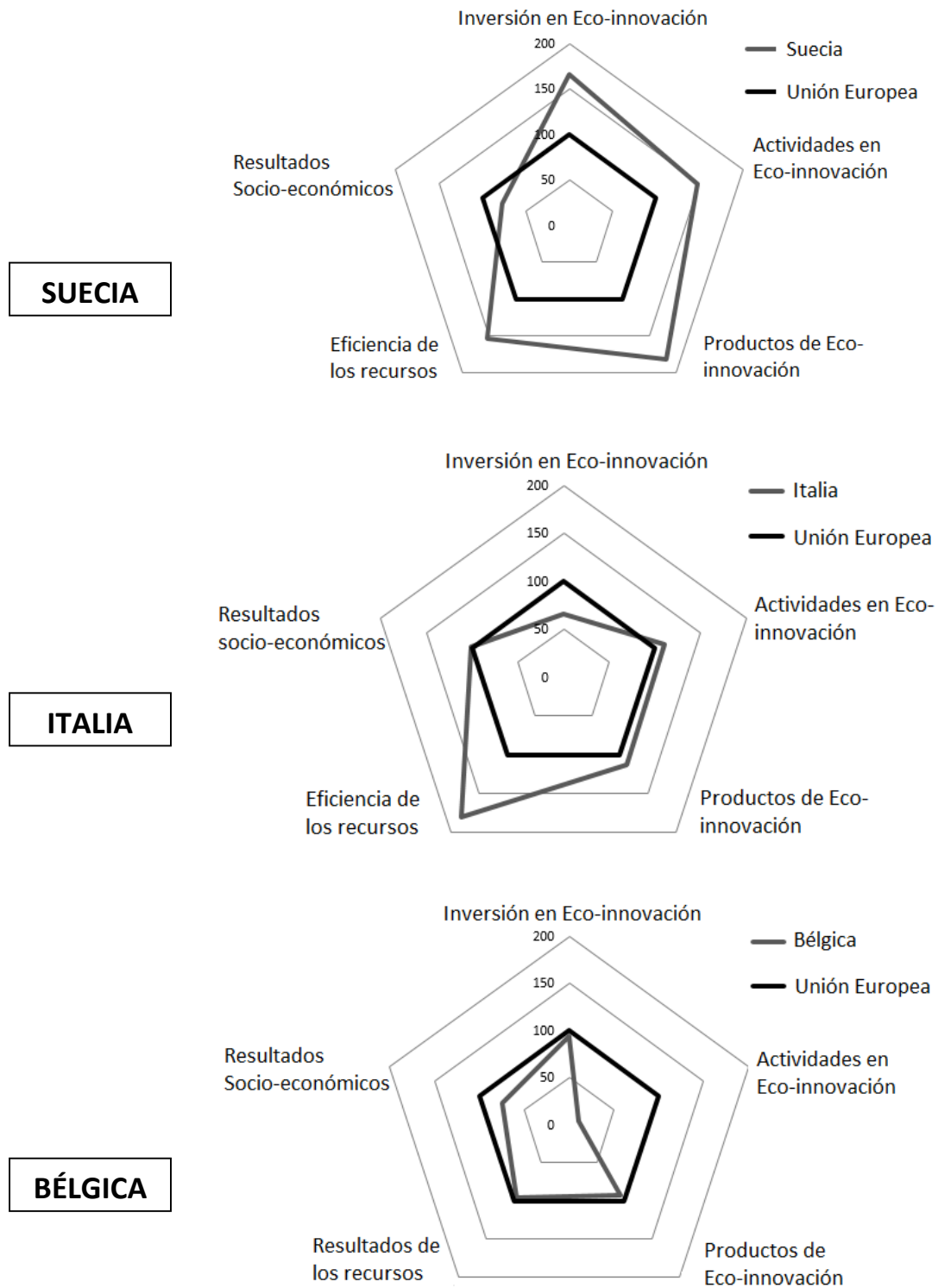
No	País	C1	C2	C3	C4	C5	IE-i
9	España	75	106	139	162	72	112
10	Portugal	104	134	100	107	81	105
11	Reino Unido	102	87	65	160	82	105
12	Irlanda	113	58	69	174	55	99
13	Francia	118	10	107	110	89	99
14	Holanda	88	38	91	111	77	88
15	Malta	23	116	77	163	7	86
<b>16</b>	<b>Bélgica</b>	<b>94</b>	<b>11</b>	<b>93</b>	<b>95</b>	<b>75</b>	<b>83</b>
17	Lituania	29	94	93	91	106	82
18	Rep.Checa	81	126	49	44	111	82
19	Grecia	57	96	142	50	63	77
20	Croacia	25	93	61	85	105	75
21	Eslovaquia	27	90	33	87	124	74
22	Letonia	41	41	105	75	110	73
23	Rumanía	53	37	55	60	113	65
24	Hungría	39	47	13	76	125	63
25	Estonia	50	76	90	2	109	62
26	Polonia	43	17	53	38	145	59
27	Chipre	4	39	113	62	6	45
28	Bulgaria	30	37	33	4	92	38

Fuente: **Eco-innovation Observatory**, 2018

Según esto (**European Commission**, 2017), los países se pueden agrupar en tres bloques:

1. **Estados líderes** de Eco-innovación con una puntuación significativamente más alta que la media de la Unión Europea (100). En este grupo se ubican los estados las 6 primeras posiciones.
2. **Estados ejecutores** de la Eco-innovación media con puntuaciones entorno a la media de la Unión Europea (100).
3. **Estados que se están poniendo al día** en Eco-innovación con un rendimiento de alrededor del 85% o menos en comparación con la media de la Unión Europea (100).

La Figura 2.1 muestra el detalle de puntuación para los países representativos en este estudio.



**Figura 2.1** Niveles alcanzados en las 5 categoría temática del IE-i para Suecia, Italia y Bélgica 2017 (European Commission, 2017).

## 2.2 Eco-innovación en el Perú

Grupo GEA ha conducido diversos proyectos en empresas para la implementación de la Eco-innovación. FUNVESA ha sido uno de ellos (**GRUPO GEA**, 2019). GRUPO GEA menciona:

*Eco-Innovación permite identificar oportunidades de negocios sostenibles en una organización, a partir de la aplicación de modelos de negocios enmarcadas en una estrategia, incorporando criterios de sostenibilidad dentro de la cadena de valor de la organización, en cooperación con actores claves.*

De otro lado, el programa INNOVATE-Perú del Ministerio de la Producción, (**PRODUCE**, 2019) ha trabajado proyectos de eco-innovación con 18 micro empresas en todo el país. Ver la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2** Proyectos eco-innovadores financiados por Innóvate Perú

Identificador de Proyecto	Nombre del Proyectos
003-12	Mejoramiento del proceso de preparación de aceituna verde estilo sevillano para <b>disminuir el uso del recurso hídrico en la operación de lavado</b> , neutralizando la soda residual con la aplicación de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) durante la fermentación
007-12	Desarrollar <b>protectores solares naturales bajo la forma de crema, gel y loción enriquecidos con extracto de camu camu</b> , con factor de protección solar medible mediante prueba in vitro, con calidad e inocuidad que cumplan los estándares internacionales
058-12	Desarrollo de bolsos y carteras elaborados con <b>insumos ecológicos en cuero y textiles</b> , con mejora en las etapas de diseño y acabados, reduciendo los tiempos de entrega y los productos defectuosos y cumpliendo los estándares de calidad de mercados internacionales

Fuente: Página web del Programa Innóvate Perú de PRODUCE

**Tabla 2.2** Proyectos eco-innovadores financiados por Innóvate Perú

Identificador de Proyecto	Nombre del Proyectos
161-12	Desarrollo de un prototipo para <b>la fabricación de ladrillos de construcción a partir de la utilización de relaves</b> mineros del procesos de cianuración en plantas minero artesanales
064-12	Tratamiento de <b>aguas residuales domésticas a nivel de laboratorio</b> mediante un proceso biológico anaerobio en la ciudad de Cusco
046-12	Desarrollar un equipo prototipo <b>para mejorar el proceso de sublimado de ropa deportiva de poliéster</b> incrementando la productividad, calidad y reduciendo las sustancias toxicas
178-12	Obtención de compositos (wpc) <b>constituidos por plásticos reciclados</b> (polietileno, prolipropileno, pet) y fibra agro vegetales mediante el uso de un prototipo de extrusora doble husillo para incorporarlo en la producción de escobas de plástico
060-13	Implementación de <b>un sistema de eficiencia energética para la optimización de los recursos naturales</b> , económicos y mejora de la salud en los restaurantes campestres del corredor gastronómico Callanca, Monsefú. Lambayeque, Perú
076-13	Desarrollo de <b>un sistema de calefacción controlado de bajo costo</b> y baja tensión de vapor con gas diphyll, orientado a las mypes textiles
025-14	Desarrollo de una <b>nueva metodología para producir carteras elaboradas con fieltro y residuos de fibras</b> naturales y cuero, teniendo presente el diseño sustentable, utilizando en su proceso nueva tecnología orientadas a nichos de mercados nacionales y externos

Fuente: Página web del Programa Innóvate Perú de PRODUCE

**Tabla 2.2** Proyectos eco-innovadores financiados por Innóvate Perú

Identificador de Proyecto	Nombre del Proyectos
314-15	<b>Aprovechamiento de estípites de árboles adultos de palma aceitera para la crianza de suri</b> (larva de <i>rhyngophorus palmarum</i> L.) como alternativa a la quema, en la provincia de coronel portillo y padre abad, región Ucayali.
315-15	<b>Utilización de un panel solar con aire forzado, para disminuir el tiempo de secado</b> de hipocotilos de maca ( <i>lepidium meyenii</i> walp) en un 50 % y evitar la presencia de hongos y micotoxinas.
376-15	<b>Innovación de la línea de producción de peletería de pieles de baby camelidos, con la fabricación de un prototipo de descarnadora de pieles de camelidos andinos</b> , para la obtención de productos de calidad estandarizada y cumplimiento de las exigencias ambientales
378-15	Fabricación y <b>aplicación de un fundente ecológico para la obtención de oro y plata</b> en reemplazo del litargirio en la minería a pequeña escala
364-16	<b>Aprovechamiento de residuos orgánicos de palma aceitera</b> y madera en la región Ucayali, para la fabricación de sustrato como medio de cultivo de los jardines verticales y techos verdes
371-15	Determinación de una fórmula de <b>mezcla para la fabricación de ladrillos incorporando plásticos pet reciclable</b> en Madre de Dios
060-15	Desarrollo de <b>biocompuestos de plástico reforzados con residuos agrícolas de cascarilla</b> de café y cáscara de sachá inchi y piñón blanco
435-16	Diseño y construcción de una planta piloto para la <b>reutilización del polietileno</b> (bolsas) para la obtención de bloques con bio polímeros degradable para hormas de calzado





## 2.3 Estudios del uso de la escoria en el mundo

En nuestro país, en el año 1991 se impulsó el estudio del uso de la escoria de fundición en Siderperú (**FIGUEROA, B.**, 1991) para su empleo como agregado en la producción de concreto. En otras realidades aún se vienen fomentando estudios de investigación para el empleo de la escoria de fundición:

- España (**FERREIRA V.**, et al, 2016),
- Australia (**OZBAKKALOGLU, T, ET AL**, et al, 2016) y
- Turquía (**GÖKALP, I.**, et al, 2018)

Esto revela la posibilidad permanente del uso de este desperdicio, la escoria de fundición, como material de construcción.

### 2.3.1 Uso de la escoria en España

El trabajo realizado en España analiza el impacto ambiental del uso de las escorias de horno de arco eléctrico como materia prima secundaria en la elaboración de los pavimentos. Se realiza una comparación entre el uso de la escoria con los materiales tradicionales utilizados en la construcción de carreteras. Lo resaltante de este trabajo es la evaluación química y de las principales características técnicas de las escorias negras como agregado grueso. El estudio de análisis ambiental se realizó bajo el empleo de la metodología de evaluación del ciclo de vida analizando la huella de carbono, la depleción abiótica, el agotamiento de la capa de ozono y la oxidación fotoquímica que dependen en gran medida de los procesos de construcción de la carretera. Sin embargo, quedó demostrado que en todo el proceso, la producción de betún es la etapa más contribuyente en estos efectos contaminantes. Quedó demostrado en este trabajo que el uso de la escoria negra trae beneficios ambientales importantes en su uso para la construcción de carreteras.

El estudio realizó la comparación entre dos diferentes composiciones (ver a continuación la Tabla 2.3) para la elaboración de los pavimentos:

**Tabla 2.3** Tipos de pavimento analizados en el estudio

Tipo	Componentes
Tipo A	100% de agregado natural, agua, bitumen más energía
Tipo B	25% de agregado natural, 75% escoria, agua y bitumen

Fuente: **FERREIRA V.**, et al, 2016

Es muy conocido que la industria del acero es una de las principales responsables de las emisiones de dióxido de carbono. Para mitigar el cambio climático, reducir estas emisiones no es fácil debido a la alta dependencia de la electricidad y el carbón. En estos tiempos, la mayor parte del acero se produce a través de dos principales industrias: (1) el proceso integrado, que utiliza carbón como agente reductor y el hierro como materia prima o la ruta del horno de arco eléctrico donde la electricidad se usa para derretir acero en el producto final y (2) la llamada producción secundaria que usa acero chatarra que es un proceso que consume menos energía y se muestra como alternativa prometedora para estar cerca de una emisión mínima de dióxido de carbono.

Además del consumo de energía asociado a los procesos de producción, el aumento del consumo de acero da lugar a un crecimiento importante del volumen de residuos. Los residuos de la fabricación de acero se definen como subproductos obtenidos de la conversión proceso de hierro a acero. En particular, la escoria de acero representa una importante proporción de estos subproductos. Estos subproductos se producen a veces en grandes valores. Por ejemplo, para la producción de 3 toneladas de acero inoxidable se requiere generar aproximadamente 1 tonelada de escoria de acero inoxidable. En consecuencia, una gran cantidad de escoria de acero se produce anualmente en el mundo (alrededor de quinientos millones de toneladas por año).

La gran cantidad de escoria generada y su impacto ambiental ha conllevado a trabajar en soluciones que permitan el empleo de estos

residuos como materia prima para pavimentos. Las escorias de acero se pueden emplear en la construcción de carreteras para reemplazar los agregados naturales con el propósito de reducir el impacto en el medio ambiente. En la Tabla 2.4 se muestra las diferencias entre el impacto ambiental para el Tipo B con relación al Tipo A de pavimento:

**Tabla 2.4** Impacto ambiental de pavimento Tipo B relacionado al Tipo A

Acción negativa al medio ambiente	Porcentaje de variación
Reducción abiótica	9%
Acidificación	-3%
Eutrofización del agua fresca	-12%
Calentamiento global	-14%
Reducción de la capa de ozono	7%
Toxicidad humana	-12%
Eco toxicidad del agua fresca	-13%
Oxidación fotoquímica	2%

Fuente: **FERREIRA V.**, et al, 2016

Según el proceso de fabricación del acero existe dos tipos de escorias: (1) la escoria negra de horno de arco eléctrico y (2) la escoria de horno de cucharón o también conocida como escoria secundaria de refinación o escoria blanca. El trabajo se limita al estudio de la escoria negra que es el 40% de la producción mundial de acero.

En otros trabajos también se ha empleado la escoria negra frecuentemente como agregado para pavimento debido a sus excelentes propiedades mecánicas y su adaptación a las capas de asfalto para cualquier tipo de carga de tráfico.

Según el estudio de espectrometría de rayos-X fluorescente la composición química de la escoria negra está distribuida como se muestra en la Tabla 2.5:

**Tabla 2.5** Composición química de la escoria negra

Compuesto químico	Porcentaje en peso
Fe total	25.32
SiO <sub>2</sub>	15.64
Mn	4.60
CaO	22.39
MgO	7.96
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.14
K <sub>2</sub> O	0.02
Na <sub>2</sub> O	0.22
S	0.07
P	0.10
Zn	0.75
Pb	0.01
TiO <sub>2</sub>	0.75
Cl <sup>-</sup>	0.03
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.81

Fuente: **FERREIRA V.**, et al, 2016

El estudio que realizó la caracterización química de la escoria negra ha mostrado un contenido aceptable de cal de alrededor del 22%. La presencia de ferrato de calcio y silicato calcio aluminato sugiere la obtención de buenas propiedades técnicas para utilizar las escorias negras como material para la construcción siempre teniendo en cuenta una cuantificación precisa del contenido de cal libre. Conforme a los estándares técnicos para obras viales y de puentes en España, la escoria negra se puede utilizar como agregado grueso en caliente bituminoso.

Sin embargo, las características de las escorias negras seleccionadas deben analizarse cuidadosamente para cada situación particular porque la alta porosidad de la escoria puede conducir a un incremento en el consumo de asfalto con el correspondiente perjuicio en algunos de los indicadores ambientales.



### 2.3.2 Uso de la escoria en Australia

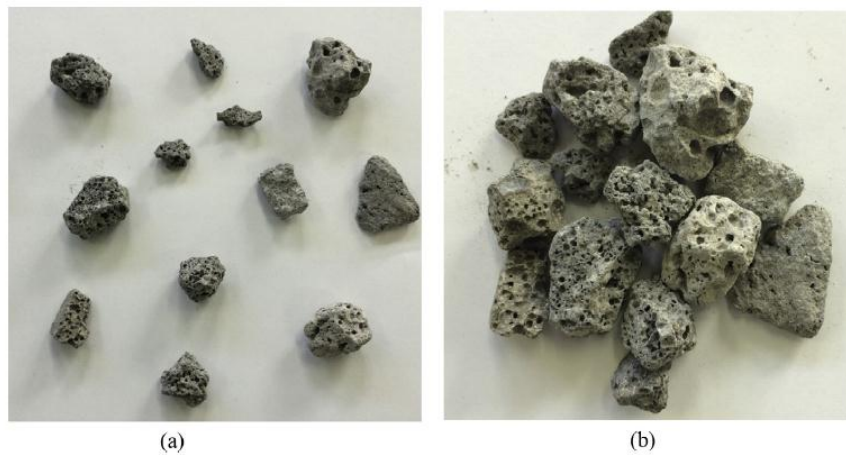
En los últimos veinte años, la escoria de los altos hornos enfriados por aire ha sido considerada como una alternativa de material de agregado grueso en concreto. En estos tiempos, el empleo de la escoria como agregado reciclado para concreto es una tecnología muy prometedora para reducir el impacto ambiental de los residuos de escoria empleados para la fabricación del concreto.

En este trabajo se realiza un estudio experimental sobre propiedades mecánicas del concreto que contiene la escoria como agregado grueso de diferentes tamaños. Se realizan pruebas para concretos normales y de alta resistencia para diferentes proporciones de agregado de escoria. Aunque está demostrado que los concretos con escoria exhiben propiedades mecánicas inferiores en comparación con los concretos de agregados naturales, esta diferencia no es excesiva en concretos de escoria de resistencia normal con hasta 100% de agregados de escoria y en concretos de escoria de alta resistencia con hasta 50% de agregados de escoria.

La escoria de alto horno es un subproducto industrial no metálico que se produce cuando el mineral de hierro se derrite y se reduce a arrabio fundido en los altos hornos. Se producen más de 500 millones de toneladas de escoria de altos hornos cada año en todo el mundo. Las escorias de los altos hornos se clasifican en diferentes tipos en función del proceso utilizado para llevar el material a su forma final: (1) Se produce la escoria de alto horno enfriada por aire y (2) por la solidificación de la escoria fundida que se forma en la parte superior del hierro fundido en un alto horno bajo condiciones ambientales. En 2012 se empleó la escoria en los Estados Unidos en un 47.5% como material base y en las capas de la superficie de la carretera, 21.1% en concreto asfáltico, mientras que solo 13.1% fue usado como agregado en concreto. En las últimas décadas, la industrialización y urbanización han creado gran demanda mundial del concreto. Se ha estimado en más de 10 mil millones de toneladas por año. El mayor uso de concreto conduce a una reducción de los agregados naturales, así como el consumo de

grandes cantidades de energía en la producción y el transporte. El uso de la escoria de los altos hornos como agregado es atractivo.

En este estudio se ha diseñado diferentes tipos de concreto según el tamaño máximo de las partículas de escoria. En la Figura 2.2 se observa estos tipos de partículas de escoria (OZBAKKALOGLU, 2016):



**Figura 2.2** Escoria con tamaño máximo nominal de (a) 10mm y (b) 20mm (OZBAKKALOGLU, 2016):

Comparando las propiedades de la escoria con el agregado natural se presenta la Tabla 2.6:

**Tabla 2.6** Propiedades de los diferentes agregados gruesos

Propiedad	Escoria fina	Escoria gruesa	Agregado natural
Máximo tamaño nominal (mm)	10.0	20.0	9.5
Densidad suelta (T/m <sup>3</sup> )	1.41	1.32	1.48
Densidad compacta (T/m <sup>3</sup> )	1.49	1.43	1.61
Densidad partícula seca (T/m <sup>3</sup> )	2.50	2.41	2.60
Absorción de agua (%)	4.5	6.0	2.0
Módulo de finesa	6.4	7.0	5.4

Fuente: OZBAKKALOGLU, 2016

Los resultados experimentales se realizaron con el empleo de cemento Portland Tipo I (ordinario) para diferentes proporciones de agregado

natural y agregado de escoria manteniendo el mismo peso de cemento de  $380 \text{ kgf/m}^3$  con una relación agua/cemento total de 0.52 y el empleo de super plastificantes de  $2 \text{ kgf/m}^3$ . Se usa un mismo contenido de arena en las dosificaciones de  $730 \text{ kgf/m}^3$ . En la Tabla 2.7 se presenta las diferentes dosificaciones:

**Tabla 2.7** Dosificación de los diseño de mezclas para concretos en  $\text{kgf/m}^3$

Dosificación	Agua efectiva	Agregado natural	Escoria
NC-Ref	173	1095	0
NC-50-Fina	161	548	505
NC-50-Gruesa	156	548	463
NC-100-Fina	150	0	1011
NC-100-Gruesa	140	0	926

Fuente: **OZBAKKALOGLU**, 2016

Para cada una de estas dosificaciones se obtuvieron los siguientes resultados de trabajabilidad y resistencia mostrados en la Tabla 2.8:

**Tabla 2.8** Trabajabilidad y resistencia de las diferentes dosificaciones

Dosificación	Slump (mm)	Resistencia a la compresión (MPa)		
		7 días	14 días	28 días
NC-Ref	180	47.2	50.5	55.8
NC-50-Fina	175	36.9	42.7	45.1
NC-50-Gruesa	170	38.5	43.1	47.9
NC-100-Fina	160	36.4	41.9	43.1
NC-100-Gruesa	150	37.5	42.8	45.6

Fuente: **OZBAKKALOGLU**, 2016

De las tablas anteriores se puede concluir que el valor de agua efectiva en las mezclas de concreto depende del porcentaje de absorción de los agregados. A mayor contenido de agua mayor es la trabajabilidad; la misma que es cuantificada por el valor del slump.

Los valores de resistencia a la compresión de las probetas de concreto son mayores en el caso de concreto con agregado grueso conformado por agregado natural.



### 2.3.3 Uso de la escoria en Turquía

En Turquía examinaron las propiedades físicas, mecánicas y químicas de las escorias así como evaluar su uso como agregado en capas de pavimentos en la construcción de carreteras. Se estudian muestras de escorias metalúrgicas de acero y ferrocromo comparándose con resultados en agregados naturales: piedra caliza, basalto y canto rodado. La determinación del estado físico, propiedades mecánicas y químicas se realizó a través de pruebas de laboratorio: pruebas de lixiviación y acoplamiento inductivo. También se realizaron análisis de espectrometría de plasma de argón en las escorias para determinar si estas no presentan ningún efecto perjudicial sobre el medio ambiente. Además, se utilizó un microscopio electrónico de barrido para determinar la rugosidad de la superficie de los agregados. Para su empleo como material de construcción, las propiedades en las escorias se compararon con ciertos límites provistos en las Especificaciones Técnicas de Carreteras y las Regulaciones para la Eliminación de Desechos de Turquía.

La escoria es un subproducto que tiene el potencial más alto de convertirse en un material de construcción alternativo para la elaboración de los pavimentos. La escoria es el componente sobrante de los procesos de fabricación de ferrocromo y de los productos del acero y tiene una estructura química compleja que comprende en su mayoría de óxidos y silicatos formados a través de la oxidación de varios aditivos. Debido a su alta dureza y durabilidad, las escorias son materiales apropiados en el campo de la construcción y su mayor beneficio es de contribuir a la reducción de los desechos. La producción anual de acero bruto en la Unión Europea es de aproximadamente 170 millones de toneladas y durante el proceso de fabricación de acero, entre 15-20% de la producción total de acero se considera escoria. En Turquía se producen 9 millones de toneladas de escoria de acero anualmente. Por otra parte, en 2020 la producción de acero en el mundo está estimada en aproximadamente 1780 millones de toneladas y esto exigirá





aplicaciones más comunes y beneficiosas para utilizar las cantidades masivas de escoria.

En toda Turquía hay más de mil canteras con el fin de suministrar agregado para el sector de la construcción. Al reemplazar toda o alguna parte de los agregados naturales con los subproductos de la escoria pueden conducir a considerables beneficios asegurando la reducción de los materiales de desecho y la preservación de las materias primas. Sin embargo, el uso de escorias como agregados no convencionales en la construcción para pavimentos no ha sido una práctica común en Turquía, y que resulta en que casi todos los subproductos de escorias se disponen en áreas de eliminación de desechos.

En este estudio, se han analizado ocho muestras de agregados gruesos incluyendo los agregados naturales: basalto, piedra caliza, canto rodado y las escorias metalúrgicas. Los agregados naturales fueron suministrados de las canteras y escorias se obtuvieron de la producción de planta y áreas de disposición final de las plantas de fabricación del acero. A continuación, en la Tabla 2.9, se indican las muestras:

**Tabla 2.9** Descripción de las muestras

Identificación	Tipo de agregado
LS-W	Piedra caliza blanca
LS-G	Piedra caliza gris
BS	Basalto
BLD	Canto rodado
EAFS-1	Escoria de Iskenderun, Hatay
EAFS-2	Escoria de Osmaniye
EAFS-3	Escoria de Iskenderun, Hatay
FERS	Escoria de ferrocromo de Elasig

Fuente: **GÖKALP**, 2018.

Las características físicas y mecánicas de estos agregados se proporcionan en las Tablas 2.10 y 2.11:

**Tabla 2.10** Propiedades físicas y mecánicas de los agregados naturales

Propiedad	Tipo de agregado			
	LS-W	LS-G	BS	BLD
Resistencia a la abrasión %	11.7	16.2	9.4	11.3
Absorción de agua %	0.28	0.24	1.44	0.90
Densidad seca g/cm <sup>3</sup>	2.69	2.69	2.67	2.73
Desgaste térmico %	8.1	3.0	9.4	6.2
Partículas friables %	0.81	0.77	0.63	0.41
Prueba placa Vialit %	4	3	2	3

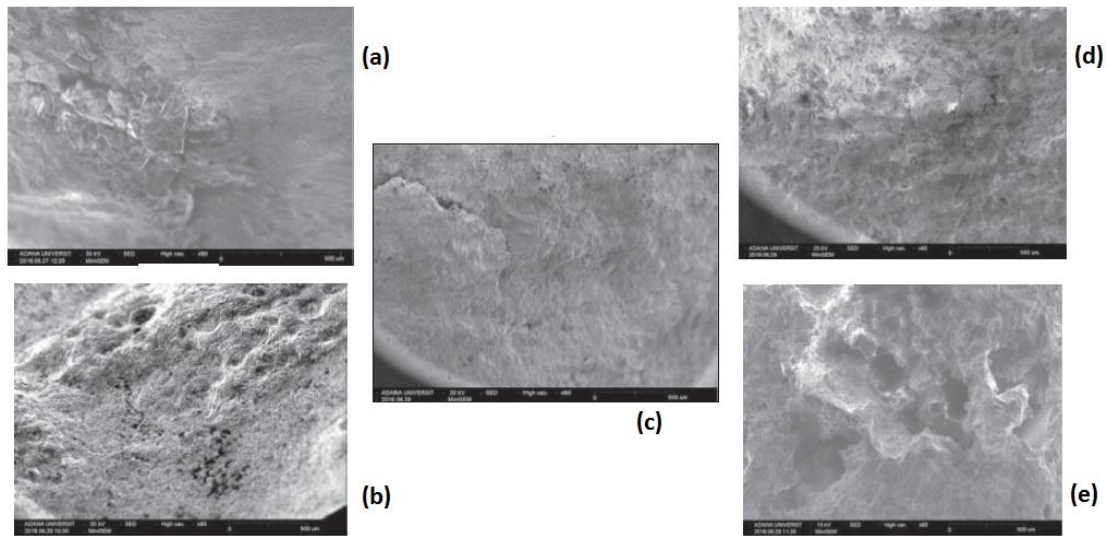
Fuente: **GÖKALP**, 2018.

**Tabla 2.11** Propiedades físicas y mecánicas de las escorias

Propiedad	Tipo de escoria			
	EAFS-1	EAFS-2	EAFS-3	FERS
Resistencia a la abrasión %	9.5	8.8	12.3	7.6
Absorción de agua %	1.79	2.46	2.92	1.10
Densidad seca g/cm <sup>3</sup>	3.40	3.39	3.31	2.93
Desgaste térmico %	2.3	8.3	3.7	6.1
Partículas friables %	0.23	0.11	0.27	0.23
Prueba placa Vialit %	4	4	2	2

Fuente: **GÖKALP**, 2018.

Con el uso del microscopio electrónico a una magnificación de 60X se logra apreciar la rugosidad de la superficie de las diferentes muestras de agregados naturales y escoria (Ver Figura 2.3 en la siguiente página).



**Figura 2.3** Imagen de 5 diferentes agregados: (a) Piedra caliza, (b) Escoria, (c) Basalto, (d) Canto rodado y (e) Escoria ferro cromo. Fuente: **GÖKALP**, 2018.

