

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS	VII
TABLA DE CONTENIDO.....	IX
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABLAS	XII
RESUMEN	XIII
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN. CAMINO A LA INNOVACIÓN	15
2. LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA.....	18
2.1 CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN COLOMBIA	18
2.2 SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL	19
2.3 CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA DE VIVIENDA.....	20
2.3.1 <i>Sistema tipo túnel</i>	20
2.3.2 <i>Sistema modular liviano o mano-portable</i>	21
2.3.3 <i>Sistema Tilt-up</i>	21
3. SISTEMAS ESTRUCTURALES DE CONCRETO	23
3.1 SISTEMA DE MUROS DE CARGA.....	23
3.2 SISTEMA DE PÓRTICOS.....	24
3.3 SISTEMA DUAL	24
3.4 SISTEMAS COMBINADOS.....	25
4. GENERALIDADES DEL CONCRETO	26
4.1 COMPONENTES DEL CONCRETO	27
4.1.1 <i>Cemento Pórtland</i>	27
4.1.2 <i>Agregados</i>	28
4.1.3 <i>Agua</i>	29
4.1.4 <i>Adiciones</i>	29
4.1.5 <i>Aditivos</i>	30
4.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO.....	30
4.2.1 <i>Estado fresco del concreto</i>	31
4.2.2 <i>Estado endurecido del concreto</i>	32
5. COMPONENTES ALTERNATIVOS PARA EL CONCRETO.....	34
5.1 MATERIALES CEMENTANTES ALTERNATIVOS AL CEMENTO.....	36

5.1.1	<i>cenizas volantes</i>	36
5.1.2	<i>escoria granulada de alto horno</i>	37
5.1.3	<i>micro sílice o humo de sílice</i>	38
5.1.4	<i>Puzolanas artificiales</i>	39
5.2	AGREGADOS O ÁRIDOS RECICLADOS	41
5.2.1	<i>Propiedades físicas y químicas</i>	42
6.	CONSIDERACIONES TÉCNICAS	44
6.1	ASPECTOS TÉCNICOS GENERALES	45
6.2	CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS COMPONENTES ALTERNATIVOS	46
6.2.1	<i>Cenizas volantes</i>	47
6.2.2	<i>Escoria de alto horno</i>	48
6.2.3	<i>Micro sílice</i>	49
6.2.4	<i>Puzolanas artificiales</i>	50
6.2.5	<i>Agregados reciclados</i>	50
6.3	CONCRETO EMPLEADO EN SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS PARA VIVIENDAS DE MUROS DE CONCRETO	50
6.4	PROPIEDADES DEL CONCRETO CON LA INCLUSIÓN DE COMPONENTES ALTERNATIVOS	52
6.4.1	<i>Concreto con cenizas volantes</i>	53
6.4.2	<i>Concreto con escoria de alto horno</i>	55
6.4.3	<i>Concreto con micro sílice</i>	56
6.4.4	<i>Concreto con puzolanas artificiales</i>	57
6.4.5	<i>Concreto con agregados reciclados</i>	58
6.5	DISPONIBILIDAD DE LOS COMPONENTES ALTERNATIVOS	58
6.5.1	<i>Cenizas volantes</i>	59
6.5.2	<i>Escoria de alto horno</i>	62
6.5.3	<i>Micro sílice</i>	62
6.5.4	<i>Puzolanas artificiales</i>	63
6.5.5	<i>Agregados reciclados</i>	65
7.	IMPLEMENTACIÓN	68
7.1	CENIZAS VOLANTES	69
7.2	ESCORIA DE ALTO HORNO	73
7.3	HUMO DE SÍLICE	74
7.4	PUZOLANAS ARTIFICIALES	75
7.4.1	<i>Ceniza de cascarilla de arroz</i>	75
7.4.2	<i>Ceniza del bagazo de caña de azúcar</i>	77
7.5	AGREGADOS RECICLADOS	80
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
	BIBLIOGRAFÍA	87

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. SISTEMA TIPO TÚNEL. PCG SYSTEMS.....	21
FIGURA 2. SISTEMA MANO-PORTABLE. INDISA.....	22
FIGURA 3. SISTEMA TILT-UP. QUADLOCK.....	22
FIGURA 4. SISTEMAS ESTRUCTURALES. NSR-10.....	25
FIGURA 5. CENIZAS VOLANTES. ALIBABA.....	36
FIGURA 6. ESCORIA GRANULADA DE ALTO HORNO. SLAGCEMENT ASSOCIATION.....	37
FIGURA 7. MICRO SÍLICE. IIBCC.....	39
FIGURA 8. CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ. UNIVERSIDAD DE MALAYA-MALASIA.....	40
FIGURA 9. CENIZA DERIVADA DE LA CAÑA DE AZÚCAR- ECO-INGENIERÍA, 2005.....	41
FIGURA 10. ÁRIDOS TRITURADOS DE CONCRETO RECICLADO.....	42
FIGURA 11. INCINERADOR DE CASCARILLA DE ARROZ [41].....	76
FIGURA 12. VIVIENDA A BASE DE CENIZAS DE CASCARILLA DE ARROZ [41].....	77
FIGURA 13. INCINERADOR DE CAMA FLUIDIZADA. INDIAMART.....	78
FIGURA 14. VIVIENDA TÍPICA PROYECTO FENAVIP-CONSTRUIR. ECOMAT [88].....	80
FIGURA 15. EDIFICIO DE LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL, SEDE MEDELLÍN [90].....	83

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. COMPONENTES QUÍMICOS DEL CEMENTO. UNE 80300:2000-IN	28
TABLA 2. REQUISITOS PARA LAS CENIZAS VOLANTES. NTC3493	48
TABLA 3. REQUISITOS PARA LAS ESCORIA DE ALTO HORNO. NTC 4018.....	49
TABLA 4. REQUISITOS PARA EL HUMO DE SÍLICE. NTC 4637.....	49
TABLA 5. ESPECIFICACIONES PARA CONCRETO EN SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS, CEMEX-2003	51
TABLA 6. CONSUMO DE CARBÓN. CENTRO INVESTIGACIONES DEL CARBÓN-UNAL MEDELLÍN,1996.....	61
TABLA 7. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 2005–2020. PGIRS, 2006.....	67