

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB- 12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/1

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): LEIDDY KATHERINE APELLIDOS: GALEANO SOLANO

NOMBRE(S): YENNY MARCELA APELLIDOS: BAYONA SOLANO

FACULTAD: EDUCACIÓN, ARTES Y HUMANIDADES

PLAN DE ESTUDIOS: ARQUITECTURA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): BIERMAN APELLIDOS: SUAREZ MARTINEZ

CODIRECTOR:

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): CARACTERIZACIÓN DE UN MATERIAL DE MATRIZ DE ARCILLA Y REFUERZO DE RESIDUOS PET, COMO SOLUCIÓN AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE CÚCUTA Y EL CASCO URBANO DE SU AREA METROPOLITANA.

RESUMEN

Desde tiempos prehistóricos la humanidad descubrió las propiedades de la arcilla y desde entonces ha sido utilizada para solventar sus necesidades en diferentes aspectos; como la alfarería, decoraciones, edificaciones en tapia, adobe y posteriormente ladrillo, cabe destacar que la arcilla es un material que a lo largo de la historia ha tenido gran importancia en la vida de los seres humanos; siendo un elemento de construcción representativo cuyo uso aún perdura en el tiempo; por tal motivo la realización de este proyecto, plantea la posibilidad de utilizar una matriz de arcilla, destacando este elemento como materia prima representativa de la región con el fin de generar un compuesto, reforzado con gránulos de Tereftalato de polietileno (PET) que por sus características y propiedades mecánicas ofrece un compuesto que puede ser liviano y reutilizable. Con el objetivo de obtener un nuevo material que iguale o mejore las propiedades de la arcilla pura, contemplando la posibilidad de su uso en distintas áreas en el campo de la construcción, pero que tenga como valor agregado un menor costo de producción, así como menor impacto ambiental y consumo energético, además de propiedades mecánicas y térmicas verificables, que respalden su uso y con el propósito final de generar nuevo conocimiento en el área de la investigación de nuevos materiales en el área de la construcción. Dejando planteado según los resultados, la incorporación de nuevas matrices cuyo origen pueda ser de origen natural como el (PLA) para generar un Green composite, o la utilización de otros productos de reciclaje de desechos industriales plásticos.

PALABRAS CLAVE: caracterización, arcilla, residuos PET, ambientalmente sostenible.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 379 **PLANOS:** _____ **ILUSTRACIONES:** _____ **CD ROOM:** 1

Elaboró		Revisó		Aprobó	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
Fecha	24/10/2014	Fecha	05/12/2014	Fecha	05/12/2014

COPIA NO CONTROLADA

CARACTERIZACIÓN DE UN MATERIAL DE MATRIZ DE ARCILLA Y REFUERZO DE
RESIDUOS PET, COMO SOLUCIÓN AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE EN LA CIUDAD
DE CÚCUTA Y EL CASCO URBANO DE SU AREA METROPOLITANA.

LEIDDY KATHERINE GALEANO SOLANO

YENNY MARCELA BAYONA SOLANO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE EDUCACIÓN, ARTES Y HUMANIDADES
PLAN DE ESTUDIOS DE ARQUITECTURA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

CARACTERIZACIÓN DE UN MATERIAL DE MATRIZ DE ARCILLA Y REFUERZO DE
RESIDUOS PET, COMO SOLUCIÓN AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE EN LA CIUDAD
DE CÚCUTA Y EL CASCO URBANO DE SU AREA METROPOLITANA.

LEIDDY KATHERINE GALEANO SOLANO

YENNY MARCELA BAYONA SOLANO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de

Arquitecto

Director:

BIERMAN SUAREZ MARTINEZ

Arquitecto

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE EDUCACIÓN, ARTES Y HUMANIDADES
PLAN DE ESTUDIOS DE ARQUITECTURA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

**SUSTENTACION DE TESIS – mediadas por las TIC
PLAN DE ESTUDIOS DE ARQUITECTURA**

Fecha: junio 17 de 2020

TITULO: CARACTERIZACION DE UN MATERIAL DE MATRIZ DE ARCILLA Y REFUERZOS DE RESIDUSO PET, COMO SOLUCION AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE CUCUTA Y EL CASCO URBANO DE SU AREA METROPOLITANA

Presentado por: LEIDDY KATHERINE GALEANO SOLANO Código 1500545
YENNY MARCELA BAYONA SOLANO Código 1500649

Modalidad: Investigación.
JURADO LUZ KARIME CORONEL RUIZ
JUAN MANUEL VILLA CARRERO
ALVARO ENRIQUE MALDONADO MONTAGUT

DIRECTOR: BIERMAN SUAREZ MARTINEZ


NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN	A. M. L.
LEIDDY KATHERINE GALEANO SOLANO	4.7	MERITORIA
YENNY MARCELA BAYONA SOLANO	4.7	MERITORIA



LUZ KARIME CORONEL RUIZ



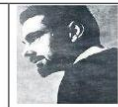
JUAN MANUEL VILLA CARRERO



ALVARO ENRIQUE MALDONADO MONTAGUT



CARMEN XIOMARA DIAZ FUENTES
Directora Comité Curricular



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA
LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y LA PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Cúcuta,

Señores

BIBLOTECA EDUARDO COTE LAMUS
Cúcuta

Cordial saludo:

Leiddy Katherine Galeano Solano y Yenny Marcela Bayona Solano, identificadas con la C.C. N° 1090485602 y 1090500482 respectivamente, autoras del trabajo de grado titulado *“Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos pet, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana”* presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar al título de arquitecta; autorizamos a la biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander, Eduardo Cote Lamus, para que con fines académicos, muestre a la comunidad en general a la producción intelectual de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet etc.; y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Lo anterior, de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la ley 1982 y el artículo 11 de la decisión andina 351 de 1993, que establece que **“los derechos morales del trabajo son propiedad de los autores”**, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Leiddy Katherine Galeano Solano
C.C. 1090485602

Yenny Marcela Bayona Solano
C.C. 1090500482

Dedicatoria

Dedico este trabajo primeramente a Dios por hacer realidad este sueño.

A mis padres Stella y Rodolfo, por su amor, quienes con su esfuerzo y sacrificio me permitieron llegar hasta aquí, y por su apoyo incondicional; a mi compañero de vida Oscar, por su constante amor y compañía; a mis hermanas Yeini y Paola por estar siempre presentes; a mis abuelos maternos por su apoyo moral y ejemplo, y paternos los cuales ya no se encuentran presentes en el mundo, tíos y demás familiares, quienes me han apoyado y dado fuerzas para salir adelante y alcanzar mis metas.

Leiddy Katherine Galeano Solano.

Dedico este trabajo a Dios, por permitirme hacer realidad este sueño.

A mis padres Lucila y Jorge, pilares fundamentales de mi vida que me ayudaron a salir adelante, por su tiempo y esfuerzo, a mis hermanos Carolina y Sergio, a mi sobrino Samuel; por sus palabras de apoyo; a mi compañero de vida Johan por su amor, apoyo y entusiasmo, y demás personas cercanas que contribuyeron de una u otra manea para poder alcanzar esta meta.

Yenny Marcela Bayona Solano.

Agradecimientos

Este proyecto de investigación no se hubiese llevado a cabo sin la colaboración de algunas personas que con su aporte contribuyeron al desarrollo y culminación del mismo.

Agradecemos especialmente a nuestro director de tesis Msc. Bierman Suarez Martinez, por su tiempo, dedicación, paciencia, y por habernos orientado en todo momento que necesitamos sus consejos, y dar forma a las ideas del proyecto.

A los maestros del programa de Arquitectura, cuyo aporte en cada una de las áreas fue fundamental para nuestro proceso formativo.

Agradecemos a las instituciones cuyo recurso humano y tecnológico permitieron la realización de este proyecto

A la universidad de Pamplona programa de Ingeniera Mecánica

Al programa de Ingeniería mecánica de la UFPS

Laboratorio de resistencia de materiales de la UFPS

Tejar de Pescadero SAS

German Galindo Ecostretch

Tejar Margres

Contenido

	pág.
Introducción	32
1. Problema	33
1.1 Titulo	33
1.2 Planteamiento del Problema	33
1.3 Causas y Consecuencias	36
1.4 Pregunta Problematicadora	36
1.5 Justificación del Problema	37
1.6 Objetivos	39
1.6.1 Objetivo general	39
1.6.2 Objetivos específicos	39
2. Marco Referencial	40
2.1 Marco Contextual	40
2.1.1 Industria Arcillera	40
2.1.2 Contextualización del problema, ubicación y límite territorial	46
2.1.2.1 Población	48
2.1.2.2 Clúster arcillas competitivas – Norte de Santander	48
2.1.3 Arcilla de Colombia	69
2.1.4 Otras Ladrilleras o tejares que no forman parte de la asociación de Induarcillas.	70
2.2 Plásticos PET	75
2.2.1 Fadelplast S.A.S	83
2.2.2 Iberplast S.A.S	83
2.2.3 Isoplasticos	84

2.2.4 Occiplast (Occidental de Plásticos S.A.)	85
2.2.5 Paraplasticos S.A.S	85
2.2.6 Plastank Colombia LTDA	85
2.2.7 Colplast	85
2.2.8 Tromoplas S.A	86
2.2.9 Dicoplast S.A.S	86
2.2.10 Industrias Estra S.A	86
2.2.11 SM Plásticos	86
2.2.12 Plaspét.	86
2.2.13 Coenplas	86
2.2.14 Corplas	86
2.2.15 Ecoplas	88
2.2.16 Aproplast	88
2.2.17 Acebri	89
2.2.18 Petpack	89
2.2.19 Biocirculo	89
2.2.20 Cempre (Compromiso empresarial para el reciclaje)	91
2.2.21 Ekored	91
2.2.22 Ecobot	91
2.3 Resultados Obtenidos	95
2.3.1 Resultados Obtenidos de las Recicladoras	95
2.3.1.1 Materiales	95
2.3.1.2 Proceso de reciclaje	97
2.3.1.3 Lugares de recolección de material	98

2.3.1.4 Cultura de reciclaje	99
2.3.2 Resultados obtenidos de las arcilleras	101
2.3.2.1 Experiencia de la empresa	101
2.3.2.2 Productividad	102
2.3.2.3 Innovación	105
2.3.3 Caracterización de material compuesto PET –vidrio	106
2.3.4 Ladrillos elaborados en plástico reciclado (PET) para mampostería no portante	107
2.3.5 Elaboración de bloques de cemento reutilizando el plástico tereftalato de polietileno (PET) como alternativa sostenible para la construcción	108
2.3.6 Paneles de plástico reciclado para muros divisorios en viviendas modulares prefabricadas	108
2.3.7 Caracterización físico-mecánica de biocompuestos a partir de fibras de guadua (Angustifolia Kunth) con polímeros como sustituto de materiales de construcción	109
2.3.8 Efectos de la adición de polvos de cascarilla de arroz en las propiedades mecánicas y térmicas de un material compuesto a base de polvos de arcilla atomizados, elaborado por proceso de extrusión	110
2.3.9 German Galindo Ecostretch	111
2.4 Marco Teórico	112
2.5 Marco Conceptual	117
2.6 Marco Normativo	141
2.6.1 Marco legal	141
3. Diseño Metodológico	145
3.1 Materias Primas Empleadas	147
3.1.1 Matriz de polvo de arcilla	147

3.1.2 Refuerzo de residuos PET	149
3.2 Pruebas de Laboratorio a Realizar	153
3.3 Proceso de Experimentación para la Obtención Del Diseño de Mezcla	154
3.3.1 Prueba n. ° 1	155
3.3.1.1 Compresión de baldosines de cemento – Mezcla A 50% arcilla y 50% PET granulado	157
3.3.1.2 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 50% arcilla y 50% PET granulado	161
3.3.2 Prueba N. ° 2	163
3.3.2.1 Flexión y compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla C 50% arcilla y 50% PET granulado	164
3.3.3 Prueba N. ° 3	167
3.3.3.1 Flexión y compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla C 85% arcilla y 15% PET granulado	168
3.3.4 Prueba N. ° 4	172
3.3.4.1 Proceso estándar utilizado en la fabricación del compuesto	176
3.3.5 Prueba N. ° 5	177
3.3.5.1 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado	177
3.3.6 Prueba N. ° 6	181
3.3.6.1 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado	181
3.3.7 Prueba N. ° 7	184
3.3.7.1 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y	

40% PET granulado	184
3.3.7.2 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y	
40% PET granulado	187
3.3.8 Prueba N. ° 8	191
3.3.8.1 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla C 85% arcilla y	
15% PET granulado	191
3.3.8.2 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 70% arcilla y	
30% PET granulado	193
3.3.8.3 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y	
40% PET granulado	196
3.3.8.4 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y	
40% PET granulado	198
3.3.8.5 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y	
40% PET granulado	200
3.3.8.6 Experimento para probeta curva de flexión	202
3.3.9 Prueba N. ° 9	204
3.3.9.1 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y	
40% PET granulado	204
3.3.10 Prueba N. ° 10	206
3.3.10.1 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla	
y 40% PET granulado. Muestra N. ° 1	206
3.3.10.2 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y	
40% PET granulado. Muestra N. ° 1	208
3.3.11 Prueba N. ° 11	209

3.3.11.1 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. Muestra N. ° 2	209
3.3.11.2 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. Muestra N. ° 3	211
3.3.11.3 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. Muestra N.° 2	213
3.3.12 Prueba N. ° 12	215
3.3.12.1 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado	215
3.3.12.2 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado	218
3.3.13 Prueba N. ° 13	220
3.3.13.1 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Muestra N°1	220
3.3.14 Prueba N. ° 14	223
3.3.14.1 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Muestra N. ° 1	223
3.3.14.2 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Muestra N. ° 2	225
3.3.15 Prueba N. ° 15	227
3.3.15.1 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado	227
3.3.15.2 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Muestra N.° 2	229

3.3.15.3 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. Muestra N. ° 3	231
3.3.15.4 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Muestra N. ° 3	233
3.3.16 Prueba N. ° 16	235
3.3.16.1 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Muestra 3	235
3.4 Método de Caracterización	237
3.4.1 Pruebas de compresión	238
3.4.2 Pruebas de flexión	239
3.4.3 Ces – Edupack	241
3.4.4 Software de Simulación Ansys	242
3.4.5 Pruebas de color, acabado y pego del material	242
4. Resultados y Discusión	243
4.1 Caracterización Físico Mecánica del Material Compuesto	243
4.1.1 Temperatura exotérmica	244
4.2 Selección de Probetas para Realizar Las Pruebas de Laboratorio	246
4.2.1 Pruebas de compresión para mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado	247
4.2.2 Pruebas de compresión para mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado	248
4.2.3 Pruebas de flexión para mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado	249
4.2.4 Pruebas de flexión para mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado	250
4.3 Resistencia Mecánica a la Compresión	251
4.4 Resistencia Mecánica a la Flexión	253
4.5 Selección de Materiales (Ces – Edu Pack)	254

4.5.1 Proceso de diseño de las piezas aplicadas a la arquitectura y la construcción	258
4.6 Simulaciones en ANSYS	260
4.7 Pruebas de Color, Acabado y Pego del Material	270
4.7.1 Pruebas con PET de colores	270
4.7.1.1 Pet verde	270
4.7.1.2 Pet marrón	272
4.7.2 Pruebas con aditivos	275
4.7.2.1 Anilina vegetal	275
4.7.2.2 Óxido de hierro	277
4.7.3 Pruebas de pego	280
4.7.3.1 Prueba de pego con cemento	280
4.7.3.2 Prueba de pego con silicona	280
4.7.4 Acabados según el material del molde	281
5. Futuros Trabajos de Investigación	283
6. Conclusiones	284
7. Recomendaciones	286
Referencias Bibliográficas	288
Anexos	306

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. Problema, causas y consecuencias	36
Figura 2. Participación en el mercado Nacional. Diagnóstico de la industria ladrillera en el país	43
Figura 3. Exportaciones de material cerámico	44
Figura 4. Destino de exportaciones de Norte de Santander	45
Figura 5. Proceso de cocción	46
Figura 6. Ubicación de Cúcuta y su área metropolitana	48
Figura 7. Tipos de productos fabricados en empresas arcilleras Norte de Santander	49
Figura 8. Ubicación de empresas fabricantes de cerámica en el departamento	50
Figura 9. Mercados de participación de Norte de Santander	50
Figura 10. Georreferenciación de algunas empresas que conforman el cluster de arcillas competitivas	51
Figura 11. Muestra catálogo de arcillas San Simón y sus especificaciones	53
Figura 12. Muestra de catálogo de productos ofertados del tejar de Arcillas del Rosario.2016	57
Figura 13. Muestra de catálogo de productos ofertados del tejar de Pescadero	64
Figura 14. Muestra catálogo de productos Andiker, J 3000	65
Figura 15. Muestra catálogo de productos Gresco N.S.Ltda	68
Figura 16. Muestra catálogo de productos de Tejar Santa Teresa y sus especificaciones	71
Figura 17. Muestra catálogo de productos de Margres y sus especificaciones	74
Figura 18. Estructura química del PET	75
Figura 19.¿Cuánto plástico hay?	78

Figura 20. Botellas de bebidas, una marea de plástico que crece	78
Figura 21. Océano de plástico, Jambeck Science febrero 2015, UNEP	79
Figura 22. Proceso de creación – fabricación de la pieza plástica	84
Figura 23. Georreferenciación de algunas recicladoras de la ciudad de san José de Cúcuta	94
Figura 24. Materiales que se reciclan en las empresas	95
Figura 25. Cantidad de material reciclado mensualmente	96
Figura 26. Proceso de reciclaje empleado	97
Figura 27. Lugares de recolección de material	98
Figura 28. Falta de cultura de reciclaje	99
Figura 29. Qué hace falta para mejorar el proceso de reciclaje?	100
Figura 30. Experiencia de la empresa	101
Figura 31. Alcance que tienen los productos	102
Figura 32. Medios que se utilizan para conocer las necesidades del mercado	103
Figura 33. Actualización de la gama de productos de las arcilleras	104
Figura 34. Criterios para lanzar o sacar un producto	105
Figura 35. Medidas para disminuir el impacto ambiental	106
Figura 36. Horno tipo colmena con detalle de condensador	125
Figura 37. Definición grafica de material compuesto	127
Figura 38. Tipos de materiales compuestos según el refuerzo	127
Figura 39. Formula química del polietileno	131
Figura 40. Representación gráfica del peso bruto	132
Figura 41. Representación gráfica del peso neto	132
Figura 42. Representación gráfica del peso tara	133
Figura 43. Refuerzos de tipo continuo para materiales compuestos	139

Figura 44. Metodología empleada para la obtención del material compuesto	146
Figura 45. Materias primas usadas en la realización del compuesto	147
Figura 46. Ubicación del Tejar de Pescadero S.A.S	148
Figura 47. Ubicación de la Institución Educativa Colegio Eustorgio Colmenares Baptista	149
Figura 48. Herramienta manual elaborada para obtener el PET de la botella a manera de tira	150
Figura 49. Proceso de extracción del PET granulado	150
Figura 50. Peso de las botellas PET y cantidad aprovechada según su tamaño	151
Figura 51. Tamaño aproximado de las probetas según la norma NTC 4017	154
Figura 52. Tamaño y peso de los moldes realizados en acero inoxidable, usados para la fabricación de las probetas de laboratorio	154
Figura 53. Peso de los moldes vacíos para flexión y compresión (peso tara)	155
Figura 54. Pesaje de los moldes con polvo de arcilla, para flexión y compresión (peso bruto)	156
Figura 55. Elementos utilizados en la prueba N. ° 1.1 y 1.2	158
Figura 56. Proceso de elaboración de las probetas en las pruebas N. ° 1, 2, y 3	158
Figura 57. Preparación de la pasta prueba N. ° 1.1	158
Figura 58. Proceso de conformado prueba N. ° 1.1	159
Figura 59. Proceso de cocción prueba N. ° 1.1	159
Figura 60. Proceso de desmoldado prueba N. ° 1.1	160
Figura 61. Tiempo de cocción prueba N. ° 1.1	160
Figura 62. Preparación de la pasta prueba N. ° 1.2.	161
Figura 63. Proceso de conformado prueba N. ° 1.2	162
Figura 64. Proceso de cocción prueba N°1.2	162
Figura 65. Proceso de desmoldado prueba N°1.2	163