Los diferentes tipos de agregados presentan texturas diferentes. La piedra caliza es más lisa que la de los otros materiales agregados. Como roca magmática, el basalto tiene más estructura superficial porosa que la piedra caliza y el canto rodado. De otro lado, las escorias tienen superficies porosas mayores que los agregados naturales. La comparación entre los dos tipos de escoria indica que la escoria EAFS-1 tiene una superficie más porosa que la escoria FERS. La composición química de los diferentes agregados se muestra en las Tablas 2.12 y 2.13 (siguiente página):

**Tabla 2.12** Compuestos químicos presentes en los agregados naturales mg/kg

Compuesto	Tipo de agregado			
	LS-W	LS-G	BS	BLD
CaO	47.50	48.90	7.50	31.00
CO <sub>2</sub>	46.50	47.20	5.48	28.90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.26	0.01	6.00	4.70
SiO <sub>2</sub>	1.18	0.88	56.80	22.70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.64	0.15	16.00	5.62
MgO	0.76	0.32	1.60	4.01

Fuente: **GÖKALP**, 2018.



**Tabla 2.13** Compuestos químicos presentes en las escorias mg/kg

Compuesto	Tipo de agregado			
	EAFS-1	EAFS-2	EAFS-3	FERS
CaO	25.60	21.80	22.60	4.54
CO <sub>2</sub>	17.50	37.90	18.10	22.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28.70	15.40	26.00	1.35
SiO <sub>2</sub>	10.60	10.30	12.10	23.80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.77	4.45	6.10	14.90
MgO	1.65	2.51	4.50	28.30

Fuente: **GÖKALP**, 2018.

Los investigadores llegaron a la conclusión que las propiedades físicas y mecánicas de las escorias cumplieron con los estándares para la construcción de carreteras y los resultados de las pruebas de lixiviación mostraron que las escorias estudiadas eran materiales inertes. Por lo tanto, no solo se pueden proporcionar beneficios económicos y ambientales, sino también técnicos, utilizando escorias en la construcción de pavimentos como una alternativa sostenible.



## CAPÍTULO 3: DESARROLLO DEL TRABAJO DE TESIS

### 3.1 Introducción

La escoria de altos hornos y de fundición ha venido a ser ampliamente estudiada en lo que respecta sus características físico químicas para su viabilidad de uso como material de construcción. En este trabajo se ha presentado estudios de investigación de la escoria para su uso como material de construcción principalmente como agregado grueso para material de construcción de carreteras. Es ampliamente conocido que en los Estados Unidos de Norteamérica ya existe una guía de usuario para el empleo de la escoria como material en el asfalto (**U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2016**).

Según los estudios tomados de referencia, se concluye que la escoria de acero puede considerarse como agregado grueso o fino para su uso en pavimentos asfáltico de mezcla caliente, principalmente. En el uso de la escoria quedan pendientes algunos temas por resolver. Se debe estudiar la incidencia de la escoria en el agrietamiento pues es necesario determinar su incidencia en el problema de socavación integral del pavimento. Existen estudios (**GÖKALP, 2018**) (**KUMAR, 2018**) pero se requieren realizarlos a largo plazo para verificar la influencia del agrietamiento en la esperanza de vida del pavimento (**LIZARAZO, 2011**).

Cabe señalar que la escoria de acero jamás podrá competir con el agregado grueso por cuestiones muy relevantes: costos adicionales, trabajabilidad y prácticas usuales en la construcción. Sin embargo, se puede apreciar en la Figura 3.1 un empleo interesante de la escoria de acero como un material útil en las veredas y cruces peatonales en las vías de comunicación. El pavimento hecho de escoria inclusive considerándolo como acabado con valores altos en resistencia permite su utilización para múltiples propósitos como es el caso ornamental de la foto citada. La escoria, previa a su empleo, deberá seguir los procesos de enfriamiento, recuperación metálica, clasificación y humidificación para su tratamiento como material de construcción. (**GERDAU, 2012**).



**Figura 3.1** Uso ornamental de la escoria (Fuente: <https://www.alamy.com>). La escoria puede emplearse en los cruces peatonales incluyendo detalles para ayuda a personas invidentes

El informe N° 027-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGPAR/DP/iccportillo del 30 de abril 2019 (**Ver Anexo C** pp 116-126) indica (basado en una publicación del Steel Research International de 2009) que las empresas de acería cada vez vienen más destinando la reutilización de la escoria y en especial para la construcción de pavimentos. (Ver Tabla 3.1).

**Tabla 3.1** Destino final de la escoria de acero en Alemania, 2007

Destino	Porcentaje de uso
Construcción de caminos	55%
Uso metalúrgico	11%
Depósito	10%
Fertilizante	7%
Almacenamiento provisional	4%
Otros	12%

Fuente: Ver informe N° 027-2019-PRODUCE en el Anexo C,

Razón de este estudio es el empleo de la escoria de acería resultado del proceso de fundición de la chatarra del cual, sea un co-producto para el sector de la construcción. FUNVESA fue creada en 1963 especializada en el fundición del acero para la fabricación de chancadoras, trituradoras, molino de bolas y barras, entre otros productos. Ingresar a la web: [www.funvesa.com.pe](http://www.funvesa.com.pe). (ver Figura 3.2).



**Figura 3.2** Productos para molinos de bolas. Imagen tomada desde la webpage [www.funvesa.com.pe](http://www.funvesa.com.pe). Fuente: FUNVESA website.

FUNVESA está especializada en fabricar piezas industriales para minería con la capacidad de resistir el desgaste para esta industria. Los procesos en FUNVESA garantizan la satisfacción del cliente pues se emplean procedimientos seguros y sostenibles.

En el presente capítulo se presenta la característica de la empresa FUNVESA, la potencial industria del mercado así como la propuesta de uso de la escoria como material de construcción desarrollando una industria paralela a la existente en las instalaciones de la empresa actualmente. Se requiere para ello de un espacio para que funcione una máquina vibradora para general los adoquines. También es requerido un espacio de alojamiento temporal para dejar stock del producto.



### 3.1.1 Análisis del Entorno

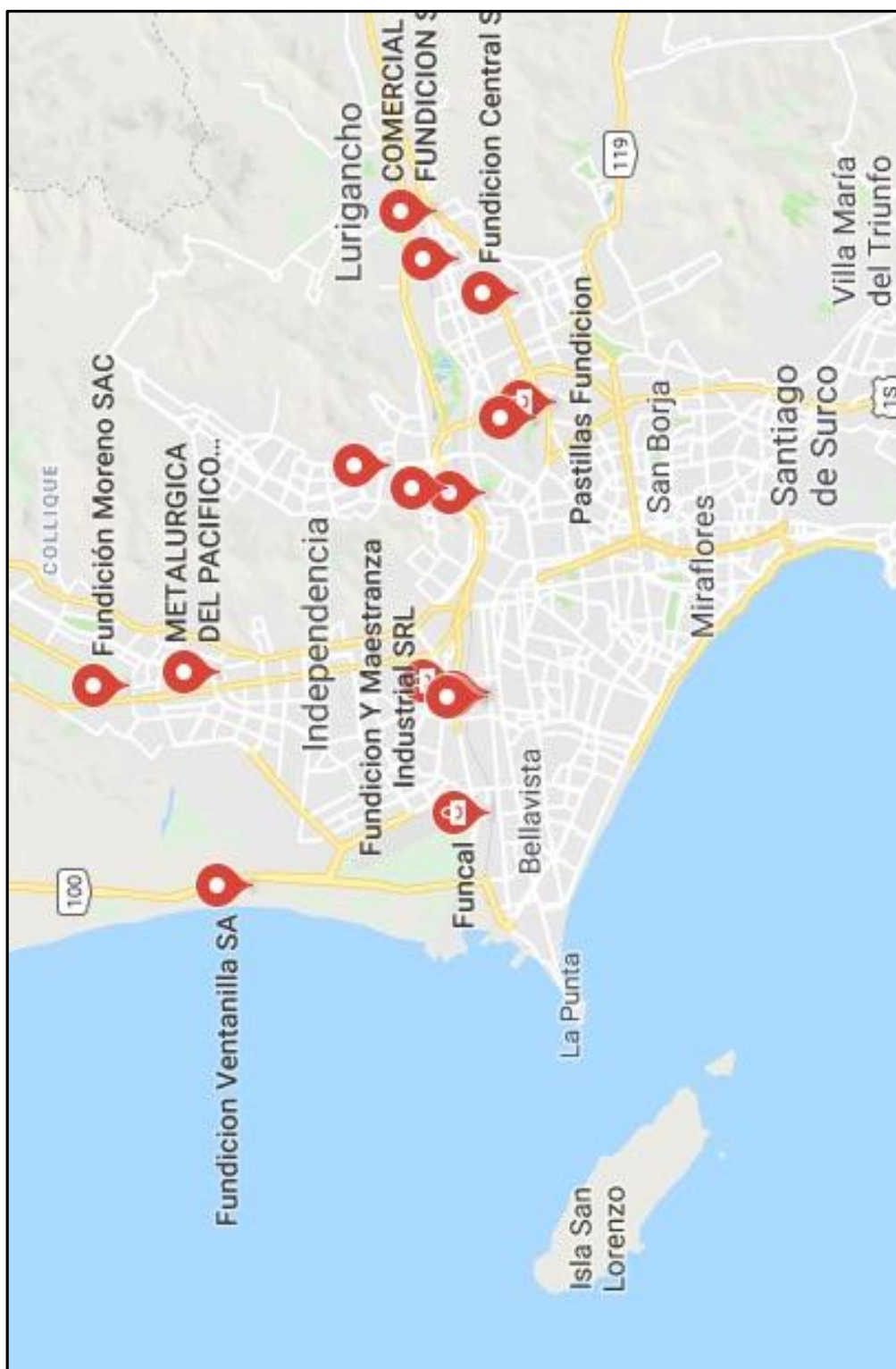
Se puede informar que solo en la ciudad de Lima existen 19 empresas que trabajan fundiendo chatarra (ver Tabla 3.2 y Figura 3.3) para la producción de fierro en sus diferentes productos:

**Tabla 3.2** Fábricas de Fundición en Lima (Ordenadas alfabéticamente)

Nº	Fundición	Localización
1	Alianza Metalúrgica	Calle San Enrique 911, SJL
2	Broncería Espinal EIRL	De los Santos 753, Cercado de Lima
3	Comercial Fundición SRL	Húsares de Junín, Cercado de Lima
4	Fayconapi	Comas 15316
5	FUMASA	Av. Nicolás Dueñas 420, Cercado
6	Funcal	Av. Los Insurgentes, Callao 07001
7	Fundición Central SA	René Descartes 170, El Cercado
8	Fundición y Maestranza SRL	Jr. Luis Carranza 2250, Lima
9	Fundición Esmeralda	Av. Los Ángeles Mz. I L3, Vitarte
10	Fundiciones Especiales SA	Av. Chosica, Lurigancho
11	Fundición Ferrosa SAC	Calle Los Árboles 15022, Ate
12	Fundición Mecanizada SRL	Av. Guillermo Dansey 2210, El Cercado
13	Fundición Mecan. de Bronce	Calle 25, San Juan de Lurigancho
14	Fundición Moreno SAC	Comas 15314
<b>15</b>	<b>Fundición Ventanilla SA</b>	<b>Calle Nueve 222, El Callao</b>
16	Metalúrgica del Pacífico SRL	Av. Colonial 1933, Cercado de Lima
17	MEPSA	Av. Plácido Jiménez, 1051, El Cercado
18	Pastillas Fundición	Sta. Cecilia 827, Ate
19	Secogema SAC	Av. Universitaria 10239, Comas

Fuente: Basado en [www.google.com](http://www.google.com)





**Figura 3.3** Ubicación de las Fábricas de Fundición en Lima según GoogleMap. Se puede considerar para el mediano plazo un programa integral de network de todos las empresas generadoras de escoria negra de hierro para que trabajando con una micro-empresa se pueda trabajar el desarrollo del producto adquinado para todas las empresas en su conjunto. Un estudio de la logística de transporte es requerido para encontrar un recorrido idóneo considerando como variable clave: recorrido mínimo contribuyendo a la **reducción de la huella de carbono**.



La Empresa FUNVESA fue seleccionada para participar en un proyecto piloto para darle mayor agregado a su cadena de producción. Es así que la escoria es un producto del proceso de fundición de la chatarra. Según quedó indicado, el uso de la chatarra para la fundición genera aproximadamente 18 toneladas anualmente de escoria.

De otro modo, y siguiendo los resultados de los ensayos de laboratorio reportados en el Anexo A, Página 65, de este documento, se indica que por cada metro cúbico de concreto se requiere 758 kgf de escoria bien graduada. Por lo tanto, si se cuenta con una producción anual de 18000 kgf de escoria, la producción anual de concreto sería, aproximadamente, 24 toneladas. Estas cantidades de producción anual de los procesos que corresponden a FUNVESA S.A. desestima la propuesta inicial presentada en la página web la que es mostrada en el Anexo C.

A la fecha, en nuestro país SIDERPerú y Aceros Arequipa SA<sup>1</sup> han presentado su propuesta de empleo de la escoria resultante de sus procesos manufactureros. SIDERPerú ha propuesto darle uso en la industria como un agregado siderúrgico. Sin embargo, se pudo constatar, recientemente, que SIDERPerú ya no más ofrece a la venta a este subproducto. Ver Anexo C, páginas 85 y 86. Cabe mencionarse, que según (FERREIRA V. 2016) así como (ZELADA, R., 2016), la porosidad de la escoria trae el incremento en proporción de los otros componentes en la mezcla del concreto. En el caso de las carreteras, se requiere una mayor cantidad de asfalto. Para el caso del concreto, se requiere una mayor cantidad de cemento.

Por otro lado, cabe destacar que SIDERPerú reconoce que para comercializar el agregado siderúrgico requiere procesos de enfriamiento, recuperación metálica, clasificación y humidificación. En el caso de la escoria de FUNVESA SA solo se procesó el enfriamiento, el canchado y la clasificación conforme a las mallas de granulometría para agregados según ASTM C115. En el Anexo B se reportan metales en las muestras de Al: 18%, Cr: 10% y Fe: 3%.

---

<sup>1</sup> Aceros Arequipa pone a disposición 300 000 TM de escoria en Pisco <http://noticias.rse.pe/?p=4522>



### 3.1.2 Investigación del Mercado

En la Tabla 3.3 se presenta el costo de la escoria ya procesada para distribución. Los valores son relativos y dependen a la calidad y uso para el producto.

**Tabla 3.3** Costo de escoria en diversos mercados en la región  
(QUIMINET.COM., 2016)

Precio x Tonelada	Lugar del proveedor	Periodo de oferta
\$ 14.50	Santiago, Chile	06-Nov-2016 a 06-Dic-2016
\$ 250.00	Lima, Perú	27-Sep-2016 a 27-Oct-2016
\$ 38.04	Cali, Colombia	26-Sep-2016 a 26-Oct-2016
\$ 200.00	Bogotá D.C., Colombia	13-Jun-2016 a 13-Jul-2016
\$ 104.34	Tonala, México	15-Feb-2016 a 15-Mar-2016
\$ 650.00	Lima, Perú	01-Feb-2016 a 01-Mar-2016
\$ 287.00	Cajeme, México	05-Nov-2015 a 05-Dic-2015
\$ 300.00	Cadereyta de Montes, México	01-Nov-2015 a 01-Dic-2015
\$ 100.00	Jalisco, México	10-Oct-2013 a 10-Nov-2013
\$ 20.00	Lima, Perú	09-Abr-2010 a 09-May-2010

Tomando esta tabla para tener una idea de los costos de la escoria, se tiene que una tonelada de escoria, sin considerar el transporte, tiene un costo entre 14.50 y 650.00 dólares americanos por tonelada. Como quiera que el costo mínimo de la escoria es de US\$ 14.50, lo que significa S/ 48.00. Con ello, se puede estimar que el costo de la tonelada de escoria es un 75% del costo de la piedra chancada (Según datos de SODIMAC (<https://www.sodimac.com.pe>)).

El distrito de Ventanilla localizado al extremo norte de la ciudad de Lima, cuenta con una población estimada de 277 685 habitantes y posee una extensión de 73.52 km<sup>2</sup>. En la Figura 3.4 se presenta la localización de FUNVESA, el Municipio de Ventanilla y el Humedal de Ventanilla.



**Figura 3.4** En el mapa se identifica la Planta de FUNVESA



## 3.2 Evaluación tecnológica de la escoria para construcción

La escoria ha sido ampliamente evaluada y lo viene siendo hasta nuestros tiempos por los reportes presentados en diversas revistas especializadas. En Perú, según el reporte de (**RSE PERÚ**, 2012), 30,000 toneladas fueron presentadas para la ayuda de los damnificados del sino de Pisco. El ofrecimiento estaba encaminado directamente con la infraestructura de carreteras y por los proyectos de reconstrucción a raíz de las consecuencias nefastas del terremoto del 2007.

Cabe señalar que la escoria de fundición de la chatarra, aunque globalmente se va a encontrar resultados homogéneos en sus parámetros; en el análisis de detalle, los datos son bastante dispersos. A continuación se presentará la caracterización química de la escoria llamándola micro análisis. Toda prueba o ensayo concerniente a la escoria para ser reconocida como parte de la masa de cemento, arena gruesa y agua será considerado macro análisis.

### 3.2.1 Micro análisis de la escoria

El micro análisis de la escoria corresponde a todas las pruebas de laboratorio que permita determinar las características químicas y de morfología de la escoria en una dimensión atómica. Inicialmente se realizó un análisis de espectrometría (ver Tabla 3.4 y Figura 3.5) que permite identificar los elementos más frecuentes según su concentración.

**Tabla 3.4** Resultados de pruebas de espectrometría (**ROJAS**, 2018)

Elemento	Concentración
Na	0.1%
Mg	0.1%
Al	2 p.p.m.
Ti	0.01%
Mg	2 p.p.m
Fe	0.01%

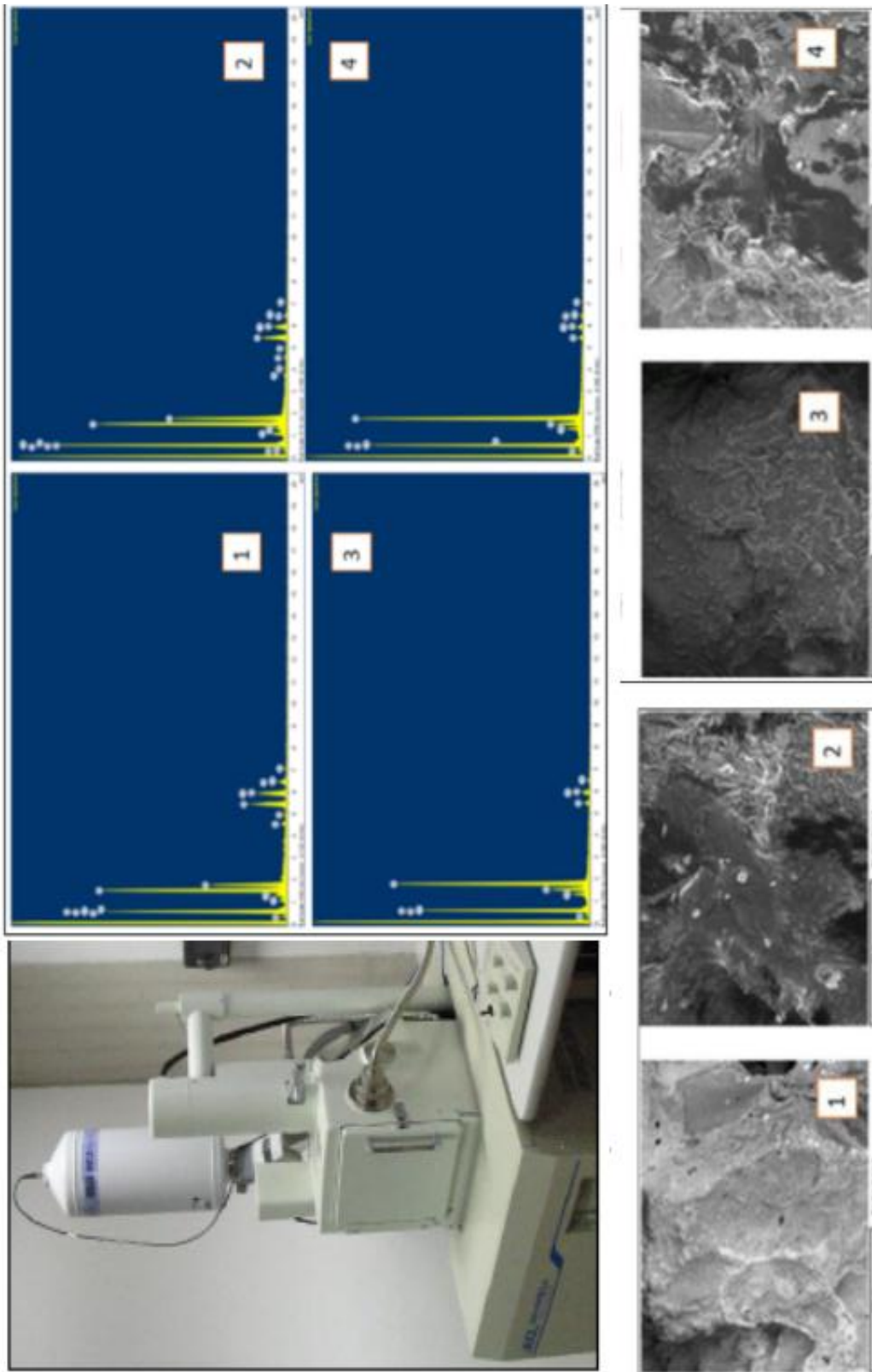


Figura 3.5 Microscopio electrónico JEOL modelo JSM-6490LV que permite mostrar a diferentes magnitudes la superficie de la materia. Así también, entre otras habilidades, estos equipos permiten visualizar los patrones que permiten identificar el porcentaje de presencia de metales en la muestra. (ROJAS, 2018)

Para determinar con mayor precisión la determinación de los elementos, se realizaron pruebas con un equipo de difracción (Ver Tabla 3.5) para estimar el contenido de elementos en las muestras de escoria.

**Tabla 3.5** Prueba de espectrometría ECP para las muestras  
Fuente: **ROJAS**, 2018.

Elemento	%peso (1)	%peso (2)	%peso (3)	%peso (4)
C	4,80	2,76	5,48	4,22
O	44,58	55,37	59,04	44,14
Na	0,72	1,74	1,90	
Mg	0,89	0,57	4,01	1,79
Al	18,55	16,44	0,17	4,02
Si	9,17	11,97		31,56
Ti	0,72	0,18	24,4	0,37
Cr	10,16	0,32	1,92	3,42
Mn	0,38	6,71	3,17	9,35
Fe	2,03	3,28		1,14

Fuente: **ROJAS**, 2018.

De los resultados se observa la presencia de metales como el Titanio, Cromo, Aluminio y Hierro. En el caso del Cromo, el jefe de planta de FUNVESA indicó que estos valores arrojados por los instrumentos reflejan altos contenidos del mismo que interesaría por su valor y que podría ser recuperado siguiendo los procesos de metalurgia correspondientes.

En el caso del Hierro, se realizó una prueba sencilla para el efecto de corrosión en la superficie de la probeta de concreto usada para la prueba de medición de resistencia a la compresión de concreto.

La prueba consistió en sumergir en salmuera por un espacio de tiempo de 07 (siete) días una cara de la probeta, la misma que fue lograda con la cortadora de concreto. Los resultados obtenidos fue la oxidación de las partículas de Hierro presentes en la superficie de la probeta expuesta a la salmuera.



### 3.2.1 Macro análisis de la escoria

El macro análisis corresponde a las pruebas requeridas del material como parte del concreto simple. Las pruebas se realizaron con la finalidad de emplear el concreto para estructuras menores sin sobrecargas que signifiquen excesos en esfuerzos de compresión, corte o flexión. Esto permite a criterios del autor de esta tesis de simplificar las pruebas requeridas para su aprobación. Ciertamente, por su uso en veredas, se ha requerido la realización de los ensayos de prueba de San Andrés para verificar su durabilidad a la abrasión. Todos estos resultados se encuentran presentados en el Anexo A de este trabajo.

A continuación vamos a comentar el proceso de construcción que le significó a la masa de concreto con contenido de escoria como material fino fraguar apropiadamente:

La construcción se programó llevarse a cabo en el tiempo de verano por lo cual se tuvieron las siguientes consideraciones de construcción lo cual permite recomendar la misma pauta para las futuras acciones:

- Se abre las zanjas correspondientes para albergar a la losa de concreto armado de 15 cm de espesor.
- Sin embargo, como se trabajó en un suelo de arena, se construyó una base de 10 cm adicionales para que sirva de receptora de la losa
- El vaciado de esta base se realizó con un concreto simple de  $f'c' = 150 \text{ kgf/cm}^2$ .
- Vaciado de la losa definitiva con su malla central de fierro de 3/8" separado cada 20 cm.
- Finalmente se prepararon pozas de arena con agua para permitir el fraguado y que no existan dificultades para su proceso de endurecimiento.
- Se procuró realizar este proceso de vaciado al final del día antes que se pierda la luz natural.





- Se prepararon 3 probetas como muestra y se dejaron al pié de obra simbólicamente hablando pues se encargó una casa vecina el cuidado a la intemperie de los tres testigos.

Estas tres probetas (ver Figura 3.6) se dejaron por un espacio de 10 meses sin ser llevadas al laboratorio para su respectiva prueba para determinar su resistencia a la compresión. Cuando se ha realizado la prueba a la compresión, las probetas dieron los siguientes resultados:

**Tabla 3.6** Resultados de la prueba de compresión en concreto

ID muestra	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Resistencia a la compresión
Muestra 1	12/03/2017	25/01/2018	196 kgf/cm <sup>2</sup>
Muestra 2	12/03/2017	25/01/2018	195 kgf/cm <sup>2</sup>
Muestra 3	12/03/2017	25/01/2018	196 kgf/cm <sup>2</sup>

Fuente: Resultados de laboratorio LEM. Anexo A de este documento.

Los resultados de los ensayos no arrojaron el valor nominal de  $f'c = 210$  kgf/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión por las siguientes razones mencionadas:

1. Las tres probetas de concreto no tuvieron curado alguno y permanecieron en ninguna cubeta sumergida en agua. Esto seguramente constituyó que no se logre la hidratación de parte de los aluminatos y silicatos.
2. La durabilidad del concreto para protegerlo del ataque de los sulfatos y prevenir la corrosión, se incorporó en la masa de concreto fresco un aditivo que previene la corrosión por sulfatos. Esto debe haber restado en la relación agua/cemento/ por lo que no se trabajó con las proporciones brindadas en el diseño de mezcla.



### 3.3 Evaluación económica-financiera de la escoria para construcción

#### 3.3.1 Evacuación económica

Según lo mencionado anteriormente, la escoria, por lo general puede sustituir, desde el punto de vista técnico a la piedra chancada en su empleo como agregado grueso para concreto simple, armado, inclusive, concreto premezclado. Hasta la fecha se han encontrado tres alternativas de valorización de las escorias negras (**CEDEX**, 2011):

- Su introducción en cementera como aporte de hierro en el proceso de fabricación del clinker.
- Su utilización en la capa de rodadura de firmes con pavimento de mezcla bituminosa.
- Su utilización como material para explanadas, sub bases y bases de carreteras.

En Australia le han reconocido a la escoria para el uso de concreto armado siguiendo un estudio comparativo entre diferentes calidades de concreto clasificadas como de resistencia simple y los concretos de alta resistencia (**OZBAKKALOGLU**, et al, 2016).

Para valorar la escoria en su empleo como parte del concreto armado para la construcción de losas de veredas y campos deportivos, se debe realizar una valoración del costo que significaría para encontrar en costo real. Este costo de m<sup>3</sup> de escoria debe compararse con el costo de la piedra chancada. No antemano se ha indicado que la escoria tiene un costo del 75% del costo de la piedra chancada.

Para realizar la evaluación económica-financiera, se van a emplear costos referenciales de los materiales y determinadas actividades que se requieren para la producción del agregado grueso con 1/2" de diámetro.

A continuación se realiza una evaluación de la producción de acero requerida para la cantidad de escoria determinada.

**Tabla 3.7** Producción en España de escoria de acería (CEDEX, 2011)

Producto de acero ( $10^3$ )	Generación de escoria kgf/ton de acero	Producción de escoria (ton)
12,420	Escoria negra	110-150
	Escoria blanca	20-30

La Tabla 3.7 presenta una generación entre 110-150 kgf de escoria por tonelada de producción de acero. Eso indica, para el caso de producción de escoria anual de la PYME FUNVESA ha significado una producción de entre 120 y 160 toneladas de acero como productor. A continuación, se muestran valoraciones de la escoria (CEDEX, 2011):

#### **5.- ASPECTOS ECONÓMICOS**

Hasta llegar a los primeros pasos para su valorización, en España la escoria negra se ha transportado desde su salida del horno y enfriamiento a los vertederos de residuos inertes. Hasta la fecha no existen unos precios estipulados en la venta de este material para la obtención de áridos siderúrgicos.

Las escorias blancas tienen como principal vía de valorización su empleo en cementeras: Tradicionalmente se han mezclado con las escorias negras y se llevaban a vertedero.

En algunos municipios el precio del vertido de residuos es de tarifa única, como es el caso de Madrid (25.20 euros / t). Sin embargo, lo general en otros municipios es establecer la tarifa dependiendo de la naturaleza del material. En Málaga se paga por residuo inerte limpio y, dependiendo de si se transporta en contenedor o en camión y de su tonelaje real, los precios varían entre 13,38 y 54,29 euros / t. En Pamplona se fija un precio de 5,24 euros / t de residuo inerte. Como ejemplo representativo se encuentra el vertedero de Aizmendi en Guipúzcoa que establece como tarifa de vertido de escorias 39,00 euros / t.

Descartándose estos costos de traslados de la escoria a su vertedero para enfriamiento, Se puede mencionar bajo el procedimiento a establecerse para la MYPE FUNVESA. El costo de la escoria puesta en planta sería de cero. Según (CAPECO, 2013), determinamos el costo



de cada vereda adoquinada construida por  $1.50 \text{ M}^2$  de concreto con la escoria negra considerada como agregado grueso puesta en obra de:

Considerando<sup>2</sup> el costo de  $1 \text{ M}^3$  para elaborar concreto convencional es S/ 300.00 (trescientos y 00/100 soles) tenemos que, por el espesor de la losa de 0.15 m; con un metro cúbico de concreto se construye  $6,67 \text{ M}^2$  de losa.

Finalmente, el costo correspondiente al reemplazo de la piedra chancada cuyo precio es de S/ 63.90<sup>3</sup> por lo que el costo del metro cúbico de concreto se reduce a uso de la piedra chancada siendo ésta reemplazada por escoria cuyo costo se está considerando nulo. Entonces el costo del  $\text{M}^3$  de concreto con escoria es S/ 236.10 soles.

