



UPV EHU

**GRADO DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA
INDUSTRIAL**

TRABAJO FIN DE GRADO

**〈ESTUDIO DE MORTEROS DE
CONSTRUCCIÓN FABRICADOS
MEDIANTE ESCORIAS SIDERÚRGICAS〉**

Alumno/Alumna: San Sebastian Aurre Josu

Director/Directora (1): Martínez González Javier Jesús

Director/Directora (2): Santamaria León Amaia

Curso: 〈2017-2018〉

Fecha: 28/06/2018

ÍNDICE

1	. INTRODUCCIÓN	7
1.1	INDUSTRIA SIDEROMETALÚRGICA.....	8
1.2	PRODUCCIÓN MUNDIAL Y ESPAÑOLA DE ACERO	10
1.3	PRODUCCIÓN DE ACERO EN EUSKADI	11
1.4	PRODUCCIÓN DE ACERO	12
1.4.1	Fabricación de acero en horno eléctrico de arco.....	12
1.5	ECONOMÍA CIRCULAR.....	14
2	. OBJETO.....	16
3	. FUNDAMENTO TEÓRICO	17
3.1	EL MORTERO	18
3.1.1	COMPONENTES DEL MORTERO	19
3.1.2	ESTADOS DEL MORTERO	23
3.2	ESCORIAS.....	26
3.2.1	TIPOS DE ESCORIA	27
3.2.2	UTILIDAD DE LA ESCORIA BLANCA	28
4	METODOLOGÍA.....	29
4.1	MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS.....	30
4.1.1	Cemento	30
4.1.2	Agua	31
4.1.3	Árido natural	31
4.1.4	Escoria blanca.....	32
4.1.5	Aditivos.....	33
4.2	PROCEDIMIENTOS.....	34
4.2.1	Aparatos utilizados.....	34
4.2.2	Procedimiento de amasada	35
4.2.3	Curado de probetas	37
4.2.4	Ensayo de flexión	38
4.2.5	Ensayo a compresión	41
4.2.6	Medida de retracción.....	42

5	RESULTADOS	43
5.1	ANALISIS GENERAL.....	44
5.2	RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS MORTEROS SIN ESCORIA	45
5.2.1	Resultados M0	46
5.2.2	Retracción de los morteros M0	47
5.3	RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS MORTEROS CON ESCORIA DE SÍLICE	49
5.3.1	Resultados MS10	49
5.3.2	Resultados MS20	50
5.3.3	Resultados MS30	51
5.3.4	Resultados MS40	52
5.3.5	Comparativa de los resultados de compresión	53
5.3.6	Comparativa de los resultados a tracción	54
5.3.7	Resultados de la retracción	55
5.4	RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS MORTEROS CON ESCORIA DE ALÚMINA	57
5.4.1	Resultados MA10	57
5.4.2	Resultados MA20	58
5.4.3	Resultados MA30	59
5.4.4	Resultados MA40	60
5.4.5	Resultados de la retracción	61
6	DESCRIPCIÓN DE TAREAS	63
6.1	TAREAS.....	64
6.2	CRONOGRAMA	65
7	DESCRIPCIÓN DE GASTOS.....	66
8	CONCLUSIONES.....	68
8.1	CONCLUSIONES: MORTEROS CON ESCORIA DE SÍLICE.....	69
8.2	CONCLUSIONES: MORTEROS CON ESCORIA DE ALÚMINA.....	70
9	AGRADECIMIENTOS	71
10	BIBLIOGRAFÍA	72

✓ **RESUMEN TRILINGÜE**

El objetivo principal de este trabajo es producir morteros estructurales de escoria de buena resistencia mecánica y trabajabilidad, a la vez que se reduce el consumo de cemento Portland, cuya producción es una fuente creciente de preocupación ambiental. En este contexto, el estudio analiza la preparación de estos morteros con escoria siderúrgica en sustitución parcial de agregados convencionales como el cemento Portland que incluye una proporción notable de cenizas volantes. Se realizan análisis estructurales y mecánicos en las mezclas también, las contracciones de las mezclas se miden y se evalúan. El comportamiento a largo plazo de estas mezclas de escoria parece aceptable, abriendo así una línea de trabajo prometedora que finalmente establecerá las condiciones adecuadas para su uso.

The main objective of this work is to produce structural slag mortars of good mechanical strength and workability, while reducing the consumption of Portland clinker, the production of which is a growing source of environmental concern. In this context, the study looks at the preparation of these mortars with steelmaking slag in partial substitution of conventional aggregates, like the use of Portland cement that includes a notable proportion of fly-ash. Structural and mechanical analyses are performed on the mixes, also, shrinkage contraction of the mixtures are measured and evaluated. The long-term behavior of these slag mixes appeared acceptable, thereby opening a promising line of work that will eventually establish suitable conditions for their use.

Lan honen helburu nagusia, siderurgiako eskoriak erabiliz erresistentzia oneko mortero estrukturalak produzitzea da. Horrekin batera Portland zementuaren erabilpena murriztea du helburu; honen erabilpenak ingurugiroan eragin kaltegarriak bait ditu. Kontextu honetan, gure ikasketak mortero hauen analisia egingo du, hau da, Portland zementuaren ordez siderurgiako eskoriak erabiltzen dituen morteroena. Nahasteetan analisi mekaniko eta estrukturala egingo da eta baita uzkurketen neurketa eta ebaluaketa ere. Nahaste hauen epe luzeko portaera egokia dela ikusi dugu, hórrela, honen inguruko lan línea bat zabalduz. Lan línea honek ezarriko ditu mortero hauen erabileren baldintzak.

9 AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, tengo que agradecer a Javier Jesús Gonzalez por haberme dado la oportunidad de poder hacer este trabajo novedoso, práctico y a la vez entretenido que es y será de gran utilidad tanto para mí como para el sector de construcción que en poco tiempo empleara este tipo de escorias en sus obras.

Por otra parte, y no menos importante, tengo que agradecer a Amaia Santamaría por estar en todo momento pendiente de mí, ayudándome tanto en la parte práctica de este trabajo como en la parte teórica.

Y por último, tengo que decir que este trabajo ha sido posible en parte gracias a todos los fondos obtenidos desde el Ministerio del Gobierno Español y los fondos FEDER, vía el contrato Retos 2014 BIA2014-55576-C2-2-R, así como **por la financiación del Gobierno Vasco (Grupo de Investigación Consolidado IT781-13).**

El presente trabajo de investigación ha sido parcialmente financiado con fondos provenientes del MINECO y FEDER (contrato “BlueCons” BIA2014-55576-C2-2-R) y del Grupo Consolidado del Gobierno Vasco (*IT781-13: <https://www.ehu.eus/es/web/scm/home>*)

Por lo tanto no me queda más que agradecer a todas las personas y entidades que han apoyado este trabajo.