Figura 66. Tiempo de cocción prueba N. ° 1.2	163
Figura 67. Elementos utilizados en las pruebas N. ° 2 y 3	164
Figura 68. Proceso de conformado prueba N. ° 2.1	164
Figura 69. Proceso de cocción prueba N. ° 2	165
Figura 70. Proceso de desmoldado para compresión prueba N. ° 2	166
Figura 71. Proceso de desmoldado para flexión prueba N. ° 2.	166
Figura 72. Tiempo de cocción prueba N. ° 2	166
Figura 73. Elementos utilizados en la prueba N. ° 3	167
Figura 74. Proceso de humectación de la arcilla para realizar la prueba N. ° 3	168
Figura 75. Proceso de preparación de la pasta prueba N. ° 3	170
Figura 76. Proceso de conformado de probetas prueba N. ° 3	170
Figura 77. Proceso de cocción prueba N. ° 3	171
Figura 78. Proceso de secado y resultado final prueba N. ° 3	172
Figura 79. Tiempo de cocción prueba N. ° 3	172
Figura 80. Elementos utilizados en la prueba N. ° 4	173
Figura 81. Preparación de la pasta prueba N. ° 4	173
Figura 82. Proceso de cocción prueba N. ° 4	174
Figura 83. Conformado por vaciado prueba N. ° 4	174
Figura 84. Proceso de secado prueba N. ° 4	175
Figura 85. Gráfico de resultado final prueba N. ° 4	175
Figura 86. Proceso estándar utilizado para la conformación del compuesto	176
Figura 87. Proceso de elaboración de probetas prueba N. ° 5 a prueba N. ° 16	177
Figura 88. Elementos utilizados en la prueba N. ° 5	177
Figura 89. Preparación de la pasta prueba N. ° 5.1	178

Figura 90. Proceso de cocción prueba N. ° 5.1	179
Figura 91. Proceso de conformado prueba N. ° 5.1	180
Figura 92. Proceso de secado prueba N. ° 5.1	180
Figura 93. Gráfico de resultado final prueba N. ° 5.1	181
Figura 94. Elementos utilizados en la prueba N. ° 6	182
Figura 95. Proceso de cocción prueba N. ° 6.1.	182
Figura 96. Proceso de conformado prueba N. ° 6.1	183
Figura 97. Proceso de secado prueba N. ° 6.1	183
Figura 98. Gráfico de resultado final prueba N. ° 6.1	184
Figura 99. Elementos utilizados en las pruebas N. ° 7 a N. ° 16	184
Figura 100. Proceso de cocción prueba N. ° 7.1	185
Figura 101. Proceso de conformado prueba N. ° 7.1	186
Figura 102. Proceso de secado prueba N. ° 7.1	186
Figura 103. Gráfico de resultado final prueba N. ° 7.1	187
Figura 104. Preparación de la pasta prueba N. ° 7.2	188
Figura 105. Proceso de cocción prueba N. ° 7.2	189
Figura 106. Proceso de conformado prueba N. ° 7.2	189
Figura 107. Proceso de secado prueba N. ° 7.2	190
Figura 108. Gráfico de resultado final prueba N. ° 7.2	190
Figura 109. Proceso de cocción prueba N. ° 8.1	192
Figura 110. Gráfico de resultado final prueba N. ° 8.1	192
Figura 111. Proceso de cocción prueba N. ° 8.2	194
Figura 112. Proceso de conformado prueba N. ° 8.2	194
Figura 113. Proceso de secado prueba N. ° 8.2	195

Figura 114. Gráfico de resultado final prueba N. ° 8.2	195
Figura 115. Proceso de cocción prueba N. ° 8.3	196
Figura 116. Proceso de conformado prueba N. ° 8.3	197
Figura 117. Proceso de secado prueba N. ° 8.3	197
Figura 118. Gráfico de resultado final prueba N. ° 8.3	198
Figura 119. Proceso de cocción prueba N. ° 8.4	199
Figura 120. Proceso de conformado prueba N. ° 8.4	200
Figura 121. Preparación de la pasta prueba N. ° 8.4	200
Figura 122. Proceso de cocción N. ° 8.5	201
Figura 123. Proceso de conformado prueba N. ° 8.5	201
Figura 124. Proceso de secado prueba N. ° 8.5.	202
Figura 125. Preparación de la pasta prueba N. ° 8.5	202
Figura 126. Experimento con la probeta de la prueba N. ° 8.5	203
Figura 127. Proceso de cocción prueba N. ° 9.1	204
Figura 128. Proceso de secado prueba N. ° 9.1.	205
Figura 129. Gráfico de resultado final prueba N. ° 9.1	205
Figura 130. Proceso de cocción prueba N. ° 10.1	206
Figura 131. Proceso de secado prueba N. ° 10.1	207
Figura 132. Gráfico de resultado final prueba N. ° 10.1	207
Figura 133. Proceso de cocción prueba N. ° 10.2	208
Figura 134. Proceso de secado prueba N. ° 10.2	209
Figura 135. Gráfico de resultado final prueba N. ° 10.2	209
Figura 136. Proceso de cocción prueba N. ° 11.1.	210
Figura 137. Proceso de secado prueba N. ° 11.1	211

Figura 138. Gráfico de resultado final prueba N. ° 11.1	211
Figura 139. Proceso de cocción prueba N. ° 11.2	212
Figura 140. Proceso de secado prueba N. ° 11.2	213
Figura 141. Gráfico de resultado final prueba N. ° 11.2	213
Figura 142 .Proceso de cocción N. ° 11.3	214
Figura 143 .Proceso de secado prueba N. ° 11.3	215
Figura 142. Gráfico de resultado final prueba N. ° 11.3	215
Figura 143. Proceso de cocción prueba N. ° 12.1	217
Figura 144. Proceso de secado prueba N. ° 12.1	217
Figura 145. Gráfico de resultado final prueba N. ° 12.1	218
Figura 146. Proceso de cocción prueba N. ° 12.2	219
Figura 147. Proceso de secado prueba N. ° 12.2	220
Figura 148. Gráfico de resultado final prueba N. ° 12.2	220
Figura 149. Proceso de cocción prueba N. ° 13.1	221
Figura 150. Proceso de secado prueba N. ° 13.1	222
Figura 151. Gráfico de resultado final prueba N. ° 13.1	222
Figura 152. Elementos utilizados en las pruebas N. ° 14 a N. ° 16	223
Figura 153. Proceso de cocción prueba N. ° 14.1	224
Figura 154. Proceso de conformado prueba N. ° 14.1	224
Figura 155. Proceso de secado prueba N. ° 14.1	225
Figura 156. Gráfico de resultado final prueba N. ° 14.1	225
Figura 157. Proceso de cocción prueba N. ° 14.2	226
Figura 158. Proceso de secado prueba N. ° 14.2	227
Figura 159. Gráfico de resultado final prueba N. ° 14.2	227

Figura 160. Proceso de cocción prueba N. ° 15.1	228
Figura 161. Proceso de secado prueba N. ° 15.1	229
Figura 162. Gráfico de resultado final prueba N. ° 15.1	229
Figura 163. Proceso de cocción prueba N. ° 15.2	230
Figura 164. Proceso de secado prueba N. ° 15.2	231
Figura 165. Gráfico de resultado final prueba N. ° 15.2	231
Figura 166. Proceso de cocción N. ° 15.3	232
Figura 167. Proceso de secado prueba N. ° 15.3	233
Figura 168. Gráfico de resultado final prueba N. ° 15.3	233
Figura 169. Proceso de cocción prueba N. ° 15.4	234
Figura 170. Proceso de secado prueba N. ° 15.4	235
Figura 171. Gráfico de resultado final prueba N. ° 15.4	235
Figura 172. Proceso de cocción prueba N. ° 16.1	236
Figura 173. Proceso de secado prueba N. ° 16.1	237
Figura 174. Gráfico de resultado final prueba N. ° 16.1	237
Figura 175. Equipos evaluadores de la resistencia mecánica	238
Figura 176. Ensayo de la resistencia mecánica a la compresión	239
Figura 177. Ensayo de la resistencia mecánica a la flexión	240
Figura 178. Interfase del Software CES EduPack	241
Figura 179. Interface del Software ANSYS	242
Figura 180. Proceso de conformado de probetas	244
Figura 181. Temperaturas exotérmicas en el proceso de cocción para mezcla A 60/40	244
Figura 182. Temperaturas exotérmicas en el proceso de secado para mezcla A 60/40.	245
Figura 183. Temperaturas exotérmicas en el proceso de cocción para mezcla B 50/50	245

Figura 184. Temperaturas exotérmicas en el proceso de secado para mezcla B 50/50	246
Figura 185. Ensayo de la resistencia mecánica a la compresión 60/40 muestra N°1	248
Figura 186. Ensayo de la resistencia mecánica a la compresión 50/50 muestra N°1	249
Figura 187. Ensayo de la resistencia mecánica a la flexión 60/40 muestra N. ° 2	250
Figura 188. Ensayo de la resistencia mecánica a la flexión 50/50 muestra N° 1.	251
Figura 189. Resistencia mecánica a la compresión de la mezcla A 60/40 y B 50/50	252
Figura 190. Resistencia mecánica a la flexión de la mezcla A 60/40 y B 50/50	253
Figura 191. Grafica de representación en CesEduPack de la flexión Vs compresión	255
Figura 192. Grafica de resultados obtenidos en el primer filtro	256
Figura 193. Acercamiento de los límites del primer filtro	257
Figura 194. Acercamiento de los límites del segundo filtro	258
Figura 195. Proceso de diseño de piezas	259
Figura 196. Grafica de visualización del archivo CAD con la pieza diseñada en 3D	260
Figura 197. Promedio de resultados de laboratorio para compresión diseño de mezcla 50/50	261
Figura 198. Selección de los cuatro primeros datos de la tabla	262
Figura 199. Grafica de aplicación de cargas	264
Figura 200. Interfaz de ANSYS en la selección del Static Structural	265
Figura 201. Gráfica de propiedades de materiales añadidos a la base de datos de ANSYS	266
Figura 202. Gráfica de la geometría de la pieza en ANSYS	266
Figura 203. Gráfica de asignación del material al muro en el software ANSYS	267
Figura 204. Gráfica de generación de mallados para el muro divisorio en ANSYS	267
Figura 205. Gráfica de tabla de valores analizados en ANSYS	268
Figura 206. Gráfica de valores en deformación total en ANSYS	269
Figura 207. Gráfica de valores en esfuerzo en ANSYS	269

Figura 208. Gráfica de valores en factor de seguridad en ANSYS	270
Figura 209. Preparación de la pasta prueba Pet verde	270
Figura 210. Proceso de cocción prueba Pet verde	271
Figura 211. Proceso de secado prueba Pet verde	271
Figura 212. Gráfico de resultado final prueba Pet verde	272
Figura 213. Preparación de la pasta prueba Pet marrón	272
Figura 214. Proceso de cocción prueba Pet marrón	273
Figura 215. Proceso de secado prueba Pet marrón	274
Figura 216. Gráfico de resultado final prueba Pet marrón	274
Figura 217. Preparación de la pasta prueba anilina vegetal	275
Figura 218. Proceso de cocción prueba anilina vegetal	276
Figura 219. Proceso de secado prueba anilina vegetal	276
Figura 220. Gráfico de resultado final prueba anilina vegetal	277
Figura 221. Preparación de la pasta prueba óxido de hierro	277
Figura 222. Proceso de cocción prueba óxido de hierro	278
Figura 223. Proceso de secado prueba óxido de hierro	279
Figura 224. Gráfico de resultado final prueba anilina vegetal	279
Figura 225. Prueba de pego con cemento	280
Figura 226. Prueba de pego con silicona	281
Figura 227 Acabados de acuerdo al material del molde	282

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. Principales exportadores de arcilla a nivel mundial	42
Tabla 2. Muestra de productos Catalogo San Simón	52
Tabla 3. Muestra de productos catalogo cerámica Andina	54
Tabla 4. Muestra de productos catalogo Merkagres	54
Tabla 5. Muestra de catálogo Arcillas Zuligres	55
Tabla 6. Muestra de Catálogo de productos de Ladrillera Sigma	56
Tabla 7. Muestra de catálogo de productos Tejar de arcillas del Rosario	56
Tabla 8. Muestra de catálogo de productos Cerámica Italia	58
Tabla 9. Muestra de catálogo de productos Ladrillera Casablanca	59
Tabla 10. Muestra de catálogo de productos Ladrillera Cúcuta	60
Tabla 11. Muestra de catálogo de productos Ladrillera Ocaña	61
Tabla 12. Muestra de catálogo de productos La Fattoria	61
Tabla 13. Muestra de catálogo de productos Preconcretos	62
Tabla 14. Muestra de catálogo de productos Zuligres	62
Tabla 15. Muestra de catálogo de productos Tejar de Pescadero	63
Tabla 16. Muestra de catálogo de productos Incolgres LTDA	65
Tabla 17. Muestra de catálogo de productos Ladrillera Norsan	66
Tabla 18. Muestra de catálogo de productos Tejar Los Vados	67
Tabla 19. Muestra de catálogo de productos Ladrillera el Topacio	67
Tabla 20. Muestra de catálogo de productos Cristalvi	69
Tabla 21. Muestra de catálogo de productos Bloques y Ladrillos	69
Tabla 22. Muestra de catálogo de productos Arcillas de Colombia	70

Tabla 23. Muestra de catálogo de productos Tejar Santa Teresa	71
Tabla 24. Muestra de catálogo de productos Tejar Santa Rosa Ltda	72
Tabla 25. Muestra de catálogo de productos Tejar Santa Rita	72
Tabla 26. Muestra de catálogo de productos Tejar San Gerardo	73
Tabla 27. Propiedades de la arcilla empleada en la realización del compuesto	148
Tabla 28. Propiedades mecánicas del Pet a 23°C	151
Tabla 29. Propiedades térmicas del Pet	152
Tabla 30. Propiedades eléctricas del Pet	152
Tabla 31. Propiedades químicas del Pet	153
Tabla 32. Formulaciones iniciales para la experimentación (relación volumétrica)	155
Tabla 33. Cálculo de capacidad de material para probeta de compresión	156
Tabla 34. Cálculo de capacidad de material para probeta de flexión	156
Tabla 35. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para compresión	157
Tabla 36. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para Flexión	157
Tabla 37. Nuevas formulaciones realizadas para la experimentación (relación volumétrica)	168
Tabla 38. Cálculo de capacidad de material para probeta de compresión	168
Tabla 39. Cálculo de capacidad de material para probeta de flexión	169
Tabla 40. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para compresión	169
Tabla 41. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para Flexión	169
Tabla 42. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para compresión	178
Tabla 43. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para Flexión	178
Tabla 44. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para Flexión	185
Tabla 45. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para compresión	187
Tabla 46. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para Flexión	191

Tabla 47. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para Flexión	198
Tabla 48. Formulaciones finales para la experimentación del diseño de mezcla (relación volumétrica)	203
Tabla 49. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para compresión	203
Tabla 50. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para compresión	205
Tabla 51. Selección de probetas para mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado	247
Tabla 52. Selección de probetas para mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado	247
Tabla 53. Promedio de resultados de resistencia mecánica	254

Lista de Anexos

	pág.
Anexo 1. Ficha técnica de la arcilla	307
Anexo 2. Ficha técnica del PET	308
Anexo 3. Resultado de análisis ensayos de Compresión de baldosines de cemento NTC 4017	310
Anexo 4. Resultado de análisis ensayos de Flexión de baldosines de cemento NTC 4017	316
Anexo 5. Trabajo de campo	322
Anexo 6. Encuestas ladrilleras	324

Resumen

Desde tiempos prehistóricos la humanidad descubrió las propiedades de la arcilla y desde entonces ha sido utilizada para solventar sus necesidades en diferentes aspectos; como la alfarería, decoraciones, edificaciones en tapia, adobe y posteriormente ladrillo, cabe destacar que la arcilla es un material que a lo largo de la historia ha tenido gran importancia en la vida de los seres humanos; siendo un elemento de construcción representativo cuyo uso aún perdura en el tiempo; por tal motivo la realización de este proyecto, plantea la posibilidad de utilizar una matriz de arcilla, destacando este elemento como materia prima representativa de la región con el fin de generar un compuesto, reforzado con gránulos de Tereftalato de polietileno (PET) que por sus características y propiedades mecánicas ofrece un compuesto que puede ser liviano y reutilizable. Con el objetivo de obtener un nuevo material que iguale o mejore las propiedades de la arcilla pura, contemplando la posibilidad de su uso en distintas áreas en el campo de la construcción, pero que tenga como valor agregado un menor costo de producción, así como menor impacto ambiental y consumo energético, además de propiedades mecánicas y térmicas verificables, que respalden su uso y con el propósito final de generar nuevo conocimiento en el área de la investigación de nuevos materiales en el área de la construcción. Dejando planteado según los resultados, la incorporación de nuevas matrices cuyo origen pueda ser de origen natural como el (PLA) para generar un Green composite, o la utilización de otros productos de reciclaje de desechos industriales plásticos.

Abstract

Since prehistoric times, humanity discovered the properties of clay and since then it has been used to solve its needs in different aspects; such as pottery, decorations, brick buildings, adobe and later brick, it should be noted that clay is a material that throughout history has had great importance in the lives of human beings; being a representative building element whose use still lasts over time; for this reason, the realization of this project raises the possibility of using a clay matrix, highlighting this element as a representative raw material of the region in order to generate a compound, reinforced with granules of Polyethylene Terephthalate (PET) that due to its characteristics and mechanical properties offers a compound that can be light and reusable. With the aim of obtaining a new material that equals or improves the properties of pure clay, considering the possibility of using it in different areas in the construction field, but with the added value of a lower production cost, as well as less environmental impact and energy consumption, in addition to verifiable mechanical and thermal properties, that support its use and with the final purpose of generating new knowledge in the area of research of new materials in the area of construction. Leaving raised according to the results, the incorporation of new matrices whose origin may be of natural origin such as (PLA) to generate a Green composite, or the use of other plastic industrial waste recycling products.

Introducción

La arcilla es un material que a lo largo de la historia ha tenido gran importancia en la vida de los seres humanos. Desde tiempos prehistóricos la humanidad descubrió las propiedades de la arcilla y desde entonces ha sido utilizada para hacer objetos de alfarería, uso cotidiano o decorativo, para construir edificaciones en tapia, adobe y posteriormente ladrillo, es un elemento de construcción cuyo uso aún perdura en el tiempo, siendo el más utilizado para hacer muros y paredes. Además, cabe destacar que la arcilla es el sector más representativo de la industria en el departamento.

Por otra parte, actualmente en Colombia se presenta hoy en día un alto índice de contaminación y producción de desechos, donde uno de los mayores factores contaminantes son los plásticos, especialmente aquellos residuos PET que han sido olvidados sin darles importancia alguna, terminando en vertederos o tiraderos municipales.

Debido a esto, el proyecto consiste en proponer un material, con matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, logrando un aprovechamiento tanto de la materia prima (arcilla) como componente que da identidad a la ciudad y al departamento; así como de los residuos PET, de esta manera se pretende mitigar el impacto ambiental generado por ambos componentes, y direccionando a la industria departamental por un camino hacia producciones limpias y amigables con el medio ambiente.

Toda esta investigación está enmarcada dentro de los objetivos del grupo Grama en investigación de materiales.

1. Problema

1.1 Título

CARACTERIZACIÓN DE UN MATERIAL DE MATRIZ DE ARCILLA Y REFUERZO DE RESIDUOS PET, COMO SOLUCIÓN AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE CÚCUTA Y EL CASCO URBANO DE SU AREA METROPOLITANA

1.2 Planteamiento del Problema

La degradación ambiental en el mundo que viene en aumento hace algunas décadas, afecta altamente a la naturaleza, causante de esto se encuentran acciones realizadas por el hombre en la propia destrucción de su hábitat como, la explotación de recursos naturales, la contaminación atmosférica, el agotamiento de las fuentes hídricas, el alto consumismo acelerado, el derroche de las materias primas en los sectores industriales, entre otros factores. Actualmente uno de los mayores contaminantes son los plásticos, especialmente aquellos residuos PET; la incidencia de estos con el desarrollo social y material del ser humano, es mayor cada día, pues la sociedad de consumo nos lleva a ver que la vida debe ser más fácil a medida que el consumismo aumenta.

Cabe destacar que una botella PET tarda alrededor de 700 años en desintegrarse, lo que las convierte en los objetos plásticos más contaminantes del planeta.

En Colombia se presenta hoy en día un alto índice de contaminación y producción de desechos, de los cuales gran cantidad son plásticos que han sido olvidados sin darles importancia alguna, terminando en los vertederos o tiraderos municipales. Se ha comprobado que, de 9 millones de toneladas de desechos producidos anualmente, el 45% son plásticos, y a nivel departamental se producen 14 mil toneladas de las cuales el 70% son reciclables. Como ya se

había mencionado otro factor responsable de la alta contaminación ambiental es el sector de la industria, pues requiere grandes cantidades de materias primas y energía, lo cual provoca enormes cantidades de emisiones gaseosas, líquidas y sólidas a la atmósfera.

Las empresas fabricantes ejercen una fuerte presión sobre los ecologistas bajo el argumento imponente de decisión entre “bajo grado de contaminación” o pérdida de las fuentes de trabajo.