Resultante un costo por  $\text{M}^2$  de concreto para losa de S/ 35.40 soles.

### 3.3.1 Evacuación financiera

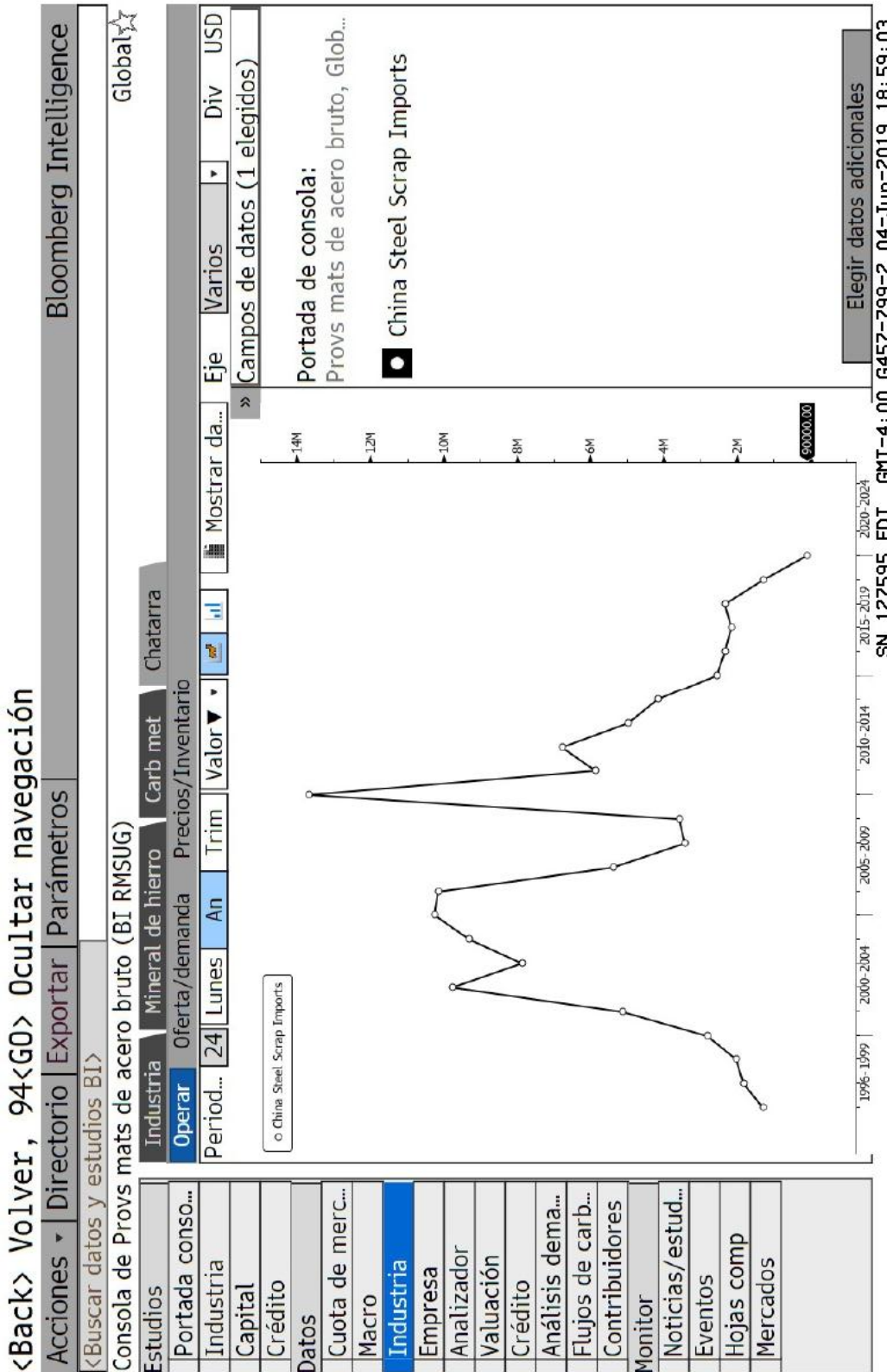
En el aspecto financiero, la evaluación de la escoria está íntimamente relacionado por la evaluación de la chatarra. Según información recogida de la red de Internet (ver anexo 3), el mercado de la chatarra tiene mucha demanda en países como China y Estados Unidos de Norteamérica. La chatarra puesta en Latinoamérica es de aprox. US\$ 200,00. La chatarra puesta en USA sube en valor entre US\$250.00 – US\$ 300.00.

A manera de reflexión y para complementar la información presentada en el anexo C, se adjuntan en las dos siguientes páginas los reportes del Laboratorio Bloomberg de la Universidad Nacional de Ingeniería (Ver Figuras 3.6 y 3.7).

**En resumen: Aparentemente, es un mejor negocio exportar la chatarra antes que reciclarla localmente.**

<sup>2</sup> Opinión del Ing. Wilfredo Ulloa, profesor de la Universidad Nacional de Ingeniería Civil.

<sup>3</sup> <https://www.sodimac.com.pe/>



**Figura 3.6** Importaciones de chatarra de acero en China en el periodo 1996-2019 en millones de toneladas. Fuente: Bloomberg Lab Finances UNI-FIEECS.

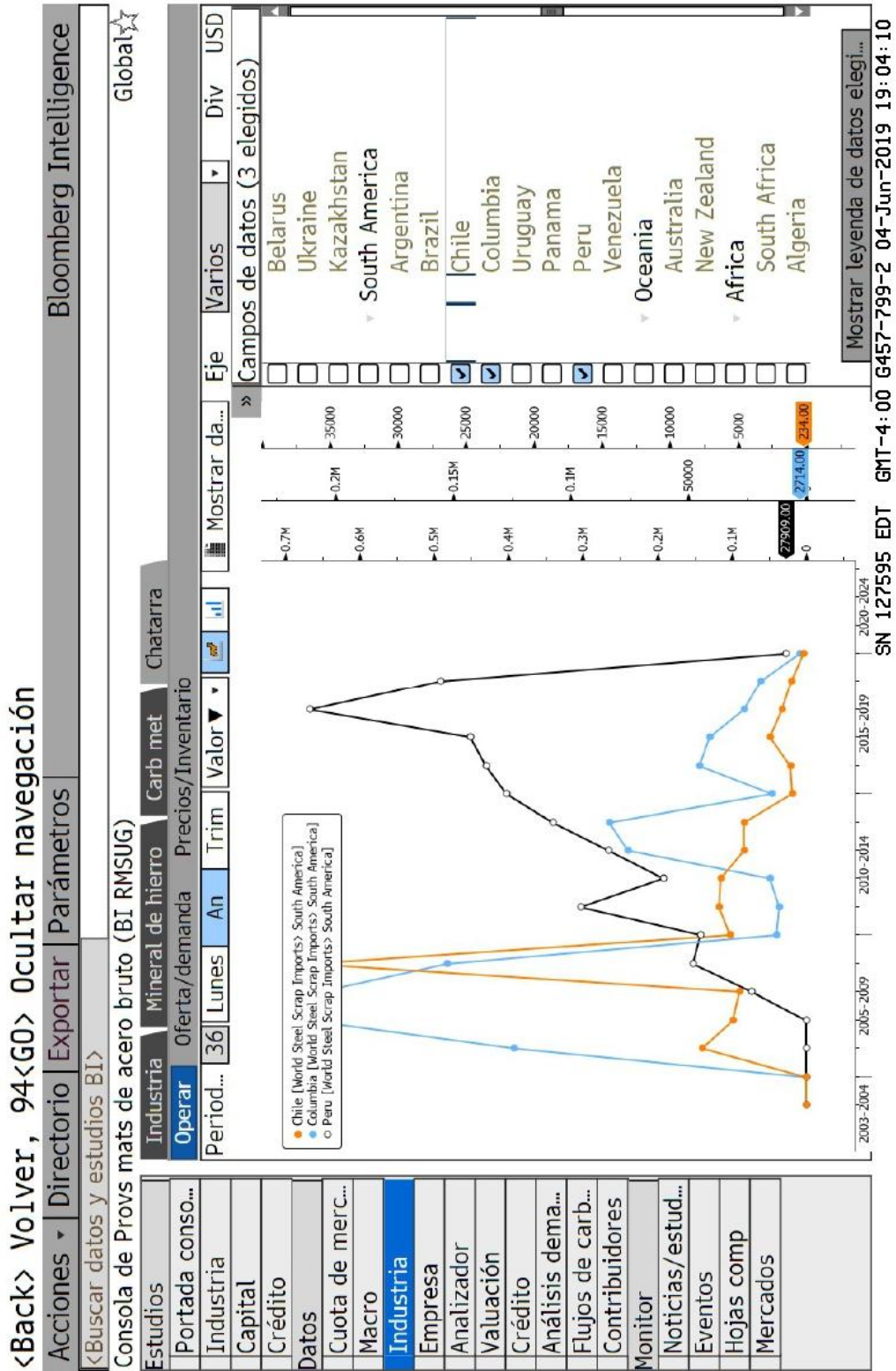


Figura 3.7 Importaciones de chatarra de acero en Chile, Colombia y Perú en el periodo 2003-2019 en millones de toneladas. Fuente: Bloomberg Lab Finances. UNI-FIEECS

### 3.4 Modelo de negocios para la escoria siguiendo Eco-innovación

TOPICS: Responsabilidad Social  
Transporte Y Comunicaciones  
VIVIENDA



**Figura 3.8** Escoria de Aceros Arequipa para la reconstrucción del terremoto de Pisco del 2007 (2012) <http://noticias.rse.pe/?p=4522>

Según lo verificado, S.E.ú O, la escoria como material de construcción no ha recibido la respuesta favorable del mercado peruano Ver anexo C. Sin embargo, su empleo como co-producto de las MYPE que trabajan en la fundición de la chatarra, así mismo las grandes empresas pueden trabajar en la producción de material prefabricado: adoquines para pistas y veredas y durmientes para trenes. En este trabajo de tesis estamos planteando un Modelo de Negocio con la generación de dos productos para la propuesta con responsabilidad social:

PRODUCTO 1: Fabricación de adoquines de concreto simple similar al mostrado en la Figura N° 3.9 de la página 52.

PRODUCTO 2: Fabricación de losetas de escoria similar al mostrado en la Figura N° 3.1 de la siguiente página 34.

Ambos casos son aplicables a las veredas del Humedal de Ventanilla. En el primer caso, los materiales adicionales son la arena y el cemento. En el segundo caso, intervienen operarios calificados.



**Figura 3.9** Adoquinado en vías interiores de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú - <https://www.google.com>

Ambos casos son catalogados como proyectos de eco-innovación por lo que deben contemplar siguientes indicadores conforme lo establecido en la Unión Europea (OECD, 2012) y lograr un valor de índice de Eco-innovación de nivel global;

- C1 Categoría 1:** Comprenden las inversiones (recursos financieros o humanos) que apuntan a activar actividades de eco-innovación.
- C2 Categoría 2:** Actividades en eco-innovación que muestran lo pro-activo de las empresas en eco-innovación.
- C3 Categoría 3:** Cuantifican los resultados en patentes, literatura académica y contribuciones de los medios de comunicación.
- C4 Categoría 4:** Eficiencia de los recursos. Resultados de la eficiencia de los recursos que ponen el rendimiento de la eco-innovación en el contexto de la eficiencia de los recursos y la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero del país.
- C5 Categoría 5:** Resultados socio-económicos. Ilustran en qué medida el rendimiento de la eco-innovación genera resultados positivos para los aspectos sociales y los aspectos económicos.

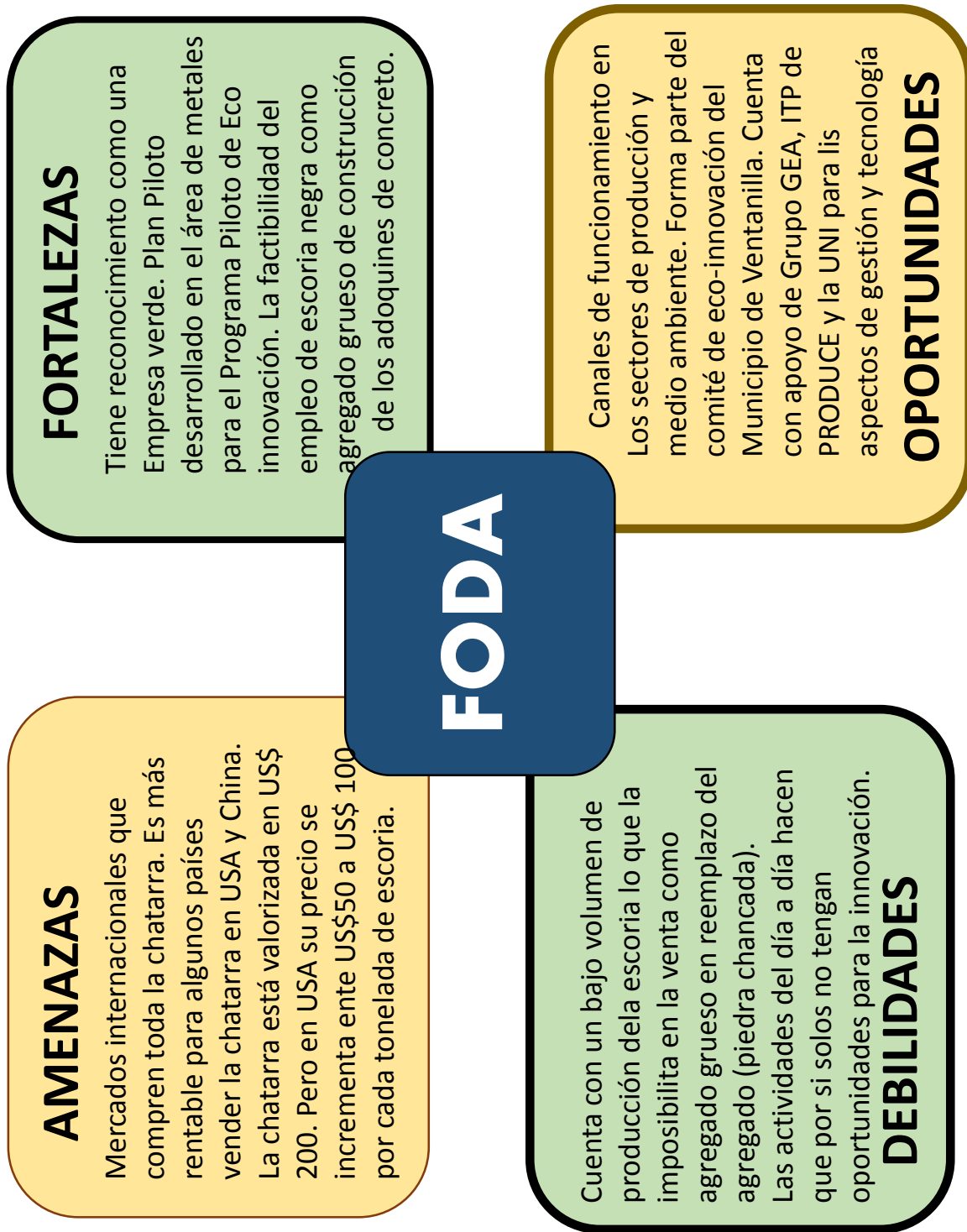




A continuación, en la Tabla N° 3.8, se presenta una estrategia y recomendaciones para cumplir con cada la puntuación significativa de indicador Í-EI. Las Figuras 3.10 y 3.12 muestran evaluaciones del plan.

**Tabla N° 3.8** Estrategias y recomendaciones para obtener alto Í-EI para los planes futuros para la continuidad del proyecto FUNVESA.

<b>Categoría</b>	<b>Estrategias y recomendaciones</b>
<b>C1 Categoría 1:</b> Comprenden las inversiones (recursos financieros o humanos) que apuntan a activar actividades de eco-innovación.	Grant entregado a Grupo GEA para emprender plan piloto. Estrategia: INNOVATE PERU
<b>C2 Categoría 2:</b> Actividades en eco-innovación que muestran lo pro-activo de las empresas en eco-innovación.	falto pro-actividad por parte de la empresa. Estrategia: programas de socialización
<b>C3 Categoría 3:</b> Cuantifican los resultados en patentes, literatura académica y contribuciones de los medios de comunicación.	Se publicó y difundió a nivel nacional e internacional. Estrategia: Artículo Indexado
<b>C4 Categoría 4:</b> Eficiencia de los recursos. Resultados de la eficiencia de los recursos que ponen el rendimiento de la eco-innovación en el contexto de la eficiencia de los recursos y la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero del país.	No se trabajo Estrategia: Capacitación por parte de los especialistas para incorporar estos temas en los programas futuros
<b>C5 Categoría 5:</b> Resultados socio-económicos. Ilustran en qué medida el rendimiento de la eco-innovación genera resultados positivos para los aspectos sociales y los aspectos económicos.	En proceso Estrategia: proyecto con programas municipales y convocas de programa INNOVATE PERU



**Figura 3.10** Análisis FODA de la Empresa MYPE FUNVESA en función al modelo de negocio del uso de escoria negra de fundición como agregado grueso para construcción de adoquines de concreto simple.

<p><b><u>SOCIOS CLAVE:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MUNICIPIO DE VENTANILLA</li> <li>• GRUPO GEA</li> <li>• UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</li> </ul>	<p><b><u>ACTIVIDADES CLAVE:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TRITURAR LA ESCORIA CON CHANCADORA</li> <li>• VIBRADORA DE CONCRETO</li> </ul>	<p><b><u>PROPUESTA DE VALOR:</u></b></p> <p>FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO USANDO LA ESCORIA DE FUNDICIÓN EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO CONVENCIONAL DEL CONCRETO SIMPLE.</p>	<p><b><u>RELACIONES CON CLIENTES:</u></b></p> <p>ABRIR CARTERA DE CLIENTES CON DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS EN HUMENAL DE VENTANILLA</p>	<p><b><u>SEGMENTO DE CLIENTES:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MUNICIPIOS</li> <li>• MINISTERIOS</li> <li>• GOBIENOS LOCALES</li> <li>• GOBIERNOS REGIONALES</li> </ul>
<p><b><u>RECURSOS CLAVE:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PLANTA DE FUNDICIÓN</li> <li>• RRHH DISPONIBLE</li> </ul>			<p><b><u>CANALES:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIÁLOGO CONMUNICIPIOS</li> <li>• PRODUCE</li> <li>• GRUPO GEA</li> </ul>	
<p><b><u>ESTRUCTURA DE COSTOS:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MATERIALES</li> <li>• MANO DE OBRA</li> <li>• MÁQUINA VIBRADORA Y MOLDES</li> <li>• ESPACIO FÍSICO PARA PROCESAR Y PARA ALMACENAR</li> </ul>			<p><b><u>FUENTES DE INGRESOS:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FONDOS CONCURSABLES PRODUCE</li> <li>• FONDOS INTERNACIONALES PARA EMPRESAS QUE FOMENTAL LA ECO-INNOVACIÓN</li> <li>• MUNICIPIO DE VENTANILLA</li> </ul>	

**Figura 3.11** Canvas del modelo del negocio del producto N° 1 para la escoria procesada para su empleo en adoquines para veredas en el Distrito de Ventanilla. Desarrollo propio.



## 3.5 Implementación del enfoque de responsabilidad social

### 3.5.1 Introducción

Lord Holme y Richard Watts durante el siglo XVI definieron la responsabilidad social empresarial en la publicación "Cómo hacer que un buen negocio tenga sentido". Según (**MONTOYA**, 2012) la Responsabilidad Social Empresarial permite a las empresas lograr un posicionamiento en su sociedad competitiva logrando así un crecimiento económico. La responsabilidad social empresarial no se trata del desarrollo de un conjunto de actuaciones solidarias, sino la ejecución de medidas para un posicionamiento en el mercado.

Por tanto, la responsabilidad social empresarial se define como un compromiso de la empresa de hacerse cargo de los impactos de sus decisiones y actividades frente a la sociedad y medio ambiente en su nivel de acción. Para motivar las prácticas de Responsabilidad Social Empresarial, el gobierno peruano ha desarrollado una iniciativa de financiamiento del programa Responsabilidad Social en las Empresas (**MTPE**, 2011). En el contexto globalizado, el Perú al formar parte de las Naciones Unidas el año 2000 firmo el Pacto Mundial que consiste de 10 principios del nuevo milenio considerando entre ellos la responsabilidad social del empresariado (**PACTO MUNDIAL**, 2000):

Principio 7: Las empresas deberán mantener un enfoque preventivo que favorezca el medio ambiente.

Principio 8: Las empresas deben fomentar las iniciativas que promuevan una mayor responsabilidad ambiental.

Principio 9: Las empresas deben favorecer el desarrollo y la difusión de las tecnologías respetuosas con el medioambiente.

Con el milenio (**NACIONES UNIDAS**, 2004) las expectativas sobre el rol a desempeñar por las empresas en la sociedad ha ido cambiando. Se ha generado el concepto de responsabilidad cívica en las mismas.



Además de la Naciones Unidas, el Perú forma parte de la OIT y de la OECD<sup>4</sup>, en la declaración tripartita de empresas multinacionales y la política social y líneas directrices para empresas multinacionales, respectivamente.

Finalmente, aunque el concepto de Responsabilidad Social Empresarial es reciente (**MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, 2015**), este se ha dado mucho a relacionar con la gran empresa y no con las MYPES en particular. Sin embargo, se ha venido dando un creciente entusiasmo e interés de las empresas por ser parte de los sistemas de gestión ambiental que han sido liderados por parte de los profesionales y académicos asociados a las empresas. (**AISENBERG, 2014**).

### 3.5.2 Modelo de Responsabilidad social para el caso MYPE FUNVESA

El concepto Responsabilidad Social que se maneja en esta investigación es el más simple que puede enunciarse:

GENERAR VALOR A TRAVÉS DE LA MEJOR CALIDAD DE VIDA CON IMPLEMENTACIÓN DE MEJOR INFRAESTRUCTURA COMO VEREDAS (Figuras 3.11 y 3.13), CAMPOS DEPORTIVOS, ETC Y NO COMO LA PRESENTE (Figura 3.12).

El enfoque de este proyecto es la generación de adoquines de concreto simple conformado en su composición por la escoria sin recibir tratamiento alguno, y que sea empleada para la construcción de veredas.

Los adoquines permitirán la generación de los mismos con el paso de producción de fierro con su respectiva escoria que sería almacenada en algún depósito de la empresa. Los beneficiarios que esta obra: CONSTRUCCIÓN DE VEREDAS DE ACCESO AL HUMEDAL DE VENTANILLA, sería de aprovechamiento para turistas al centro turístico y de gran contenido ecológico.

---

<sup>4</sup> OECD: Centro de Desarrollo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Desde 15 mayo del 2011 el Perú es país miembro junto al 70% de países de la economía global que lo integran. En este centro se discuten políticas públicas de vanguardia.



(a)

(b)

**Figura 3.12** Plan piloto de empleo de escoria de fundición en la losa del paradero de buses de Humedales de Ventanilla, (a) Paradero antes (b) Paradero después y (c) Vista del paraíso natural (ROJAS, 2018)



(c)



**Figura 3.13** Vista panorámica del lado lateral norte de los Humedales de Ventanilla. Se propone con este proyecto de tesis que se termine de urbanizar la calle con la pavimentación asfaltada de la pista y el empleo de los adoquines de escoria y cemento para las veredas de circulación de paseo peatonal y visitas al Humedal que se convierte en una atracción turística más de la zona. Vista observada desde GoogleMap.



**Figura 3.14** Vaciado de losa en el paradero del Humedal de Ventanilla (12 marzo 2017). La construcción siguió la siguiente pauta: (1) Los trabajadores hicieron la zanja por la mañana, (2) Luego se interrumpió para la hora de almuerzo, (3) Se vació a todo lo largo la falsa losa de concreto pobre (4) Se esperó hasta las 5:00pm para trabajar con el vaciado propiamente dicho de la losa armada con una malla en dos sentidos. Finalmente se vertió de arroceras para que se garantice la humedad necesaria para la fragua y endurecimiento del concreto.

La foto es de fuente propia.





## CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.1 Análisis de los datos

Como bien queda demostrado, la escoria negra es una alternativa viable para su empleo como agregado grueso. Sin embargo, se debe mencionar, no ha existido el incentivo requerido para promover la oferta de escoria, como se ve por ejemplo, que para su tiempo, Aceros Arequipa (Figura 3.8 del capítulo anterior) presentó 300 mil toneladas a disposición de su empleo para la reconstrucción. SIDERPerú<sup>1</sup> en su tiempo, tampoco trabaja ya el tema de ventas de su agregado siderúrgico, el mismo que ha sido debidamente caracterizado y estudiado en dos tesis, de pregrado (**CARRASCO, 2018**) y posgrado (**ZELADA, 2016**) en la Universidad Nacional de Trujillo.

La escoria negra es un material de construcción que ha sido presentado por las empresas Aceros Arequipa y SIDERPerú. Se realizaron entrevistas a un total de 30 ingenieros consultaron primariamente sobre su conocimiento de la escoria. La encuesta solo procesó esa primera pregunta sin aventurarse a pensar sobre sus posibles usos y beneficios.

Una buena difusión inclusive no es suficiente. Se requiere enseñar su modo de empleo [www.acerosarequipa.com](http://www.acerosarequipa.com), empleo y tener la paciencia para poder lograr la introducción de este producto, en el caso que se menciona la escoria por ser un agregado que vendría a reemplazar a la piedra chancada. Finalmente, el uso de la escoria está en consonancia con la eco-innovación pues viene a reemplazar a un material natural.

---

<sup>1</sup> **Aceros Arequipa pone a disposición 300 000 TM de escoria para construcción de pistas en Pisco.**

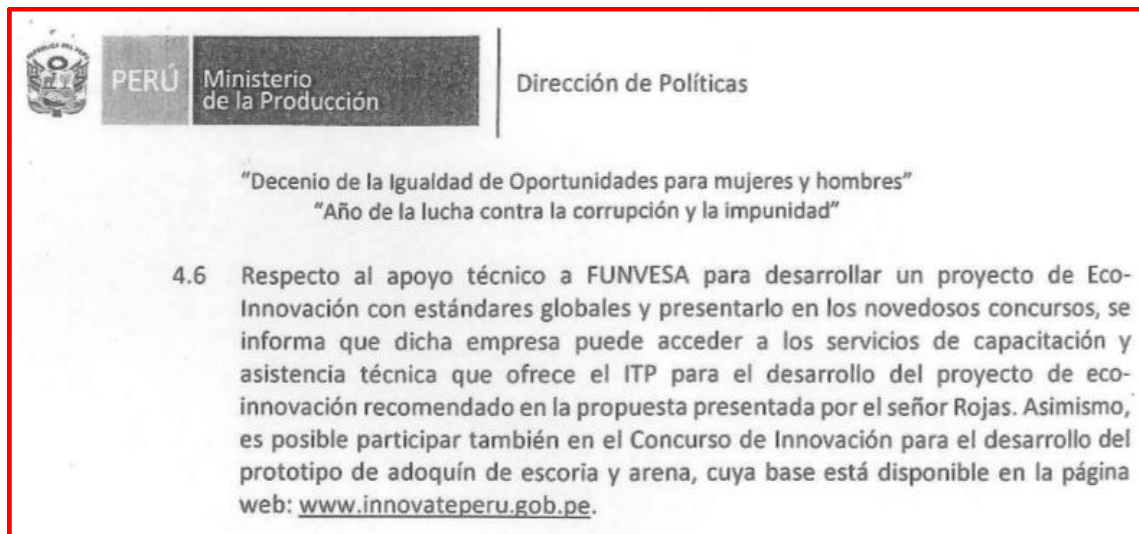
(1) La escoria es un producto que se obtiene de la fabricación del acero, cuyas características son apropiadas para la construcción de vías y carreteras.

(2) Perú se suma a Estados Unidos y varios países de Europa y Latinoamérica en emplear la escoria para la construcción de vías, tras ser incluida por el MTC en la lista de materiales apropiados para tal fin.

Como parte de su labor social y compromiso con la reconstrucción de Pisco tras el terremoto de 2007, Corporación Aceros Arequipa CAASA, hizo entrega al Ministerio de Vivienda de las primeras 3,500 toneladas de escoria, producto seguro y amigable con el medioambiente, de las 300,000 que serán destinadas en la pavimentación y/o construcción de carreteras en la ciudad.

<http://noticias.rse.pe/?p=4522>

Como ha sido calificado en oficio del Señor Viceministro de MYPES e Industrias (Ver Figura 4.1), el Perú debe trabajar los proyectos de eco-innovación de acuerdo a la metodología internacional para conseguir resultados a estándares globalizados. De esta forma, lo que implica es un conocimiento de lo que está desarrollando el mundo globalizado sobre programas de eco-innovación internacional<sup>2</sup>.



**Figura 4.1** Conclusión del Informe de PRODUCE con relación a carta remitida al Viceministro de MYPES e Industria (Abril. 2019)

#### <sup>2</sup> Observatorio de la Eco-innovación

El Observatorio funciona como una plataforma para la recopilación y el análisis estructurados de una amplia gama de información sobre la eco-innovación, recopilada en toda la Unión Europea. La innovación ecológica ofrece un gran mercado para las empresas y se ha convertido en una de las piedras angulares de la estrategia de la Unión Europea en respuesta a los desafíos medioambientales y económicos globales.

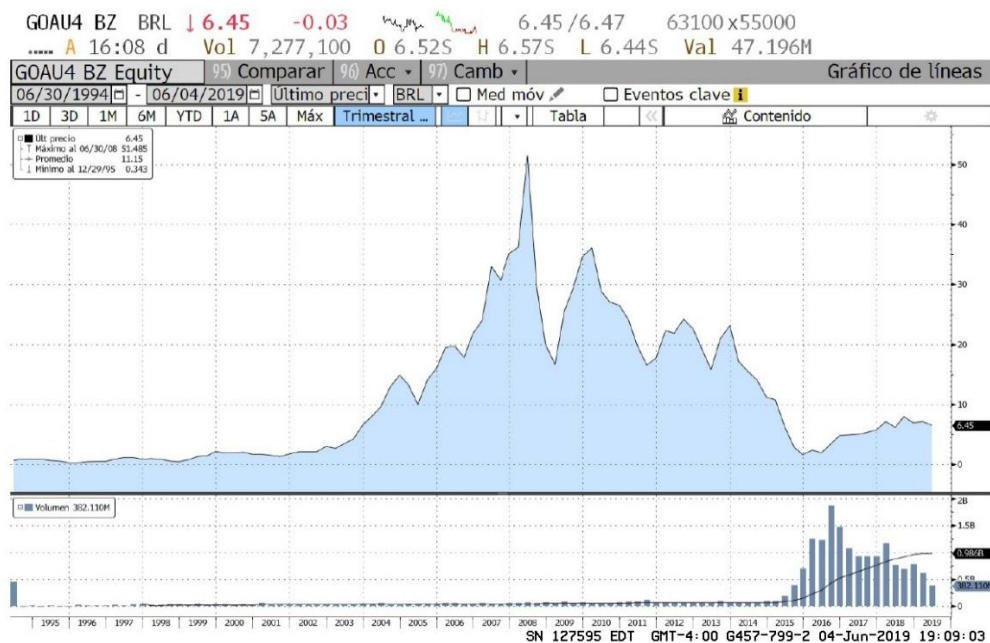
En muchos estudios y documentos de políticas se reconoce que el desarrollo de capacidades y prácticas de eco-innovación tiene un potencial comercial significativo en todos los sectores económicos. Al mismo tiempo, reducir la incertidumbre sobre futuros desarrollos del mercado ayudará a impulsar la inversión y acelerar la innovación en tecnologías, productos y servicios ambientales.

Para facilitar el desarrollo de este mercado, el Observatorio de la Eco-innovación tiene como objetivo proporcionar una fuente de información integrada muy necesaria sobre la eco-innovación para empresas y proveedores de servicios de innovación, así como proporcionar una base sólida para la toma de decisiones para el desarrollo de políticas.

<http://www.eco-innovation.eu/>

Tratar el tema de escoria de fundición, es tratar el tema de la chatarra de fierro/acero. Como se ha apreciado en las Figuras N° 3.6 y N° 3.7, por un lado China está comprando menos chatarra en estos tiempos no porque no lo desee, sino porque en mercado internacional está débil en todos sus aspectos comerciales. Vale decir, que la chatarra en un insumo de transformación que es requerido en la industria china. Vale decir, que la chatarra, así como el petróleo entre otros, son indicadores de buenos tiempos o tiempos de recesión: MERCADO CONTRAIDOS.

En el caso de la región, se debe analizar el comportamiento financiero de la empresa GERDAU para conocer el comportamiento de las inversiones. En la Figura 4.2 se muestra un reporte (CAPARÓ, 2019) sobre la situación de esta empresa que se dedica al negocio del acero.



**Figura 4.2** Valor de las acciones de la empresa GERDAU en el periodo 1995-2019. Desde los inicios del registro hasta el año 2002 se observa un comportamiento estable de las acciones de la empresa; partiendo desde allí una elevación galopante de la mismo hasta llegar al año 2008 (Credit crunch) y mantener sus acciones de una forma estable hasta el año 2014. A partir de este tiempo el movimiento bursátil se incrementó.

Fuente: Bloomberg Lab Finances UNI-FIEECS.

## 4.2 Resultados de la discusión

El tema principal sobre los resultados viene a ser si el empleo de la escoria negra de fundición corresponde a una propuesta de carácter eco-innovador. El Profesor Costas Georgopoulos trató el tema de las Construcciones Sostenibles de Concreto para Edificaciones en el Reino Unido mencionando que en el futuro el concreto podrá ser sostenible si se trabaja en tres aspectos: cementos, producto ambiental y el uso del concreto en espacios de almacenamiento energético. Esto quiere decir que la dependencia del uso de la escoria, pasa por otros productos como es el concreto armada de los que participan dos industrias importantes: industria del cemento y la industria del acero; ambas con altos índices de generación de CO<sub>2</sub> las que complican cumplir con la reducción de la huella de carbono. SE REQUIERE COMPROMISO EN LA ACCIÓN.

Para que un producto sea sostenible, como se mencionó antes, debe mantenerse en el espíritu de la industria y en el empoderamiento de cada actor. Como se mencionó también, no se trata de cumplir con las especificaciones de ser una empresa verde (Figura 4.3) y que pase cada 2/4 años la evaluación para mantener la distinción alguna vez obtenida.



**Figura 4.3** Página web de MEPSA (<http://www.mepssa.com/>)

Según el plan estratégico del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2018) y se visualiza en la Figura 4.4, se hace mención que para cumplir con los tres objetivos claros se tiene seis soluciones claves mencionando en la cuarta como el uso de los recursos naturales debe fomentarse. Según eco-innovación, hay que reducirlo. En este caso, se requiere entrar a las concordancias de los conceptos para poder, con sinergia, alcanzar soluciones con requerimiento transversal.



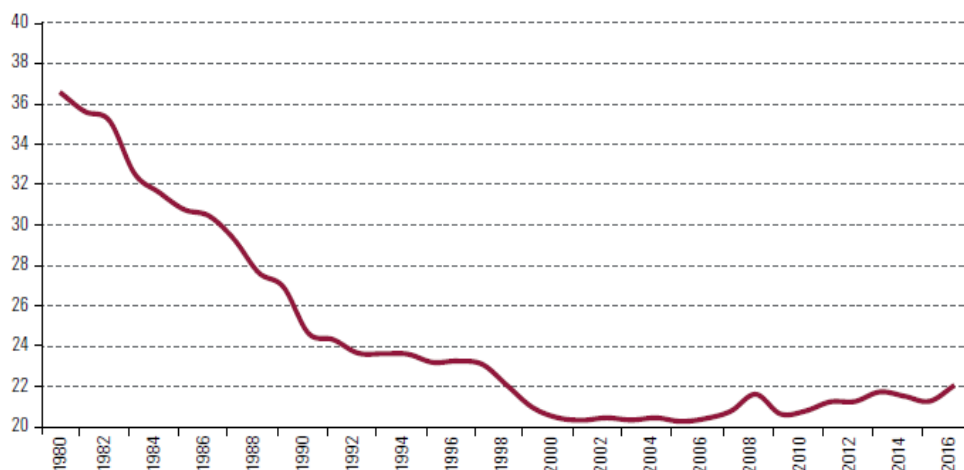
**Figura 4.4** Objetivos y soluciones a tres objetivos del Milenio por parte del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (PNUD, 2018)

### 4.3 Contrastación de la hipótesis

La hipótesis ha sido correcta pues ha recibido respuesta de los principales motores de acción: PRODUCE con su programa INNOVATE-PERU y Grupo GEA en la coordinación de los proyectos

Estos resultados en su conjunto se presentan en la Figura 3.11 en el Diagrama CANVAS del modelo de negocios. Siempre va ser requerida la coordinación para el proyecto de parte de Grupo GEA pues se requiere la fluidez y comunicación en un mismo lenguaje de los diferentes actores, toda vez que tanto el Municipio de Ventanilla y la MYPE FUNVESA tienen empoderado el tema de eco-innovación, sus prioridades de aún del día a día los mantienen operativos al 99.99% en ello.

Según el informe de avance cuatrienal sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe (CEPAL, 2019). La Figura 4.5 presenta un gráfico comparativo entre USA y Latinoamérica. La gran diferencia y venida a menos de nuestros países nos hacen poco competitivos pues poco proactivos. Se visualiza así quién se beneficia más con los TCLs.



**Figura 4.5** Gráfico de la relación desarrollo USA/Latinoamérica en el periodo 1980-2015 (CEPAL, 2019)



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. La información proporcionada por el Gerente de Operaciones de FUNVESA, indica que la producción anual de escoria de fundición asciende a lo más a las 18 toneladas. Según el Diseño de Mezclas Final elaborado por el Laboratorio N° 1 Ensayo de Materiales de la UNI se obtiene un concreto de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  empleando la escoria negra como agregado grueso. Con las 18 toneladas de esta escoria se produce de  $23.7 \text{ m}^3$  de concreto al año. Esta producción solo alcanzaría para 3 camiones mixer de 8 toneladas de capacidad. Por lo tanto, la venta de escoria como agregado grueso en reemplazo de la piedra chancada no es sostenible.
2. Según los resultados del Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales en el Ensayo de Abrasión en Agregados para la escoria de fundición de 1/2" siguiendo la Norma de Referencias NTP 400.020:2014 y el Diseño de Mezcla  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  donde se empleó la escoria de fundición 1/2" como sustituto a la piedra chancada, se concluye que es factible el empleo de la escoria como material de construcción en sustitución de la piedra chancada para concretos de niveles de resistencia normales. Lo mencionado se corrobora en las referencias internacionales (Ver, Cap. II).
3. Según los resultados del Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales en los Ensayos de Resistencia a la Compresión según Norma de Referencia NTP 339.034:2015 efectuados en tres probetas de concreto cilíndricas alcanzaron los valores de  $f'_c = 196, 195 \text{ y } 198 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión. Estos resultados indican uniformidad en las características mecánicas logradas en el concreto y un nivel aceptable de valor de resistencia a la compresión, toda vez que las probetas no fueron curadas en laboratorio bajo los procedimientos habituales de inmersión en tina de agua. Las probetas permanecieron en el sitio 10 meses desde la fragua.
4. En esta tesis se propone la fabricación de adoquines de concreto empleando la escoria negra de fundición que podrían corresponder a la producción con núcleos de concreto simple siguiendo los moldes de las probetas cilíndricas convencionales para su almacenaje respectivo y empleo en la fabricación de veredas. El segundo producto 2 permite la posibilidad de presentarlo al mercado para su comercialización.



5. Un modelo de negocios de eco-innovación requiere de la participación del Estado para apoyar las iniciativas de reducción de los desperdicios y de la Academia para apoyar tecnológicamente con las soluciones planteadas. Se concluye que los modelos exitosos deben seguir como referencia la experiencia de Europa que fue presentada en el Capítulo I. Un modelo de negocio eco-innovador debe contemplar la medición del Índice de Eco-innovación en sus 16 indicadores agrupados en la 5 categorías según se presentó en el Capítulo I. Las empresas eco-innovadores deben contemplar: Inversión en Eco-innovación, Actividades en Eco-innovación, Productos de Eco-innovación, Eficiencia de los recursos y Resultados socio-económicos.
6. La participación del gobierno peruana a través del Programa Innóvate Perú que viene a ser conducido por el Ministerio de la Producción es una alternativa factible para implementar proyectos eco-innovadores. La propuesta que consiste en la participación de la PYME FUNVESA que lo constituiría el espacio para la implementación del taller de tratamiento de la escoria para obtener su condición de agregado grueso para concreto. Además de la valorización porcentual de la línea de producción de FUNVESA para estimar la contribución de la empresa en la producción de la escoria. La producción anual de escoria estima la construcción de 100 metros de veredas de concreto armado de 1.5 m de ancho y 0.15 m de espesor para la construcción de los accesos en el Humedal de Ventanilla.
7. Finalmente, de acuerdo al análisis FODA y de CANVAS, se ha propuesto la adaptación del modelo de negocios inicialmente propuesto en la venta de escoria reemplazando a la piedra chancada. El reemplazo es la producción de adoquines de escoria según los dos diferentes productos. La implementación de este modelo se propone desarrollarlo en el Humedal de Ventanilla para la pavimentación de caminos y veredas. El apoyo de la ONG Grupo GEA y la validación del modelo de negocios por parte del Ministerio de la Producción hace que sea viable su implementación a través de la participación en los concursos de INNÓVATE Perú y de las ITP, logrando reforzar los aspectos productivos y económicos de la propuesta. La función de la ONG Grupo GEA es vital para la coordinación de las actividades y fortalecer en la continuidad del proyecto que estuvo estancado desde la culminación de su plan piloto. La existencia y continuidad del comité de eco-innovación en Ventanilla conformado por los diferentes actores hace que este proyecto sea viable al contar con la participación de la comunidad a través de su gobierno local.





## RECOMENDACIONES

1. Recomendar a PRODUCE (Ministerio de la Producción) que apertura en sus convocatorias fondos concursables para proyectos con énfasis en Eco-Innovación para la mediana empresa. Esto permitirá a las empresas participar en la formulación de sus proyectos con apoyo de las ITP<sup>1</sup> y permitirles acceso a fondos no reembolsables con el carácter de aliviar los costos iniciales de la implementación de estas iniciativas. La OECD apoya las iniciativas de empresas en la Unión Europea y los mantienen en competencia y divulgación de las experiencias para que sean replicables en otras empresas. Esto hace INNOVATE PERÚ a través de la página web.
2. La participación de las ITP del Ministerio de la Producción para asesorar a los tomadores de decisión de las empresas que entienden que trabajar con la proyección de dirigir una empresa eco-innovadora y que cumple estándares, algunos, que se desarrollan en la misma Europa en estos tiempos. Sería bastante alentador esta premisa, pues se les abre campo hacia la ubicación de sus productos en los mercados internacionales.
3. El programa piloto desarrollado ha permitido identificar que el producto de emplear la escoria como producto para el campo de la construcción permite abrir campos de aplicación en otras empresas de mayores envergaduras las que manejan volúmenes mayores de producción de la escoria. En este caso, se trata de las empresas Sider Perú y Aceros Arequipa.
4. Se recomienda que el programa INNOVATE PERÚ aperture un nuevo tipo de Concurso para todas las empresas: micro, pequeña, mediana y a las industrias también para participar en temas del manejo de sus desechos sólidos. En el campo de la ingeniería civil estaría tratándose en las industrias del acero y cemento que son generadores de gases tóxicos y que

---

<sup>1</sup> ITP: Instituto Tecnológico de la Producción del Ministerio de la Producción. Las ITP contribuyen a la mejora de la productividad, calidad y rentabilidad de las empresas a través de la provisión de servicios de investigación, desarrollo, innovación, adaptación, transformación y transferencia tecnológica ambientalmente sostenibles y accesibles, en coordinación con entidades de soporte productivo y del ecosistema de CTI (Ciencia Tecnología e Innovación). <https://www.gob.pe/produce/itp>



afectan al clima globalmente. En Europa hay dos corrientes a tratar los desechos (1) Eco-Innovación<sup>2</sup> o (2) *waste management*<sup>3</sup>. En nuestro caso considero apropiado emplear el modelo de Eco-Innovación y emplear el formato de la Unión Europea en las mediciones de las propuestas eco-innovadoras para el lanzamiento de un programa ECO-INNOVATE PERÚ. Seguir el modelo europeo permitirá acceder a fondos frescos como el de Horizon 2020<sup>4</sup> en el campo de la implementación de ciencia y tecnología.

5. Se recomienda continuar el proyecto de innovación en el uso de la escoria incorporando las otras empresas que se dedican a la fundición de la chatarra y que siempre exista una entidad coordinadora entre los diferentes involucrados para la ejecución del proyecto eco-innovador. Se recomienda, por la experiencia y liderazgo mostrado en el tema al Grupo GEA.
6. Se recomienda estudiar la posibilidad de trabajo a nivel red de MYPES que trabajan con la chatarra para fundirlas. Si se estima en 20 ton la generación anual de escoria por cada fundidora; se genera aproximadamente 400 toneladas de escoria anualmente. El trabajo en red disminuiría costos pero sobre todo, sería exitoso desde el punto de vista eco-innovador caracterizando la escoria (**GUO, 2018**) y como gran apoyo a la comunidad.
7. Se recomienda a la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI encontrar espacio proactivos (**CONTRERAS, 2017**) y lograr el acercamiento con el empresariado nacional para identificar los problemas a resolver en conjunto.

---

<sup>2</sup> Eco-innovación según la Unión Europea: "La innovación ecológica es la introducción de cualquier producto nuevo o mejorado (producto o servicio), proceso, cambio organizativo o solución de mercadeo que reduzca el uso de recursos naturales (incluidos materiales, energía, agua y tierra) y reduzca la liberación de sustancias nocivas. sustancias a lo largo de todo el ciclo de vida".

<http://www.eco-innovation.eu/index.php/about-us>

<sup>3</sup> Waste management significa manejo de desechos (**AL-SALEM, 2009**). En Inglaterra significa obtener ventaja o provecho económico a los desechos: "Encontrar qué hacer con esos desechos siempre con el criterio de la obtención de algún beneficio económico. Prof. Christopher Cheeseman, Imperial College London. Reino Unido.

<sup>4</sup> Horizon 2020 es el programa de investigación e innovación más grande de la UE con casi 80.000 millones de euros de fondos disponibles durante 7 años (de 2014 a 2020), además de la inversión privada que atraerá este dinero. Promete más avances, descubrimientos y novedades mundiales al llevar grandes ideas del laboratorio al mercado. <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en>



## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y SIGLAS

<b>CAPECO</b>	Cámara Peruana de la Construcción
<b>CIP</b>	Competitiveness and Innovation framework Programme
<b>CORDIS</b>	Community Research and Development Information Service
<b>EIO</b>	Observatorio de Eco-innovación
<b>EIP</b>	Programa de Emprendimiento e Innovación
<b>EIT</b>	Instituto Europeo de Innovación y Tecnología
<b>ETAP</b>	Plan de Acción de Tecnologías Ambientales
<b>FUNVESA</b>	Fundición Ventanilla S.A.
<b>ICT-PSP</b>	Programa de Apoyo a la Política de Tecnologías de la Información y la Comunicación
<b>IEA</b>	International Energy Agency
<b>IEE</b>	Programa de Energía Inteligente para Europa
<b>IE-i</b>	Índice de Eco-innovación
<b>ITP</b>	Instituto Tecnológico de la Producción
<b>OECD</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
<b>ONG (NGO)</b>	Organismo No Gubernamental
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>PYME (MYPE)</b>	Pequeña y Mediana Empresa
<b>SEEC</b>	Scandinavian Energy Efficiency Co
<b>SEWC</b>	Structural Engineers World Congress
<b>UNEP</b>	Programa de Naciones Unidas para el Ambiente
<b>UN</b>	Organización de las Naciones Unidas



## REFERENCIAS

**AISENBERG, H., VIGNOCHI, L. SELIG, P., ROJAS, A. y CAMPOS, L.,** Environmental Management Systems in Small and Medium-sized enterprises: An Analysis and Systematic Review, *Journal of Cleaner Production*. Accepted manuscript, 2014.

**AL-SALEM, S.M., LETTIERI y BAEYENS, P.J.** Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste Management* 29 (2009) 2625–2643.

**CAPARÓ, R.,** *Análisis financiero del sector que comercia la chatarra a nivel mundial con énfasis en Sudamérica*. Laboratorio de Altos Estudios Financieros Bloomberg de la Facultad de Ingeniería Económica de la Universidad Nacional de Ingeniería. Sesión de Laboratorio. 2019.

**CAPECO,** Costos y presupuestos en edificaciones. [en línea]. 2003. Cámara Peruana de la Construcción. [Consulta: 04 de junio 2018]. Formato PDF 17.10 MB. Disponible en: [https://civilyedaro.files.wordpress.com/2014/08/costos\\_y\\_presupuestos\\_en\\_edificacion\\_-\\_capeco\\_r.pdf](https://civilyedaro.files.wordpress.com/2014/08/costos_y_presupuestos_en_edificacion_-_capeco_r.pdf)

**CARRASCO, L. y MARTINEZ, D.,** *Determinación del Porcentaje Óptimo de Escoria de Acería en la Mejora de la Resistencia a la Compresión y al Ataque de Cloruros del Concreto de Alto Desempeño*. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Trujillo, 2018.

**CEDEX, CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRA PÚBLICA,** Escorias de Acería de Horno de Arco Eléctrico, del Ministerio de Fomento y Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, España, 2011.

**CEPAL,** Informe de avance cuatrienal sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe, 2019

**CONTRERAS, F.,** *Validación de Escorias de Hornos de Arco Eléctrico mediante su Uso como Adición en Hormigón.*, Tesis para obtener el grado de Doctor. ETSI, Universidad de Málaga, 2017.



**ECO-innovation Observatory** [en línea]. [Consulta: 15-30 de abril 2018].  
Disponible en: <http://www.eco-innovation.eu/>

**ERYIGIT, N. y ÖZCÜREA, G.** Eco-Innovation as Modern Era Strategy of Companies in Developing Countries: Comparison between Turkey and European Union. World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship. *Procedia - Social and Behavioural Sciences*. 2015, **195**, pp. 1216 – 1225. DOI 10.1016/j.sbspro.2015.06.246

**EUROPEAN COMMISSION.** *Impact Assessment* [en línea]. 2011. Brussels: Communication from the Commission “Horizon 2020 - The Framework Programme for Research and Innovation”. [Consulta: 18 de abril 2018]. Formato PDF, 1.72 MB. Disponible en: [http://ec.europa.eu/research/horizon2020/pdf/proposals/horizon\\_2020\\_impact\\_assessment\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/research/horizon2020/pdf/proposals/horizon_2020_impact_assessment_report.pdf)

**EUROPEAN COMMISSION.** CIP - Competitiveness and innovation framework programme (CIP) (2007-2013). *CORDIS* [en línea]. 2014. [Consulta: 15 de abril 2018]. Disponible en: [https://cordis.europa.eu/programme/rcn/838\\_en.html](https://cordis.europa.eu/programme/rcn/838_en.html)

**FERREIRA V., ET AL.,** Evaluation of the steel slag incorporation as coarse aggregate for road construction: technical requirements and environmental impact assessment, *Journal of Cleaner Production*, 130 (2016) 175e186

**FIGUEROA BALVAS, Leoncio Albino.** *Estudio de las escorias de Sider-Perú y su utilización como agregado*. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 1991.

**GERDAU S.A.,** *Coproductos y residuos*, [en línea] 2012, [Consulta: 12 de enero 2018]. Disponible en: <http://www.sider.com.pe/contenidos/detalle/89/coproduktos-y-residuos>

**GRUPO GEA,** *Eco-innovación*, [en línea], 2019 [Consulta: 01 de julio 2019]. Disponible en: <http://www.grupogea.org.pe/proyecto/eco-innovacion/>



- GÖKALP, I., SALTAN, M. y TUTUMLUER, E.**, Technical and environmental evaluation of metallurgical slags as aggregate for sustainable pavement layer applications. *J. of Transportation Geotechnics* 14 (2018) 61–69.
- GUO, J., BAO, Y. y WANG, M.** Steel slag in China: Treatment, recycling, and management. *Waste Management* 78 (2018) 318–330.
- HERRERA, J., LARRÁN, M., LECHUGA, P. y MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, D.**, “Evolución de la literatura sobre la responsabilidad social en pymes como disciplina científica”, *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa* 24 (2015) 117–128.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY**, Global Energy & CO<sub>2</sub> Status Report. [en línea]. [Consulta: 08 de mayo 2019]. Disponible en: <https://www.certifico.com/component/attachments/download/12729>
- JOHANNESSEN, J.**, *Innovation Lead to Economic Crisis: Explaining the Bubble Economy*. Noruega, 2012.
- KUMAR, S., SAH, R., SANYAL, S., y PRASAD, G.** (2018). Measurement of Metallic Iron in Steel Making Slags. Measurement. doi:10.1016/j.measurement.2018.08.066
- LIZARAZO-MARRIAGA, J., CLAISSE P. y GANJIAN, E.**, Effect of Steel Slag and Portland Cement in the Rate of Hydration and Strength of Blast Furnace Slag Pastes. *J. Mater. Civ. Eng.*, 2011, 23(2): 153-160.
- MANSO J., GONZALEZ, J. y POLANCO, J.** Electric Arc Furnace Slag in Concrete. *J. Mater. Civ. Eng.*, 2004, 16(6): 639-645.
- MAXWELL, D., SHEATE W. y VAN DER VOLST, R.** “Functional and systems aspects of the sustainable product and service development approach for industry”, *Journal of Cleaner Production*, 2006, Vol. 14, No. 17, pp. 1466-1479.
- MEZA-RUIZA, I., ROCHA-LONAB, L., SOTO-FLORES, M., et al.**, Measuring Business Sustainability Maturity-Levels and Best Practices. 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, 27-30 June 2017, Modena, Italy.
-



- MIEZAH, K., OBIRI-DANSO, K., KÁDÁR, Z., FEI-BAFFOE, B. y MENSAH, M.** Municipal solid waste characterization and quantification as a measure towards effective waste management in Ghana. *Waste Management* 46 (2015) 15–27.
- MTPE, MINISTERIO DE TRABAJO Y PROMOCIÓN DEL EMPLEO,** Decreto Supremo que crea el Programa “PERÚ RESPONSABLE” Decreto Supremo N° 015-2011-TR, PERÚ, 2011.
- MONTOYA, B. Y MARTÍNEZ P.,** Responsabilidad Social Empresarial: Una respuesta ética ante los desafíos globales. Rööd consultoría, comunicación & rp. México, 2012.
- NACIONES UNIDAS,** *Guía del Pacto Global: Una forma práctica para implementar los nueve principios en la gestión empresarial.* Oficina del Pacto Global en Argentina, 2004.
- OECD.** *Background Paper. The Future of Eco-innovation: The Role of Business Models in Green Transformation.* Dinamarca, 2012.
- OECD.** *Better Policies to Support Eco-Innovation.* Paris: OECD Studies on Environmental Innovation, 2012.
- OECD.** *Eco-Innovation in Industry. Enabling Green Growth.* Paris: OECD Publications, 2009. ISBN 978-92-64-07722-5.
- OECD.** *Sustainable Manufacturing and Eco-Innovation: Framework, Practices and Measurement.* Paris: OECD Publications, 2009.
- OZBAKKALOGLU, T, LEI G., LEI Y PALLAH POUR A.** Normal- and high-strength concretes incorporating air-cooled blast furnace slag coarse aggregates: Effect of slag size and content on the behavior. *Journal Construction and Building Materials* 126 (2016) 138–146
- PACTO MUNDIAL,** 10 Principios del Pacto Mundial [en línea]. 2000. [Consulta: 02 de julio 2019]. Disponible en:  
<https://www.pactomundial.org/category/aprendizaje/10-principios/>
- PNUD,** *Alianzas e Innovación para el Desarrollo Sostenible.* El PNUD en América Latina y el Caribe. 2018.
-



- PRODUCE**, Programa Innóvate-Perú del Ministerio de la Producción, Gobierno del Perú, proyectos financiados [en línea]. 2019. [Consulta: 01 de julio 2019]. Disponible en: <https://innovateperu.gob.pe/proyectos-finalizados/>
- QUIMINET.COM**. *Precios de Escoria de Hierro*. [en línea]. 2014. [Consulta: 10 de mayo 2019]. Disponible en: <https://www.quiminet.com/productos/escoria-de-hierro-121736824783/precios.htm>
- ROJAS, V. TORRE, A. y CORONADO, R.** Use of iron slag from metallurgical industry as coarse aggregate for reinforced concrete structures: Case study in Ventanilla. 6<sup>th</sup> SEWC 14-17 November 2017, Cancun.
- ROJAS, V., MELGAREJO, R., CORONADO, R. y DÍAZ, J.** Empleo de la escoria de la fundición de la chatarra como agregado grueso para producir concreto. Estudio de Caso: Ventanilla. XX CONIC 23-27 abril 2018, Lima, Perú.
- RSE PERÚ**, *Aceros Arequipa pone a disposición 300 000 TM de escoria para construcción de pistas en Pisco*. [en línea]. 2012. [Consulta: 10 de mayo 2019]. Disponible en: <http://noticias.rse.pe/?p=4522>
- SHI C.** Steel Slag—Its Production, Processing, Characteristics, and Cementitious Properties. *J. Mater. Civ. Eng.*, 2004, 16(3): 230-236
- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION**, User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction. Federal Highway Administration. [en línea]. 2016. [Consulta: 02 de julio 2019]. Disponible en: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/structures/97148/ssa2.cfm>
- UNEP**. *Eco-i Manual: Eco-innovation implementation process*. Paris: UN Environment Economic Division, 2017. ISBN 978-92-807-3634-2.
- ZELADA, R.**, "Valoración Económica de la Escoria de Horno Eléctrico de SIDERPerú como Producto Alternativo a la Piedra Cantero en el Sector Construcción". Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias con Mención en Gestión Económica Medioambiental y de los Recursos Naturales. Universidad Nacional de Trujillo. 2016.
-





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZALES DE LA COTERA"**



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : VICTOR POOL ROJAS YUPANQUI  
Obra : USO DE ESCORIA DE FUNDICION  
Ubicación de la obra : HUMEDALES DE VENTANILLA  
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
Expediente N° : 18-0300  
Recibo N° : 59012  
Fecha de Emisión : 25/01/2018

**1.0 DE LA MUESTRA** : Probetas de Concreto Cilíndricas

**2.0 DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK  
Certificado de Calibración LFP-221-2017

**3.0 MÉTODO DE ENSAYO** : Norma de Referencia NTP 339.034:2015  
Procedimiento Interno AT-PR-12

**4.0 RESULTADOS**

Nr.	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	F. DE OBTENCIÓN	F. DE ENSAYO	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA DE ROTURA kg	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN kg/cm <sup>2</sup>	FRACTURA
1	MUESTRA 01	12/03/2017	25/01/2018	178.5	34913	196	Tipo 2
2	MUESTRA 02	12/03/2017	25/01/2018	177.9	34612	195	Tipo 5
3	MUESTRA 03	12/03/2017	25/01/2018	181.2	35882	198	Tipo 2

**5.0 OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto  
Técnico : Sr. E.G.V.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) de Laboratorio

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI





### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : GRUPO GEA  
Obra : PARADERO  
Ubicación : VENTANILLA  
Asunto : Ensayo de Abrasión en Agregados  
Expediente N° : 16-4924  
Recibo N° : 53719  
Fecha de emisión : 16/12/2016

- 1.0. DE LA MUESTRA : ESCORIA DE FUNDICION, proporcionada por el solicitante.
- 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo "Los Ángeles", marca ELE.  
Certificado de calibración: LD 0332-2016
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 400.020:2014.  
Procedimiento interno AT-PR-18.
- 4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	TNM	TIPO DE GRADACIÓN	PORCENTAJE DE DESGASTE (%)	RELACIÓN DE UNIFORMIDAD
ESCORIA DE FUNDICION	1/2"	B	33.5	0.22

- 5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. R. Cachay H.  
Técnico : Sr. G. P. L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 306

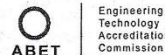
www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

**LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : GRUPO GEA  
Obra : PARADERO  
Ubicación : VENTANILLA  
Asunto : Diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
Expediente N° : 16-4911  
Recibo N° : 53706  
Fecha de emisión : 06/01/2017

**1.0 DE LOS MATERIALES**

**1.1. Cemento:**

Se utilizó cemento SOL tipo I, proporcionado por el solicitante.

**1.2. Agregado Fino:**

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA, proporcionada por el solicitante y procedente de la cantera SAN MARTIN.  
Las características se indican en el ANEXO 1.