En Norte de Santander, la industria arcillera produce un alto impacto considerable, ya que podemos visualizar el grado de contaminación causado por la quema de combustibles y el proceso de cocción de las piezas, trayendo efectos negativos en el medio ambiente por la producción de gases de efecto invernadero y la lluvia ácida (17% de los índices de contaminación generados por la industria manufacturera y el sector de la construcción).

Adicional a esto, hay una contaminación hídrica donde el 12,7% de los residuos terminan en los diferentes cuerpos de agua produciendo un desperdicio ya que no se realiza un reciclaje de las aguas residuales, 5% de niveles de contaminación del suelo, debido a la falta de conciencia por parte de las empresas de esta industria, ya que los residuos son desechados directamente sobre el mismo, sin importar el desequilibrio ecológico que esto produce.

Cabe mencionar también que la industria no le apuesta a invertir en procesos de investigación de materiales innovadores tomados como alternativos y, que por otra parte, los entes gubernamentales no tienen un compromiso para responsabilizarse por la falta directa de inculcar una cultura ambientalista tanto a los ciudadanos como a las industrias en pro del ambiente como posibilidades de desarrollo territorial, comercial, y social; así como también estos entes no generan ningún tipo de sinergia junto con el sector industrial que permitan potencializar ideas, eliminar técnicas rudimentarias de producción y suscitar la utilización de materiales alternos

menos contaminantes.

Es evidente la problemática que se vive actualmente con el desaprovechamiento de los residuos PET, afectando a la población del departamento (más de 1 millón de habitantes) y nacional, debido a la poca cultura de reciclaje que se presenta en el mismo, y al alto consumo de productos embotellados que agravan aún más el índice de contaminación.

Notoriamente se puede evidenciar la falta de implementación de técnicas de fabricación innovadoras por parte de las empresas de la industria arcillera, como el cambio de utilización en el prototipo de hornos industrializados de artesanal a de llama invertida, y producción de ladrillos con material alternativo como tierra orgánica o plástico PET, prensados y luego curados lo cual permite disminuir los índices de consumo energético; debido a la baja inversión en innovación, y las pocas iniciativas de gestión, para disminuir el uso de plásticos.

En la búsqueda de una construcción y producción sustentable se contemplan el uso de residuos que contribuyan a las tecnologías limpias, utilizando técnicas como el reciclaje y la reutilización, lamentablemente no se cuenta con el uso de técnicas de recolección adecuadas, debido al déficit de inversión en tratamiento de residuos visto en el departamento; pues muchas industrias no conocen los beneficios de la transformación y reutilización de desechos y el aporte al capital económico empresarial que esto puede generar.

Estas grandes problemáticas afectan a la población norte santandereana, pues en el departamento hay más de 93 empresas encargadas de la fabricación de productos arcillosos y de gres, así como también la implementación de técnicas como la denominada “4R”, reducción, recuperación, reutilización, y reciclaje, que son utilizadas por un bajo porcentaje de la población y de las empresas.

Se puede afirmar que la industria arcillera está presentando un desaprovechamiento de los materiales alternativos, dentro de los cuales se podría destacar los residuos PET, lo cual ocasiona que la industria no se desarrolle, y por el contrario se genere un estancamiento de la misma, debido a la falta de innovación y nuevas propuestas que ayuden al medio ambiente.

1.3 Causas y Consecuencias

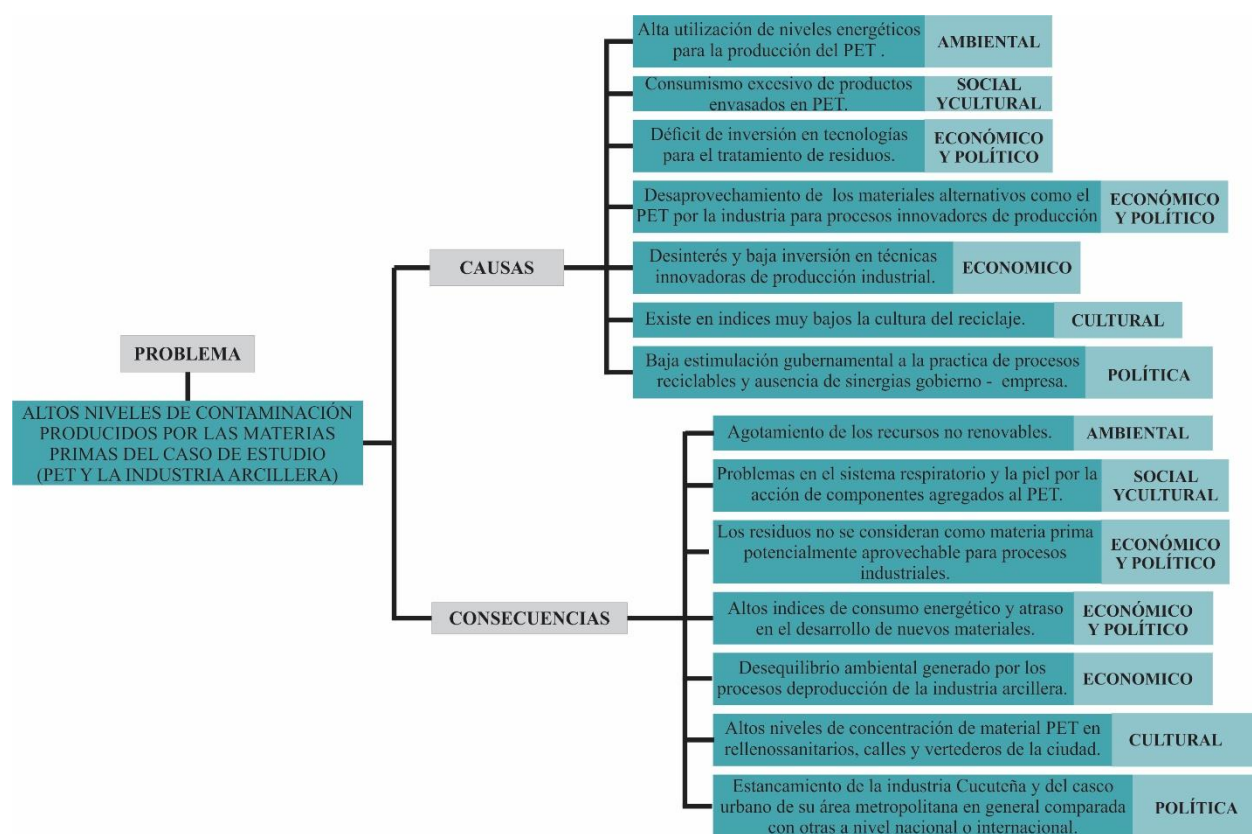


Figura 1. Problema, causas y consecuencias

1.4 Pregunta Problematicadora

¿Por qué es importante la implementación de técnicas como el reciclaje de PET y la reutilización de este en procesos industriales en la sociedad de consumo acelerado del siglo XXI de la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana y quienes son los directamente

beneficiados?

¿Cómo la producción de un material innovador compuesto por PET y arcilla puede reemplazar desde los ámbitos de producción, sostenibilidad y economía a un material convencional?

¿De qué manera la industria arcillera de la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana se ve beneficiada con la implementación de nuevas técnicas de innovación y la utilización de nuevos componentes como el PET en la obtención de nuevos productos?

1.5 Justificación del Problema

La arcilla es el material más representativo de la región norte-santandereana con un 12,8% de participación en el PIB, de esta manera, la industria arcillera así como es destacada por su participación también lo es por su contaminación, ya que genera alrededor de 23,22kg de CO₂ por m² de ladrillo o cerámica producido, lo cual contribuye al calentamiento global y a altos impactos en el cambio climático.

Por otra parte, la producción de PET y su uso descontrolado trae serias consecuencias al medio ambiente, “en su mayoría, el plástico proviene del petróleo y se estima que entre un 5% y un 7% de la producción mundial, es destinado a la producción de este material”. Para producir un kilo de plástico se requieren dos kilos de petróleo entonces vemos como esta problemática junto a la sociedad de consumo del siglo XXI va adquiriendo una mayor fuerza, según (Maldonado) “el plástico conduce a un deterioro acentuado y difícil de erradicar”, ya que es un material que toma cientos de años para degradarse, trayendo serias consecuencias ambientales.

Es importante tener conciencia de las serias y graves problemáticas que el ser humano produce al medio ambiente las cuales lo afecta de manera descomunal, y tomar serias medidas para controlar progresivamente el deterioro ambiental.

Desde la preocupación de la academia y como estudiantes de arquitectura, se concibe la idea de generar un nuevo material que fusione estos dos elementos (la arcilla como materia prima y el plástico PET), y logre disminuir la degradación ambiental causada, así como una serie de beneficios tanto para las empresas productoras como para la población común.

Basado en lo anterior, este tipo de ideas es importante implementarlas e invertir en su realización pues permiten disminuir el impacto ambiental generado ya que logran aprovechar los residuos más contaminantes del planeta como los son los plásticos PET ; teniendo en cuenta que el reciclaje del plástico es algo necesario, que aporta muchas ventajas al medio ambiente, y por consiguiente beneficios en la calidad de vida del ser humano , algunas de las ventajas es la disminución de residuos PET, ahorro de materia prima, recursos naturales, energéticos y económicos.

Además de esto, el departamento cuenta con una de las mejores arcillas a nivel internacional, según un importante productor puertorriqueño “Es un producto mejor terminado, más fino y mejor elaborado para el mercado internacional”, y al día de hoy no se cuenta con procesos de investigación de este tipo, ni proyectos considerados por los entes industrial y gubernamentales.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general. Como se muestra a continuación:

Caracterizar un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana.

1.6.2 Objetivos específicos. Como se muestra a continuación:

Analizar y determinar las diferentes ventajas y desventajas de la arcilla y los residuos PET, a nivel ambiental, de calidad y de fuentes de explotación.

Elaborar el diseño de mezcla.

Caracterizar las propiedades morfológicas y físicas del material compuesto y plantear su aplicabilidad mediante el diseño de una unidad constructiva en el campo de la arquitectura.

2. Marco Referencial

En este punto del trabajo de investigación se realizaron encuestas a empresas dedicadas al reciclaje y arcillerías ubicadas en la ciudad de Cúcuta y su área metropolitana, con el fin de analizar en qué condiciones se encuentran las mismas y qué aporte le hace al tema en estudio. Para esto se toman como muestra diez recicladoras y diez arcillerías para la realización de las encuestas mencionadas anteriormente.

2.1 Marco Contextual

2.1.1 Industria Arcillera. La arcilla normalmente se entiende como un mineral rocoso compuesto por una serie de silicatos de aluminio hidratados o feldespatos, provenientes de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias descompuestas por la meteorización o alteración hidrotermal.

Algunos de los productos elaborados con dicho mineral son:

Ladrillos y bloques

Cerámicas

Productos de belleza

Tejas y cubiertas

Artesanías

Réplicas de piezas arqueológicas

Jabones y tratamientos para el cuidado de la piel

En el sector de la construcción, la arcilla comprende actividades dedicadas a la fabricación de materiales e insumos como productos cerámicos, tabletas, bloques, ladrillos, porcelana sanitaria, entre otros.

En cuanto a la arcilla en la industria cerámica, esta tiene gran importancia por su naturaleza, ya que al mezclarse con agua adquieren formas con el quemado generando dureza y permanencia. Entre las operaciones que incluyen los productos cerámicos se encuentran:

Preparación y molienda de materia prima

Mezclado

Adición de agua u otros

Prensado

Extrusión

Colado sobre moldes

Secado

Calcinación (Levy, 2014), (Mogrovejo, Bastos & Pabón, 2015), (Rocas y Minerales, 2016), (Lagos, 2016).

A nivel internacional, entre los principales exportadores de arcillas destinadas generalmente al uso comercial e industrial se encuentran Estados Unidos y China como los líderes en el mercado mundial (arcilla no caolín y no expandida), seguidos de países como Ucrania, Alemania, entre otros con cifras considerables, tal como se muestra en la siguiente

tabla.

Tabla 1. Principales exportadores de arcilla a nivel mundial

Rango	País	Exportaciones de arcilla sin caolín 2015 (USD)
1	Estados Unidos	\$381.121.000
2	China	\$256.399.000
3	Ucrania	\$181.387.000
4	Alemania	\$161.720.000
5	España	\$94.269.000
6	India	\$78.081.000
7	Francia	\$70.204.000
8	Países Bajos	\$62.228.000
9	Turquía	\$50.199.000
10	Italia	\$39.539.000

Fuente: Ripley Believes, s.f.

Por otra parte en el ámbito internacional, en la búsqueda de materiales alternativos y siguiendo los pilares de la sostenibilidad, en países como España se desarrollan nuevos productos que incluyen la arcilla en su composición, sin necesidad de proceso de cocción, logrando así la disminución de costos energéticos, y un bajo impacto ecológico, pero no solo esto también día a día se encuentran en la búsqueda de nuevas alternativas ambientales en procesos de producción y composición de materiales como ladrillos de lana y arcilla, material PET-vidrio, entre otros (Diario de Sevilla, 2014) (Técnica Industrial, 2010).

Desde el ámbito nacional, el país se encuentra en buena posición a nivel mundial, en lo que respecta a variedad en productos de arcilla, siendo un foco de atracción para países como Brasil, Chile, España, los cuales apuntan sus miradas a los productos que aquí se están desarrollando.

De acuerdo al informe generado por PROCOLOMBIA, las oportunidades de negocio

del país, se concentran en “baldosas y losas de cerámica para pavimentación, barnizadas o esmaltadas, productos de arcilla, piedra natural, fregaderos, artículos para baño, bidés, tubos rígidos de plástico, puertas, ventanas y marcos; perfilería, bastidores y umbrales de aluminio, cementos Portland, acabados y accesorios”. Siendo países como Estados Unidos, Panamá, Ecuador, Perú, entre otros, los principales destinos de exportación.

En Colombia, se producen alrededor de 370.000 toneladas mensuales de ladrillo, las ventas nacionales se estiman en un valor aproximado de \$31.000 millones mensuales; el país cuenta con aproximadamente 1.924 unidades productivas de las cuales solo el 88% se encuentran en operación, pues las demás se encuentran ya sea liquidadas o cerradas temporalmente.

La participación de los departamentos más representativos en cuanto a la producción de materiales en arcilla, se observa en la siguiente gráfica.

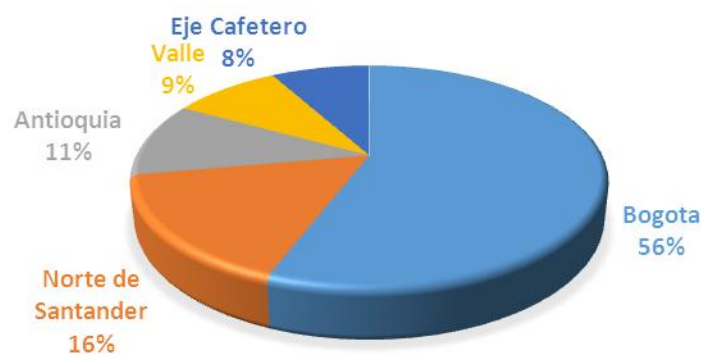


Figura 2. Participación en el mercado Nacional. Diagnóstico de la industria ladrillera en el país

Fuente: Construdata 2012.

En la siguiente tabla se observa la variación de las principales zonas en el movimiento de

exportación de material cerámico.

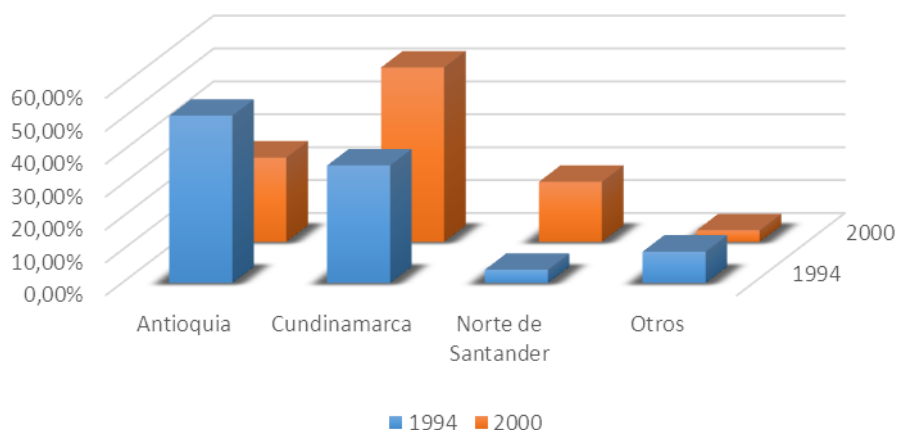


Figura 3. Exportaciones de material cerámico

Fuente: Servicio Nacional de Aprendizaje, 2000.

Esto permite demostrar que el departamento, en las últimas décadas ha tomado buena posición respecto al mercado internacional (Procolombia, 2019) (Construdata, s.f).

Según Andrade (2015), “La arcilla es un mineral que requiere, por su naturaleza, importantes procesos de transformación en hornos de altas temperaturas. Los procesos de producción vinculados con ella son generadores de empleo (cerca de 12.204 empleos directos a nivel nacional)”(p.1), esta afirmación se relaciona con un aspecto positivo para la región y el departamento, ya que genera crecimiento económico y disminuye considerablemente los índices de desempleo, demostrando así la gran importancia de este sector industrial en el departamento. El departamento participa en el mercado nacional con un 14,3% en ventas totales.

Por otra parte, en relación al proceso de exportación de productos de arcilla desde el departamento se da a países como lo muestra en la siguiente gráfica, haciendo referencia en: “Los

productos que se exportan son los de menor peso, como por ejemplo las tejas planas, tejas españolas, las tabletas y enchapes, direccionándose a mercados cercanos y de demanda sofisticada.”.

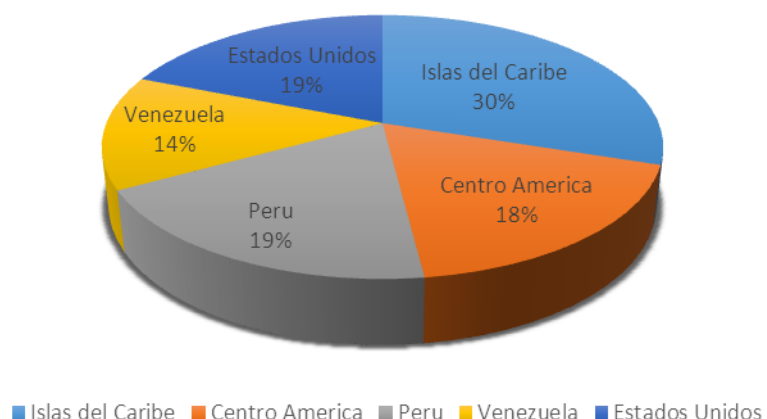


Figura 4. Destino de exportaciones de Norte de Santander

Fuente: Cámara de Comercio de Cúcuta, 2016.

A nivel local, Cúcuta, se encuentra clasificada como una de las ciudades con mayor concentración de producción (cuenta con más de 150 ladrilleras). Sin embargo, en la ciudad el grado de inversión tecnológica de las empresas es muy bajo, se observa que aproximadamente el 77% de estas posee un sistema de producción de “horno colmena”; a continuación, se observa el grado de tecnología utilizado en los procesos de cocción en el área metropolitana de Cúcuta.

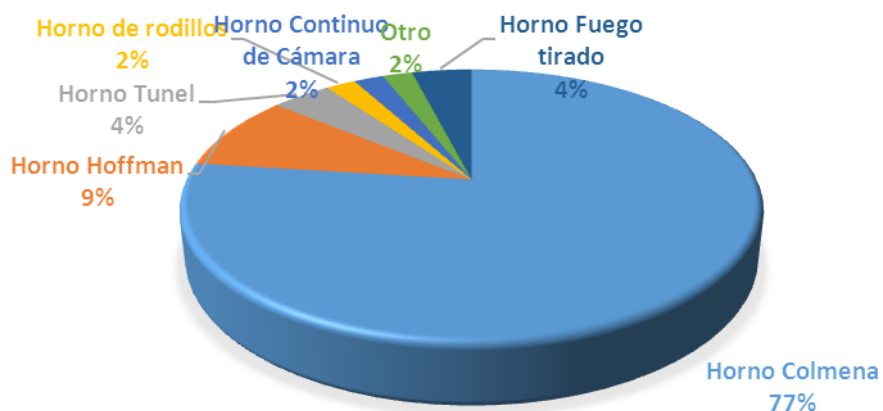


Figura 5. Proceso de cocción

Fuente: Cámara de Comercio de Cúcuta, 2016.