**1.3. Agregado Grueso:**

Consistente en una Muestra de ESCORIA FUND. 1/2", proporcionada por el solicitante.  
Las características se indican en el ANEXO 2.

**1.4. Combinación de Agregados:**

La granulometría del Agregado Global obtenido por la combinación del agregado fino y grueso, se muestra en el ANEXO 3.

**1.5. Agua:**

Se uso agua potable procedente de la red UNI.



Ms. Ingg/ Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 306

[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)  
[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



Expediente N° : 16-4911

Pág. 2 de 5

**2.0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL ( f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup> ) CEMENTO SOL tipo I**

**2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Denominación	.....	f'c = 210	Kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento	.....	3" - 4"	
Relación a/c de diseño	.....	0.67	
Relación a/c de obra	.....	0.66	
Proporciones de diseño	.....	1	: 1.79 : 1.88
Proporciones de obra	.....	1	: 1.83 : 1.88

**2.2. CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO**

Cemento	.....	403	Kg.
Arena	.....	721	Kg.
Escoria Fund. 1/2"	.....	756	Kg.
Agua	.....	270	L.

**2.3. CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	403	Kg.
Arena	.....	739	Kg.
Escoria Fund. 1/2"	.....	758	Kg.
Agua	.....	268	L.

**2.4. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42.50	Kg.
Arena	.....	77.90	Kg.
Escoria Fund. 1/2"	.....	79.92	Kg.
Agua	.....	28.23	L.

**2.5. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

		CEMENTO	ARENA	Escoria Fund. 1/2"
Proporciones	.....	1	: 1.87	: 2.17
Agua	.....	28.23	L/bolsa	

**3.0. OBSERVACIONES:**

- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Hecho por : Ing. R. Cachay H.  
Técnico : Sr. G.P.L.

  
Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio

- NOTAS:
- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
  - 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI





ANEXO 1

Expediente N° : 16-4911

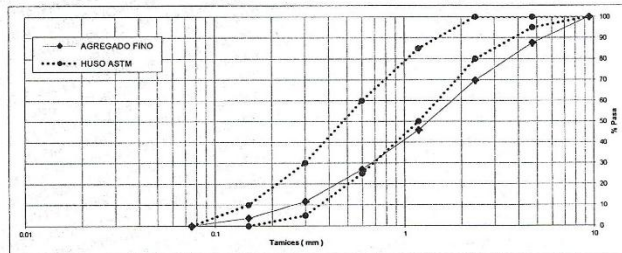
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

ARENA GRUESA procedente de la cantera SAN MARTIN .

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ( Pulg )	( mm )	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO ASTM
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	12.4	12.4	87.6	95 - 100
N°8	2.38	17.9	30.4	69.7	80 - 100
N°16	1.19	23.9	54.3	45.7	50 - 85
N°30	0.6	18.9	73.2	26.8	25 - 60
N°50	0.3	15.2	88.4	11.6	5 - 30
N°100	0.15	7.9	96.4	3.6	0 - 10
FONDO		3.7	100.0	0.0	

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	3.55
Peso Unitario Suelto ( Kg/m³ )	1 455
Peso Unitario Compactado ( Kg/m³ )	1 638
Peso Específico	2.58
Contenido de Humedad ( % )	2.42
Porcentaje de Absorción ( % )	1.38

2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. R. Cachay H.  
Técnico : Sr. G.P.L.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI





ANEXO 2

Expediente N° : 16-4911

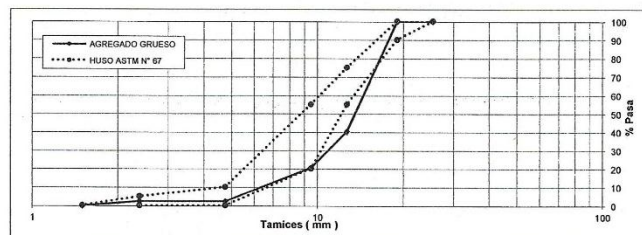
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :

ESCORIA FUND. 1/2" proporcionada por el solicitante.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%	% RET.	%	% PASA
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA	HUSO ASTM N° 67
1"	25.4	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	0.0	0.0	100.0	90 - 100
1/2"	12.7	59.7	59.7	40.3	-
3/8"	9.5	19.8	79.5	20.5	20 - 55
N°4	4.75	18.1	97.7	2.3	0 - 10
N°8	2.38	0.0	97.7	2.3	0 - 5
FONDO		2.3	100.0	0.0	

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

Tamaño Nominal Máximo	1/2"
Módulo de Fineza	6.66
Peso Unitario Suelto ( Kg/m³ )	1 291
Peso Unitario Compactado ( Kg/m³ )	1 555
Peso Especifico	2.54
Contenido de Humedad ( % )	0.20
Porcentaje de Absorción ( % )	0.89

2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. R. Cachay H.  
Técnicos : Sr. G.P.L.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - IINI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



ANEXO 3

Expediente N° : 16-4911

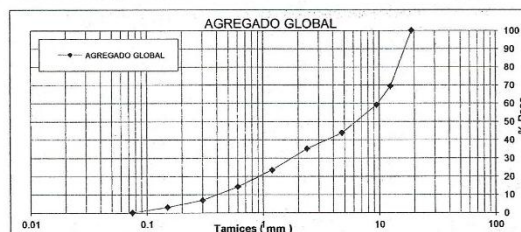
1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :

Combinación de ARENA GRUESA procedente de la cantera SAN MARTIN y ESCORIA FUND. 1/2" proporcionada por el solicitante.

A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%	% RET.	%
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA
3/4"	19	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	30.8	30.8	69.2
3/8"	9.5	10.2	41.0	59.0
N°4	4.75	15.4	56.4	43.6
N°8	2.38	8.7	65.1	34.9
N°16	1.19	11.6	76.7	23.3
N°30	0.60	9.2	85.8	14.2
N°50	0.30	7.4	93.2	6.8
N°100	0.15	3.8	97.0	3.0
FONDO		3.0	100.0	0.0

B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



C) PROPIEDADES FÍSICAS

Tamaño Nominal Máximo	1/2"
Módulo de Fineza	5.15
% Agregado grueso (Escoria Fund. 1/2")	52
% Agregado fino	48

Hecho por : Ing. R. Cachay H.  
Técnicos : Sr. G.P.L.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 306

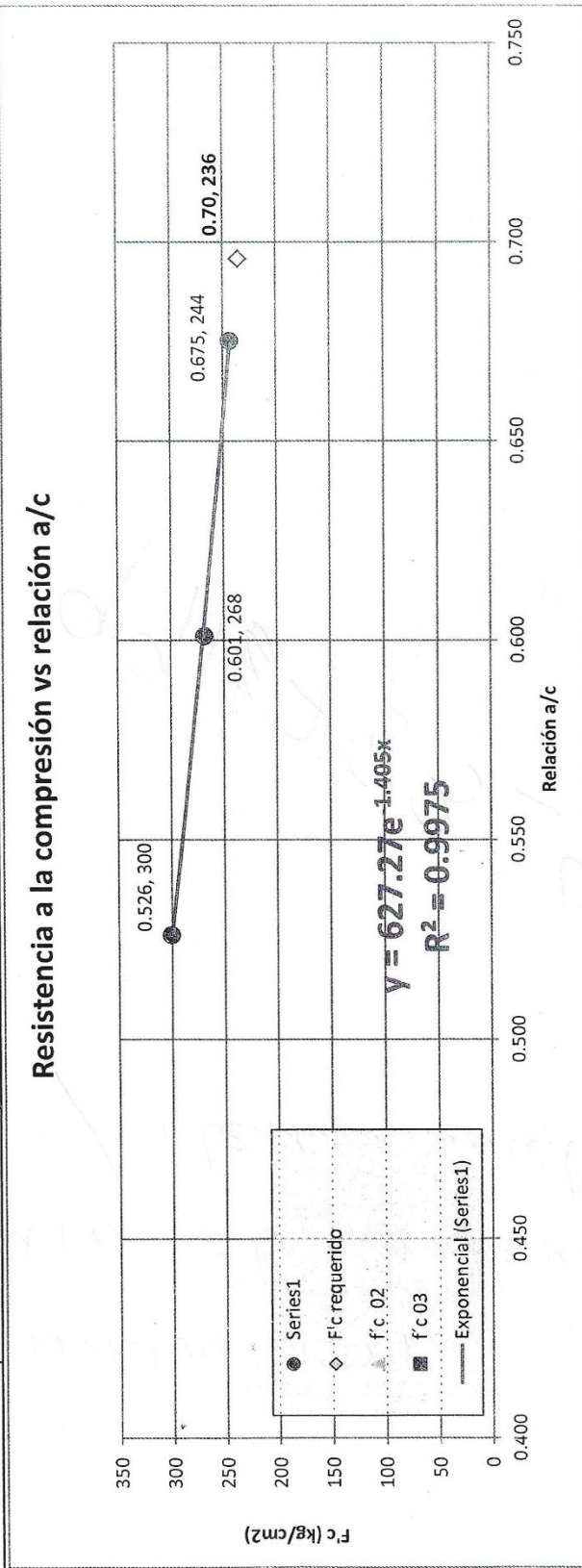
www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI



4. RESULTADOS

N°	Relación a/c	Edad de la muestra	Diametro promedio (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA COMPRESION (Kg/cm²)
1	0.526	7d	10.17	81.21	24400	300
2	0.601	7d	10.15	80.86	21667	268
3	0.675	7d	10.16	81.13	19772	244
4		7d	10.15	80.86	4733	59

Resistencia a la compresión vs relación a/c



Proyección relación a/c

Constante 627.27  
 Exponencial -1.405

210

Resistencia requerida	:	236
Relación a/c	:	0.70





---

**XX CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LIMA, PERÚ, 23 al 27 DE ABRIL DEL 2018**

**EMPLEO DE LA ESCORIA DE LA FUNDICIÓN DE LA CHATARRA  
COMO AGREGADO GRUESO PARA PRODUCIR CONCRETO  
ESTUDIO DE CASO: VENTANILLA**

***Victor Pool Rojas Yupanqui***

*Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, vrojasy@uni.edu.pe*

***Rodomiro Melgarejo Damián***

*FUNVESA – Fundición Ventanilla S.A., Perú, jefeplanta@funvesa.com.pe*

***Rosa Amelia Coronado Falcón***

*Universidad Privada del Norte, Perú, rosa.coronado@upn.pe*

***José Carlos Díaz Rosado***

*Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, jcdiazrosado@uni.edu.pe*

**RESUMEN:**

Se presenta la implementación del concepto Eco-innovación en un modelo de negocio sostenible aplicable a residuos sólidos de la industria metalúrgica. Este trabajo se enfoca en estudiar la escoria producida como un subproducto del proceso de fundición para la fabricación de piezas de hierro y acero en la planta de FUNVESA de Ventanilla. El modelo comercial sostenible se ha implementado para emplear la escoria de hierro como subproducto de la fabricación de piezas de hierro y su empleo como reemplazo de la piedra chancada en el concreto. La escoria se trituró y se verificó por análisis granulométrico de acuerdo con las normas peruanas como agregado grueso de ½" de tamaño máximo. El f'c del concreto fue de 20 MPa con una dosificación de mezcla en peso de 1:1,83:1,88. Se ha utilizado el agregado fino convencional y cemento Portland Tipo I. La relación a/c fue de 0,67 con una consistencia plástica de la mezcla. La implementación se ha realizado en la Reserva Natural de Ventanilla, refugio de aves migratorias, mediante la construcción de vías de acceso de concreto armado.

**ABSTRACT:**

The implementation of the Eco-innovation concept is presented in a sustainable business model applicable to solid waste from the metallurgical industry. This work focuses on studying the slag produced as a by-product of the melting process for the manufacture of iron and steel parts in the FUNVESA plant at Ventanilla. The sustainable commercial model has been implemented to use iron slag as a by-product of the manufacture of iron pieces and its use as a replacement for coarse aggregate in concrete. The slag was crushed and verified by granulometric analysis according to Peruvian standards as a coarse aggregate of ½ "maximum size. The f'c of the concrete was 20 MPa with a mixture dosage in weight of 1:1,83:1,88. The conventional fine aggregate and Portland Type I cement have been used, and the a/c ratio was 0,67 with a plastic consistency of the mixture. The implementation has been carried out in the Ventanilla Nature Reserve, a refuge for migratory birds, through the construction of access pathways of reinforced concrete.

**PALABRAS CLAVES:** escoria; eco-innovación; sostenibilidad



## INTRODUCCIÓN

La industria del acero es una de las principales responsables de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Para mitigar el cambio climático, la reducción de las emisiones de dióxido de carbono no es fácil debido a la alta dependencia de la electricidad y el carbón. Hoy en día, la mayoría del acero se produce a través de dos rutas industriales principales: el proceso integrado, que utiliza carbón como agente reductor y el hierro como materia prima o la ruta horno de arco eléctrico donde se utiliza electricidad para fundir el acero en el producto final. La segunda ruta, también llamada producción secundaria porque usa chatarra de acero, es un proceso que consume menos energía y se muestra como una alternativa prometedora para estar cerca de una emisión teórica de cero de CO<sub>2</sub> (Ferreira et al., 2016).

Además del consumo de energía asociado a los procesos de producción, el aumento del consumo de acero también ha dado lugar al crecimiento del volumen de residuos. Los residuos de la fabricación de acero se definen como subproductos obtenidos del proceso de conversión de hierro a acero. En particular, la escoria de acero representa una proporción significativa de estos subproductos. En el mundo anualmente se produce aproximadamente cincuenta millones de toneladas de escoria por año.

En 2012, se ha reportado en los Estados Unidos que el 47,5% de escoria se empleó como base de los caminos y en capas superficiales de las carreteras asfálticas. El 21,1% se ha empleado en concreto asfáltico, mientras que solo el 13,1% se ha usado como agregado en concreto. En las últimas décadas, el rápido aumento en la tasa de industrialización y urbanización ha llevado a una gran demanda mundial de concreto. Según las estimaciones actuales, la demanda mundial de agregados de construcción es de más de 10 mil millones de toneladas por año. El mayor uso de concreto conduce al agotamiento de los agregados naturales así como al consumo de grandes cantidades de energía en la producción, el transporte y el uso de materias primas (Ozbakkaloglu et al., 2016).

Es muy bien reconocido que las propiedades de los agregados gruesos tienen una gran influencia en la resistencia del concreto. En el caso de los concretos producidos con agregados más resistentes se desarrolla mayores resistencias a la compresión, especialmente en el caso de concretos de alta resistencia. Por lo tanto, se debe prestar atención a las propiedades relativas de la escoria utilizadas en estas mezclas de concreto. Estas propiedades pueden variar según la procedencia de la escoria pues estas pueden presentar resistencias mayores o menores a la de los agregados naturales. Por ese motivo, es importante la realización de ensayos de laboratorio específicos para la evaluación de las propiedades mecánicas de la escoria, así como la realización de pruebas estándar para determinar el desempeño de los concretos conformados con esta escoria.

## IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Como antecedente, a nivel latinoamericano, en México se producen alrededor de 14 millones de toneladas de escorias por año, según informó Mercado en 2013, un estudio basado en los informes de INEGI en 2011. Hasta el año 2002, las escorias se clasificaron como desechos peligrosos de la industria metalúrgica, posteriormente se reclasificaron como subproducto de la extracción de metales. Debido a lo anterior, se creó un acuerdo voluntario entre SEMARNAT y CANACERO denominado "CVSC ITN 02: Manejo de Escorias en la producción de hierro y acero así como de ferroaleaciones con manganeso y silicio". Este documento promueve la reutilización, recolección, almacenamiento y recuperación, entre otras acciones de este sub producto (Rojas et al., 2017).

El aspecto más importante de este trabajo es el mostrar la oportunidad de plantear el uso alternativo de la escoria por sustitución al agregado grueso natural ya que el empleo de la escoria como un componente del cemento en forma pulverizada en muchos países está normalizado. Sin embargo, en el Perú, no se ha encontrado evidencia de aplicabilidad técnica de esta alternativa de uso de la escoria.

Esta investigación nació como consecuencia de la implementación del Proyecto de Eco-innovación Global, región de las Américas, donde participaron Colombia y Perú, y que fue patrocinado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y de la Comisión

Europea. El proyecto consistió en implementar una metodología centrada en encontrar modelos comerciales sostenibles. Una vez encontrado el modelo de negocios para la reutilización de la escoria, se han analizado las alternativas de su uso y su viabilidad técnica y valoración a través de la aplicación de innovaciones técnicas relacionadas con la protección del medio ambiente. Perú es parte de esta iniciativa que ha sido seleccionado como país para ser parte del proyecto piloto global aplicado al sector de los metales.

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es el resultado de un trabajo piloto que involucra conceptos ambientales, sociales y económicos, pero que utiliza una metodología patentada donde se agregan herramientas comerciales. Esta metodología se puede resumir en 6 fases o etapas importantes.

Primero comienza con una visita a la compañía donde se pretende conocer más detalles del proceso de producción para identificar sus puntos críticos ambientales. En segundo lugar, se establece una estrategia general que involucra todos los puntos críticos del medio ambiente. En tercer lugar, se elabora los modelos comerciales centrados en la realización de un primer proyecto. En cuarto lugar se establecen una hoja de ruta y el quinto lugar se procede con la implementación. Finalmente, en la etapa sexta se revisa las lecciones aprendidas a lo largo de la cadena de valor, y así, dentro del plan de mejora continua de la compañía, se repite la metodología con un equipo eco-innovador para hacer que la empresa sea más competitiva en el mercado nacional como internacional.

"La eco-innovación es el desarrollo y la aplicación de un modelo comercial, conformado por una nueva estrategia empresarial que incorpora la sostenibilidad en todas las operaciones comerciales basadas en el concepto del ciclo de vida y en la cooperación con los socios en toda la cadena de valor. Implica un conjunto coordinado de modificaciones o soluciones novedosas para los productos (bienes/servicios), los procesos, el enfoque de mercado y la estructura organizativa que conduce a un mejor rendimiento y competitividad de la empresa" (UNEP, 2017). Un modelo conceptual de eco-innovación que se basa en esta definición se muestra a continuación en la Figura 1.



Figura 1.- Modelo conceptual de eco-innovación.

El objetivo principal de la investigación es mostrar la viabilidad técnica del uso de la escoria como sustituto de la piedra triturada en la mezcla de concreto para el sector de la construcción. Esto se hizo dentro de la implementación del proyecto Eco-innovación Perú. Este proyecto se ha implementado en la búsqueda de modelos comerciales alternativos para la industria de la fundición de chatarra donde se han encontrado oportunidades para la mejora ambiental para la reutilización de los residuos. En la siguiente figura, se visualiza una muestra de escoria del hierro obtenido por la fundición de la chatarra.



**Figura 2.-** Muestra de escoria de la chatarra de FUNVESA.

Para alcanzar el objetivo, se llevaron a cabo diferentes pruebas típicas de ingeniería civil de acuerdo con los estándares técnicos para agregados tales como los que provienen de las normas ASTM y nacionales. Además, se elaboró una caracterización por análisis químico y luego validación mediante microscopía electrónica de barrido de las muestras de escoria y se realizó el análisis de sus respectivas fotografías de alta resolución.

El resultado más importante del estudio fue demostrar que la escoria podría someterse a los mismos procedimientos de trituración y clasificación que la piedra utilizada en la construcción civil, como se muestra en la Figura 3.



**Figura 3.-** Chancadora de FUNVESA.

De acuerdo con la ley peruana de residuos sólidos, la escoria era un residuo no peligroso que debía de tener una disposición final en el relleno sanitario local. Sin embargo, nuevas regulaciones que se centran en nuevos conceptos globales como la simbiosis industrial, la eco-innovación y la economía circular, hacen que estos residuos sean reconocidos como recursos potenciales para servir como materia prima para otras industrias, por ejemplo, en este sector de la construcción.

El resultado más importante de la investigación fue que la escoria respondió a las pruebas de laboratorio; demostrando que podría usarse como agregado grueso para el diseño del concreto.

Se demuestra que es factible encontrar alternativas para una mejor gestión de los residuos de cualquier industria, para lo cual se requiere una mayor participación en la cadena de valor del producto, para lo cual ayudó la metodología del concepto de eco-innovación.

### ANÁLISIS QUÍMICO DE LA ESCORIA DE FUNDICIÓN

La metodología utilizada para esta investigación incluyó las siguientes etapas experimentales: (1) Análisis de Laboratorio ICP. ICP-MS (espectrometría de masa plasmática de acoplamiento inductivo). Es una técnica de análisis inorgánico elemental e isotópico capaz de determinar y cuantificar la mayoría de los elementos de la tabla periódica en un rango dinámico lineal de 8 órdenes de magnitud (ng/l - mg/l). Además puede llevar a cabo la determinación de los elementos en un análisis multi-elemental que proporciona la composición de la muestra analizada. Para la realización de estas pruebas, las muestras deben ser trituradas y sometidas a molienda hasta alcanzar una granulometría extremadamente fina (todo el material bajo el tamiz malla 200).

Luego se llevó a cabo el análisis químico de los elementos habituales en esta clase de muestras (hierro, silicio, calcio, sodio, aluminio, potasio, cobre y fósforo). Los resultados se muestran en la Tabla 1. También es importante considerar que la composición química. Las concentraciones de los elementos metálicos en la escoria varían según el mineral, los flujos y las temperaturas de trabajo.

**Tabla 1.- Análisis ICP de la escoria de FUNVESA**  
mostrando los elementos significativos

Elemento	Concentración
Na	0,1%
Mg	0,01%
Al	2p.p.m.
Si	-
Ti	0,01%
Mg	2p.p.m.
Fe	0,01%

(2) Escaneo electrónico. El equipo utilizado fue un microscopio JEOL modelo JSM-6490LV. El JSM-6490LV es un escáner versátil y un microscopio electrónico de alta resolución: 3,0 nm en modo de alto vacío y 4,0 nm en el modo de vacío bajo. El modo de bajo vacío permite la observación y el análisis de muestras no conductoras, húmedas o de no alto vacío.



**Figura 4.- Microscopio JEOL modelo JSM-6490LV.**

Este análisis de escaneo electrónico muestra el área superficial característica de la escoria a una gran profundidad de campo donde es posible apreciar imágenes tridimensionales que nos permiten enfocar y observar amplias áreas de la muestra.

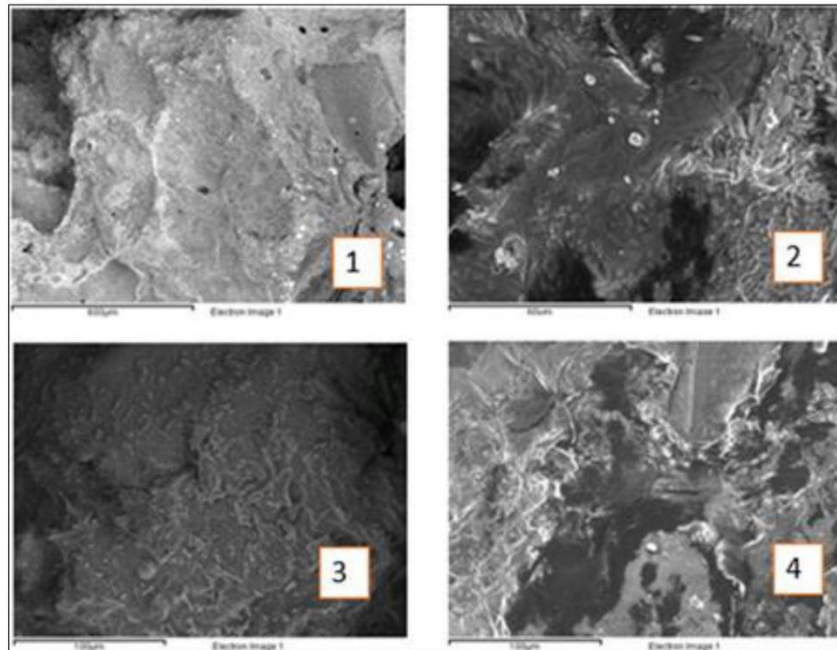


Figura 5.- Fotografías con diferentes aumentos en la estructura de la escoria.

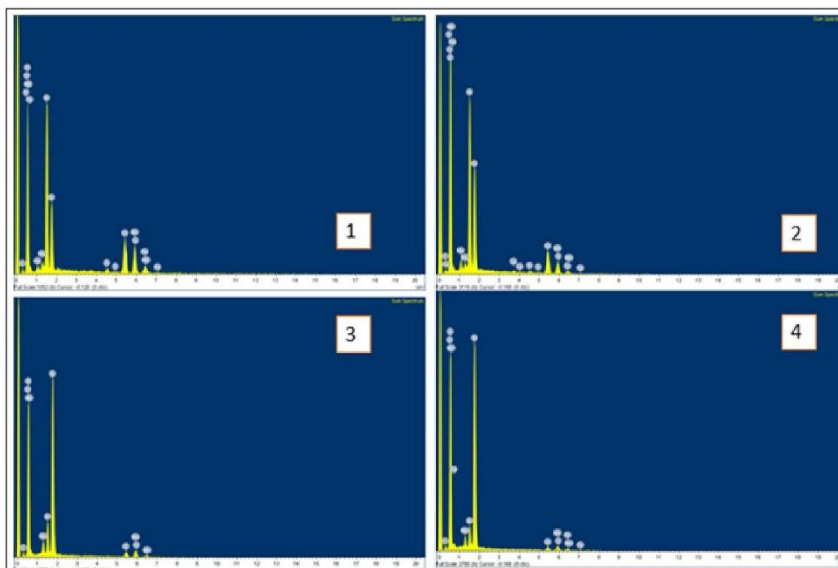


Figura 6.- Espectros de caracterización de 4 muestras de escorias.

Después de haber sido capaz de evidenciar la presencia de algunos metales en la escoria mediante el análisis de ICP, se utilizó el escaneo electrónico para proceder a la validación de la presencia de estos elementos. En el espectro de la escoria se ha observado la presencia de componentes más importantes como silicatos, óxidos y metales.

**Tabla 2.-** Porcentaje en peso de los elementos presentes en las muestras de escoria

Elemento	%peso (1)	%peso (2)	%peso (3)	%peso (4)
C	4,80	2,76	5,48	4,22
O	44,58	55,37	59,04	44,14
Na	0,72	1,74	1,90	
Mg	0,89	0,57	4,01	1,79
Al	18,55	16,44	0,17	4,02
Si	9,17	11,97		31,56
Ti	0,72	0,18	24,4	0,37
Cr	10,16	0,32	1,92	3,42
Mn	0,38	6,71	3,17	9,35
Fe	2,03	3,28		1,14

## DISEÑO DEL CONCRETO ARMADO

Se ha determinado la granulometría del agregado fino y grueso. En el caso del agregado fino, se usó arena gruesa común. En la siguiente tabla se muestra el análisis granulométrico.

**Tabla 3.-** Análisis granulométrico de la arena gruesa

Malla	% Retenido	% Acumulado	% que pasa
3/8"	0,0	0,0	100,0
N°4	12,4	12,4	87,6
N°8	17,9	30,4	69,7
N°16	23,9	54,3	45,7
N°30	18,9	73,2	26,8
N°50	15,2	88,4	11,6
N°100	7,9	96,4	3,6
Base	3,7	100,0	0,0

Las propiedades físicas de la arena gruesa se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 4.-** Propiedades físicas de la arena gruesa

Módulo de finura	3,55
Densidad no compacta (kg/m <sup>3</sup> )	1 455
Densidad compacta (kg/m <sup>3</sup> )	1 638
Peso específico	2,58
Contenido de humedad (%)	2,42
Porcentaje de absorción (%)	1,38

En el caso del agregado grueso, se ha evaluado el uso de escoria de fundición de chatarra. En la siguiente tabla se muestra el análisis granulométrico de la muestra de escoria.

**Tabla 5.-** Análisis granulométrico de la escoria

Malla	% Retenido	% Acumulado	% que pasa
1"	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	100,0
1/2"	59,7	59,7	40,3
3/8"	19,8	79,5	20,5
N°4	18,1	97,7	2,3
N°8	0,0	97,7	2,3
Base	2,3	100,0	0,0

Las propiedades físicas de la escoria se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 6.-** Propiedades físicas de la escoria

Módulo de finura	6,66
Densidad no compacta (kg/m <sup>3</sup> )	1 291
Densidad compacta (kg/m <sup>3</sup> )	1 555
Peso específico	2,54
Contenido de humedad (%)	0,20
Porcentaje de absorción (%)	0,89

En ambos casos, de acuerdo con las normas ASTM para el análisis granulométrico, ambas muestras, arena y escoria pueden usarse como agregados fino y grueso, respectivamente.

Con respecto al desgaste por abrasión, se realizó una prueba específica utilizando la máquina de prueba de Los Ángeles y en la siguiente tabla se muestran los resultados de esta prueba.

**Tabla 7.- Resultados de la prueba en la Máquina de Los Ángeles**

Muestra	Valor de abrasión	Relación de uniformidad
Escoria 1/2"	33,5%	0,22

De acuerdo con estos resultados, la escoria de chatarra se puede utilizar perfectamente como agregado grueso de acuerdo con las normas nacionales y AASHTO. Finalmente, el diseño del concreto se hizo utilizando esta escoria como agregado grueso con los siguientes parámetros:

Resistencia a la Compresión,  $f_c = 20$  MPa

Slug = 75 mm - 100 mm

Relación agua/cemento = 0,66

La proporción de cemento, arena gruesa y escoria para este concreto es de 1: 1,83: 1,88 con los siguientes valores de peso por  $m^3$  de concreto:

Cemento (Portland Tipo I) = 3,95 kN

Arena gruesa = 7,25 kN

Escoria como agregado grueso = 7,43 kN

Agua = 268 litros

## ESTUDIO DE CASO: VENTANILLA

El estudio se llevó a cabo como una oportunidad para contribuir a la validación del modelo de negocio alternativo para la industria de fundición mediante la implementación del Proyecto Eco-Innovación Perú. Una escoria es un subproducto que se obtiene en la reducción de metales y flotadores en la superficie del metal líquido y consiste principalmente en una combinación de óxidos, fundentes, cargas metálicas, cenizas y revestimientos de hornos (Lovera et al., 2004).

En general, las escorias se generan a partir de la neutralización de ácidos y óxidos básicos que flotan en el baño del metal fundido y se separan del mismo para el enfriamiento posterior. Los compuestos en la escoria son principalmente silicatos, piedra caliza, óxidos de hierro, calcio, magnesio y aluminio. Además de los restos de otros elementos químicos que se agregan al horno durante el proceso de fundición y refinado de metales. Las escorias pueden ser el resultado de una amplia gama de fuentes, como hierro, acero, níquel, manganeso, cromo, cobre, etc.



**Figura 7.-** Fabricación de piezas de fundición de acero y hierro en FUNVESA.



En la producción de hierro fundido, también llamado hierro en lingotes, si la escoria se enfría lentamente en el aire, los componentes químicos de la escoria generalmente están en la forma de una melilita cristalina, que no reacciona con el agua a temperatura ordinaria. Si se muele al grado de partículas muy finas, el material será débilmente cementoso y puzolánico. Sin embargo, cuando la escoria líquida se enfría rápidamente a alta temperatura, ya sea por agua o por una combinación de aire y agua, la mayor parte de la cal, el magnesio, la sílice y la alúmina se retienen en el estado no cristalino o vítreo. El producto enfriado con agua se llama escoria granulada debido al tamaño y tipo de arena de sus partículas, mientras que la escoria se enfría por el aire y con una cantidad limitada de agua que resulta en forma de gránulos se denomina escoria granulada.

El objetivo de estos procesos es lograr una permeabilidad muy baja que dificulte el paso del agua y los posibles metales lixiviados. Por otro lado, el transporte de líquidos en el concreto depende del sistema de poros, el tipo de líquido, la temperatura y la humedad. Los mecanismos que predominan en la interacción concreto-agua-agregado son la succión y difusión capilar. Por lo tanto, debe tenerse en cuenta la influencia de la escoria en la resistencia a las edades avanzadas del concreto. Los resultados resaltan este fenómeno.



Figura 8.- Reserva natural de aves migratorias, El Humedal de Ventanilla.

A nivel global, actualmente existe una generación de residuos que se destina a la disposición final que, siguiendo las últimas tendencias ambientales como la simbiosis industrial, la economía circular, entre otras técnicas, debería comenzar a buscar alternativas de uso a todo lo que se genera como un subproducto del proceso principal. Para el caso específico de fundición de hierro y dependiendo de su proceso, las escorias tendrán diferentes composiciones. Por ejemplo, según la literatura, las escorias con mayor contenido de hierro y calcio son las que provienen de la producción de acero.

El agregado grueso se utilizó con la caracterización de la escoria del horno de inducción. Este tipo de escoria es uno de los tipos más importantes de desechos metalúrgicos. La viabilidad de ser utilizado para suministrar la piedra triturada en la mezcla. Con el fin de evaluar la posibilidad del uso de esta escoria, se realizó un examen de sus propiedades mecánicas como agregado de acuerdo con las normas ASTM y la parte química con énfasis en el uso químico, estructural y potencial en la construcción.

Como resultado del análisis microscópico, el escaneo se obtuvo con esta y su fotografía respectiva del estado vítreo del material. La determinación de los resultados de estas pruebas de rayos X se realiza no solo una vez para un lote de material, sino que debe realizarse en un número significativo de acuerdo con el lote del material procesado.

El proyecto piloto consistió en la construcción de una losa de concreto armado de 150 mm de espesor. Esta losa ha sido planificada como una base para el inicio de las rutas de acceso a la Reserva Natural el Humedal de Ventanilla, que es una reserva natural de aves migratorias y estacionales ubicadas en la parte norte de la ciudad de Lima.



Figura 9.- El antes y el después de la implementación del programa piloto en Ventanilla.

## CONCLUSIONES

Es posible implementar Proyectos de Eco-innovación en países con muchas condiciones negativas con el fin de reducir los problemas atmosféricos para alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible, pero estos países tienen mucho sentido común de eficiencia y responsabilidad en los recursos naturales.

Está demostrado que la escoria de hierro se puede usar como árido grueso en las losas de concreto armado. Sin embargo, el uso de este material, en grandes cantidades, debe estudiarse desde el punto de vista comercial, legal y de la red local.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional de Ingeniería por hacer posible el plan de mejora continua con el propósito de dar a crecer la cadena de valor de los productos desarrollados con base en la escoria de fundición de chatarra de la empresa FUNVESA.

## REFERENCIAS

- Ferreira Victor J., Sáez-De-Guinoa Vilaplana Aitana, et al** (2016). "Evaluation of the steel slag incorporation as coarse aggregate for road construction: technical requirements and environmental impact assessment". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 130, 2016, pp. 175-186.
- Lovera Daniel, Arias Vladimir y Coronado Rosa** (2004). "Valoración de las escorias metalúrgicas como recursos industriales." *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, vol. 7, pp. 26-30, Perú.
- Ozbakkaloglu Togay, Gu Lei y Fallah Pour Ali** (2016). "Normal- and high-strength concretes incorporating air-cooled blast furnace slag coarse aggregates: Effect of slag size and content on the behavior". *Journal of Construction and Building Materials*, Vol. 126, 2016, pp. 138-146.
- Rojas Victor, Torre Ana y Coronado Rosa** (2017). "Use of iron slag from metallurgical industry as coarse aggregate for reinforced concrete structures: Case study in Ventanilla". *Proceedings of the 6th Structural Engineers World Congress*, Cancun, México.
- UNEP (2017). *Eco-i manual: Eco Innovation Manual Implementation Process*. Denmark.



**Autorizan viaje de docente de la Universidad Nacional de Ingeniería a México, en comisión de servicios**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

**RESOLUCIÓN RECTORAL  
N° 1973**

Lima, 15 de diciembre de 2017

Visto el Oficio N° 1334-2017/D-FIC de fecha 11 de diciembre de 2017, del Decano de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería;

CONSIDERANDO:

Que, la Ley Universitaria, Ley N° 30220, en el numeral 6.5, del artículo 6°, establece como uno de los fines de la Universidad, el de realizar y promover la investigación científica, tecnológica y humanística, la creación intelectual y artística;

Que, mediante la Ley N° 27619 se regula la autorización de viajes al exterior de servidores y funcionarios públicos que irroguen gasto al Tesoro Público; estableciéndose su reglamentación a través del Decreto Supremo N° 047-2002-PCM, modificado por el Decreto Supremo N° 056-2013-PCM, en el que se aprueba la escala de viáticos;

Que, el Decano de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI mediante el documento del visto, hace de conocimiento del Despacho del Rectorado, la Resolución Decanal N° 061-2017/FIC-UNI de fecha 16 de octubre de 2017, que otorga una subvención económica de S/. 1 000.00 (un mil con 00/100 soles) al Ing. Víctor Pool Rojas Yupanqui, docente contratado, auxiliar adscrito al Departamento Académico de Ciencias Básicas de la citada Facultad, para que participe como expositor en el "6° Congreso Mundial de Ingenieros Estructurales", con su trabajo titulado "Use of Iron Slag from Metallurgical Industry as Coarse Aggregate for Reinforced Concrete Structures: Case Study in Ventanilla"; evento que se realizó en la ciudad de Cancún - México del 14 al 17 de noviembre de 2017;

Estando al Proveído N° 5233-2017/Rect.- del 13 de diciembre de 2017 del Despacho del Rectorado, y de conformidad con el artículo 25°, inciso b) del Estatuto de la Universidad Nacional de Ingeniería;

SE RESUELVE:

**Artículo 1°.-** Autorizar, en vía de regularización, el viaje del Ing. Víctor Pool Rojas Yupanqui, docente contratado, auxiliar adscrito al Departamento Académico de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería Civil, para que, en representación de la Universidad Nacional de Ingeniería, participe en el "6° Congreso Mundial de Ingenieros Estructurales", con su trabajo titulado "Use of Iron Slag from Metallurgical Industry as Coarse Aggregate for Reinforced Concrete Structures: Case Study in Ventanilla", que se realizó en la ciudad de Cancún - México del 14 al 17 de noviembre de 2017.

**Artículo 2°.-** Otorgar al Ing. Víctor Pool Rojas Yupanqui, el monto de S/. 1 000.00 (un mil con 00/100 soles), para sufragar los gastos que por dicho concepto irrogaron su participación en la actividad antes mencionada, que será financiada a través de los Recursos Ordinarios del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil.

**Artículo 3°.-** Dentro de los quince (15) días calendario, se presentará el informe, detallando las acciones realizadas y los logros obtenidos durante el evento; asimismo, presentará la rendición de las cuentas respectivas, de acuerdo a Ley.

**Artículo 4°.-** Disponer que la Oficina Central de Logística publique la presente Resolución en el Diario Oficial El Peruano de conformidad a lo establecido por el artículo 3° de la Ley N° 27619, con cargo a los Recursos Ordinarios del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil.

Regístrese, comuníquese y archívese.

JORGE ELIAS ALVA HURTADO  
Rector

1621890-1

**SUPERINTENDENCIA DE BANCA,  
SEGUROS Y ADMINISTRADORAS  
PRIVADAS DE FONDOS DE PENSIONES**

**Autorizan viaje de funcionaria a Chile, en comisión de servicios**

**RESOLUCIÓN SBS N° 795-2018**

Lima, 28 de febrero de 2018

LA SUPERINTENDENTA DE BANCA, SEGUROS Y ADMINISTRADORAS PRIVADAS DE FONDOS DE PENSIONES

VISTA:

La invitación cursada por la Unidad de Análisis Financiero (UAF) del Gobierno de Chile a la Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones (SBS), con el fin de participar en la Pasantía: Supervisión de Prevención de Lavado de Activos y Financiamiento del Terrorismo (LAFT) con enfoque basado en riesgo en el sector de compra y venta de divisas, que se llevarán a cabo los días 06 y 07 de marzo de 2018 en la ciudad de Santiago, República de Chile;

CONSIDERANDO:

Que, el objetivo de este evento es conocer las experiencias de la UAF de Chile en el desarrollo de la Supervisión de Lavado de Activos y Financiamiento del Terrorismo en el sector de compra y venta de divisas en general y la aplicación del enfoque basado en riesgos;

Que, en el mencionado evento se desarrollarán los temas relacionados a las características del sector de compra y venta de divisas, regulación en materia de prevención del LAFT, aplicación del enfoque basado en riesgos en las casas de cambio tradicionales y virtuales, metodología, procedimientos y estadísticas del supervisor del sector;

Que, en atención a la invitación cursada, y en tanto los temas que se desarrollarán redundarán en beneficio del ejercicio de las funciones de supervisión y regulación de la SBS, se ha considerado conveniente designar a la señora Claudia Alicia Canales Mayorga, Intendente de Supervisión, Unidad de Inteligencia Financiera del Perú, para que participe en el citado evento;

Que, la Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones, mediante Resolución SBS N° 4936-2017, ha dictado una serie de medidas de austeridad, racionalidad, disciplina en el gasto y de ingresos de personal, para el ejercicio 2018, estableciéndose en el Artículo Primero, inciso c), que se restringen los viajes al exterior; únicamente se autorizarán aquellos viajes para eventos que requieran la representación sobre temas vinculados con negociaciones bilaterales, multilaterales, foros o misiones oficiales que comprometan la presencia de los trabajadores, así como aquellos necesarios para el ejercicio de sus funciones, capacitaciones o eventos de sumo interés para la Superintendencia, como el presente caso;

Que, en consecuencia, es necesario autorizar el viaje de la citada funcionaria para participar en el evento indicado, cuyos gastos por concepto de pasaje aéreo y viáticos serán cubiertos por esta Superintendencia con cargo al Presupuesto correspondiente al ejercicio 2018; y,

En uso de las facultades que le confiere la Ley N° 26702 "Ley General del Sistema Financiero y del Sistema de Seguros y Orgánica de la Superintendencia de Banca y Seguros", de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 27619, así como en el Decreto Supremo N° 047-2002-PCM y en el Decreto Supremo N° 056-2013-PCM, y en virtud a la Resolución SBS N° 4936-2017 sobre medidas de austeridad, racionalidad, disciplina en el gasto y de ingresos de personal, para el ejercicio 2018;



**6<sup>th</sup> STRUCTURAL ENGINEERS WORLD CONGRESS**  
 14-17 November 2017

SEWC Group Mexico awards this

# Acknowledgment to

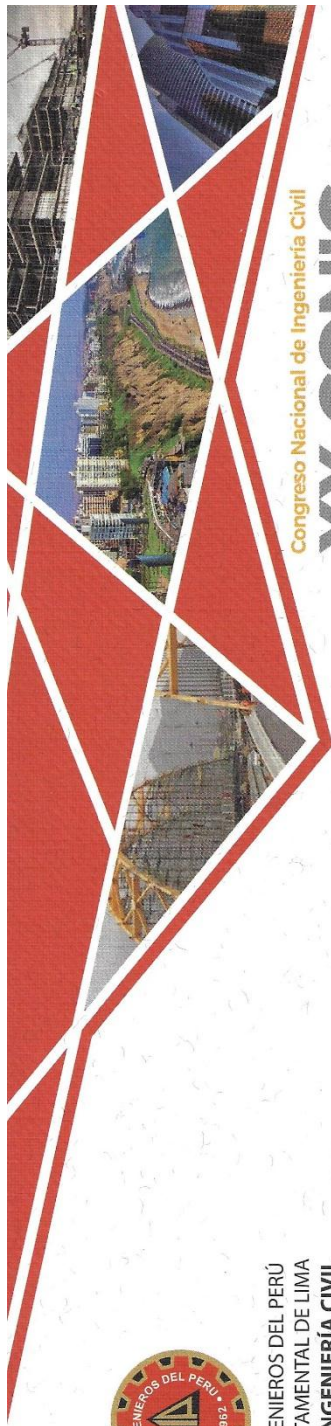
## VICTOR POOL ROJAS YUPANQUI

For your participation in the 6<sup>th</sup> Structural Engineers World Congress  
 November 14 -17, 2017, Cancún, Quintana Roo, México

Prof. Juan Gerardo Oliva-Salinas  
 Chair

R. Sundaram  
 President of the SEWC World Wide

Prof. Roberto Gómez-Martínez  
 Co-Chair



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DE LIMA  
CAPITULO DE INGENIERIA CIVIL

# Certificado

a:

**Ing. VICTOR ROJAS YUPANQUI**  
**CIP N° 50528**

Por su participación en el

**XX CONIC - CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

En calidad de: **PONENTE**

Realizado en Lima del 23 al 27 de Abril del 2018.

San Isidro, 27 de Abril de 2018

**ING. CIP JAVIER HERNAN CORNEJO ALMESTAR**  
Presidente  
Capitulo de Ingeniería Civil

**ING. CIP JORGE LUIS LA CRUZ AGUIRRE**  
Secretario  
Capitulo de Ingeniería Civil



6/6/2019

Correo de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - Re: Contacto de la UNI, Víctor Rojas Yupanqui



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
INGENIERÍA

Victor Pool Rojas Yupanqui <vrojasy@uni.edu.pe>

## Re: Contacto de la UNI, Víctor Rojas Yupanqui

Ana Luz Ramirez Vizcarra de Hizo <aramirez@grupogea.org.pe>  
Para: Victor Pool Rojas Yupanqui <vrojasy@uni.edu.pe>

6 de junio de 2019, 10:38

Estimado Ing. Victor.

Un placer poder contar con su apoyo y aporte en los procesos de Econinnovación.

Por la presente le manifestamos nuestro interés en participar en las acciones que tenga a bien desarrollar para fortalecer los proyectos y programas propuestos.  
saludos cordiales

Ana Luz Ramírez Vizcarra  
Gerente de Proyectos

(511) 467 1802 / 467 1975, anexo 115  
943784120  
aramirez@grupogea.org.pe  
www.grupogea.org.pe

Calle Paul de Beaudiez N°588, San Isidro, Lima, Perú.



Antes de imprimir este e-mail, piense si es necesario hacerlo. Un uso más consciente del papel evita la tala de árboles y la deforestación.

El mié., 5 de jun. de 2019 a la(s) 19:17, Víctor Pool Rojas Yupanqui (vrojasy@uni.edu.pe) escribió:

Estimada Ana Luz  
Grupo GEA

Recibe mis saludos y gracias por la dedicación de seguir trabajando el tema de Eco-innovación. Personalmente tengo mucho interés en la cementeras y siderúrgicas del Perú. Imagínate, nosotros los ingenieros tenemos la gran responsabilidad de trabajar en optimizar. Quiere decir, solicitar bajo los documentos técnicos y los planos de construcción, las estructuras que deben ser seguras y con mínimo peso... mayor peso, mayor material, mayor CO2 que se produce por la combustión de los combustibles fósiles.

Mucho te agradeceré coordinemos para que sigamos trabajando con este tema de los desechos inocuos de las fundiciones.

Quedo pendiente de tus comentarios sobre:

- (1) Trabajar con las MYPE que son fundiciones (entiendo que 18-19 MYPES en Lima)
- (2) Trabajar con las mayores siderúrgicas el tema de impacto ambiental. Claro, siempre usando ciencia, tecnología e innovación.

Saludos,



Victor Pool Rojas Yupanqui  
Escuela Central de Posgrado  
Universidad Nacional de Ingeniería

\*Este mensaje y sus anexos van dirigidos exclusivamente a la persona o entidad que se muestra como destinatario/s y pueden contener datos personales y/o información confidencial, sometida a secreto profesional o cuya divulgación esté prohibida en la legislación vigente. Queda prohibida, toda divulgación, reproducción u otra acción al respecto por parte de personas o entidades distintas al destinatario/s. Si ha recibido este mensaje por error, por favor, contáctenos a la siguiente dirección de correo electrónico [lpdp@uni.edu.pe](mailto:lpdp@uni.edu.pe) y proceda a su eliminación.

En cumplimiento a lo establecido en la Ley de Protección de Datos Personales - Ley N° 29733, le informamos que sus datos personales obtenidos son almacenados bajo la confidencialidad y las medidas de seguridad legalmente establecidas y no serán cedidos ni compartidos con empresas ni entidades ajenas a la Universidad Nacional de Ingeniería. Si lo desea, usted podrá ejercitar los derechos de actualización, inclusión, rectificación, supresión u oposición, enviando un mensaje al correo electrónico anteriormente señalado e indicando en el "Asunto" el derecho que desea ejercer"

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=D4cdZTC8J&view=pt&search=all&permmsgid=msg-f%3A1635b0b08490321354&siml=msg-f%3A1635b0b...> 1/2



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Escuela Central de Posgrado

**CARGO**

Lima, 31 de octubre de 2018

#### OFICIO N° 1902-2018-ECP/UNI

Señor  
**MIROSLAV JIRAS SPONZA**  
Gerente General  
FUNVESA  
**Presente.**


De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarlo cordialmente e informarle que la Escuela Central de Posgrado ha recibido y evaluado con resultado favorable la solicitud de apoyo financiero del Ing. Victor Pool Rojas Yupanqui, estudiante del Programa de Maestría en Tecnología de la Construcción de nuestra universidad, para profundizar sus estudios y fortalecer su propuesta de modelo de negocios para el uso de la escoria de fundición como material de construcción manteniendo el enfoque de eco-innovación.

En tal sentido, solicitamos a usted brinde las facilidades al Ing. Victor Rojas, por un lado, para el acceso a la planta de su empresa y, por otro lado, para que le proporcione la escoria resultante de su proceso siderúrgico para realizar evaluaciones más a detalle de tal manera que el Ing. Victor Rojas tenga la posibilidad de presentar los resultados técnicos de su investigación en una revista técnica indexada internacional.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo cordialmente.

Atentamente,

  
**Dr. Elmar Javier Franco Gonzales**  
Director (e) Escuela Central de Posgrado





7/5/2019

Correo de UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - Fwd: Sobre el AGREGADO SIDERÚRGICO



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
INGENIERÍA

Victor Pool Rojas Yupanqui <vrojasy@uni.edu.pe>

## Fwd: Sobre el AGREGADO SIDERÚRGICO

1 mensaje

Victor Pool Rojas Yupanqui <vrojasy@uni.edu.pe>  
Para: madiaz@sider.com.pe  
Cc: yair.aquino1@sider.com.pe

11 de marzo de 2019, 18:52

Estimado Manuel Díaz

Por la consulta del Sr. Yair Aquino, entiendo que usted es la persona especializada en el tema que puede contestar si a la fecha, o próximamente cuentan con stock del agregado siderúrgico presentado en su web:

<http://www.sider.com.pe/contenidos/detalle/89/coproductos-y-residuos>

Sería interesante si así fuese. Solamente se comunica conmigo por este medio pues es de nuestro interés poder completar la información que con relación a la escoria de SiderPerú tenemos registrado desde 1991 en nuestras bibliotecas de la UNI con base a estudios desarrollados en tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil de aquellos tiempos.

En estos momentos la UNI cuenta con equipamiento sofisticado y de vanguardia a nivel de la región, como también con lo que cuentan las empresas privadas que se dedican al tema de caracterización de los materiales con base a rayos X, difracción y lo que hace posible los microscopios electrónicos de este tiempo.

Lo concreto es que es de nuestro interés presentar la experiencia peruana en el tema de la escoria, como residuo sólido que es y someterlo a la revisión para publicarlo en una revista indexada internacional que ven los temas ambientales y materiales de construcción. De hecho que hay muchos antecedentes al particular. Le presento en este momento 2 ejemplos que he usado en año 2017 para una publicación que hice sobre escorias de fundición. A ese nivel queremos trabajarlo.

Supongo que si tienen en stock algunos metros cúbicos del material será suficiente pues de lo que se requiere para una publicación indexada es tener una lluvia de puntos en las gráficas para que se de por sentada la conclusión. Tenemos experiencia que los componentes de la escoria, por su naturaleza, los porcentajes de los elementos químicos son bastante variados. Antes de la separación de los metales hemos identificado contenidos de Fe y Cr en valores algo significativos para la fundición.

Sin embargo, la aplicación de ingeniería a la que me debo en este caso, no es el típico empleo en asfaltos de carreteras. Ya ha sido evaluado que la porosidad de la escoria has que se incrementa el contenido de asfalto en la fórmula, entre otras cosas. EN LO QUE QUIERO TRABAJAR ES EN DURMIENTES DE CONCRETO ARMADO (alta resistencia,  $f_c = 500 \text{ kg/cm}^2$ ) PARA FERROCARRILES. Es un tema que se viene según los especialistas en prospectiva tecnológica.

Quedo de usted para sus comentarios y agradecido por la atención prestada a la presente.

Saludos,



Victor Pool Rojas Yupanqui  
Escuela Central de Posgrado  
Universidad Nacional de Ingeniería

----- Forwarded message -----

From: Yair Aquino Mas <yair.aquino1@sider.com.pe>  
Date: lun., 11 mar. 2019 a las 15:41  
Subject: RV: Sobre el AGREGADO SIDERÚRGICO

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=b4cd22fc83&view=pt&search=all&permthid=thread-f%3A1627743225310782346%7Cmsg-a%3A8885874123776...> 1/





ESPAÑOL

MAPA DEL SITIO

DUDAS

GLOSARIO

CONTÁCTESE CON GERDAU

Buscar

Usted está en la pá

Seleccionar País

Visite el sitio web Glob



**SIDERPERU**  
El acero del Perú

CONOZCA LA EMPRESA PRODUCTOS Y SERVICIOS **MEDIO AMBIENTE Y SOCIEDAD** MEDIA CENTER INVERSORES CARRERA

## Medio ambiente

Areas Verdes  
Sistema de Gestión Ambiental  
Emisiones y efluentes  
Coproductos y residuos  
Educación ambiental

## Sociedad

## Reciclaje

Conozca la actuación de Gerdau en otros países

Seleccionar País

MEDIO AMBIENTE Y SOCIEDAD Medio ambiente Coproductos y residuos Fuente

## Coproductos y residuos

Gerdau, es respetuoso del cuidado del ambiente y por ese motivo busca alternativas inteligentes para el aprovechamiento de los co-productos generados durante la producción de acero. Además de la reducción de la generación de materiales que sobran del proceso productivo.

En SIDERPERU, los co-productos generados son reciclados por la industria siderúrgica o por otros sectores de la economía. Los materiales no reaprovechados se envían a relleno industrial aprobado por las autoridades ambientales que siguen rigurosamente la legislación vigente. Trabajamos día a día en la búsqueda de nuevas alternativas para el reaprovechamiento de co-productos.

### Conozca los coproductos de Gerdau

#### Laminilla

Llamadas también escamas de laminación o mill scale. Se genera en el proceso de solidificación del acero en la colada continua y en la laminación, debido a la oxidación que sufre el acero en estas etapas del proceso de producción, por lo que está constituido principalmente por óxido de hierro; se colecta en las cámaras del sistema de tratamiento y recirculación de aguas.

Su principal aplicación es el reaprovechamiento en plantas de sinterización y en plantas cementeras.

#### Agregado siderúrgico

Es un producto que se obtiene a partir del residuo de escoria generada en el proceso de fusión de la chatarra en el horno eléctrico; para su preparación se llevan a cabo procesos de enfriamiento, recuperación metálica, clasificación y humidificación. Tiene muchas aplicaciones conocidas internacionalmente entre ellas el uso como agregado en vías asfálticas, concreto, gaviones, balastro en vías férreas, entre otros.

## Enlaces Relac

Reciclaje  
Educación Ambient  
Coproductos y resis

Política de Privacidad y términos de uso  
Créditos

Copyright © 2012 Gerdau S.A. Todos los Derechos Reservados



1/6/2019

RE: CONSULTA sobre Concursos INNOVACIÓN EMPRESARIAL

WWW.ICLARO.COM.PE - POOL.ROJAS@ICLARO.COM.PE <POOL.ROJAS@ICLARO.COM.PE>

RE: CONSULTA SOBRE CONCURSOS INNOVACIÓN EMPRESARIAL



**fguevara@innovateperu.gob.pe**

pool.rojas@iclaro.com.pe

7/3/2019 1:54 PM

De fguevara@innovateperu.gob.pe  
fguevara@innovateperu.gob.pe

Para pool.rojas@iclaro.com.pe

Con copia celguera@innovateperu.gob.pe

Estimado Sr. Rojas,

Previo cordial saludo, en atención a su consulta, le comento que las bases que figuran en la página web que le alcanzaron son correctos. El campo que figura en el cuadro de bases para proyecto ya no se utiliza ya que las condiciones para perfil y proyecto se están incluyendo en una sola versión, la que figura en el campo de perfil.

Respecto al tiempo considerado para la ejecución del proyecto de categoría 2, tal como usted señala, las bases indican que el proyecto puede tener una duración máxima de 18 meses para la categoría 2.

Sin otro en particular, quedo atento a cualquier consulta adicional que pueda surgir.

Saludos Cordiales,

**Francisco E. Guevara Crisanto**

Unidad de Evaluación y Selección

**Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad**

Calle Manuel González Olaechea N° 435 - San Isidro - Lima

Teléfono: 640-4420 anexo 241

[www.innovateperu.gob.pe](http://www.innovateperu.gob.pe)

**Innovate**  
Peru

Programa Nacional de Innovación para  
la Competitividad y Productividad

De: pool.rojas@iclaro.com.pe <pool.rojas@iclaro.com.pe>

Enviado el: jueves, 7 de marzo de 2019 08:56

Para: fguevara@innovateperu.gob.pe

CC: celguera@innovateperu.gob.pe

Asunto: CONSULTA sobre Concursos INNOVACIÓN EMPRESARIAL

Estimado Sr. Francisco Figueroa

Lo saludo el Ing. Victor Rojas, ingeniero civil de profesión, egresado de la Universidad Nacional de Ingeniería, con estudios de maestría en Ingeniería Estructural y Tecnología de la Construcción. He tenido la oportunidad de trabajar en Naciones Unidas como asesor regional en el tema de HOSPITALES SEGUROS entre 2001-2004 en Centroamérica, A mi paso por Londres tuve la oportunidad de trabajar como consultor en el Imperial College London en materiales inteligentes en un proyecto de los que le llaman incubadora de negocios. Viaje a Japón hace ya 25 años en la ciudad de Tsukuba y desarrollé mi tesis de maestría en la Universidad de Chiba. Retorné al Perú en mayo 2013 y entre otras cosas como docente universitario, pues soy Secretario Académico de la Escuela Central de Posgrado de la UNI.

Estoy culminando mi tesis de maestría de Tecnología de la Construcción en un material residuo de la Fundación FUNVESA. Este trabajo apoyé desde sus inicios a una consultora de Grupo GEA y me va bien pues aunque lo llaman ECO-INNOVACIÓN, pues, desde mi experiencia en Inglaterra, allá en el área de Ingeniería Ambiental lo manejan mejor con el término de WASTE MANAGEMENT.

[www.iclaro.com.pe/app/mail/print/?subject=RE:%20CONSULTA%20sobre%20Concursos%20INNOVACION%20D3N%20EMPRESARIAL](http://www.iclaro.com.pe/app/mail/print/?subject=RE:%20CONSULTA%20sobre%20Concursos%20INNOVACION%20D3N%20EMPRESARIAL)

1/2



1/6/2019

RE: CONSULTA sobre Concursos INNOVACIÓN EMPRESARIAL

El motivo de este mensaje es para agradecer a la Srta. Cecilia Elguera quién gentilmente tuvo la amabilidad de atenderme ayer, cerca de la hora de colación y darme algunos tips con relación a los concursos de Innóvate Perú.

Para concluir mi tesis y seguir el modelo de la Unión Europea con relación a Eco-Innovación:

<http://www.eco-innovation.eu/>

Pues según lo que conozco de ello, se dan todas las condiciones para que la ESCORIA DE FUNDICIÓN COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN de FUNVESA pueda participar en los Concursos de INNOVACIÓN EMPRESARIAL en la categoría 2. FUNVESA con el apoyo de UNEP ha logrado ya desarrollar el producto a su escala piloto lo que le ha permitido a esta MYPE incrementar sus credenciales verdes:

[http://unep.ecoinnovation.org/wp-content/uploads/2017/07/UN\\_Eco-innovation\\_Manual\\_Country\\_Cases.pdf](http://unep.ecoinnovation.org/wp-content/uploads/2017/07/UN_Eco-innovation_Manual_Country_Cases.pdf)

**Para la empresa he decidido apoyarlos en esta etapa con recomendarle a concursar, de la misma forma que en Europa, por fondos del Estado Peruano, entiendo de la fuente BID, y lograr Inversión en Eco-Innovación de país. Esto sería genial para mi reporte en una revista europea y presentarlo al Journal of Engineering ad Technology Management.**

TENGO UNA PREGUNTA PARA USTED: He revisado la web activa y aunque la Srta. Elguera me informó que puedo revisar la documentación de los concursos 2 y 3 de esta categoría, las BASES para Proyecto no se presentan. Esto es importante para el modelo de negocio del producto de FUNVESA pues me mencionó la Srta. Elguera que la duración puede ser de hasta 36 meses. En lo que aparece para PERFIL pues solo se menciona hasta 18 meses.