El horno colmena, el cual es el más usado en el departamento, tiene altos niveles de emisiones contaminantes, así como es menos eficiente que otros en temas de producción. Según documento del clúster de Cerámica de Norte de Santander (2012):

La inversión en innovación por parte de los empresarios está relacionada directamente con crear nuevos modelos de productos, pero no se invierte en la generación de nuevo conocimiento e investigación aplicada como por ejemplo lograr disminuir el peso del ladrillo para poder ser transportado y al final ser un producto rentable. (p.1)

2.1.2 Contextualización del problema, ubicación y límite territorial. Los altos niveles de contaminación producidos tanto por la industria arcillera, como por los residuos PET, son una problemática ambiental que se está presentando actualmente en la ciudad de San José de Cúcuta y su área metropolitana; como se menciona anteriormente esta industria solo está interesada en la producción de las piezas, más no en el impacto ambiental que genera con sus métodos de producción. Por otra parte, la cultura de consumismo presente en la sociedad hace que cada vez

sea mayor la necesidad de adquirir estos productos embotellados en PET y una vez consumidos sean desechados sin darles importancia alguna, generando contaminación que afecta a la misma población.

Debido a esta problemática se plantea la idea de realizar un material cuyos componentes sean la arcilla, ya que es algo que identifica la región, y los residuos PET para que sean aprovechados y no desechados sin darles ninguna importancia, logrando disminuir la contaminación que estos dos componentes generan a la sociedad, y de esta manera producir un material aplicable en el campo de la arquitectura que sea más amigable con el medio ambiente.

El proyecto se desarrollará en la ciudad de San José de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana conformada por los municipios: Los Patios, Villa del Rosario, El Zulia, San Cayetano, y Puerto Santander. Esta región cuenta con una superficie de 2.194 km², y está limitada al norte por el municipio de Tibú y la república de Venezuela, al sur por los municipios Ragonvalia, Chinácota, Bochalema y Durania, al este con la república de Venezuela, y al oeste con los municipios Sardinata, Gramalote y Santiago.

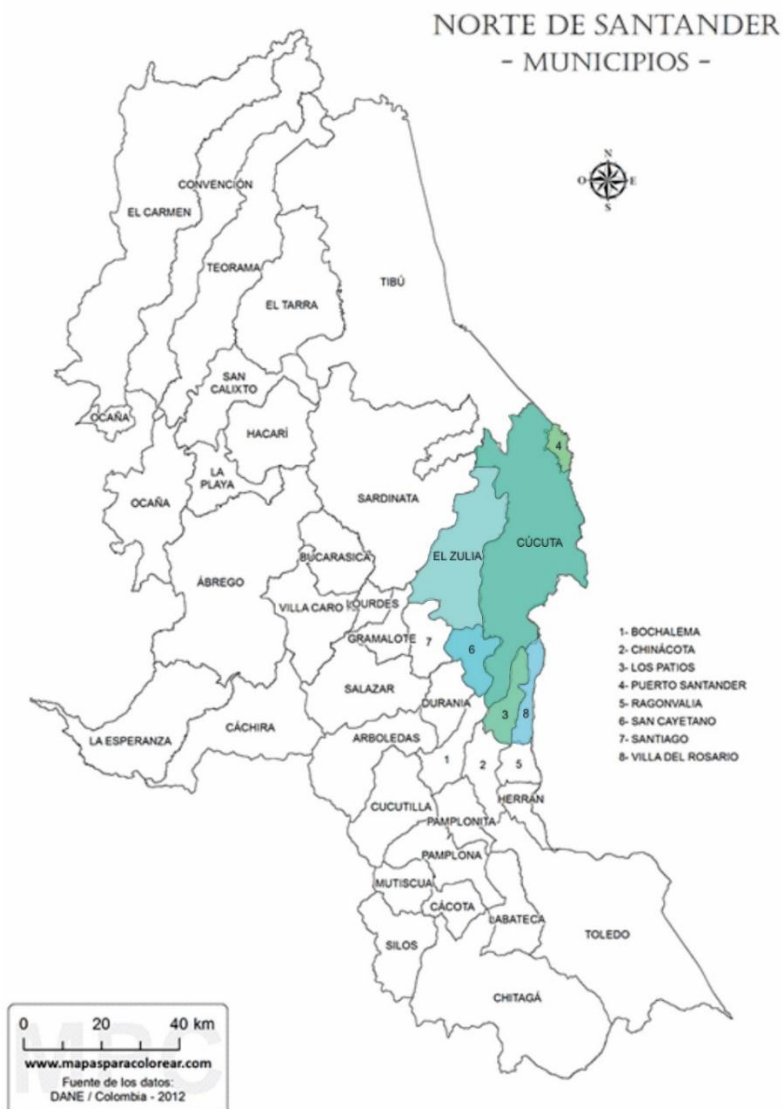


Figura 6. Ubicación de Cúcuta y su área metropolitana

2.1.2.1 Población. El número de habitantes de la ciudad de San José de Cúcuta, junto con su área metropolitana es de 758.312, según el censo realizado por el DANE en el año 2005.

2.1.2.2 Clúster arcillas competitivas – Norte de Santander. El clúster nació como una oportunidad para los pequeños y medianos empresarios de Norte de Santander, de construir una red empresarial enfocada hacia la transformación del recurso natural (materia prima arcilla), en un amplio portafolio de productos derivados de esta, para lograr un amplio auge económico en el

departamento debido a la facilidad y bondades de la materia prima.

En Norte de Santander, el clúster de arcillas competitivas está compuesto por aproximadamente 67 empresas productoras en su mayoría pequeñas y medianas empresas, dedicadas a la producción y comercialización de productos derivados de la arcilla como lo son tejas, ladrillos, bloques, enchapes, entre otros.

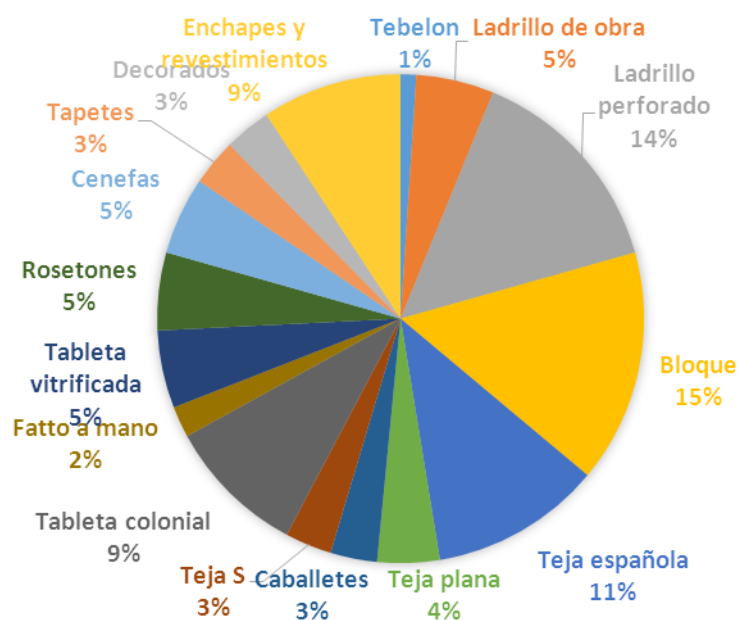


Figura 7. Tipos de productos fabricados en empresas arcilleras Norte de Santander

Fuente: Cámara de Comercio de Cúcuta, 2016.

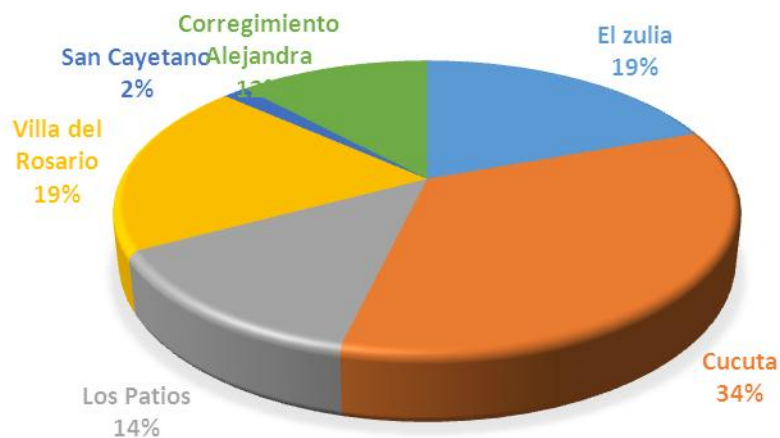


Figura 8. Ubicación de empresas fabricantes de cerámica en el departamento

Fuente: Cámara de Comercio de Cúcuta, 2016.

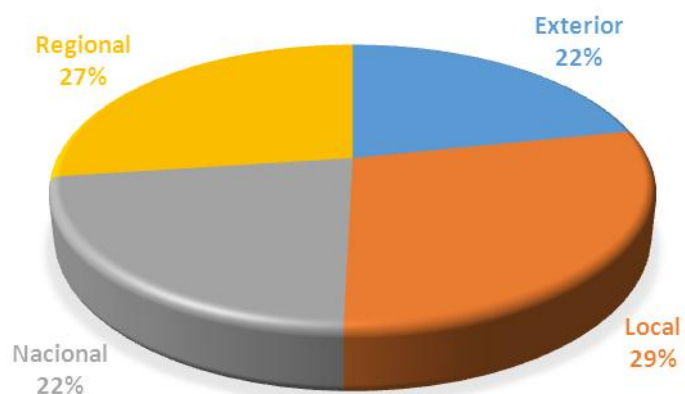


Figura 9. Mercados de participación de Norte de Santander

Fuente: Cámara de Comercio de Cúcuta, 2016.

Algunas de estas empresas arcilleras que conforman el cluster de arcillas competitivas de los municipios de San Jose de cucuta, Patios, Villa del Rosario, y el Zulia se encuentran

georreferenciadas en la figura 10.

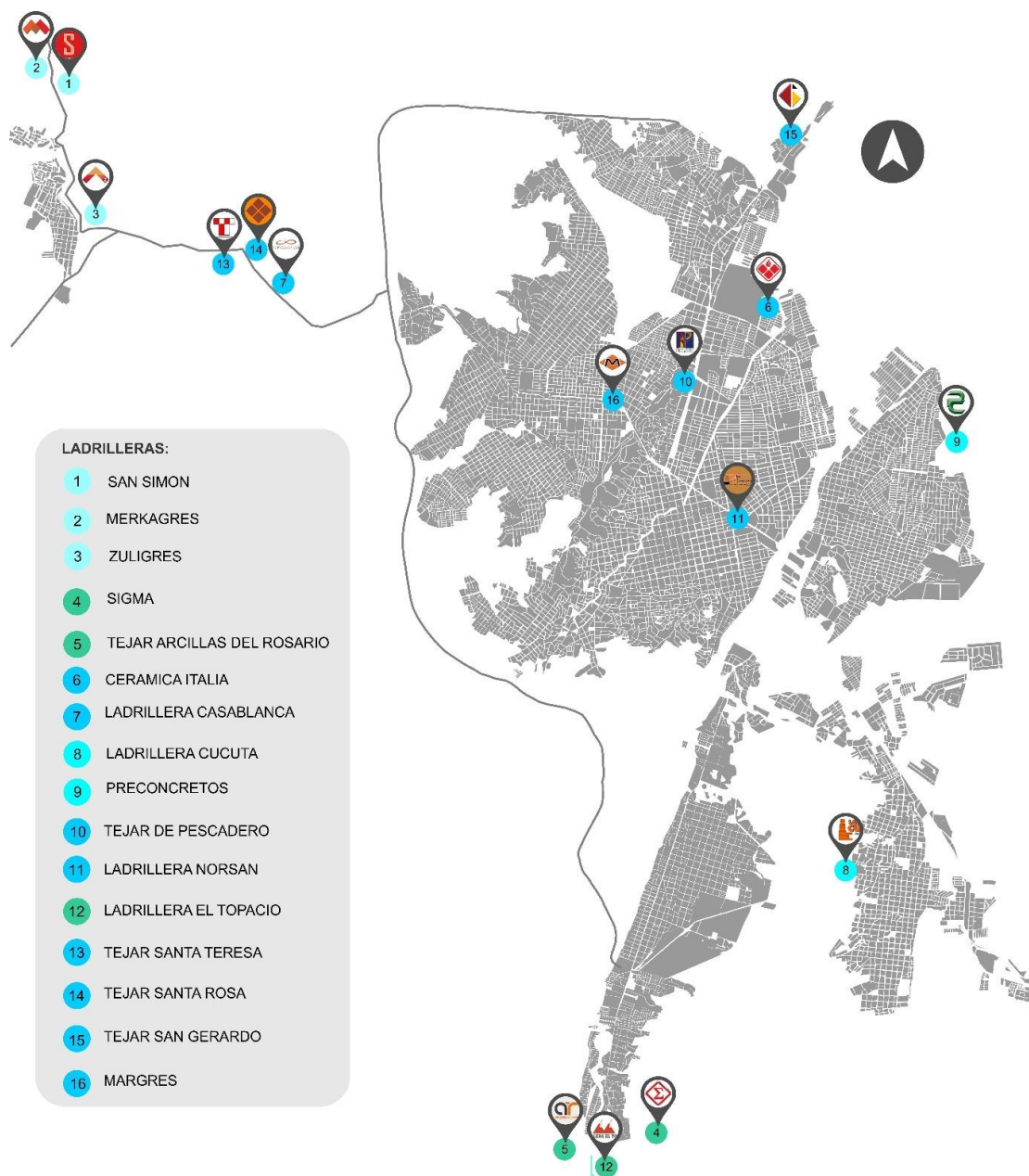


Figura 10. Georreferenciación de algunas empresas que conforman el cluster de arcillas competitivas

Aunque el sector de la arcilla es uno de los más representativos del departamento, durante el año 2018, de acuerdo a reportes entregados por la Agencia Nacional de Minería (ANM), a pesar

del aumento en un 30% en la producción de arcilla y sus derivados (de 188.433 toneladas en el 2017 a 245.112 toneladas en 2018), el aumento en la demanda y precio del carbón (insumo para la producción cerámica) afectaron la rentabilidad del sector, sobre todo en las pequeñas empresas. Sin embargo, en contraposición a esto, durante el año en mención, se presentó según cifras otorgadas por el DANE, un aumento en las exportaciones a países como Costa Rica, Puerto Rico, Guatemala, Honduras, entre otros, y se abrieron mercados a países como Vietnam, Haití, México y Araba (La Opinión, 2019) (Cámara de Comercio de Cúcuta, 2016).

El clúster se encuentra conformado por:



Arcillas San Simón:

Arcillas San Simón es una sociedad por acciones simplificadas matriculada en agosto de 2014 con domicilio registrado en la ciudad de El Zulia. Esta empresa se dedica principalmente a la fabricación de materiales de arcilla para la construcción. El catálogo de productos que ofrece esta empresa contiene bloques y ladrillos (mampostería), tablonos (en la sección de pisos y tejas); y tabletas y tejas planas.

Tabla 2. Muestra de productos Catalogo San Simón



Fuente: Arcillas San Simon, 2018.













ARCILLAS SAN SIMON								
ARCILLAS SAN SIMON			LADRILLO MULTIPERFORADO	Color natural vitrificado.	Precio varía de acuerdo a su color en vitrificado o colonial, en calidad de primera y económica.	Mampostería	N/R	2,1 KG C/U
ARCILLAS SAN SIMON			BLOQUE H10	Color colonial	Precio de \$470 por unidad y clase de primera	Mampostería	N/R	4,2 KG C/U
ARCILLAS SAN SIMON			TABLON LISO	Se encuentra en estilo liso en 3 presentaciones en las cuales varían sus dimensiones, en gama de color vitrificado, coral	Se encuentra de calidad de primera y calidad económica. Con precios de primera entre \$8.900 y \$10.000 de acuerdo a formato. (Precio diferente en calidad económica)	Pisos	25CMX25CM, 30CMX30CM, 33CMX33CM	24 KG - 25 KG Y 26,5 KG PAQUETE DE C/U
ARCILLAS SAN SIMON			TABLON GRAFILADO	Colores vitrificado y coral	Se encuentra de calidad de primera y calidad económica. Con precios de primera entre \$9.000 y \$10.000 de acuerdo a formato	Pisos	25CMX25CM, 30CMX30CM, 33CMX33CM	24 KG - 25 KG Y 26,5 KG PAQUETE DE C/U
ARCILLAS SAN SIMON			TABLETA LISA	Color vitrificado, camel, coral y nogal.	Se encuentra de calidad de primera y calidad económica. Con precios de primera entre \$10.000 y \$11.000 de acuerdo a formato y económica alrededor de los \$9.000	Pisos	FORMATOS DE 25CMX25CM Y DE 30CMX30CM	1,5KG Y 2,1 KG UNIDAD DE ACUERDO A FORMATO
ARCILLAS SAN SIMON			TEJA PLANA	Colores vitrificado, coral y nogal	Se encuentra de calidad de primera y calidad económica. Con precios de primera entre \$13.000 y \$15.000 dependiendo del color de su presentación	Pisos	N/R	PESO 32 KG APROX. 24 UNID. POR M2. 1/2 M2 POR PAQUETE

Figura 11. Muestra catálogo de arcillas San Simón y sus especificaciones



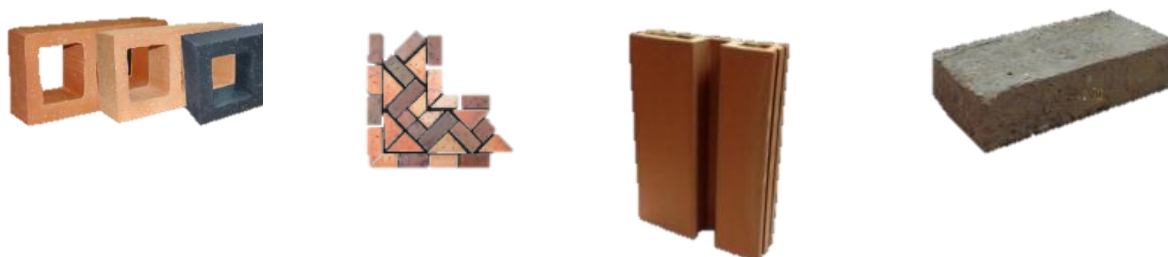
Cerámica Andina:

Cerámica andina nació en el año 1981, era una empresa fabricante y comercializadora de pisos y revestimientos rústicos con trayectoria nacional e internacional, la cual se encargaba de satisfacer las necesidades del mercado a través de la innovación y el desarrollo tecnológico sostenible. Esta empresa manejaba relaciones de exportación de productos con países como Estados Unidos, Trinidad y Tobago, Costa Rica, entre otros.

En cuanto a los productos que ofrecía se encontraban los siguientes: Línea Espacio Público, Serie Natura Línea Caravista Adhesivos Guardaescoba Esmaltado Guardaescoba Gres Listelo Tibú Esmaltado Piedra Volcánica Piezas Especiales Serie Acuarela Serie Adelaida Serie Columnas Serie Hecho a Mano Serie Jardín Serie Latina Serie Monserrate Serie Mosaicos Serie Parket Serie Pietra Santa Serie Prensado Serie Terranova Serie Rosetones Serie Tunja Serie Santo Domingo Serie Tapetes Serie Vitrogres Serie Vulcanogres Textura Lisa Textura Rustica

En el año 2016, esta reconocida empresa inicio proceso de liquidación judicial, por lo cual a la fecha no se encuentra operando bajo el nombre de Cerámica Andina.

Tabla 3. Muestra de productos catalogo cerámica Andina



Fuente: Cerámica Andina, 2019.



Ladrillera Merkagres de Colombia Ltda., entidad creada en el año 2002, ubicada en El Zulia, Km 2 vía Sardinata, Cúcuta, Norte de Santander, es una empresa dedicada a la producción y comercialización de materiales para la construcción a base de arcilla tales como bloques, tabletas y tablones.

Tabla 4. Muestra de productos catalogo Merkagres



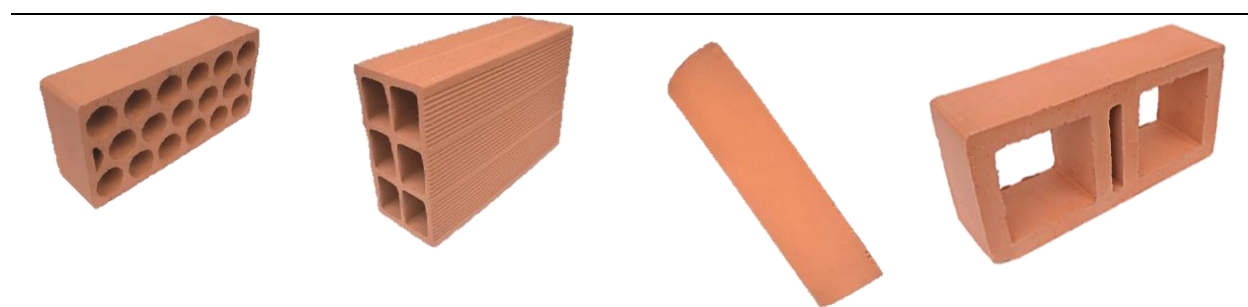
Fuente: Ladrillera Merkagres. 2017.



Arcillas Zuligres:

Es una sociedad por acciones simplificadas, creada en 2013, con domicilio en el Zulia, dedicada principalmente a la fabricación de materiales de arcilla para la construcción.