Podría usted informarme por este medio, con relación a las BASES que aparecen en vacío al final de la página:

<https://www.innovateperu.gob.pe/convocatorias/por-tipo-de-concurso/concursos-para-empresas/204-concursos-de-innovacion-empresarial-y-validacion-de-la-innovacion>

Mucho agradeceré que me apoye con esto por favor. Si requiere que me aproxime a su oficina, pues con mucho entusiasmo lo puedo hacer. Solo me indica la fecha y hora y yo acudo nuevamente a sus oficinas.

Finalmente, como le mencioné a la Srta. Elguera, el producto EAGC (Escoria como Agregado Grueso para Concreto) ya se ha presentado desde 2017 en el VI Congreso Mundial de Ingeniería Estructural en Cancún y el año 2018 en el XX Congreso Nacional de Ingeniería Civil en Lima.

Adjunto el artículo presentado en Cancún al cuál acudí y que fue incluido en las memoria de los resúmenes de ese evento. Así también y en PDF las diapositivas correspondientes a la presentación.

Saludos,

Victor Pool ROJAS Yupanqui, PE MInstP  
DNI 10495445 - CIP 50528

---

Enviado desde mi cuenta de correo iClaro  
Si eres usuario de Claro [activa tu cuenta correo gratis](#)



Lima, 08 de marzo de 2019

**CARGO**

Sr. Gerente Relaciones Institucionales  
GyM Ferrovías S.A.  
Av. Paseo de la República 4675 Surquillo  
Presente.-

REF.: Publicidad "COMO REDUCIR LA CONTAMINACIÓN"  
en estaciones de LINEA 1 del Metro de Lima

De mi mayor consideración:

Soy el ingeniero civil **Victor Pool Rojas Yupanqui**, con DNI N° 10495445, con domicilio MZ L Lote 29 María Herrera de Acosta, El Agustino. Me encuentro finalizando mi tesis de maestría en Tecnología de la Construcción con el tema: "Proyecto de Adaptación del Modelo de Negocio de FUNVESA para usar la Escoria con Enfoque de Responsabilidad Social".


Soy usuario de la Línea 1 del Metro de Lima y he identificado hace 3 días el anuncio publicitario: "COMO REDUCIR LA CONTAMINACIÓN". Considero una buena iniciativa y he tomado nota, en sus estaciones, el detalle de la campaña que dice:

**REGULA:** Mejora la gestión de residuos, y de los procesos de diseño de los productos  
**REDUCE:** Reelegir los productos que compramos y cambiar nuestra forma de pensar

Estas dos propuestas son muy buenas como la información de Andina del 27 de octubre de 2017 donde reporta que cada 18 meses la Línea 1 del Tren de Lima reduce la emisión de dióxido de carbono en 44,000 toneladas. Esto es progreso.

La finalidad de esta carta es poder incorporar en mi tesis recomendaciones que toman en cuenta la publicidad "COMO REDUCIR LA CONTAMINACIÓN" para lo cual solicito su autorización para presentar foto de los anuncios con los reconocimientos del caso.

Atentamente,

  
Victor Pool Rojas Yupanqui  
DNI 10495445 - Telf. 974508181  
Correo: vrojasy@uni.edu.pe





**CARGO**

Lima, 6 de marzo de 2019

Señor Economista  
**JAVIER ENRIQUE DÁVILA QUEVEDO**  
Viceministro de MYPE e Industria  
Ministerio de la Producción - PRODUCE  
Calle Uno Oeste 060 - Urb. Córpac  
Lima 15036  
**Presente.-**

 15766623	Nº Folios: 24
REGISTRO N° 00024162-2019	
FECHA: 06/03/2019 11:53:53	CLAVE: 3343
RAZÓN SOCIAL: VICTOR POOL ROJAS YUPANQUI	
ASUNTO: SOLICITA PRONUNCIAMIENTO...	
REGISTRADO POR: jnavarro	
<a href="https://www.produce.gob.pe/consulta-tramite">https://www.produce.gob.pe/consulta-tramite</a> 616-2222 Anexos: 2460 - 2461	

**Asunto: MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA  
PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN**

Estimado Sr. Viceministro:

Reciba por la presente mis saludos y a su vez manifestarle a través de su despacho el interés que se viene dando con el empleo de la chatarra de hierro en el contexto global. Según el reporte de Bloomberg publicado hoy por PERFIL: China ha reducido su importación de hierro en el año 2018 a consecuencia entre otras cosas del mayor uso de la chatarra de hierro.

En mi viaje del 21 de noviembre de 2018 a la ciudad de Santiago de Chile, pude visualizar que el negocio de la chatarra principalmente se dirige a la exportación. La página [chilechatarra.cl](http://chilechatarra.cl) expresamente indica que *"sus productos son destinados principalmente a la exportación..."*

El precio actual de la chatarra en China es de US\$ 363 por tonelada según publicación de GESTIÓN en noviembre 2018. Ya la situación en Chile había sido alertada en el año 2008 por el Prof. Manuel Cabrera de la Universidad Técnica Federico de Santa María publicando en CONSTRUCCIÓN que el precio de la chatarra en Chile era en promedio de US\$ 200 por tonelada siendo el precio internacional de entre US\$ 100 a US\$ 150 más alto que en Chile. Haciendo cálculos, los precios se han mantenido desde hace más de diez años.

Mi interés sobre este tema son los materiales residuos provenientes del procesamiento de la chatarra para obtener acero y otros productos de la industria asociada. La escoria



es un material inocuo comprobado por difracción de rayos X y con microscopio electrónico. En mi trabajo de tesis para optar el grado de maestro en Tecnología de la Construcción he estudiado los casos de Australia, España y Turquía donde le dan uso a esta escoria como material de construcción, principalmente en las carreteras asfálticas.

En el Perú también Sider-Perú promociona su Agregado Siderúrgico que proviene de sus altos hornos que procesan chatarra y como resultado de ello, la escoria es delicadamente procesada y ofertada como agregado para carreteras. El año 2016, la Universidad Nacional de Trujillo ha desarrollado una Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas justificando la valoración económica de esta escoria como un producto alternativo a la piedra chancada en el sector de la construcción. Ya por el año 1991 el Ing. Leoncio Alvino Figueroa Valvas publica su tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil su estudio sobre las escorias de Sider-Perú y su utilización como material agregado en la construcción.

El Grupo GEA ha reportado ante el Programa de Naciones Unidas para el Ambiente - UNEP que en el Perú la ECO-INNOVACIÓN está en acción y presenta cinco estudios de casos exitosos mencionando que la Fundación Ventanilla S.A. FUNVESA es uno de esos casos logrando crear un *new eco-innovative material* hecho de la escoria de fundición de chatarra.

Lamentablemente el modelo empleado por Grupo GEA en FUNVESA siguió los mismos patrones de Sider-Perú y seguramente de otras realidades, como los he mencionado en un principio: Australia, España y Turquía donde se menciona que se procesan 500 millones de toneladas al año en el planeta. La factibilidad del uso de la escoria producida por FUNVESA como material de construcción ha sido reportada por mi persona en el 6to. Congreso Mundial de Ingenieros Estructurales en noviembre 2017 en Cancún y en el XX Congreso de Ingenieros Civiles del Perú en abril de 2018.

Sin embargo, la producción anual de escoria por FUNVESA asciende aproximadamente a 18 toneladas al año según me indican en la empresa y que son reportados a PRODUCE. Estas cantidades las hacen inviables para ofertar el producto como agregado grueso en el mercado local de la construcción.



La propuesta presentada como alternativa ha sido la producción de adoquines para veredas con el empleo de su escoria y arena como un producto secundario de su cadena de producción. Esto facilitaría en manejo de los bajos volúmenes. Sin embargo, ciertamente requiere de una inversión inicial por parte de la empresa. La solución fue manifestada por escrito a su Gerencia General y explicada con detalle a los técnicos de la empresa. No ha habido respuesta alguna a la fecha por lo que entiendo que la escoria sigue siendo dispuesta al relleno sanitario habitual.

Señor Viceministro, el modelo de Eco-Innovación traído por UNEP desde Europa sigue un modelo mostrado en la página web <http://www.eco-innovation.eu/> donde las empresas compiten por fondos para implementar sus modelos eco-innovadores proponiendo nuevos productos empleando los desechos con financiamiento de las instituciones de la Unión Europea.

Para que FUNVESA cumpla con las expectativas propuestas y sea un ejemplo a seguir por las otras MYPE fundiciones repartidas por diversas localidades, en mis conclusiones y recomendaciones de mi tesis pronto a sustentar, digo:

- (a) El Ministerio del Ambiente en coordinación con el Ministerio de la Producción debieran promulgar un decreto ley regulador para que las empresas que en su línea de producción obtengan residuos inocuos, se deba implementar, de ser posible, proyectos de Eco-Innovación para obtener productos atractivos al mercado o en su defecto, proyecto con enfoque de responsabilidad social para Ventanilla.
- (b) Apoyar técnicamente a FUNVESA para desarrollar un proyecto de Eco-Innovación con estándares globales y presentarlo en los novedosos concursos que se viene fomentando, desde el año 2014, por el Ministerio de la Producción a través del Programa INNOVATE PERÚ y cumplir con los acuerdos de París.

Es nuestra idea, apoyar a la comunidad de Ventanilla con la construcción planificada de losas y veredas empleando los materiales eco-innovadores de FUNVESA iniciando como fue el plan Piloto, con la construcción de los accesos al Humedal de Ventanilla: albergue de aves migratorias, turismo y recreación.



Muy agradecido por la atención a la presente. De antemano agradecido también por la respuesta que usted gentilmente puede brindar a esta misiva, la misma que será incorporada en mi tesis como parte de todas las contribuciones que he venido recabando como parte de la metodología seguida en mi trabajo de tesis en tecnología.

De ser el caso posible, agradeceré también tenga a bien derivarme con el funcionario responsable de estas áreas con el propósito de explicarle con mayor detenimiento sobre estas ideas. Yo encantado de seguir contribuyendo con los conocimientos adquiridos en el año 2008 en el Imperial College London, en temas de manejo de desechos como oportunidad de negocio sostenible.

Atentamente,

**Victor Pool Rojas Yupanqui, BSc DE MInstP**

DNI 10495445

CIP 50528

Docente UNI 19908669D

vrojasy@uni.edu.pe

CC: MBA Ing. Carlos Noriega Niño de Guzmán, Asesor de tesis  
Dr. Victor Sánchez Moya, Director de Posgrado FIC-UNI  
Dr. Elmar Franco Gonzales, Director Escuela Posgrado UNI  
Sr. Niroslav Igor Jiras Sponza, Gerente General FUNVESA

Adj: Se adjunta lista anexa de documentos para complemento



7/5/2019

Las dificultades de China afectaron sus importaciones de hierro | Perfil



MARTES 07 DE MAYO DE 2019 | SUSCRIBITE

17°  
Buenos Aires

AHORA COLUMNISTAS POLÍTICA ECONOMÍA SOCIEDAD DEPORTES OCIO CÓRDOBA IGUALDAD LOLLAPALOOZA

Temas del Día Lavagna Sinceramente Evita Arcor Jueza Federal Aumentos Caso Mosca Diálogo Trump Catherine Fulop Moyano Cristina

Grabois Melconian **BLOOMBERG / REDUCEN COMPRAS**

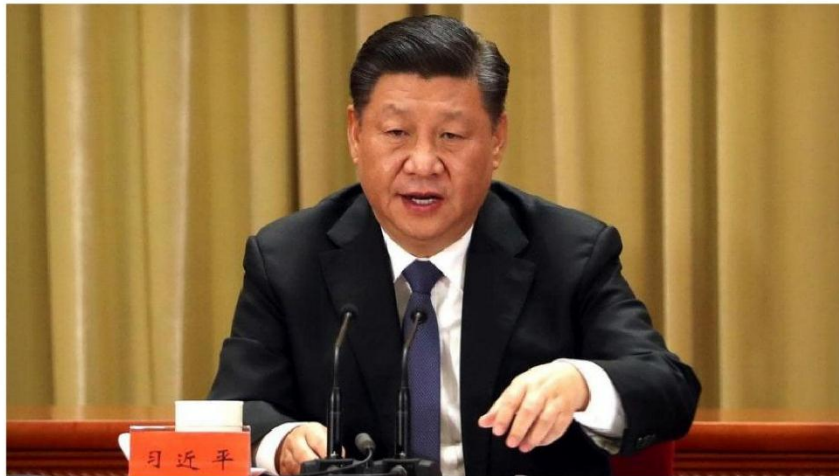
lunes 14 enero, 2019

# Las dificultades de China afectaron sus importaciones de hierro

Después de años de fuerte crecimiento, el mercado más importante del rubro se enfrenta a la adversidad.



Krystal Chia



Hay indicadores que señalan una mayor apertura de la economía china, a pesar de las presiones de las presiones de EE.UU. y sus aliados. | FOTO: CEDOC PERFIL |



DESCARGÁ LA APP  
DISPONIBLE EN



NOTICIAS  
RELACIONADAS

El negocio de hierro  
brasileño es el más  
valioso del mundo

Después de años de fuerte crecimiento, el mercado más importante de mineral de **hierro** se enfrenta a la adversidad. **Las importaciones en China se redujeron el año pasado por primera vez desde 2010** ante el desarrollo de vicisitudes en términos económicos, el

<https://www.perfil.com/noticias/bloomberg/bc-dificultades-de-china-afectan-importacion-de-mineral-de-hierro.phtml>

1/25

7/5/2019

Las dificultades de China afectaron sus importaciones de hierro | Perfil

El mayor productor de mineral de hierro pisa el acelerador

aumento del uso de material de mayor calidad por parte de las fábricas y el mayor uso de chatarra.

Las importaciones cayeron 1 por ciento a 1.060 millones de toneladas el 2018, de acuerdo con datos aduaneros de China continental que se publicaron el lunes. En diciembre, las compras totalizaron 86,65 millones de toneladas, una cifra constante desde noviembre, pero más alta que la del mes del año anterior.

**El mercado global de mineral de hierro gira en torno a China**, que representa alrededor del 70 por ciento de los envíos marítimos de mineras como BHP, Río Tinto y Vale. Después de exhibir un período sostenido de crecimiento interanual, la primera caída de las importaciones del país en ocho años es una señal de advertencia de que el crecimiento en términos de volumen ahora puede estar llegando al tope. Las medidas enérgicas contra la contaminación para limpiar el aire también han provocado que el mineral de mayor calidad sea más atractivo para los usuarios de China continental.

### El mercado global de mineral de hierro gira en torno a China.

El declive anual se debe principalmente a las fábricas que utilizan cargas de mayor ley debido a que la capacidad de acero se estaba reduciendo, señaló Daniel Hynes, estratega senior de productos básicos en Banking Group en Australia y Nueva Zelanda. "El mercado se diversifica con puntos fuertes", dijo por teléfono. "La demanda de mineral de alta ley sigue siendo fuerte, mientras que hay un debilitamiento en el mineral de baja ley".

**Australia**, principal exportador de hierro, dijo en octubre que la producción de acero en China probablemente alcanzaría su nivel máximo en 2018 y que se reduciría este año, un cambio que se sumaría a los vientos en contra que experimenta el mineral de hierro. En las proyecciones de diciembre, Australia dijo que las importaciones totales de mineral de China se reducirán a 1.062 millones de toneladas en 2019 y 1.059 millones de toneladas en 2020.

La disminución en el volumen de cargamentos de mineral de hierro durante todo el año se produce incluso cuando las estadísticas continentales también muestran que las acerías han generado volúmenes récord de acero. Aun así, el índice de gerentes de compras más reciente arrojó contracciones pronunciadas en los últimos dos meses de 2018.



DESCARGÁ LA APP  
DISPONIBLE EN  
GOOGLE PLAY Y APP STORE



#### TEMAS

diario perfil bloomberg china australia Materiales Commodities Metalúrgica Gobierno  
Metales y Minería Transporte y Logística

#### COLUMNISTAS

<https://www.perfil.com/noticias/bloomberg/bc-dificultades-de-china-afectan-importacion-de-mineral-de-hierro.phtml>

7/5/2019

**GESTIÓN**

Suscribete

El problema global de la chatarra de mineral de hierro se agrava | Mundo | Gestión

## El problema global de la chatarra de mineral de hierro se agrava

Con límites de emisión más estrictos, una tecnología de altos hornos perfeccionada y restricciones a la producción, las acerías están utilizando más chatarra que nunca, según el director de inversiones de la recicladora Chihó Environmental Group.



La política ambiental de China ha contribuido a incrementar el uso de chatarra, según la Oficina de Reciclaje Internacional. (Foto: Bloomberg)

AGENCIA BLOOMBERG / 04.11.2018 - 02:07 AM

El problema de la chatarra del mercado mundial del mineral de hierro acaba de volverse más grave. Los esfuerzos de China para reducir la contaminación están dando impulso adicional al uso de chatarra en la elaboración del acero, reforzando una tendencia de largo plazo que hace que las acerías del primer productor den cada vez más preferencia al reciclaje en lugar de a la materia prima.

<https://gestion.pe/mundo/problema-global-chatarra-mineral-hierro-agrava-248881>

7/5/2019

El problema global de la chatarra de mineral de hierro se agrava | Mundo | Gestion

Con límites de emisión más estrictos, una tecnología de altos hornos perfeccionada y restricciones a la producción, las acerías están utilizando más chatarra que nunca, según Goh Kian Guan, director de inversiones de la recicladora **Chinho Environmental Group Ltd.** Si un fabricante de acero genera demasiada contaminación, "existe la posibilidad de que se lo clausure o se le pida que reduzca la producción", declaró Goh en entrevista desde Shanghai.

Si bien China es el primer importador mundial de **mineral de hierro** y recibe cargas de Australia y Brasil, las acerías del país vienen aumentando constantemente la cantidad de chatarra que usan en tanto se incrementan las existencias de desechos del país al demolerse más edificios y descartarse más electrodomésticos.

Ese cambio coincide con el patrón que se observa en economías más desarrolladas. Pero además de la tendencia a largo plazo, las autoridades de Pekín se han embarcado en un gran saneamiento, dirigido especialmente a la contaminación del aire, y fomentar un mayor uso de chatarra se ensambra con esta iniciativa.

"Son muy cuidadosos", dijo Goh de Chinho con referencia a las acerías continentales. "Siguen las reglas y tratan de cumplir". Además, como los fabricantes de acero de fuera de China también usan más chatarra para evitar los impuestos al carbono, prevé que el mercado mundial se inclinará a utilizar más chatarra en lugar de mineral de hierro en 2020.

#### Perspectivas de la Oficina de Reciclaje

La política ambiental de China ha contribuido a incrementar el uso de chatarra, según la Oficina de Reciclaje Internacional, federación con sede en Bruselas que agrupa a empresas del sector privado y a 36 asociaciones nacionales.

La mayoría de los altos hornos ha aumentado los insumos de chatarra y se están instalando numerosos hornos de arco eléctrico, que procesan chatarra para convertirla en acero, informó la oficina en un correo electrónico.

La chatarra de acero reciclada generó el 19.5% de la producción de acero crudo en el primer semestre, 4.6 puntos porcentuales más que en igual período del año pasado, dijo el mes pasado Li Shubin, secretario general de la Asociación de Aprovechamiento de la Chatarra Metálica de China. En ese período, la chatarra utilizada para la producción de acero creció 41%, a 87.7 millones de toneladas, señaló Li.

Conforme las acerías apuntan a un mayor consumo de chatarra, los precios han subido. En lo que va del año, la chatarra de acero pesado promedió 2.530 yuanes (US\$ 363) la tonelada en el centro de fabricación de acero de Tangshan, según Shanghai Steelhome E-Commerce Co. Esto se compara con 1,935 yuanes el año pasado y 1,458 yuanes en el 2016.

<https://gestion.pe/mundo/problema-global-chatarra-mineral-hierro-agrava-248881>



In Peru, the Eco-innovation Project has brought about big changes for five SMEs who have chosen more ecological and innovative futures. At a national level, the Peruvian Ministry of Environment – with Grupo GEA as technical secretariat – have led policy initiatives such as a Policy Roadmap for Action, and the country has even created a multi-stakeholder Eco-innovation Committee with government entities, incubators and academia. Eco-innovation appears to have made an encouraging start in Peru.

#### The Eco-Innovation Project in Peru – delivering sustainability through policy:

- Creation of the 2016-2017 Policy Roadmap for Action; five strategies and 20 eco-innovation activities.
- Creation of an Eco-innovation Committee including government, incubators and academia, led by the Ministry of Environment (MINAM).
- Inclusion of eco-innovation in national policy instruments such as the National Eco-efficiency Strategy (ENE), Peruvian Technical Standard, and the Peruvian Cleaner Production Guide.
- Eco-innovation policy and methodology disseminated in municipalities and universities (Ventanilla, La Perla, Comas and Los Olivos municipalities; and the Pontifical Catholic University of Peru, San Ignacio de Loyola University and Scientific University of the South).
- Engagement with financing mechanisms like the Green Credit Trust Fund to foster eco-innovation in pilot projects.
- Proposal for an Eco-Innovation Observatory led by the Ministry of Environment.
- Creation of national eco-innovation website:  
<http://www.eco-innovacionperu.com/>

#### Who are Peru's eco-innovating businesses?

- **IMSA**, manufacturers of machines and equipment for coffee, cocoa and grain processing, are notably introducing new technology to generate energy and biochar from the processing of organic waste. 'Pirotec' is a new pilot prototype which is expected to reduce energy consumption and waste, reduce operational costs and lead to overall improvements to the coffee and cocoa processing industries.
- **Peru Green Recycling** sustainably manage and recycle waste electrical and electronic equipment (WEEE); they are developing a new method for WEEE collection from communities. This will lead to higher revenues as expansion continues, with WEEE management activities being formalized in communities. The business is also raising awareness among citizens on the role of WEEE recycling.
- **FUNVESA**, a producer of iron castings for machinery in the mining and cement sectors, has adopted eco-innovation to boost its green credentials (taking advantage of new markets), and to create a new innovative material for the construction sector, made from the slags and sands from its production process. It has also reduced costs and energy consumption.
- **METAX** is a manufacturer of medical furniture products for healthcare establishments. Through eco-innovation, METAX is developing a new antibacterial product line and improving its performance by reducing operational costs, waste generation, and energy and water consumption.
- **MIMCO** provides metal coatings of steel structures for the mining, construction and telecommunication sectors. By developing new methods for re-use of zinc and recovery of iron by-products, the company anticipates income from recovered zinc as well as savings from reduced waste, lower operational costs and less use of raw materials.



7/5/2019

Eco-Innovación - Grupo GEA » Grupo GEA

☎ (511) 467-1802 / (511) 467- 1975 ✉ [grupogea@grupogea.org.pe](mailto:grupogea@grupogea.org.pe) (mailto:grupogea@grupogea.org.pe)

👤 CORREO WEB (<http://correo.grupogea.org.pe>)

f (<https://www.facebook.com/grupogea.org/>) 🐦 ([https://twitter.com/GrupoGEA\\_PERU](https://twitter.com/GrupoGEA_PERU))

📺 (<https://goo.gl/4TvgyF>)



GEA

Sostenible desde 1992

(<http://www.grupogea.org.pe>)



## ECO-INNOVACIÓN

🏠 ESTAS AQUÍ:

INICIO ([HTTP://WWW.GRUPOGEA.ORG.PE](http://www.grupogea.org.pe)) > PROYECTOS ([HTTP://WWW.GRUPOGEA.ORG.PE/PROYECTOS](http://www.grupogea.org.pe/proyectos)) >

ECO-INNOVACIÓN ([HTTP://WWW.GRUPOGEA.ORG.PE/PROYECTO/ECO-INNOVACION/](http://www.grupogea.org.pe/proyecto/eco-innovacion/))

Eco-Innovación permite identificar oportunidades de negocios sostenibles en una organización, a partir de la aplicación de modelos de negocios enmarcadas en una estrategia, incorporando criterios de sostenibilidad dentro de la cadena de valor de la organización, en cooperación con actores claves.

La Eco-Innovación permite a la empresa migrar hacia nuevas líneas de negocios y mercados sostenibles, conduciendo a un mejor desempeño organizativo y competitivo.

El proyecto Eco-Innovación es auspiciado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente –PNUMA. Este proyecto es presidido por un Comité Político liderado por el MINAM, y cuenta con la participación de diversas entidades público – privadas tales como PRODUCE, MINCETUR (PROMPERÚ), CONCYTEC, MEF, INDECOPI, SNI, SENATI, USIL, UP y PUCP; teniendo el Centro de Ecoeficiencia y Responsabilidad Social (CER) el cargo de la Secretaría del Comité.



PERÚ Ministerio de la Producción

Viceministerio de MYPE e Industria

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

San Isidro, 29 MAYO 2019

**OFICIO N° 162 -2019-PRODUCE/ DVMYPE-I**

Señor  
**VÍCTOR POOL ROJAS YUPANQUI**  
Docente Universitario de la Universidad de Ingeniería del Perú  
Mz L Lote 29 Urbanización Herrera Acosta – El Agustino  
Presente.-

Asunto : Propuesta de utilización de la escoria (residuo del procesamiento de chatarra para obtener acero y otros productos asociados), obtenido por MYPE fundiciones, para la producción de adoquines para veredas

Referencia : Carta s/n recibido el 06.03.2019  
Externo con N° 00024162-2019

Me dirijo a usted, en relación al documento de la referencia, mediante el cual remite a este Despacho Viceministerial una propuesta de utilización de la escoria, residuo en las MYPE fundiciones, para la producción de adoquines para veredas.

Al respecto, se remite adjunto al presente el Informe N° 027-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGPAR/DP/ccportillo de la Dirección de Políticas de la Dirección General de Políticas y Análisis Regulatorio, que este Despacho hace suyo.

Hago propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,



*Oscar Graham Yamahuchi*  
OSCAR GRAHAM YAMAHUCHI  
Viceministro de MYPE e Industria  
MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN



PERÚ Ministerio de la Producción

Dirección de Políticas

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"



**INFORME N° 027-2019-PRODUCE /DVMYPE-I/DGPAR/DP/ccportillo**

**A :** ALEX EDUARDO PEZO CASTAÑEDA  
Director de Políticas (e)

**Asunto :** Propuesta de utilización de la escoria (residuo del procesamiento de chatarra para obtener acero y otros productos asociados), obtenido por MYPE fundiciones, para la producción de adoquines para veredas

**Referencia :** a) Carta S/N del 6 de marzo de 2019  
Registro Externo N° 00024162-2019  
b) Memorando N° 380-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI  
c) Oficio N° 217-2019-PRODUCE/INNÓVATE PERÚ.CE

**Fecha :** San Isidro, 30 ABR. 2019

Me dirijo a usted sobre el documento de la referencia, a fin de informar lo siguiente:

**I. ANTECEDENTES**

- 1.1 Mediante documento de la referencia, el señor Víctor Pool Rojas Yupanqui (en adelante, el señor Rojas), Docente de la Universidad de Ingeniería, remite al Despacho Viceministerial de MYPE e Industria una propuesta de utilización de la escoria, residuo en las MYPE fundiciones, para la producción de adoquines para veredas.
- 1.2 La Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria remitió, mediante el documento b) de la referencia, el Informe N° 172-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI/DIGAMI.
- 1.3 Mediante documento c) INNOVATE Perú remitido un Oficio dirigido al Señor Rojas en respuesta a la propuesta de utilización de la escoria, obtenido por MYPE fundiciones, para la producción de adoquines para veredas.

**II. BASE LEGAL**

- 2.1 Decreto Legislativo N° 1047, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Producción y normas modificatorias.
- 2.2 Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- 2.3 Decreto Supremo N° 017-2015-PRODUCE que aprueba el Reglamento de Gestión Ambiental para la Industria Manufacturera y de Comercio Interno.
- 2.4 Decreto Supremo N° 002-2017-PRODUCE, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de la Producción.
- 2.5 Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, que aprueba el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.







“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

### III. ANÁLISIS

#### Sobre la Propuesta de utilizar la escoria de las MYPE Fundiciones para producir adoquines para veredas

- 3.1 El señor Rojas manifestó que, resultado del procesamiento de chatarra de hierro para la producción de acero y otros productos de la industria asociada, es posible obtener como residuo un material inocuo denominada “escoria” que, en países como Australia, España y Turquía<sup>1</sup>, es usado como material de construcción.
- 3.2 Tomando como base el referido proceso productivo, se promovió y presentó ante el Programa de Naciones Unidas para el Ambiente (UNEP, en sus siglas en inglés) el caso de la Función Ventanilla S.A. FUNVESA como caso exitoso de ECO-INNOVACIÓN<sup>2</sup>, al lograr crear un *new eco-innovative material* hecho de la escoria de la fundición de chatarra.
- 3.3 Sin embargo, el señor Rojas señala que dicho modelo, esto es, ofertar el producto como agregado grueso en el mercado local de la construcción, no es sostenible para FUNVESA debido al tamaño de producción<sup>3</sup>. Es por ello que propone se realicen las acciones correspondientes para promover la producción de adoquines para veredas como un producto secundario de la cadena de producción de las MYPE Fundiciones, operando FUNVESA como proyecto piloto. De acuerdo a lo manifestado por el remitente, dicho proyecto requeriría de una inversión inicial por parte de la empresa; asimismo, que el proyecto fue presentando a la empresa en mención sin que la misma emita aun respuesta.
- 3.4 En línea con lo anterior, el señor Rojas plantea dos propuestas con el objetivo de que las pequeñas fundiciones utilicen la escoria que obtienen de sus procesos de producción, concretando el Piloto de FUNVESA en la producción de adoquines:
  - a) Emitir la regulación que permita a las empresas implementen proyectos para el aprovechamiento de los residuos de producción.
  - b) Apoyar técnicamente a FUNVESA para desarrollar un proyecto de Eco-Innovación para que sea presentado al programa INNOVATE PERÚ.



#### La utilización de la escoria en el mundo y el Perú

- 3.5 El reciclaje de chatarra es una industria importante, según se infiere de las estadísticas mundiales de esta actividad. Según el Bureau of International Recycling, el material reciclado (procesado a partir de chatarra en el 2017) de los principales productores de acero representó aproximadamente el 30% del acero

<sup>1</sup> Incluso en Perú, la Empresa Sider-Perú también comercializa la escoria que obtiene del procesamiento de chatarra como agregado para carreteras.  
<sup>2</sup> Ante el UNEP, el Grupo GEA presentó cinco estudios de casos exitosos en el Perú de Eco-Innovación, entre los que figura el caso de “Fundición Ventanilla S.A.” (FUNVESA).  
<sup>3</sup> 18 toneladas de escoria (reportados a PRODUCE).

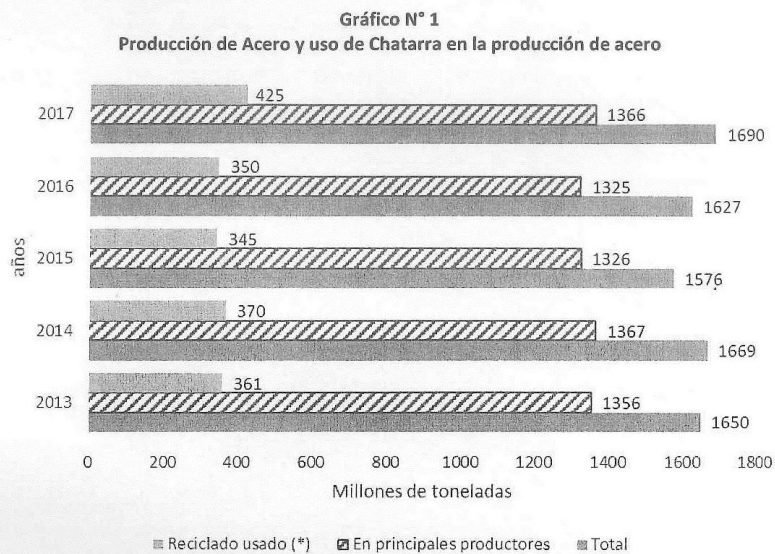


PERÚ Ministerio de la Producción

Dirección de Políticas

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

crudo en los países claves<sup>4</sup> (ver Gráfico N°1), alcanzando el uso de 425 millones toneladas de chatarra para la producción de acero.



Fuente: Bureau of International Recycling

/1 Principales países productores de acero: China, EU-28, USA, Japón, República de Corea, Turquía y Rusia

/2 Corresponde a lo procesado en los principales países productores de acero.

/3 El mayor uso de chatarra que se visualiza en el 2017 se debe a que en China se comenzó a contabilizar el uso de Chatarra en hornos de inducción, lo cual no fue considerado en los años previos.

3.6 Aunque no se identifica una tendencia en el uso de la chatarra, la expectativa de las empresas de China es positiva<sup>5</sup>. Goh, especialista en el tema de reciclaje de acero en este país, señala que existe factores que favorecen en el uso de acero reciclado, como son las políticas ambientales más exigentes, así como la exigencia por mejores condiciones de vida (calidad del aire, calidad del agua, limpieza del medio ambiente y manejo de desechos)<sup>6</sup>.

3.7 Según Bureau of international Recycling, la estructura de la industria del reciclaje de acero tiene forma piramidal, lo que implica que con muchas pequeñas empresas en la parte inferior las que proveen de chatarra a las grandes multinacionales en la parte superior.

3.8 Ahora, considerando que el foco de nuestro análisis es la escoria que se obtiene como elemento secundario del proceso de fundición de la chatarra, de lo

<sup>4</sup> Bureau of International Recycling – Ferrous Division, 2018: “World Steel Recycling in Figures 2013 – 2017 - Steel Scrap – a Raw Material for Steelmaking”.

<sup>5</sup> Goh Kian Guan, Director de Inversiones, Director General de Inversión y Desarrollo, de Chiho Environmental Group Limited.

<sup>6</sup> <https://www.recyclingtodayglobal.com/article/chiho-tiande-scholz-metal-recycling-hong-kong-germany/>



PERÚ

Ministerio  
de la Producción

Dirección de Políticas

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

mencionado en los puntos previos, se infiere que este proceso tiene potencial de crecimiento y que se desarrolla principalmente a través de grandes empresas.

- 3.9 Cada vez más empresas están transformando a la escoria en productos seguros y estables que cumplen especificaciones técnicas para su uso en la construcción, agricultura, entre otros, como se puede apreciar en el Gráfico N° 2. Sin embargo, para dicho uso las empresas requieren mejorar sus propiedades, y hacer de la escoria un producto con características normalizadas, de lo contrario no podrán ser reutilizada y tendrían que ser enviada a un depósito final sea por su tamaño o composición química<sup>7</sup>.

Gráfico N° 2  
Destino para la escoria de acería en Alemania, 2007



Fuente: Drissen, P.; Ehrenberg, A.; Kühn, M.; Mundersbach, D.; "Recent development in slag treatment and dust recycling". Steel Research International, 80 (2009) N° 10  
Tomado de Madias, Jorge. (2015). Reciclado de escorias de acería. Acero Latinoamericano. 549. 40-48.

- 3.10 De lo señalado en el numeral anterior, son las empresas relacionadas a la "fabricación de metales comunes" las que podrían generar en su proceso de producción a la "escoria" como residuo. Asimismo, la carta menciona como empresas que producen escoria a "Sider Perú"<sup>8</sup> y a "Fundición Ventanilla S.A.", que habría implementado un new eco-innovative material. Dichas empresas pertenecen a los subsectores<sup>9</sup> de los CIUU 2410 "Industrias básicas de hierro y acero"<sup>10</sup> y CIUU 2431 "Fundición de hierro y acero"<sup>11</sup>, respectivamente.

<sup>7</sup> Madias, Jorge. (2015). Reciclado de escorias de acería. Acero Latinoamericano. 549. 40-48

<sup>8</sup> Como una gran empresa que ha incorporado el uso de la escoria en sus procesos productivos.

<sup>9</sup> Fuente SUNAT.

<sup>10</sup> CIUU 2410: Comprende las operaciones de conversión por reducción de mineral de hierro en altos hornos y convertidores de oxígeno o de desperdicios y desechos de hierro en hornos de arco voltaico o por reducción directa de mineral de hierro sin fusión para obtener acero bruto que se funde y refina en un horno de colada y después se cuela y solidifica en un moldeador continuo para obtener productos semiacabados planos o largos

<sup>11</sup> CIUU 2431: Esta clase comprende la fundición de hierro y acero, es decir, las actividades de las fundierías de hierro y acero.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

- 3.11 Considerando dicho grupo de empresas y su tamaño, la potencial oferta de “escoria” estaría conformada por 16 grandes empresas (9 del CIU 2410 y 7 de CIU 2431) y 2 medianas empresas (uno de cada CIU mencionados), tal como se observa en el Cuadro N° 1; de las cuales un menor grupo podría potencialmente darle un uso a dicho producto, ello teniendo en cuenta también que se requiere de procesos adicionales para su posible comercialización.

Cuadro N° 1  
Distribución de empresas por tamaño según CIU 2017

Tamaño de empresa	CIU	
	2410 “Industria básica de hierro y acero”	2431 “Fundición de hierro y acero”
Microempresa	446	108
Pequeña Empresa	44	13
Mediana Empresa	1	1
Gran empresa	9	7
Total de empresas	500	129

Fuente: SUNAT

- 3.12 Con el objeto de caracterizar a las empresas que potencialmente estarían utilizando la escoria para “segundo uso”, se lista -en el Cuadro N° 2- a las empresas de los CIU señalados que figuran en el ranking de las Top 10 000<sup>12</sup>. En dicho cuadro se observa que solo dos empresas sobrepasan las ventas de 1 000 millones de soles, “Corporación Aceros Arequipa” y “Empresa Siderúrgica del Perú”. Esta última figura en la carta de la referencia y es identificada como la empresa que utiliza la escoria para generar agregados para la construcción; también aparece en la lista la empresa Fundición Ventanilla S.A como una empresa mediana con ventas de aproximadamente 20 millones de soles. Por otro lado, la lista muestra que la gran mayoría de empresas<sup>13</sup> tiene ventas anuales menores a 50 millones de soles.



<sup>12</sup> Perú Top Publications S.A.C., 2017. Perú: The Top 10,000 Companies

<sup>13</sup> 8 de las 15 empresas identificadas.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

Cuadro N° 2  
Distribución de empresas por tamaño según CIU 2017

CIU	Razón Social	Tamaño de empresa	Ranking 2017	Ventas 2017
2410	CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A.	Gran empresa	47	2340
	EMPRESA SIDERURGICA DEL PERU S.A.A.	Gran empresa	85	1315
	PRODUCTOS DE ACERO CASSADO S.A.	Gran empresa	294	435
	ACEROS CHILCA S.A.C.	Gran empresa	1608	69
	TREAM PERU S.A.C.	Gran empresa	1620	69
	FUNDICION CALLAO S.A.	Mediana empresa	2817	34
	HM SERVICIOS INDUSTRIALES S.A.C.	Mediana empresa	7997	12
2431	METALURGICA PERUANA S.A.	Gran empresa	591	221
	FUNDICION CHILCA S.A.	Gran empresa	1467	85
	FUNDICION CENTRAL S.A.	Mediana empresa	2671	39
	FUNDICION VENTANILLA S.A.	Mediana empresa	3836	22
	FUNDICION FUMASA S.A.	Mediana empresa	8267	11
	FUNDICION MORENO S.A.C.	Mediana empresa	8328	11
	FUNDICIONES ESPECIALES S.A.	Mediana empresa	8400	11
	METALURGIA DEL FIERRO Y EL COBRE S.C.R.L.	Mediana empresa	8448	11

Fuente: Top 10000

3.13 Cabe indicar que las empresas más grandes (Corporación Aceros Arequipa S.A. y Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A) tienen procesos para utilizar la escoria, por ejemplo, la empresa Corporación Aceros Arequipa señala<sup>14</sup> que de su proceso de fusión y afino de acero obtiene escoria que es procesada luego para obtener metal ferroso y ecogravilla<sup>15</sup>. Esta última, por sus características, puede ser utilizada como base subrasante en obras de pavimentación<sup>16</sup> y en reemplazo de la piedra granulada y arena para la fabricación de estructuras de concreto.

3.14 En cuanto la Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A.<sup>17</sup>, su Sistema de Gestión Ambiental (SIG)<sup>18</sup> considera el reaprovechamiento de residuos sólidos, el cual incluye el reciclaje de chatarra. En el procesamiento de la chatarra obtiene escoria que es sometida posteriormente a procedimientos de enfriamiento, recuperación metálica, clasificación y humidificación para obtener un “agregado siderúrgico”<sup>19</sup> que tiene muchas aplicaciones conocidas internacionalmente, entre ellas, el uso como agregado en vías asfálticas, concreto, gaviones y balastro en vías férreas. Cabe señalar al respecto que el reciclaje es parte de la estrategia de negocio que implanta la empresa y el cual incluye recicladores externos.

<sup>14</sup> Reporte de sostenibilidad 2017 de la empresa Aceros Arequipa S.A.

<http://www.acerosarequipa.com/fileadmin/templates/AcerosCorporacion/docs/reporte-de-sostenibilidad-2017.pdf>

<sup>15</sup> Se obtendría entre 10 % a 15% de metal ferroso y el 85% a 90% es transformada en ecogravilla.

<sup>16</sup> Reporte de sostenibilidad 2017. Corporación Acero Arequipa S.A. “cuenta con el Oficio N° 692-2012-MTC/14 y el Informe N° 031-2012-MTC/14.01, emitido por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el cual concluye que las escorias de hornos eléctricos pueden incorporarse a la normativa vial como material alternativo en trabajos de mejoramiento de subrasante, subbases y bases, siempre que cumplan con las especificaciones técnicas señaladas en cada caso.”

<sup>17</sup> Memoria Anual 2018.

<https://www.bvi.com.pe/hhii/CM0003/20190225191001/MEMORIA32ANUAL3245SIDERPERU322018.DOCX95V.F.PDF>

<sup>18</sup> Acreditado internacionalmente mediante ISO 14001.

<sup>19</sup> <https://www.sider.com.pe/contenidos/detalle/89/coproducos-y-residuos>



PERÚ Ministerio de la Producción

Dirección de Políticas

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

- 3.15 La revisión sobre las exportaciones de las partidas arancelarias relacionadas a la escoria<sup>20</sup> evidencia la gran participación que tiene la empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. en la exportación de este grupo producto, al concentra el 92% del volumen exportado y el 99% del valor exportado, siendo la principal partida arancelaria exportada “las demás cenizas y residuos que contenga arsénico, metal o compuesto metálico” con el 95% de cantidad exportada.

Cuadro N° 3  
Exportación de grupo de productos relacionados a la Espuria  
2018

Exportador	Descripción de la partida arancelaria	Tonelada Bruto		Miles US FOB Total	
		Valor	(%)	Valor	(%)
Lameb EIRL	- Las demás cenizas y residuos que	0.4	0.3	2.1	0.2
Compañía Minera Ares S.A.C.	contengan arsénico, metal o	3.6	2.7	0.4	0.0
Southern Perú Copper Corporation	compuesto metálico	125.1	92.2	1,307.1	98.8
Corporación GTM del Perú S.A.	- Las demás escorias y cenizas	6.6	4.8	13.2	1.0
Total		135.7	100	1,322.8	100

Fuente: Veritrade

- 3.16 De los numerales anteriores, se puede señalar que en el Perú son las grandes empresas las que en sus procesos de reciclaje obtienen la escoria y pueden procesarla para obtener un producto que puede ser usado para el mercado local (ecogravilla) o la exportación. Además, que existe al menos una empresa en la que el procesamiento de chatarra y sus derivados son parte de su línea de negocio y por lo tanto recicla a partir de terceros. Ello, abre la posibilidad de también establecer un mercado potencial de escoria.

- 3.17 Por otro lado, se observa en el Cuadro N° 4 que también se importa productos relacionados a la escoria, principalmente por las empresas cementeras que importan la “Escoria granulada de la siderurgia” que sirve de insumo en sus procesos productivos.



<sup>20</sup> 2618 Escorias granuladas (arena de escorias) de la siderurgia.  
2619 Escorias (excepto las granuladas), batiduras y demás desperdicios de la siderurgia.  
2620 Cenizas y residuos (exc. de siderurgia) c/metal o comp. Metálico.  
2621 Demás escorias y cenizas incluidas las cenizas de algas.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

Cuadro N° 4  
Importación de grupo de productos relacionados a la Espuria

Importador	Descripción de la partida arancelaria	Tonelada Bruto		Miles de US CIF Total	
		Valor	(%)	Valor	(%)
Caliza Cemento Inca S.A.	Escorias Granuladas (Arena de escoria) de la siderurgia.	42,226	14.8	1,311.1	9.7
Cementos Pacasmayo S.A.A.		167,122	58.8	4,383.4	32.6
Unión Andina de Cementos S.A.A.		70,959	25.0	2,415.0	18.0
Euro Motors S.A.	Las demás cenizas y residuos (Excepción de la siderurgia) que contengan principalmente zinc	0	0.0	0.1	0.0
Zinc Industrias Nacionales S.A.		744	0.3	1,021.8	7.6
Ferrosalt S.A.		313	0.1	407.4	3.0
Pemep S.A.C.		2,190	0.8	2,716.2	20.2
Fernandez & Chicoma S.A.C.		64	0.0	99.2	0.7
	Matas de galvanización que contengan principalmente zinc.	442	0.2	992.3	7.4
Sika Perú S.A.	Las demás escorias y cenizas	317	0.1	102.5	0.8
<b>Total</b>		<b>284,378</b>	<b>100</b>	<b>13,449.0</b>	<b>100</b>

Fuente: Veritrade

3.18 La descripción de la obtención de escoria y su utilización, realizado en los numerales anteriores, evidencia que dicho proceso es principalmente realizado por las grandes empresas debido a los procesos adicionales requeridos para homogenizar las características de la escoria y obtener un producto homogéneo para su uso. Asimismo, en el caso del Perú existen dos grandes empresas que procesan escoria con el fin de obtener productos para la construcción, y una de ellas adicionalmente compara chatarra para obtener escoria que posteriormente procesa para obtener “agregado siderúrgico” que exporta. Cabe indicar también que las empresas productoras de cemento importan productos derivados de la escoria para utilizarlo como insumo.

3.19 En ese sentido, se considera que el análisis del Señor Rojas debe no contemplar como opciones para el uso de la escoria de las empresas medianas, como FUNVESA, el venderlas a empresas grandes que -a la fecha- procesan dicho material, las cuales pueden ampliar la producción de derivados de dicho producto sea para la exportación o para el mercado local.

#### Sobre la normatividad sobre aprovechamiento de residuos sólidos

3.20 Respecto de la propuesta planteada, la Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria (en adelante, DGAAMI) señaló que el aprovechamiento de residuos de producción se encuentra regulado en la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (en adelante LGIRS), aprobada mediante Decreto Legislativo N° 1278 y su reglamento, siendo el Ministerio del Ambiente (en adelante, MINAM) quien ejerce rectoría a nivel nacional para la gestión y manejo de los residuos sólidos, a través de la Dirección General de Residuos Sólidos, según lo establecido en el Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del MINAM, aprobado mediante Decreto Supremo N° 002-2017-MINAM.

3.21 Asimismo, la LGIRS establece la valorización de residuos como uno de los principios de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, orientada a promover la investigación e





“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

innovación tecnológica puesta al servicio de una producción cada vez más ecoeficiente, fomentando con ello la adopción complementaria de prácticas de tratamiento<sup>21</sup>.

- 3.22 Bajo este marco, no es necesario promulgar una nueva norma para que las empresas implementen proyectos para el aprovechamiento de los residuos de producción, toda vez que esta acción ya se encuentra regulada por la LGIRS.
- 3.23 Cabe resaltar que la normatividad sobre aprovechamiento de residuos sólidos en esta rama de se encuentra en línea con la descripción de la utilización de la escoria en el Perú. Así, considerando lo indicado en las secciones precedentes, las dos más grandes empresas reutilizan la escoria transformándolas en materiales para la construcción o para su exportación<sup>22</sup>; asimismo las empresas cementeras utilizan la espuria procesada (o importada) como insumo para su producción en línea con la normatividad señalada.
- 3.24 El análisis del uso de la escoria y la existencia de una normatividad para que estas implementen proyectos para el aprovechamiento de los residuos de producción evidencia oportunidades que puede establecerse para la valorización de la escoria en el ámbito nacional, ya sea para desarrollar proyectos propios para el tratamiento de la escoria o para proveer de este material a empresas más grandes que requieren de este insumo en sus procesos de transformación.
- 3.25 En ese contexto, al disponer -a la fecha- de un marco normativo que facilite el aprovechamiento de los residuos sólidos, son las empresas las que deben evaluar como mejor aprovechar la escoria que obtienen en sus procesos de producción, esto es, si invierten en desarrollar un proceso de transformación de este material, como los adoquines de vereda (de acuerdo con la propuesta del señor Rojas), o convertirse en un proveedor de escoria de empresas que hayan implementado procesos de transformación de la escoria.



#### El apoyo técnico para FUNVESA en el desarrollo de un proyecto de eco-innovación

- 3.26 Finalmente, respecto al apoyo técnico a FUNVESA, para desarrollar un proyecto de eco-innovación, la DGAAMI precisa que el PRODUCE, a través del Instituto Tecnológico de la Producción (en adelante, ITP) y los Centros de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE), impulsan la innovación tecnológica, la investigación aplicada, la especialización, la transferencia tecnológica y la difusión de conocimientos tecnológicos en cada cadena productiva. Asimismo, el ITP ofrece una plataforma de servicios en capacitación, asistencia técnica, investigación, desarrollo e innovación, entre otros servicios a los cuales la empresa FUNVESA también puede acceder.

<sup>21</sup> Según lo establecido en el artículo 6 referido a los lineamientos de la Gestión Integral de Residuos Sólidos

<sup>22</sup> Memoria Anual 2018.

<https://www.bvl.com.pe/hhii/CM0003/20190225191001/MEMORIA32ANUAL3245SIDERPERU322018.DOCX95V.F.PDF>





PERÚ Ministerio de la Producción

Dirección de Políticas

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”  
“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

- 3.27 Asimismo, INNOVATE PERÚ informa que su organización busca incrementar la productividad empresarial a través del fortalecimiento de los actores del ecosistema de la innovación (empresas, emprendedores y entidades de soporte) y facilitar la interrelación entre ellos, convocando para tal fin a concursos públicos, para cofinanciar proyectos. En este sentido, hace de conocimiento e invita a participar en el Concurso de Innovación para el desarrollo del prototipo de adoquín de escoria y arena, cuyas bases están en la página web: [www.innovateperu.gob.pe](http://www.innovateperu.gob.pe), asimismo tener mayor información a través del teléfono 640-4420 anexos 238 y 241.

#### IV. CONCLUSIONES

A partir de la revisión al documento de la referencia, esta Dirección concluye lo siguiente:

- 4.1 La escoria que se obtiene como elemento secundario del proceso de fundición de la chatarra tienen potencial de crecimiento y se desarrolla principalmente en grandes empresas, quienes la procesan para mejorar sus propiedades y otorgar características normalizadas.
- 4.2 En el Perú las empresas más grandes con ventas superiores a los 1000 millones de soles de los CIU 2410 y 2431, “Corporación Aceros Arequipa” y “Empresa Siderúrgica del Perú”, tienen procesos para utilizar la escoria. Asimismo, existe demanda en el mercado local por productos elaborados a partir escoria que podría ser procesada por las empresas nacionales que obtienen dicho componente como residuo de producción.
- 4.3 La promoción del uso de la escoria por parte de las medianas empresas debe considerar la posibilidad de venderlo a empresas grandes que procesan dicho material, las cuales pueden ampliar la producción de derivados de dicho producto sea para la exportación o para el mercado local.
- 4.4 Respecto a la promulgación de una norma para que las empresas implementen proyectos para el aprovechamiento de los residuos de producción, se precisa que ello ya se encuentra regulado en la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobada mediante Decreto Legislativo N° 1278 (en adelante LGIRS) y su reglamento, siendo el MINAM quien ejerce rectoría a nivel nacional para la gestión y manejo de los residuos sólidos, a través de la Dirección General de Residuos Sólidos, según lo establecido en el Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del MINAM, aprobado mediante Decreto Supremo N° 002-2017-MINAM
- 4.5 La existencia de normas para que las empresas implementen proyectos para el aprovechamiento de los residuos de producción, el uso de la escoria por las grandes empresas y la demanda de la misma evidencia oportunidades para que sean desarrollados proyectos propios de tratamiento de escoria o ser proveedora de otras empresas que utilicen este producto como insumo.





PERÚ Ministerio de la Producción

Dirección de Políticas

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"


4.6 Respecto al apoyo técnico a FUNVESA para desarrollar un proyecto de Eco-Innovación con estándares globales y presentarlo en los novedosos concursos, se informa que dicha empresa puede acceder a los servicios de capacitación y asistencia técnica que ofrece el ITP para el desarrollo del proyecto de eco-innovación recomendado en la propuesta presentada por el señor Rojas. Asimismo, es posible participar también en el Concurso de Innovación para el desarrollo del prototipo de adoquín de escoria y arena, cuya base está disponible en la página web: [www.innovateperu.gob.pe](http://www.innovateperu.gob.pe).

#### V. RECOMENDACIÓN

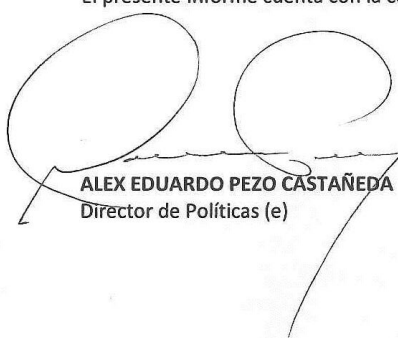
Se recomienda remitir el presente informe a la Secretaria General para el trámite correspondiente, salvo mejor parecer.

Sin otro particular, es todo cuanto puedo informar a usted.

Atentamente,

  
**CARLOS PORTILLO CALDERÓN**  
Economista  
Dirección de Políticas

El presente Informe cuenta con la conformidad del suscrito.

  
**ALEX EDUARDO PEZO CASTAÑEDA**  
Director de Políticas (e)





### DETALLE DEL EXPEDIENTE

DATOS DEL EXPEDIENTE	
N° Registro:	00024162-2019
Razón Social:	VICTOR POOL ROJAS YUPANQUI
Fecha de Registro:	06/03/2019 11:53

FLUJO DEL DOCUMENTO					
Clase Documento	Documento Interno	Fecha de Registro	Asunto	Dependencia Origen	Dependencia Destino
		06/03/2019 11:53		OFICINA GENERAL DE ATENCION AL CIUDADANO	DESPACHO VICEMINISTERIAL DE MYPE E INDUSTRIA
CARGO	00849-2019-PRODUCE/DVMYPE-I	07/03/2019 09:43	SOLICITA PRONUNCIAMIENTO, RESPECTO A EMPLEO DE LA CHATARRA DE HIERRO - MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.	DESPACHO VICEMINISTERIAL DE MYPE E INDUSTRIA	FUERA DEL MINISTERIO
SIN DOCUMENTO	SIN NUMERO	07/03/2019 09:43	Se devuelve a la dependencia	FUERA DEL MINISTERIO	DESPACHO VICEMINISTERIAL DE MYPE E INDUSTRIA
CARGO	00850-2019-PRODUCE/DVMYPE-I	07/03/2019 09:44	SOLICITA PRONUNCIAMIENTO, RESPECTO A EMPLEO DE LA CHATARRA DE HIERRO - MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.	DESPACHO VICEMINISTERIAL DE MYPE E INDUSTRIA	DIRECCIÓN GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES DE INDUSTRIA
CARGO	00850-2019-PRODUCE/DVMYPE-I	07/03/2019 09:44	SOLICITA PRONUNCIAMIENTO, RESPECTO A EMPLEO DE LA CHATARRA DE HIERRO - MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.	DESPACHO VICEMINISTERIAL DE MYPE E INDUSTRIA	DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y ANÁLISIS REGULATORIO
CARGO	00423-2019-PRODUCE/DGPAR	07/03/2019 14:10	SOLICITA PRONUNCIAMIENTO, RESPECTO A EMPLEO DE LA CHATARRA DE HIERRO - MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.	DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y ANÁLISIS REGULATORIO	DIRECCIÓN DE POLÍTICAS



DETALLE DEL EXPEDIENTE

Clase Documento	Documento Interno	Fecha de Registro	Asunto	Dependencia Origen	Dependencia Destino
CARGO	03102-2019-PRODUCE/DGAAMI	11/03/2019 11:36	SOLICITA PRONUNCIAMIENTO, RESPECTO A EMPLEO DE LA CHATARRA DE HIERRO - MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.	DIRECCIÓN GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES DE INDUSTRIA	DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL
INFORME	00172-2019-PRODUCE/DIGAMI	03/04/2019 10:34	Materiales innovadores de MYPE Funvesa para la industria de la construccion	DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL	DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL
MEMORANDO	00329-2019-PRODUCE/DIGAMI	03/04/2019 10:38	MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION	DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL	DIRECCIÓN GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES DE INDUSTRIA
SIN DOCUMENTO	ADJUNTO	04/04/2019 13:04	SE ENVÍA ADJUNTO 00024162-2019-1	OFICINA GENERAL DE ATENCION AL CIUDADANO	DESPACHO VICEMINISTERIAL DE MYPE E INDUSTRIA
MEMORANDO	00380-2019-PRODUCE/DGAAMI	04/04/2019 15:43	MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.	DIRECCIÓN GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES DE INDUSTRIA	DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y ANÁLISIS REGULATORIO
CARGO	01245-2019-PRODUCE/DVMYPE-I	05/04/2019 12:31	SOLICITA PRONUNCIAMIENTO, RESPECTO A EMPLEO DE LA CHATARRA DE HIERRO - MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.	DESPACHO VICEMINISTERIAL DE MYPE E INDUSTRIA	DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y ANÁLISIS REGULATORIO
CARGO	00644-2019-PRODUCE/DGPAR	08/04/2019 12:32	SOLICITA PRONUNCIAMIENTO, RESPECTO A EMPLEO DE LA CHATARRA DE HIERRO - MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.	DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y ANÁLISIS REGULATORIO	DIRECCIÓN DE POLÍTICAS
CARGO	00656-2019-PRODUCE/DGPAR	09/04/2019 12:44	SOLICITA PRONUNCIAMIENTO, RESPECTO A EMPLEO DE LA CHATARRA DE HIERRO - MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.	DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y ANÁLISIS REGULATORIO	DIRECCIÓN DE POLÍTICAS



### DETALLE DEL EXPEDIENTE

Clase Documento	Documento Interno	Fecha de Registro	Asunto	Dependencia Origen	Dependencia Destino
INFORME	00027-2019-PRODUCE/DP-ccportillo	29/04/2019 12:55	SOLICITA PRONUNCIAMIENTO, RESPECTO A EMPLEO DE LA CHATARRA DE HIERRO - MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.	DIRECCIÓN DE POLÍTICAS	DIRECCIÓN DE POLÍTICAS
MEMORANDO	00216-2019-PRODUCE/DP	30/04/2019 09:35	SOLICITA PRONUNCIAMIENTO, RESPECTO A EMPLEO DE LA CHATARRA DE HIERRO - MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.	DIRECCIÓN DE POLÍTICAS	DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y ANÁLISIS REGULATORIO
MEMORANDO	00585-2019-PRODUCE/DGPAR	07/05/2019 11:28	Propuesta de utilización de la escoria (residuo del procesamiento de chatarra para obtener acero y otros productos asociados), obtenido por MYPE fundiciones, para la producción de adoquines para veredas.	DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y ANÁLISIS REGULATORIO	DESPACHO VICEMINISTERIAL DE MYPE E INDUSTRIA
OFICIO	00162-2019-PRODUCE/DVMYPE-I	29/05/2019 17:30	SOLICITA PRONUNCIAMIENTO, RESPECTO A EMPLEO DE LA CHATARRA DE HIERRO - MATERIALES INNOVADORES DE MYPE FUNVESA PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.	DESPACHO VICEMINISTERIAL DE MYPE E INDUSTRIA	OFICINA GENERAL DE ATENCION AL CIUDADANO
SIN DOCUMENTO	SIN NUMERO	29/05/2019 17:30	Se devuelve a la dependencia	OFICINA GENERAL DE ATENCION AL CIUDADANO	DESPACHO VICEMINISTERIAL DE MYPE E INDUSTRIA

#### INFORMES

Oficina General de Atención al Ciudadano - OGACI - Ministerio de la Producción

Telf. 616-2222 Anexo 2402- 2433

Email: [ogaci@produce.gob.pe](mailto:ogaci@produce.gob.pe)