Tabla 5. Muestra de catálogo Arcillas Zuligres

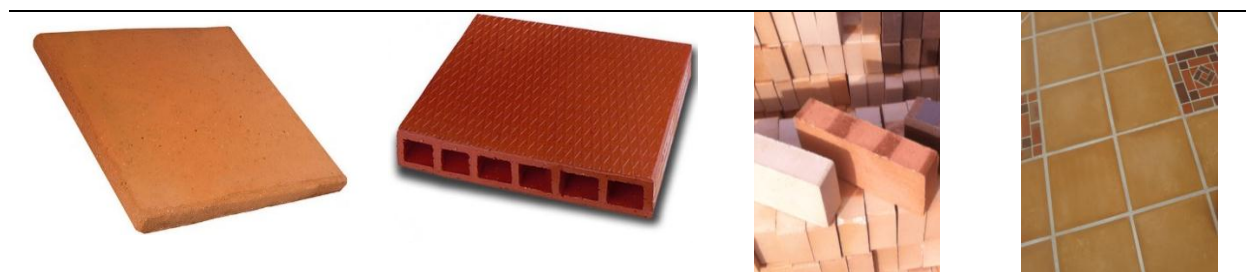


Fuente: Arcillas Zuligres, 2019.



Ladrillera Sigma:

SIGMA LTDA, nació en 1.992. Sigma Ltda es una empresa creada para el desarrollo de soluciones constructivas, manufactura y comercialización de productos cerámicos que ofrezcan facilidad constructiva, belleza arquitectónica y satisfacción al consumidor. Esta ladrillera cuenta con productos exportados a países como Venezuela y Panamá, entre otros. En su catálogo de productos ofrece pisos, vitrificados, fachaletas, adoquines, entre otros.

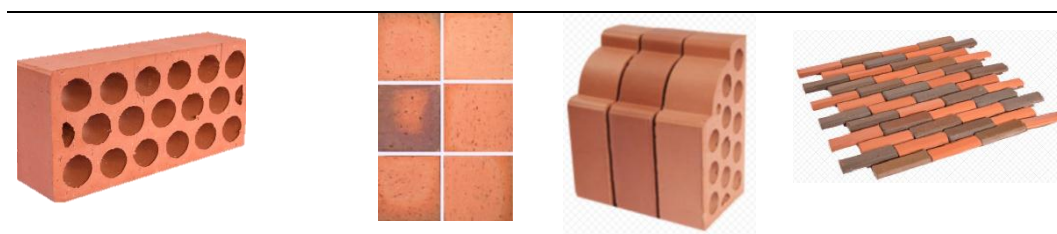
Tabla 6. Muestra de Catálogo de productos de Ladrillera Sigma

Fuente: Ladrillera Sigma, s.f.



Tejar arcillas del Rosario:

La empresa Tejar Arcillas Del Rosario S A S tiene como domicilio principal de su actividad la dirección, CALLE 8 8 49 en la ciudad de Villa Rosario, Norte Santander. Esta empresa fue constituida como sociedad por acciones simplificada y se dedica a Fabricación de materiales de arcilla para la construcción. Cuenta con productos de mamposterías, para pisos y enchapes, así como decorativos.

Tabla 7. Muestra de catálogo de productos Tejar de arcillas del Rosario

Fuente: Arcillas del Rosario. 2016.









































TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO								
Calle 8 NO. 8-45, Barrio Gramalote, Villa Del Rosario								
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			BLOQUE OCHO HUECOS	Textura ranurado-liso, color colonial	Cumple con la norma de absorcion de agua e impermeabilidad	Mamposteria	10CMX20CMX30CM	5,500 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			BORDE L1	Rustico, color rojo	Cumple con la norma de absorcion de agua e impermeabilidad	Decoracion	10CMX5CMX4,3CM	0,2 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			BORDE L2	Rustico, color rojo	Cumple con la norma de absorcion de agua e impermeabilidad	Decoracion	10CMX5,8CMX5CM	0,2 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			CABALLETE	Lisa, color rojo-rosado	Cumple con la norma de absorcion de agua e impermeabilidad	Cubiertas	30CMX21CMX17,5CM	2 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			CENEFA CAPITANEJO	Rustica,color matizado	Cumple con la norma de absorcion de agua e impermeabilidad	Decoracion	30CMX14CMX0,8CM	3,3 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			CENEFA SANTIAGO	Rustica, color gres-esmal	Cumple con la norma de absorcion de agua e impermeabilidad	Decoracion	30CMX10CMX0,8CM	1,65 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			ESPACATO MATIZADO	Rustico, color flameado	Presenta resistencia a la compresion, flexion y absorcion de agua	Revestimiento de pared	12CMX4CMX1,3CM	0,14 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			TERIA CARTABON	Liso, color colonial	Es un producto impermeable, posee un porcentaje de absorcion de agua de 4 a 5%	Cubiertas	40CMX17CMX15,5CM	1,4 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			TEJA RUSTICA	Liso, color colonial	Es un producto impermeable, posee un porcentaje de absorcion de agua de 4 a 5%	Cubiertas	45CMX22CMX16CM	2,5 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			VENECIA	Rustico, color matizado	Posee resistencia a la compresion mayo a 170, un porcentaje de absorcion de agua mayor al 6% y resistencia a la flexion mayor a 17	Revestimiento de pared y pisos	10CMX10CMX0,8CM	0,19 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			VIENA CORAL	Rustico, color coral, de tono matizado o rojo	Posee resistencia a la compresion mayo a 170, un porcentaje de absorcion de agua mayor al 5% y resistencia a la flexion mayor a 17	Revestimiento de pared y pisos	10CMX10CMX0,8CM	0,19 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			ZARAGOZA	Rustico, color rojo	Posee resistencia a la compresion mayo a 170, un porcentaje de absorcion de agua mayor al 5% y resistencia a la flexion mayor a 17	Revestimiento de pared y pisos	20CMX10CMX0,8CM	0,32 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			GRECIA	Rustico, color flameado de tono matizado	Posee resistencia a la compresion mayo a 170, un porcentaje de absorcion de agua del 3 al 6% y resistencia a la flexion mayor a 17	Revestimiento de pared y pisos	15CMX1,5CMX0,8 CM	0,22 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			LADRILLO ALFAJIA	Lisa, color colonial	Posee un porcentaje de absorcion de agua del 4 al 5% y es impermeable	Sin definir	20CMX12CMX6CM	1,8 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			LADRILLO CALADO	Textura lisa, color colonial	Posee un porcentaje de absorcion de agua del 4 al 5% y es impermeable	Mamposteria	20CMX20CMX8CM	2,4 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			LADRILLO DE OBRA	Textura rustica, color colonial, tono matizado	Posee un porcentaje de absorcion de agua del 4 al 5% y es impermeable	Mamposteria	21CMX9,5CMX6CM	2,7 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			LADRILLO MULTIPERFORADO	Textura lisa, color colonial	Posee un porcentaje de absorcion de agua del 4 al 5% y es impermeable	Mamposteria	24CMX12CMX6CM	2 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			ROSETON LIRIO 100 CM	Textura rustica, color matizado	Posee un porcentaje de absorcion de agua del 4 al 5% y es impermeable	Decoracion	100CM	10 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			TEJA CUADRADA GRANDE	Textura lisa, color colonial	Posee un porcentaje de absorcion de agua del 4 al 5% y es impermeable	Cubiertas	40CMX16CMX14CM	1,4 KG
TEJAR ARCILLAS DEL ROSARIO			TEJA PUNTA DEL ESTE	Textura lisa, color colonial	Posee un porcentaje de absorcion de agua del 4 al 5% y es impermeable	Cubiertas	27CMX16CM	1,1 KG

Figura 12. Muestra de catálogo de productos ofertados del tejar de Arcillas del Rosario.2016

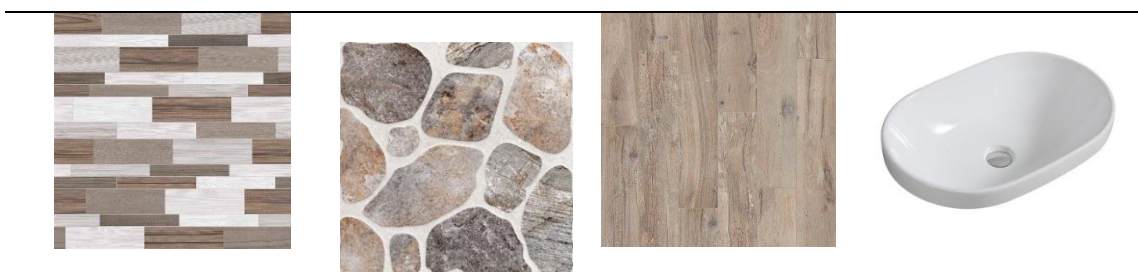
Fuente: Arcillas del Rosario, 2016.



Cerámica Italia:

Es una industria especializada en la producción de revestimientos cerámicos básicamente cerámica esmaltada para piso y pared, y comercialización de porcelana sanitaria, accesorios, etc, para el sector de la construcción y remodelación. Dicha empresa produce alrededor de 950.000 m² al mes. Es una de las empresas más reconocidas a nivel regional, y actualmente posee cobertura tanto nacional como internacional. Su estrategia se encuentra centrada en el crecimiento del desarrollo tecnológico lo cual les permite mantenerse a la vanguardia.

Tabla 8. Muestra de catálogo de productos Cerámica Italia



Fuente: Cerámica Italia, 2019.

Dicha empresa posee alrededor de 300 aliados estratégicos o distribuidores. Y cuenta con salas de venta en diferentes ciudades del país como Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga, Barranquilla, entre otras. Ha sido pionera de la introducción al mercado nacional de productos que asemejan la madera y formatos amplios de 60x60 (Revista Semana, 2013) (Revista Dinero, 2017).

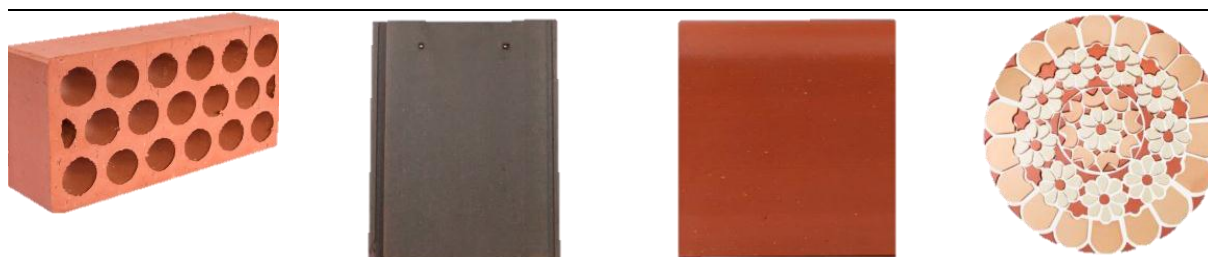


Ladrillera Casablanca:

Es una empresa fundada en 1979. La cual tiene una experiencia en el mercado de 40 años, en los cuales se ha dedicado a la producción y comercialización de productos derivados de la arcilla tales como tabletas, tablonés, guardaescobas, escaleras, bloques tipo colonial, entre otros, incorporando estilos como clásico, rústico, campestre y moderno. Su planta de producción se encuentra ubicada en el kilómetro 8 vía El Zulia.

Debido a su amplio catálogo de producción cuenta con sistema de exportación a países como Venezuela, Ecuador, Costa Rica, entre otros; además a nivel nacional mantiene altos índices de comercialización de productos en ciudades como Bogotá, Ipiales, Barranquilla, Villavicencio, Cali, entre otras. La producción aproximada mensual es de 180.000 metros cuadrados entre pisos, escaleras, fachaleta y teja.

Tabla 9. Muestra de catálogo de productos Ladrillera Casablanca



Fuente: Ambientes Casablanca, 2019.



Ladrillera Cúcuta:

Es una empresa cucuteña que procesa productos de tipo vitrificado y coloniales, que poseen buen aislamiento térmico y acústico, de extrema dureza y diversas tonalidades como roja, canela,

colonial rojo, colonial moro, utilizando molienda, clasificación, extrusión, secado y cocción como sus procesos de producción. La planta opera en un terreno de 300.000 m² de los cuales 10.000 m² están ocupados por instalaciones industriales dedicadas a la producción (Ambientes Casablanca, 2019).

Tabla 10. Muestra de catálogo de productos Ladrillera Cúcuta



Fuente: Ambientes Casablanca.



La ladrillera Ocaña fue premiada en el año 2015 como de las ganadoras del programa Camino al Éxito, liderado por el banco BBVA. Esta empresa genera alrededor de 50 empleos directos, y tiene como objetivo a largo plazo la exportación de sus productos. La empresa desarrolla actividades de fabricación, producción, comercialización de toda clase de materiales para la construcción y en particular, los relacionados con la arcilla, como bloques de perforación horizontal, utilizados como muros divisorios interiores y exteriores y placas.

Tabla 11. Muestra de catálogo de productos Ladrillera Ocaña



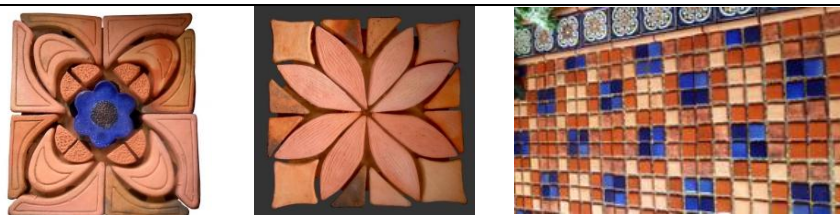
Fuente: Vive Ocaña, Ladrillera Ocaña una empresa modelo de la región.



La fattoria:

Es una empresa Mipyme ubicada en el sector de Villa del Rosario, cuya funcional principal es manufacturar decorados, pisos y revestimientos y otros productos utilizados comúnmente en la Arquitectura, Construcción y ambientación, con más de 40 años en el oficio.

Tabla 12. Muestra de catálogo de productos La Fattoria



Fuente: La Fattoria, 2019.



Empresa constituida como Sociedad Anónima, dedicada a la fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso. Nació en el año 1950 bajo el nombre de Prefabricaciones Cúcuta Ltda. Desarrolla productos para la construcción como sistemas constructivos prefabricados en

concreto, mampostería estructural, pavimentos flexibles, entre otros.

Tabla 13. Muestra de catálogo de productos Preconcretos



Fuente: Preconcretos, 2020.

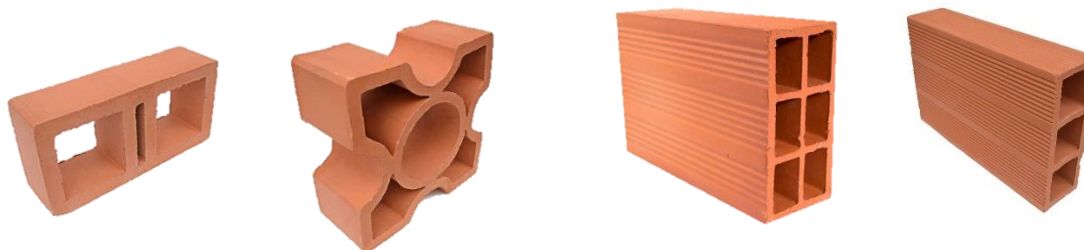


ARCILLAS ZULIGRES

Arcillas Zuligres:

Ubicada en la localidad del Zulia, constituida como una sociedad de acciones simplificada. Es una organización dedicada a la producción y comercialización de productos de gres con acabados de alta resistencia y calidad. Entre los productos ofertados se encuentran ladrillo multiperforado, bloque No.5, bloque No.7, teja, bloquelon, ladrillo calado, ladrillo estructural, entre otros.

Tabla 14. Muestra de catálogo de productos Zuligres



Fuente: Arcillas Zuligres, 2019.



Tejas de Pescadero:

Es una empresa situada en la zona industrial, constituida como una sociedad por acciones simplificadas. Dedicada a la fabricación de materiales de arcilla para la construcción. Entre su amplio catálogo de productos se pueden encontrar línea de pisos, revestimientos (fachaleta), tejas (planas, estilo romano, caballete), entre otros. Fue constituida en el año 1945, con una trascendencia de más de 70 años en el mercado, destacándose durante esta trayectoria por sus diseños sobrios y elegantes, que encajan en cualquier proyecto (Tejar de Pescadero, 2019).

Tabla 15. Muestra de catálogo de productos Tejar de Pescadero



Fuente: Tejar de Pescadero, 2019.

TEJAR DE PESCADERO								
Av. 7 Cii. 98N, Zona Industrial								
TEJAR DE PESCADERO			BLOQUE No.5	Moldeo extruido, con perforacion vertical.	Cumple con la NTC 4205 en absorcion de agua y resistencia a compresion, y longitud, ancho y espesores.	Unidad de mamposteria de uso interior, no estructural	30CMX20CMX10CM	4,94 KG
TEJAR DE PESCADERO			LADRILLO ESTRUCTURAL	Moldeo extruido con perforacion vertical. Gama almendro	Posee características que cumple las normas establecidas en cuanto a longitud y ancho, espesores y distorsion de caras o aristas	Unidad de mamposteria de uso interior y exterior de tipo estructural	34CMX11,5CMX12CM	4,085 KG
TEJAR DE PESCADERO			ZOCALO	Superficie Lisa, moldeo extruido, gama de tabaco, almendro, matizado, arena	Cumple con la NTC 4321-2 en características dimensionales del producto, y la NTC 4321-3,-4,-6,17 en cuanto a absorcion, resistencia, abrasion y friccion	Pared	30CMX10CM	625 GRAMOS
TEJAR DE PESCADERO			TEJA PLANA	Moldeo extruido, superficie acanalada, tonalidades tabaco, matizado y almendro.	Cumple con la NTC 2086 en características dimensionales del producto y la NTC 4321-3 en absorcion de agua	Cubierta	30CMX20CM	1,35
TEJAR DE PESCADERO			TEJA ROMANA	Moldeo extruido, superficie lisa-curva. Tonalidad tabaco, matizado y almendro.	Cumple con la NTC 2086 en características dimensionales del producto y la NTC 4321-3 en absorcion de agua	Cubierta	30CMX26CM	2,312 KG
TEJAR DE PESCADERO			CABALLETE	Superficie lisa, moldeo extruido, gama tabaco, matizado y almendro	Cumple con la NTC 2086 en características dimensionales del producto	Cubierta	30CMX13,5 CM	2,225 KG
TEJAR DE PESCADERO			CUBOS DE VENTILACION	Moldeo extruido con superficie lisa. Tonalidades tabaco, almendro, matizado, arena.	Cumple con la NTC4017 sobre absorcion de agua en características físicas del producto.	Bloque especial y elegante para tener una buena ventilacion en galpones, escaleras, salas, etc	12CMX12CM	1,9 KG
TEJAR DE PESCADERO			HUELLA ESCALERA	Moldeo extruido con superficie lisa.	Cumple con la NTC 4321-2 en características dimensionales del producto, y la NTC 4321-3,-4,-6,17 en cuanto a absorcion, resistencia, abrasion y friccion	Piso	25CMX24CM	3,200 KG
TEJAR DE PESCADERO			PISO CORCHO	Moldeo extruido, superficie corcho. Mezcla de 4 gamas, tabaco, almendro, matizado y arena.	Cumple con la NTC 919, y la NTC 4321-2 en características dimensionales del producto, longitud y ancho, espesores, rectinilidad, planaridad y la NTC 4321 en características físicas del producto	Piso y pared	12,5CMX12,5CM	400 GRAMOS
TEJAR DE PESCADERO			MALLAS	En diferentes referencias: andaluz, celta, flor, prisma, etc.		Piso y pared	30CMX30CM	
TEJAR DE PESCADERO			PISO 30X30	Color almendra, matizado, tabaco, arena. Moldeo extruido, superficie lisa.	Cumple con la NTC 4321-2 (dimensiones del producto), en longitud y ancho, espesores, rectinilidad y ortoganilidad, y planaridad. Y la NTC 919.	Piso	25CMX25CM	1,500 KG

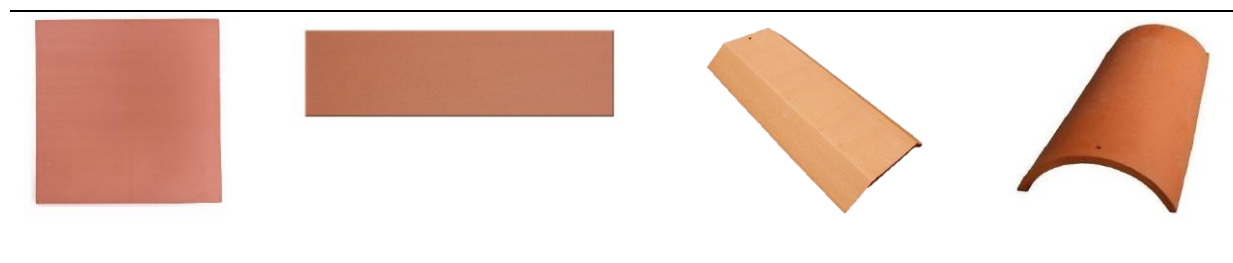
Figura 13. Muestra de catálogo de productos ofertados del tejar de Pescadero



Incolgres:

Empresa dedicada a fabricar materiales para la construcción artesanalmente (hecho a mano), tales como tejas, pisos, enchapes y ladrillos. Sus productos son elaborados con arcillas de Cúcuta, el Zulia y Catatumbo.

Tabla 16. Muestra de catálogo de productos Incolgres LTDA



Fuente: Incolgres LTDA, 2019.



MSN inversiones ANDIKER:

Es una empresa fabricante y comercializadora de productos para la solución constructiva como adhesivos, morteros y juntas. Oferta productos tales como, pego total (adhesivo cerámico para instalación en interiores de mediana y alta porosidad tanto en piso como en paredes), andiker J 3000 (mortero seco altamente impermeable utilizada para rellenar juntas entre baldosas o revestimiento en gres, semigres o aquellos pisos que requieren separación entre 5 a 12 mm), entre otros.



Figura 14. Muestra catálogo de productos Andiker, J 3000

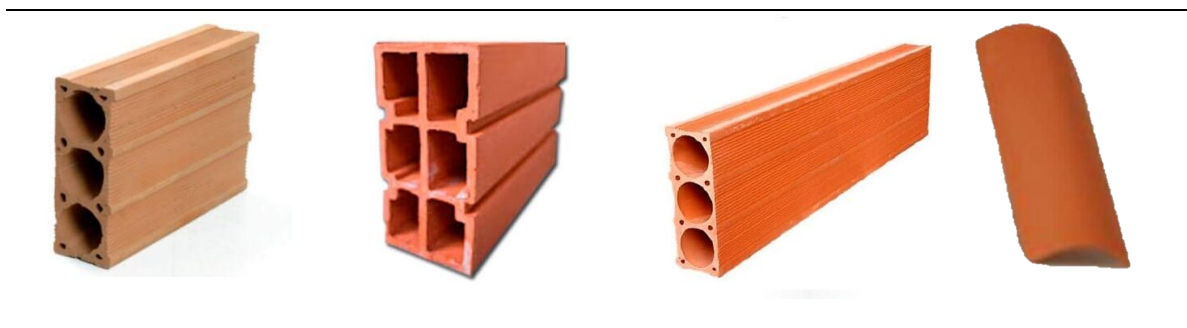
Fuente: Andiker su Solución Constructiva, 2018.



Ladrillera Norsan:

Dicha empresa inicia su proceso de producción en el año 2007, se encuentra ubicada en Villa del Rosario, cuenta con un área aproximada de 7400 m², una línea de producción, dos hornos tipo colmena. Constituida como una sociedad limitada dedicada a la extracción de piedra, arena, arcillas, yeso y anhidrita. Entre su catálogo de producción se encuentran: tejas tipo españolas, ladrillo, bloque, entre otros (Ladrillera Norman, 2019).

Tabla 17. Muestra de catálogo de productos Ladrillera Norsan



Fuente: Ladrillera Norman, 2019.



Es una empresa fundada en 1972 ubicada en el Kilómetro 15 vía Pamplona a las afueras de la ciudad de Cúcuta, su catálogo de productos incluye tablones, tabletas, enchapes, rosetones, entre otros. Maneja una gama de tonos coloniales, vitrificados y rústicos (Tejar Los Vados, 2019).

Tabla 18. Muestra de catálogo de productos Tejar Los Vados



Fuente: Tejar Los Vados, 2019.



LADRILLERA EL TOPACIO Ladrillera El Topacio:

Es una empresa con poco tiempo en el mercado, con experiencia en la explotación, transformación y comercialización de la arcilla y sus derivados. Su planta de producción se encuentra ubicada en Juan Frio, vereda Peracal. Entre sus productos se encuentran teja española, teja cuadrada, ladrillo, bloque galleta, entre otros.

Tabla 19. Muestra de catálogo de productos Ladrillera el Topacio



Fuente: Ladrillera el Topacio, 2019.



Gresco N.S.Ltda:

Es una empresa dedicada a la producción y distribución de productos cerámicos rústicos. Fue constituida en el año 2005, actualmente se encuentra consolidada en el mercado nacional e internacional. Entre su catálogo de productos se encuentran: pisos, enchapes, rosetones, cenefas y mosaicos.



Figura 15. Muestra catálogo de productos Gresco N.S.Ltda

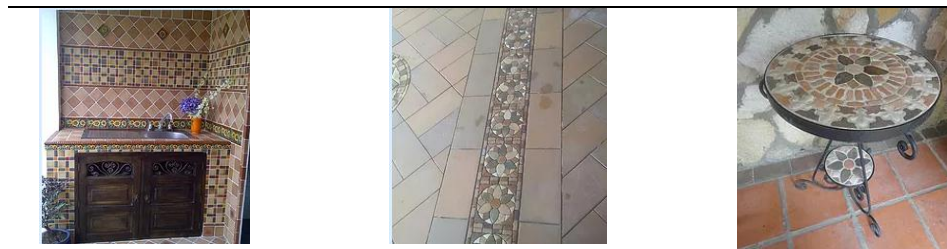
Fuente: Ladrillera GRESCO NS Ltda., 2019.



Cristalvi:

Es una empresa encargada de elaborar complementos arquitectónicos en arcilla, generando tonos y acabados naturales en el momento del horneado. Entre su catálogo de productos se encuentran listelos, toquetos, tapetes, rosetones, mosaicos, bordes hechos a mano; complementos aplicables en fachadas, porches, cocinas, baños, entre otros espacios.

Tabla 20. Muestra de catálogo de productos Cristalvi



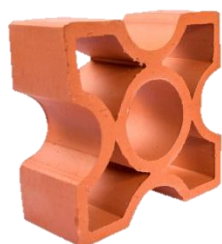
Fuente: Cerámicas Cristalvi, 2019.



Bloques y ladrillos:

Empresa productora y comercializadora de pisos y revestimientos rústicos, bloques, ladrillos y adoquines en gres, la cual cuenta con 16 años de experiencia. Maneja variedad en tonos y texturas de pisos y revestimientos. Entre su catálogo se encuentran cubos, mellizos, medios, matizados en diferentes formatos como 10*10, 12*12, entre otros.

Tabla 21. Muestra de catálogo de productos Bloques y Ladrillos



Fuente: Bloques y Ladrillos, 2020.

2.1.3 Arcilla de Colombia. Empresa productora y comercializadora de materiales para la construcción derivados de la arcilla. Constituida como una sociedad por acciones simplificada.

Entre su catálogo de productos se encuentran bloque H 10, bloque H 7, ladrillo multiperforado, entre otros.

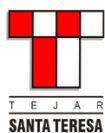
Tabla 22. Muestra de catálogo de productos Arcillas de Colombia



Fuente: Arcillas de Colombia, 2019.

2.1.4 Otras Ladrilleras o tejares que no forman parte de la asociación de Induarcillas.

Como se muestra a continuación:



Tejar Santa Teresa:

Fundada en 1970, dedicada a la fabricación de productos de cerámica roja bajo la tecnología del gres, produce y vende más de cuarenta productos diferentes entre pisos, enchapes, bloques, ladrillos y línea decorativa (Tejar Santa Teresa, 2019).

Tabla 23. Muestra de catálogo de productos Tejar Santa Teresa



Fuente: Tejar Santa Teresa, 2019.

AV 3E No.18-25 BARRIO BLANCO								
TEJAR SANTA TERESA			LADRILLO ESTRUCTURAL PERFORADO	Textura lisa por sus cuatro caras, color según acuerdo con el cliente	Normatividad aplicada, ICONTEC NTC 4017, NTC 4205	Mampostería estructural	23CMX11CM X33CM	8,8 KG
TEJAR SANTA TERESA			LADRILLO FACHADA COLONIAL	Color coral, esfumado, textura lisa.	Normatividad aplicada, ICONTEC NTC 4017, NTC 4205	Mampostería estructural	6CMX12CMX24CM	2,3 KG
TEJAR SANTA TERESA			LADRILLO FACHADA COLONIAL	Color coral, rojo, esfumado, textura lisa	Normatividad aplicada, ICONTEC NTC 4205	Mampostería no estructural de uso interior y exterior	6CMX12CMX24CM	2,1 A 2,2 KG
TEJAR SANTA TERESA			TABLON COLONIAL	Textura lisa y grafilada.	NTC 919	Pisos	33CMX33CM	5,350 KG
TEJAR SANTA TERESA			GUARDAESCOBA COLONIAL	Textura lisa, tonos variables debido a que es fabricado en arcilla	NTC 919	Guardaescoba	10CMX25CM	0,6 KG
TEJAR SANTA TERESA			ESCALERA COLONIAL	Textura lisa, tonos variables debido a que es fabricado en arcilla	NTC 919	Pisos	33CMX25CM	5,500 KG SIN ABRIR, 4,450 ABIERTA
TEJAR SANTA TERESA			TABLON VITRIFICADO	Textura lisa y grafilada, tonos variables debido a que es fabricado en arcilla	NTC 919	Pisos	25CMX25CM	2,870 KG
TEJAR SANTA TERESA			TABLETA VITRIFICADA	Textura lisa, tonos variables debido a que es fabricado en arcilla	NTC 919	Pisos	25CMX25CM	1,500 KG

Figura 16. Muestra catálogo de productos de Tejar Santa Teresa y sus especificaciones

Fuente: Tejar Santa Teresa, 2019.



Tejar Santa Rosa:

Dicha empresa nació en el año 1977, se dedica a la fabricación de materiales producidos a base de arcilla para la industria de la construcción. Entre la variedad de productos que ofrece se

encuentran: ladrillo multiperforado, hojilla vitrificada, hojilla colonial, entre otros (Tejar Santa Rosa Ltda., 2019).

Tabla 24. Muestra de catálogo de productos Tejar Santa Rosa Ltda



Fuente: Tejar Santa Rosa Ltda., 2019.



Tejar Santa Rita:

Empresa especializada en productos elaborados a mano y máquina para la construcción y remodelación. Productos ofertados: bloque 8 huecos, ladrillo de obra, ladrillo estructural, tabelon, entre otros.

Tabla 25. Muestra de catálogo de productos Tejar Santa Rita



Fuente: Tejar Santa Rita, 2019.



Tejar San Gerardo:

Creada desde el año 1989, está dedicada a la producción y comercialización de materiales de construcción en arcillas para grandes y pequeñas obras. Distribuidores nacionales, y dedicada a la

exportación a partir del año 2002, logrando soluciones constructivas bioclimáticas. Las líneas de productos ofertadas son pisos, bloques estructurales, tejas planas, revestimientos y su línea bioclimática (piezas que permiten el desarrollo del ahorro de energía y el confort térmico) como alfajía, calado estrella, cubo cilíndrico, entre otros.

Tabla 26. Muestra de catálogo de productos Tejar San Gerardo



Fuente: Tejar Santa Rita, 2019.



Creada en 1993, dedica a la fabricación de productos de gres, su planta de producción se encuentra ubicada en el municipio de Villa del Rosario, y sus puntos de ventas y comercialización se encuentran en diferentes partes del país.

Se realizó visita a la empresa Margres, en donde se hizo un recorrido guiado por la fábrica de esta y por la mina de explotación del material arcilloso, la cual se encuentra ubicada en el sector del municipio del Zulia. En esta se logró conocer los procesos de producción de dicha empresa desde la explotación de la materia prima hasta el empaclado y transporte de cada una de las piezas que allí se producen.

A continuación, se muestran algunos de los productos ofertados por dicha empresa,



















EMPRESA	LOGO	PRODUCTOS	DESCRIPCION	ESPECIFICACIONES	NORMAS	USO	DIMENSIONES	PESO
MARGRES PISOS Y ENCHAPES								
Avenida 1 #7-02 Chapinero – Cúcuta								
MARGRES			BLOQUE No.5 GALLETA DE 6 HUECOS	Moldeo extruido - Acabado vitrificado.	Cumple con la NTC 4205 en absorción de agua y resistencia a compresión, y longitud, ancho y espesores.	Interior y exterior de tipo estructural	28CMX10CMX20CM	4,500 KG
MARGRES			ESCALERA	Moldeo extruido - acabado colonial, tonalidad roja, esfumado, almendra, ocaso o miel.	Cumple con la NTC 919 anexo E en longitud y ancho, rectilinidad y ortogonalidad y planaridad	Pisos	25CMX25CM	3 KG
MARGRES			LADRILLO PRENSADO HUECO REDONDO CURVO	Moldeo extruido, acabado colonial, superficie liso	Cumple con la NTC 4205 en absorción de agua y resistencia a compresión, y longitud, ancho y espesores.	Unidad de mampostería de uso interior y exterior de tipo estructural	23CMX6CMX11,5CM	1,8 KG
MARGRES			LADRILLO No.7 GENERICO	Moldeo extruido, acabado colonial, superficie liso UGL	Cumple con la NTC 4205 en absorción de agua y resistencia a compresión, y longitud, ancho y espesores.	Unidad de mampostería de uso interior y exterior de tipo estructural	24CMX6,5CMX11CM	2 KG
MARGRES			TABLETON	Moldeo extruido, acabado colonial, superficie acanalada UGL	Cumple con la NTC 4205 en absorción de agua y resistencia a compresión, y longitud, ancho y espesores.	Aligerante de placa estructural	80CMX8CMX20CM	9,3 KG
MARGRES			TABLETA 15X30	Moldeo extruido, acabado colonial, tonalidad roja, esfumado, almendra, ocaso, miel	Cumple con la NTC 919 anexo E en longitud y ancho, rectilinidad y ortogonalidad y planaridad	Pisos	15CMX30CM	1 KG
MARGRES			TABLETA 25 LISA	Moldeo extruido, acabado colonial, tonalidad roja, esfumado, almendra, ocaso, miel, superficie lisa UGL	Cumple con la NTC 919 anexo E en longitud y ancho, rectilinidad y ortogonalidad y planaridad	Pisos	25CMX25CM	1,375 KG
MARGRES			TEJA INGLESA "5"	Moldeo extruido, acabado colonial, superficie lisa UGL	Cumple con la NTC 2086 de longitud y ancho, espesores y uniformidad.	Techos	Longitud total 45,4 cm, longitud útil 38,5 cm, traslape longitudinal 7 cm, ancho total 32,5 cm, ancho útil 29 cm, traslape transversal 9 cm	3,400 KG
MARGRES			VILLA DE LEIVA COLONIAL ENCHAPE 7X25	Moldeo extruido - acabado colonial	Cumple con la NTC 919 anexo E en longitud y ancho, rectilinidad y ortogonalidad y planaridad	Pisos	7CMX25CM	0,265 KG

Figura 17. Muestra catálogo de productos de Margres y sus especificaciones

Fuente: Tejar Margres, 2019.

Adicional a las anteriormente mencionadas, se encuentran un gran número de pequeñas empresas, dedicadas a la fabricación y comercialización de diferentes productos, que incluyen arcilla en su composición, como lo son ladrilleras, tejares, entre otras.

2.2 Plásticos PET

El pet o Polietileno Tereftalato-poliéster, es un polímero plástico, que puede ser transformado mediante diversos procesos. Es un material con gran transparencia, dureza, resistencia. Existen tres tipos de plástico PET según su grado:

Textil

Botella

Film (Green Peace, s,f).

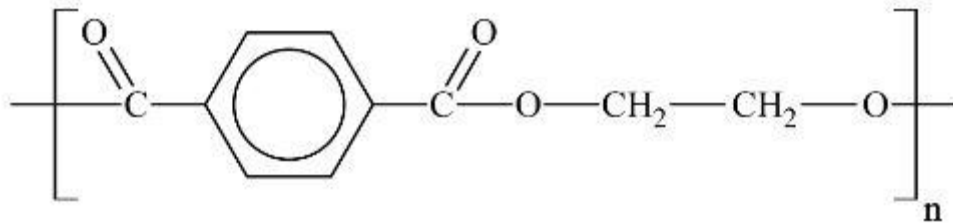


Figura 18. Estructura química del PET

Fuente: Universidad de Barcelona, s,f.

Algunas de las características del plástico PET, son:

Excelente barrera contra los gases CO₂, O₂, la radiación UV y la humedad.

Material impermeable

Es inerte al contenido

Presenta alta dureza y rigidez lo que le hace resistente al desgaste.

Tiene una alta resistencia química con buenas propiedades térmicas.

Es transparente APET (PET amorfo) o cristalino CPET (PET cristalino), admitiendo colorantes en su fabricación.

Su superficie puede barnizarse.

Estable a la intemperie ante temperaturas que pueden oscilar entre los -20°C a los $+60^{\circ}\text{C}$.

Aunque los envases PET no son biodegradables si es totalmente reciclable.

Apto para su uso como envase alimentario en botellas, bandejas, etc.

De acuerdo a lo anteriormente mencionado, los envases de PET, pueden ser reciclados de manera continua. Esto conforme a los procesos de selección, métodos de limpieza, descontaminación, entre otros factores; logrando que estos sean incorporados nuevamente a la cadena de producción y generando un menor impacto ambiental, siendo este uno de los mayores contaminantes producidos.

Entre alguno de los usos del PET, se encuentran:

Fabricación de carcasas para motores

Fabricación de cajas

Envases para medicamentos

Bolsas para alimentos

Envase de líquidos y bebidas carbonatadas (Arapack, 2018).

Desde el punto de vista internacional la producción global de plásticos se ha disparado en los últimos 50 años. En el año 2016 alcanzó los 335 millones de toneladas, y según estimados, para el año 2020, esta cifra aumentara a 500 mil millones de botellas de plástico. En cuanto a la producción mundial de plásticos, el líder en la fabricación de este insumo es China con un 29% del total producido (2016), seguido de países europeos (Alemania, Italia, Francia, España y Reino Unido), con el 19% de participación, entre otros. <https://arteplastica.es/el-plastico-pet-para-que-se-usa/>

En la actualidad debido al daño que sufre el medio ambiente por la contaminación por plásticos, el reciclaje se ha convertido a nivel mundial en uno de los recursos más importantes para combatirla generando una conciencia ecológica, sin embargo, esta no es aplicada en todo el mundo, pues hay países q no cuentan con una educación en el ámbito o con los recursos que esto conlleva. No obstante, algunas de las grandes empresas a nivel global realizar acciones en pro del medio ambiente.

Acciones como “envase 100% reciclable”, “botella única”, “un mundo sin residuos”, entre otros, generados por la empresa Coca Cola, son campañas que incentivan a la reducción del uso del plástico logrando reducir la cantidad de botellas que circulan en el mercado, entre otros, en pro del medio ambiente (t13, 2016).

Sin embargo, cifras alarmantes como, los 6.300 millones de toneladas de residuos plásticos aproximadamente generadas en el año 2015.

En la siguiente grafica se muestra los fines directos, a los cuales llegan las toneladas de plástico desechadas; si continua esta producción y gestión de residuos, En 2050 habrá aproximadamente 12.000 millones de Toneladas de basura plástica en vertederos o en el medio

ambiente.

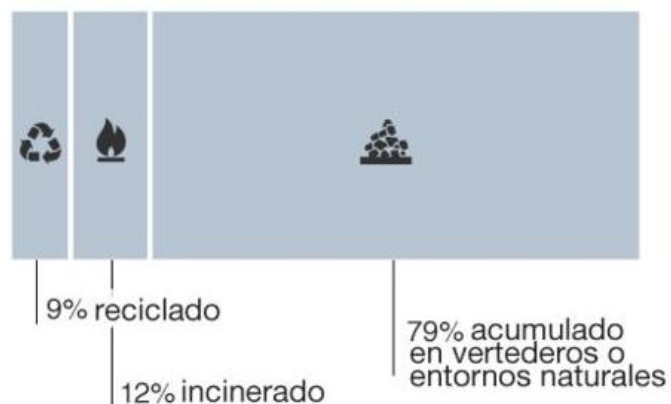


Figura 19. ¿Cuánto plástico hay?

Fuente: Revista BBC Mundo, 2019.



Figura 20. Botellas de bebidas, una marea de plástico que crece

Fuente: Revista BBC Mundo, 2019.

Por otra parte, una de las mayores amenazas ambientales, los océanos de plástico, no solo representan un grave daño al medio ambiente sino también a la salud humana, así como a la flora y fauna. A continuación, se muestran los puntos críticos que atrapan grandes cantidades de residuos en sus corrientes:

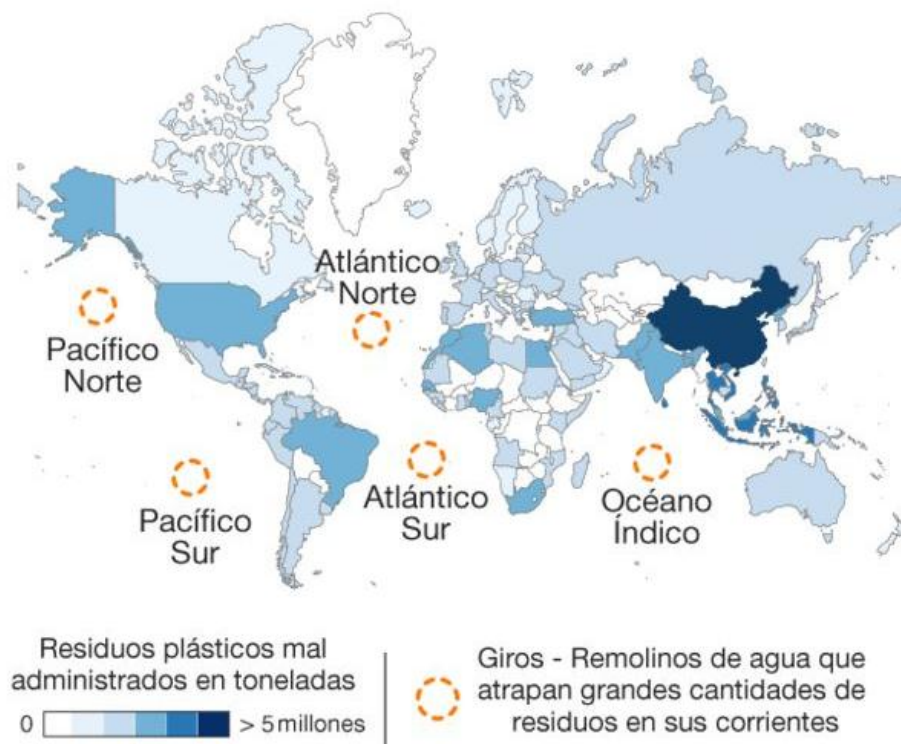


Figura 21. Océano de plástico, Jambeck Science febrero 2015, UNEP

Fuente: Revista BBC Mundo, 2019.

Según el diario Ambientum, “nuestros cuerpos están hechos de agua, huesos, sangre, músculos y grasa; pero si nuestra dieta incluye mariscos o agua de grifo, también encontraríamos dentro de nosotros algunas piezas de plástico.”, estas pequeñas piezas de plástico son llamadas microplásticos, los cuales pueden tener altos niveles de toxicidad.

De acuerdo a cifras reveladas por la ONU (Organización de las Naciones Unidas), el 79% de la basura generada del plástico se encuentra en vertederos o tirada en el medio ambiente y solo el 9% de esta se recicla. Sin embargo, en algunos países como Ruanda o Kenia se ha prohibido el uso de bolsas de plásticos, y en más de 60 países, se han integrado sanciones o medidas restrictivas contra el uso de plástico.

A pesar de eso, de acuerdo al diario BBC, se estima que cada año en el mundo se consumen 5 billones de bolsas de plástico, lo que supone casi 10 millones de bolsas de plástico cada minuto (Revista BBC Mundo, 2019).

Entre las empresas mayor productoras de plástico, según el diario el Espectador, de acuerdo a informe generado por la organización Break Free From Plastic, se encuentran:

Coca cola company

Pepsico

Nestle

Danone

Mondelez interntionl

Procter & gamble

Unilever

Perfetti van melle

Mars incorporate

Colgate-palmolive

Siendo las tres primeras, productoras de casi el 70% de los residuos hallados (Diario el Espectador, 2018).

De acuerdo al diario Ambientum, en su artículo datos sobre la contaminación que causa el plástico, “El plástico es omnipresente. Podemos encontrarlo en los envases de los productos, incluso como ingrediente en los cosméticos, en el textil de la ropa, en materiales de construcción, juguetes y en multitud de utensilios y objetos.”

Según Estévez, en su artículo publicado en el 2018, algunas de las cifras alarmantes a las que se enfrenta la población mundial, son:

8 millones de toneladas de basura al año llegan a los mares y océanos.

Cada segundo más de 200 kilos de basura va a parar a los océanos.

Se desconoce la cantidad exacta de plásticos en los mares, pero se estiman unos 5-50 billones de fragmentos de plástico, sin incluir los trozos que hay en el fondo marino o en las playas.

El 80% proviene de tierra firme.

El 70% queda en el fondo marino, el 15% en la columna de agua y el 15% en la superficie. Lo que se ve es solo la punta del iceberg.

Hay 5 islas de basura formadas en su gran mayoría por microplásticos algo similar a una sopa.

2 de ellas se encuentran en el Pacífico, 2 en el Atlántico y 1 en el Índico.

Se estima que en 2020 el ritmo de producción de plásticos habrá aumentado un 900% con respecto a niveles de 1980 (Eco Inteligencia, 2018).

No obstante, y complementando la información proporcionada por Estévez, la producción global de plásticos se ha disparado exponencialmente en los últimos 50 años, siendo China el principal productor de estos, seguido de Europa (Alemania, Italia, Reino Unido, España), Norte América y Asia.

El mercado internacional se encuentra dominado por cuatro tipos principales de plásticos como los son el polietileno (PE), Polyester (PET), polipropileno (PP) y cloruro de polivinilo (PVC) (Ambientum, 2019).

De acuerdo a las estimaciones futuras según la BBC en su artículo “5 gráficos para entender por qué el plástico es una amenaza para nuestro planeta”, indica “En el mundo, las estimaciones para 2050 son alarmantes ya que se cree que habrá 12.000 millones de toneladas de desechos plásticos en entornos naturales. De hecho, el 10 % de todo plástico desechado en el planeta ingresa al mar y de ese porcentaje la mayor parte termina en el lecho marino. Al analizar dicha realidad se ha podido determinar que las especies marinas son unas de las más afectadas por el consumo de plástico, especialmente las aves, tortugas, ballenas y delfines.”

Lo cual indica la necesidad a nivel mundial de la recuperación de los ecosistemas mediante la práctica de reciclaje, mejoramientos en la industria plástica y educación en esta iniciativa.

Desde el punto de vista nacional, una persona colombiana consume al menos 24 kilogramos de plástico al año, (56% de uso único es decir pitillos, cubiertos, entre otros).

Según el espectador en su artículo ¿Cuántos kilos de plástico se consumen en Colombia”, “se ha establecido que el país genera unos 12 millones de toneladas de residuos sólidos al año y solo recicla el 17 %. En el caso de Bogotá, la cifra alcanza las 7.500 toneladas al día, de las que se recicla un 15 %. En el caso colombiano, precisó Silvia Gómez, "el 90 % de las playas de la costa Atlántica están contaminadas con microplástico", entendido como partículas de cinco milímetros de diámetro. Además, entre los 20 ríos más contaminados del planeta con plástico figuran el Amazonas, en el puesto siete, y el Magdalena, la principal arteria fluvial del país, en el 15 (Diario el Espectador, 2018, p.1) (Revista BBC Mundo, 2018, p.1)

Colombia cuenta con esa serie de empresas dedicadas a la industria plástica, la cual está compuesta por aproximadamente 650 empresas fabricantes, entre estas se encuentran:

2.2.1 Fadelplast S.A.S. Fábrica de envases plásticos, la cual se encuentra laborando desde el año 1997, pionera en el país en la elaboración de envases P.E.T, resina de la cual se elaboran botellas plásticas para gaseosas, aceites de mesa, agua, jugos, productos farmacéuticos, de aseo. También fabrica y ofrece tapas y asas de plástico. Todos sus envases son 100% reciclables.

Como empresa amigable con el medio ambiente, ha logrado reducir el peso de sus envases plásticos haciendo sus paredes más delgadas, ahorrando así materia prima utilizada para la fabricación de esto y generando conciencia ecológica. <https://fadeplast.com/fp/conoce-mas/>

2.2.2 Iberplast S.A.S. Es una empresa perteneciente a la OAL (Organización Ardila Lulle), de los principales conglomerados empresariales de Colombia y Latinoamérica. Iberplast se dedica a la fabricación y comercialización a nivel nacional e internacional de tapas y preformas, elaborados con resinas plásticas, acero cromado y aluminio, para bebidas gaseosa, agua, licores, productos farmacéuticos, entre otros.

Compromisos ambientales de la empresa:

Uso sostenible de agua

Uso racional y eficiente de la energía

Reducción, reutilización, reciclaje y disposición adecuada de los residuos generados

Cálculo de huella de carbono con el fin de generar estrategias de mitigación de gases en efecto invernadero (Iberplast, s,f).

2.2.3 Isoplasticos. Empresa fundada en Bogotá, en el año 2009. Se encarga de la fabricación de productos plásticos modelados a través de procesos de inyección y soplado. Se dedica a la fabricación de envases, tapas y todo tipo de piezas plásticas, para diversas empresas y marcas.

Ofrece: piezas plásticas personalizadas, potes y tarrinas, tapas y tapones, botellas y garrafas, estuchería para chocolates, bombones y confitería, artículos promocionales, entre otros.



Figura 22. Proceso de creación – fabricación de la pieza plástica

Fuente: Isoplasticos, s,f.

2.2.4 Occiplast (Occidental de Plásticos S.A.). Constituida en 1989, ubicada en la ciudad de Cali, es una empresa de plásticos, que implementa procesos de soplado, inyección-soplado e inyección. Cuenta con la capacidad de elaborar envases desde 30cc hasta 5000cc con sus tapas.

Los tipos de envases producidos son:

Alimenticios

Aseo del hogar

Cuidado personal

Sector automotriz

Farmacéutico y hospitalario (Occiplast, s,f).

2.2.5 Paraplasticos S.A.S. Empresa fundada en 1997, la cual se dedica a la fabricación de envases plásticos para diversos usos industriales como: pinturas, grasas, aceites, estucos, químicos, alimentos lácteos, entre otros (Paraplasticos S.A.S, 2019).

2.2.6 Plastank Colombia LTDA. Dedicada a la fabricación de envases plásticos elaborados en polietileno alta densidad y alto peso molecular. Con más de 20 años en funcionamiento. Atiende las necesidades de los sectores industriales como agroquímico, químico, farmacéutico, automotriz, alimentos, aseo, cosmético, etc (Plastank Colombia, s,f).

Otras empresas en el país:

2.2.7 Colplast. Ofrece una amplia gama de productos en sus diferentes líneas: aseo, hogar, entre otros.

2.2.8 Tromoplas S.A. Fundada en 1965, dedicada a la fabricación y comercialización de productos plásticos en sus diferentes líneas como aseo, comercial, hogar, entre otros.

2.2.9 Dicoplast S.A.S. Fabricante de moldes y productos plásticos acordes a las necesidades del sector industrial. Ofrece sus diferentes líneas como lo son: agrícola, industrial, comercial, envases, entre otros (Dicoplast, s,f).

2.2.10 Industrias Estra S.A. Compañía con más de 60 años en el mercado, dedicada a la producción y comercialización de productos plásticos. Trabaja en líneas de hogar, infantil, e institucional.

2.2.11 SM Plásticos. Empresa con más de 30 años de experiencia, dedicada al desarrollo de productos plásticos. Posee una amplia gama de productos para los sectores de cosméticos, aseo, alimentos, bebidas, entre otros (Smplasticos, s,f).

2.2.12 Plaspet. Fundada en el año 2009, dedicada a la fabricación de envases plásticos en PET. Proveedores de envases para bebidas, aceites vegetales, productos de aseo y químicos, preformas y pegantes (Plaspet, s,f).

2.2.13 Coenplas. Productora de envases y tapas plásticas, mediante tecnología de soplado, inyección, inyector-soplado y estirado de preformar, producidos en PEAD,, PET, PP, PVC, PC. Fundada en 1993, con certificación ISO y plantas en Bogotá y Cali (Coenplas, s,f).

2.2.14 Corplas. Empresa con 38 años de experiencia en el país, produce y comercializa envases, tapas y piezas plásticas. Utilizando PET, PEAD,PP.

El reciclaje en Colombia presenta bajos índices en su implementación, de acuerdo a cifras establecidas por la revista semana, por cada 10 botellas plásticas que salen al mercado solo 3 de

esas son recicladas. Cifras alarmantes, ya que este es uno de los mayores contaminantes del medio ambiente.

Colombia cuenta con dos empresas transformadoras de PET, Enka en Medellín y Apropet en Bogotá, cuya función es convertir el PET en resina para la producción de nuevos envases; estas procesan alrededor de 40.000 toneladas de botellas al año, pero la industria demanda alrededor de 50.000.

Según la revista dinero la transformadora Enka “**tiene capacidad para transformar 33.000 toneladas de botellas PET al año, cerca de 3 millones de unidades al día**, las cuales son transformadas en resinas para la producción de envases en contacto con alimentos; fibras para la fabricación de ropa de hogar y tejidos técnicos y filamentos, dirigidos a la elaboración de prendas deportivas. Desde el año pasado (2018), también fabrica polietileno y polipropileno a partir de tapas y etiquetas para la inyección de piezas, lo que le permite cerrar el ciclo de las botellas, evitando el desperdicio en sus plantas.”

Por otra parte, la empresa Apropet, según la revista dinero esta “recoge en promedio al día **1,2 millones de botellas**, evitando que estos productos vayan a parar a los rellenos sanitarios. Al mes son más o menos unos **42 millones de botellas**. “Luego del proceso volvemos a hacer otra contribución importante, pues el PET reciclado genera menos emisiones de gases efecto invernadero”, manifiesta John Henry Villamizar, country manager de esta compañía. Apropet recibe en promedio 30 toneladas de botellas PET al día, que son suministradas por unos 65 proveedores representados en asociaciones y cooperativas. Luego del proceso de transformación, la empresa le entrega al mercado unas **24 toneladas, en promedio. La firma bogotana procesa 7.200 toneladas al año.**”

Sin embargo, la falta de educación en el tema del reciclaje y el aprovechamiento máximo de los recursos, es una tarea pendiente en el país, ya que generalmente, desde el caso concreto del PET, estas botellas son tiradas a la basura, cuando realmente pueden ser aprovechadas e introducidas en un proceso de economía circular (Ekored, s,f).

Entre las empresas recicladoras del país se encuentran:

2.2.15 Ecoplas. Empresa encargada de la recuperación de Polietileno de alta densidad (PEAD). Entrega el material seleccionado, molido, lavado y desinfectado apto para ser procesado y convertido en productos industriales. Debido a su labor de recuperación de desechos plásticos, contribuye a mitigar el impacto ambiental generado por la contaminación (Ecoplas de Colombia, s,f).

2.2.16 Aproplast. Empresa con más de 21 años de experiencia que trabaja en la recuperación de materiales plásticos de tipo rígido. El material que recolectan, es sometido a un proceso de clasificación, descontaminación, y limpieza, para luego ser usado en cajas, envases, empaques, laminas, entre otros. Según Tecnología del plástico, la técnica implementada del “reciclaje botella a botella se refiere al proceso de convertir materiales recuperados, ya sea de fuentes postindustriales o posconsumo, en gránulos o pellets cuyas características sean equiparables a las de los materiales vírgenes e inclusive puedan ser utilizados para fabricar envases de productos alimenticios.

Dado el creciente interés de compañías dueñas de marca y de los propios consumidores por encontrar productos con un perfil ambiental favorable, esta aplicación está ganando terreno a escala comercial, sin contar con los múltiples beneficios sociales y ambientales que conlleva. Actualmente, Aproplast procesa cerca de 1.800 toneladas de PET recuperado por año y lo transforma en RPET grado botella. En otras palabras, rescata este material de ir a un relleno sanitario y lo reintegra al ciclo productivo para aplicaciones de alto valor.”.

Esto permite contribuir con el medio ambiente a partir de la disposición de plásticos (Plastico, s,f).

2.2.17 Acebri. Su actividad principal es la recuperación y transformación del plástico PET reciclado (Acebri, s,f).

2.2.18 Petpack. Producción y comercialización de envases y preformas de PET y tapas en polipropileno. Cuenta con más de 17 años de experiencia, sus productos son para uso de alimentos, bebidas, entre otros (Petpack, s,f).

2.2.19 Biocirculo. Dedicada a la producción de materia prima reciclada para la industria plástica mediante el uso de residuos posconsumo (Biocirculo, s,f).

Adicionalmente, en Colombia, algunas empresas importantes del sector industrial le están apostando al reciclaje en sus técnicas de producción, tales como Coca-Cola, Postobón, PepsiCo, Colombina y Alpina, realizando un cambio de material en sus botellas. Por ejemplo, según el diario La República, “Coca-Cola trabaja una iniciativa llamada “botella a botella” desde el año 2013 de la mano de Enka (empresa transformadora de PET), en la que se usa resina reciclada para la fabricación de nuevos envases de PET, que a su vez son 100% reutilizables. Solo en 2015

se lograron reciclar cerca de 295 millones de botellas”, indican.

Para el caso de Postobón el mismo diario indica “se utilizaron alrededor de 4.004 toneladas de resina de ekopet equivalentes a 120 millones de botellas recicladas y en Bavaria, se redujo el peso de la botella PET de 200 ML, generando un ahorro de 350 toneladas de material PET”, datos del año 2015. En cuanto a Colombina, “la planta de conservas usa residuos de plástico que antes se botaban, se aprovecha el almidón nativo y riplo de galleta”; y, por último, pero no menos importante, PepsiCo, “bajo el proyecto “bumeran”, se han reutilizado 6.200 millones de caja de cartón usadas en todo el proceso”.

Estos casos evidencian el compromiso de empresas de alta índole y marcas reconocidas, en una preocupación latente, por la situación de contaminación generada y el detrimento diario y actual del medio ambiente.

Por otra parte, existen otras grandes empresas, que generan otro tipo de iniciativas que vale la pena mencionar, como es el caso de Avianca, gracias a sus programas de uso eficiente de recursos, se ha logrado reciclar al menos 590 toneladas por año. Grupo Éxito, Cencosud y Sodimac, según el diario la Republica “busca sensibilizar al consumidor sobre el uso racional de bolsas plásticas, así como implementa un cuarto específico para cartones, plástico, polietileno, entre otros con el fin de darle un uso responsable a estos materiales”.

En el Grupo Éxito, “hacia el año 2015 se lograron reciclar alrededor de 22.000 toneladas de residuos, de las cuales la mayor carga provino de papel y cartón, seguido de chatarra, plástico y otros residuos, y el dinero generado fue utilizado en programas de nutrición infantil”. Por último, en productos de consumo masivo, la empresa P&G, ogro en 68 de sus plantas el objetivo de cero residuos de producción a vertedero.

Aunque las cifras muestran grandes cambios en la producción de desechos y en los procesos productivos de las grandes empresas, y se tornan alentadoras, la sociedad en general no se encuentra culturizada por este tipo de iniciativas (Diario la Republica, 2016).

Por otra parte, es necesario mencionar también una serie de iniciativas, que surgen de alianzas estratégicas, entre dos o más empresas nacionales, casos concretos a destacar se tienen:

2.2.20 Cempre (Compromiso empresarial para el reciclaje). Existe en Colombia desde el año 2009, según Laura Reyes ejecutiva comercial, “es una organización no gubernamental, de capital privado, con amplia experiencia y conocimiento de los esquemas de recolección y reciclaje a través de la ejecución de proyectos enfocados en el entendiendo de la dinámica de los mercados de materiales reciclables en Colombia” (Coca-Cola, s,f).

2.2.21 Ekored. Establecida desde el año 2013, a partir de una alianza entre COOPERENKA y ENKA de Colombia. El proyecto consiste en recuperar botellas de PET y transformarlas en resinas, fibras y filamentos, para luego ser empleados en textiles, o plásticos, mediante una Red de Reciclaje Nacional, bajo el lema “Nosotros PETciclamos”; actuando bajo 3 parámetros como lo son la responsabilidad social empresarial, responsabilidad ambiental empresarial y el crecimiento económico (Ekored, s,f).

2.2.22 Ecobot. Esta iniciativa se encarga de impulsar en la sociedad colombiana la cultura de reciclaje, mediante maquinas recolectoras de botellas plásticas., las cuales se encuentran ubicadas en centros comerciales, instituciones y espacio público, educando a la ciudadanía a contribuir al medio ambiente con la correcta disposición del PET, por cada botella reciclada el usuario recibirá un cupón de descuento de una de las empresas asociadas conocidos como Ecoparters (Ecobot, s,f).

El país no cuenta con una tecnología eficiente, en el tema de recolección y transformación del PET, pero se espera que, con las obligaciones asumidas por Colombia en el marco de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) en esta materia, en 2030 el porcentaje total de reciclaje sea de 30%; mientras en PET, la apuesta es que supere el 50% (Revista Semana, 2019).

El reciclaje en la ciudad de Cúcuta cuenta con aproximadamente 75 empresas encargadas de la separación de residuos. De acuerdo al diario la opinión en cifras del 2018, en la ciudad una persona promedio produce un kilo de desechos solidos al día, aproximadamente 721 toneladas diaria, de las cuales solo el 6% de los desperdicios se transforman.

Para empresas como Corponor, es preocupante la baja cifra de aprovechamiento de material, y se encuentra necesaria una educación para adquirir cultura del reciclaje (La Opinión, 2018).

De acuerdo a la revista semana la empresa Veolia “le apuesta a la recuperación de los residuos aprovechables a través de la ECA (Estación de Clasificación y Aprovechamiento), por medio de la cual aplican prácticas de economía circular: los desechos que genera una persona se convierten en ingresos para otra. Lo anterior permite que la economía real crezca por medio del reciclaje.”

Sin embargo, algunos emprendedores de la ciudad, han generado algunas iniciativas como “casas construidas con plástico reciclado”, técnica conocida con el nombre de “emprendimiento verde”, se basa en la creación de tableros de plástico picado el cual se lleva al horno y luego refrigeración, el prototipo de vivienda tiene un peso aprox. De 16 toneladas y un valor de \$15.000.000.

Otra de las iniciativas destacadas en la ciudad, es el “Agloplast”, material de plástico postconsumo y fibras naturales como sustituto de la madera con mayor durabilidad y mejores características (La Opinión, 2018).

El plástico PET es uno de los materiales reciclables que se puede encontrar en mayores cantidades, ya que principalmente proviene de embotellados, que se pueden conseguir en instituciones educativas, restaurantes, entre otros, debido al alto consumo de estas. Este refuerzo junto con la materia prima principal que es la arcilla es de fácil adquisición en la región.

A continuación, en la figura 23 se presenta una georreferenciación de algunas recicladoras de la ciudad de San José de Cúcuta.

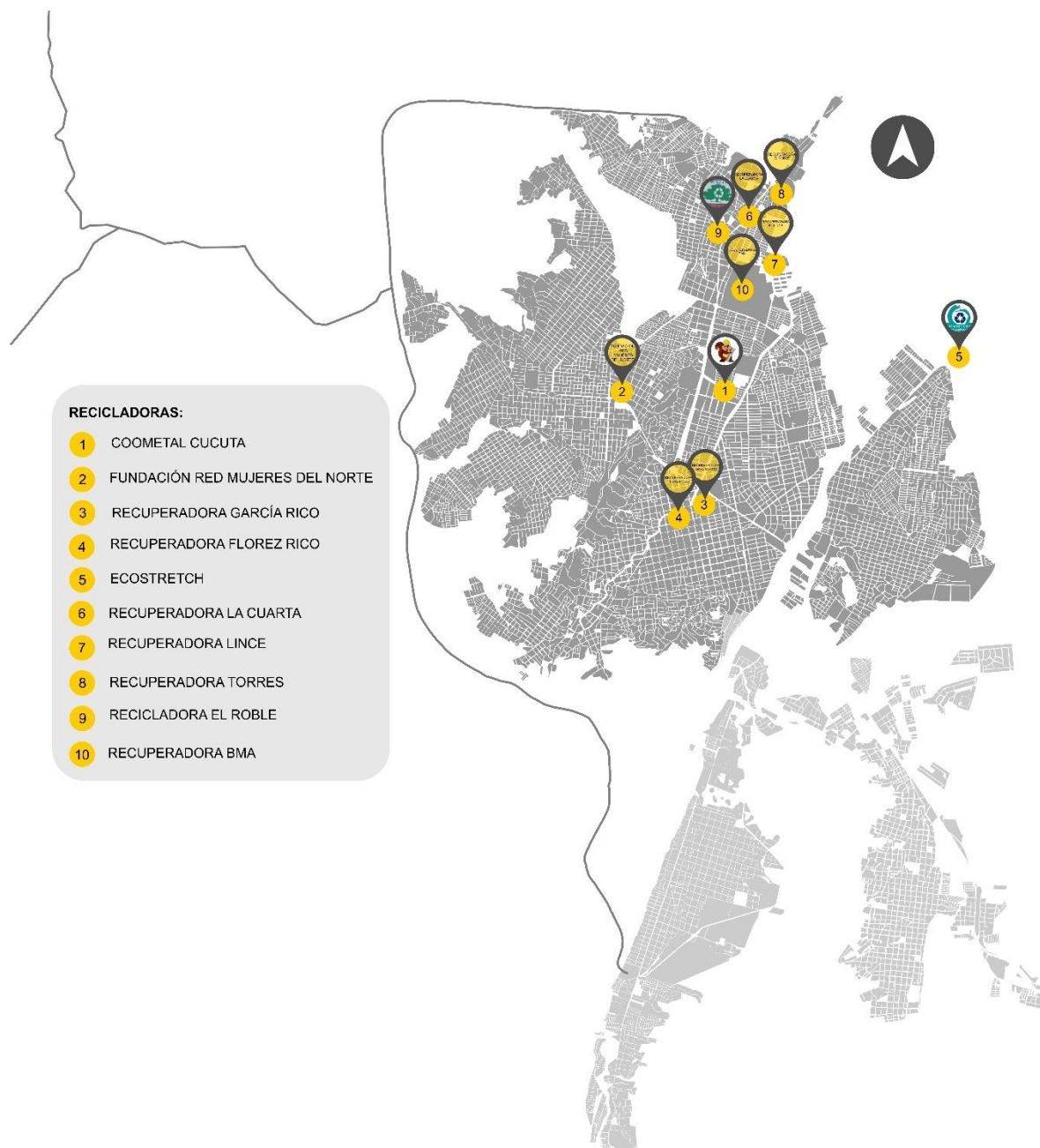


Figura 23. Georreferenciación de algunas recicladoras de la ciudad de san José de Cúcuta

2.3 Resultados Obtenidos

2.3.1 Resultados Obtenidos de las Recicladoras

2.3.1.1 Materiales. Como se muestra a continuación:

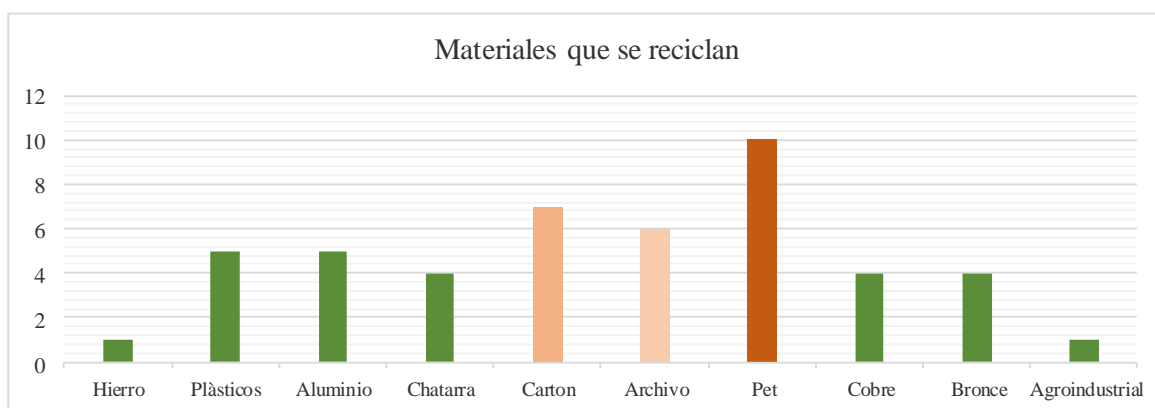


Figura 24. Materiales que se reciclan en las empresas

La función de estas empresas es la recolección y comercialización de material de reciclaje; de acuerdo a los resultados obtenidos y como se puede ver en la figura anterior, dentro de los materiales reciclados se encuentran el hierro, plástico, aluminio, chatarra, archivo, pet, cobre, bronce, y residuos agroindustriales; dentro de los cuales los tres más reciclados son el pet, cartón, y archivo.

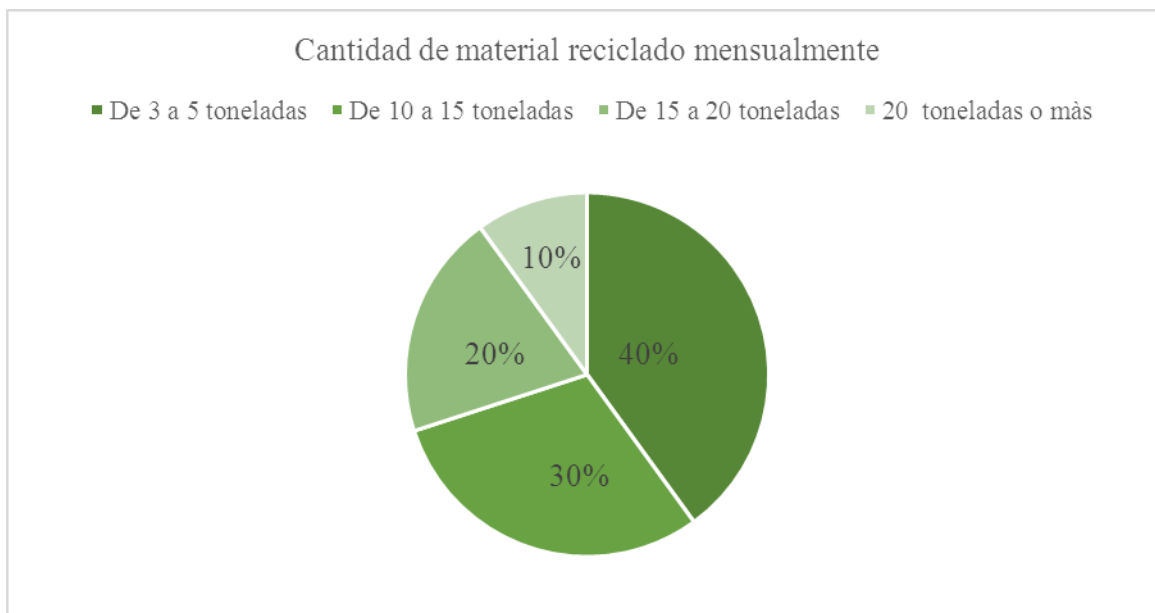


Figura 25. Cantidad de material reciclado mensualmente

De acuerdo con la grafica se puede observar que la mayor parte de recicladoras, es decir el 40% recolecta entre 3 a 5 toneladas de material mensualmente; en promedio se reciclan alrededor de 800 toneladas de material dentro del cual el 31% del mismo son residuos de botellas PET aproximadamente. Por otra parte el 100% de los encuestados consideran que es rentable el proceso de reciclaje.

2.3.1.2 Proceso de reciclaje. Como se muestra a continuación:

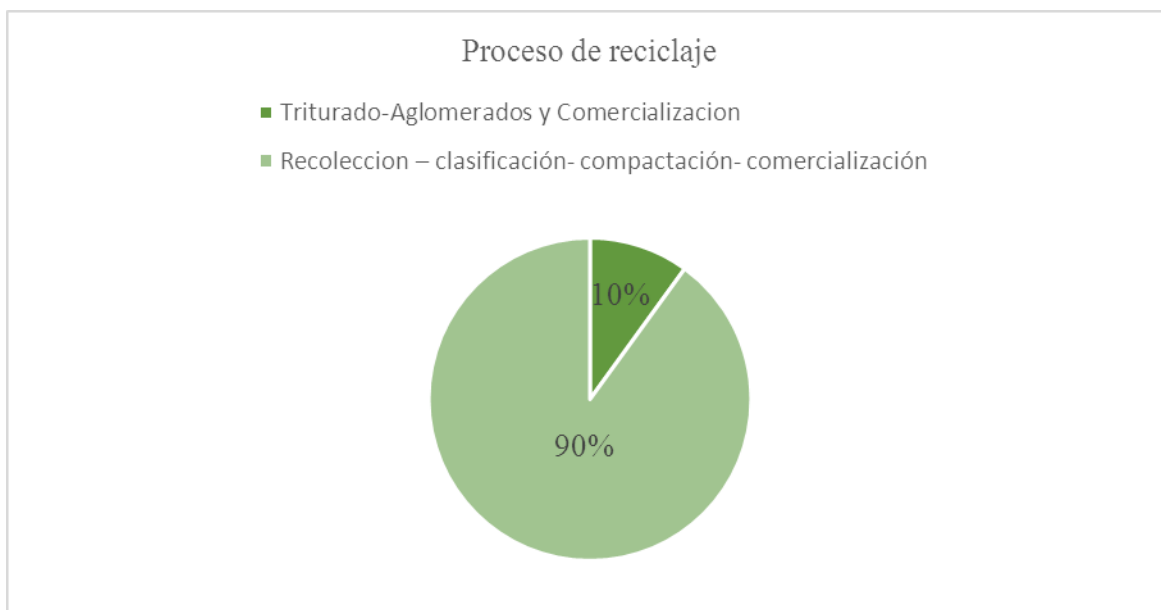


Figura 26. Proceso de reciclaje empleado

De las empresas encuestadas el 90% manifiesta realizar el proceso de recolección, clasificación, compactación para posteriormente comercializar estos residuos a otras empresas que se encargan del proceso de transformación, es decir que tan solo el 10% de las mismas realizan procesos adicionales como triturado del material y aglomerados para comercialización y para la obtención de nuevos materiales conformados a partir de material reciclado. Además el 60% afirma que la obtención de material para el proceso de reciclaje se obtiene de manera fácil, el 10% de manera muy fácil y el 30% lo consideran difícil.

2.3.1.3 Lugares de recolección de material. Como se muestra a continuación:

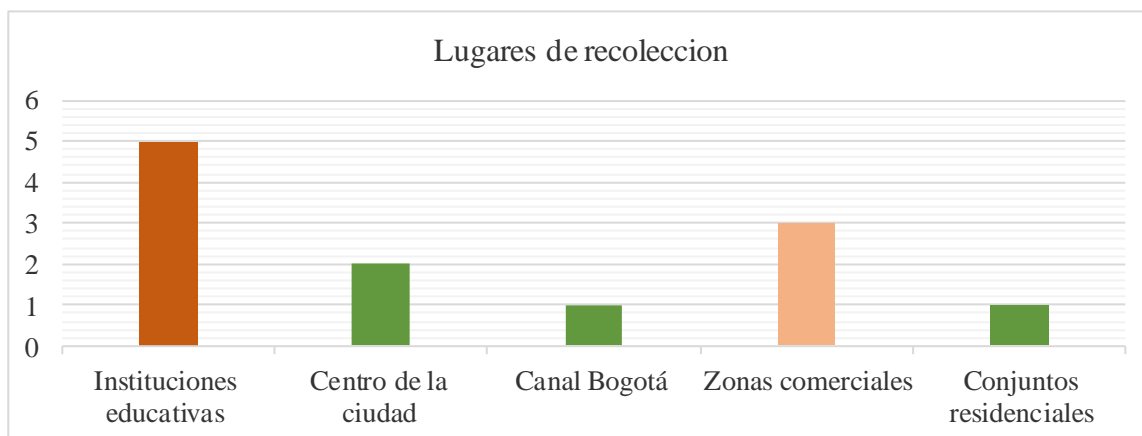


Figura 27. Lugares de recolección de material

Las partes encuestadas manifiestan que los lugares en los que se puede recolectar material para el proceso de reciclaje son: instituciones educativas, el centro de la ciudad, el canal Bogotá, zonas comerciales y conjuntos residenciales; dentro de los cuales la mayoría afirma que las instituciones educativas son lugares en los que se puede recolectar material fácilmente, seguido de las zonas comerciales.

2.3.1.4 Cultura de reciclaje. Como se muestra a continuación:

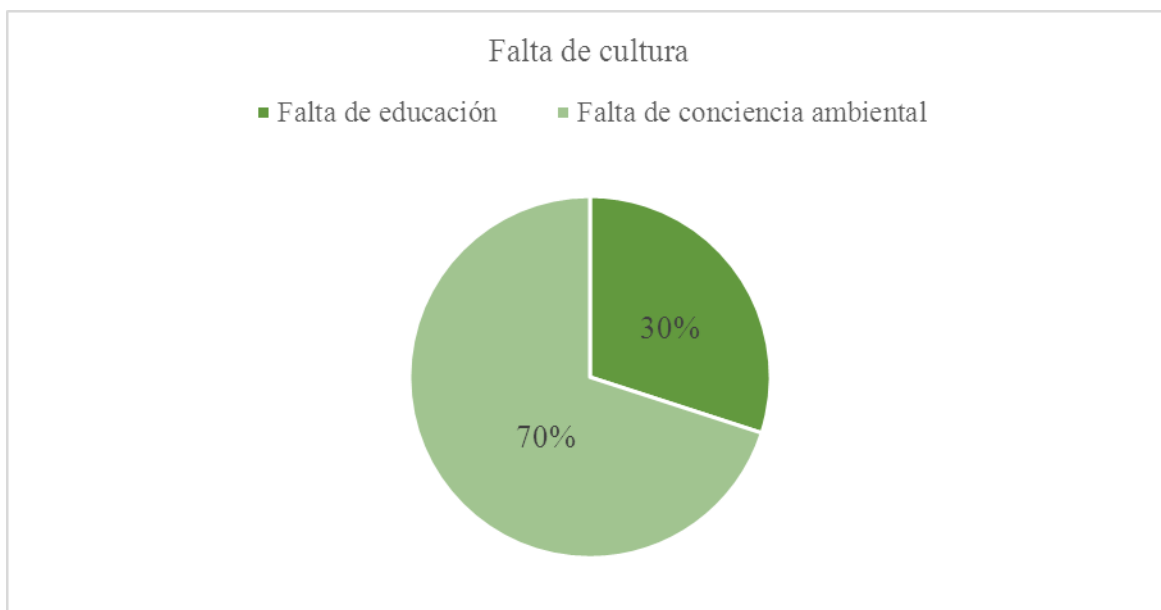


Figura 28. Falta de cultura de reciclaje

En cuanto al tema de cultura de reciclaje existente en la ciudad el 100% de los encuestados afirman que en la ciudad no hay una buena cultura; dentro de los cuales el 70% afirma que el motivo de esta problemática es la falta de educación y el 30% por falta de conciencia ambiental.



Figura 29. Qué hace falta para mejorar el proceso de reciclaje?

Para mejorar el proceso de reciclaje el 70% de los encuestados afirma que debe haber más apoyo por parte del gobierno y políticas del mismo que contribuyan al buen funcionamiento de este proceso y se incremente la cultura de reciclaje que existe en la ciudad, el 20% considera que hace falta cultura en cuanto el proceso y a la separación de los residuos sólidos, y por último, el 10% manifiesta que hace falta implementar nuevas tecnologías.

2.3.2 Resultados obtenidos de las arcilleras.

2.3.2.1 Experiencia de la empresa. Como se muestra a continuación:



Figura 30. Experiencia de la empresa

De acuerdo a los datos obtenidos, las arcilleras encuestadas tienen un rango de experiencia mínima de 10 años hasta los 30 años o más, dentro de las cuales la mayoría de las arcilleras estudiadas manifiestan tener de 20 a 30 años de experiencia en el medio.

2.3.2.2 Productividad. Como se muestra a continuación:

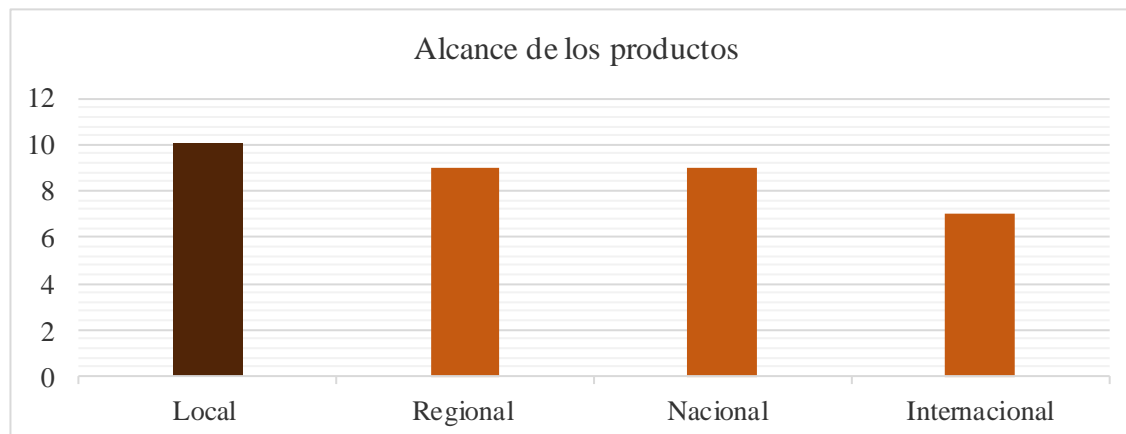


Figura 31. Alcance que tienen los productos

En cuanto al alcance que tienen los productos producidos por estas 10 arcilleras, todas tienen un alcance local, seguido de uno regional, nacional en lugares como: Costa atlántica, Bogotá, Medellín el Eje cafetero, Villavicencio, Ocaña; y algunas de ellas sus productos se distribuyen a nivel internacional en países como: Panamá, Costa Rica, y República Dominicana.

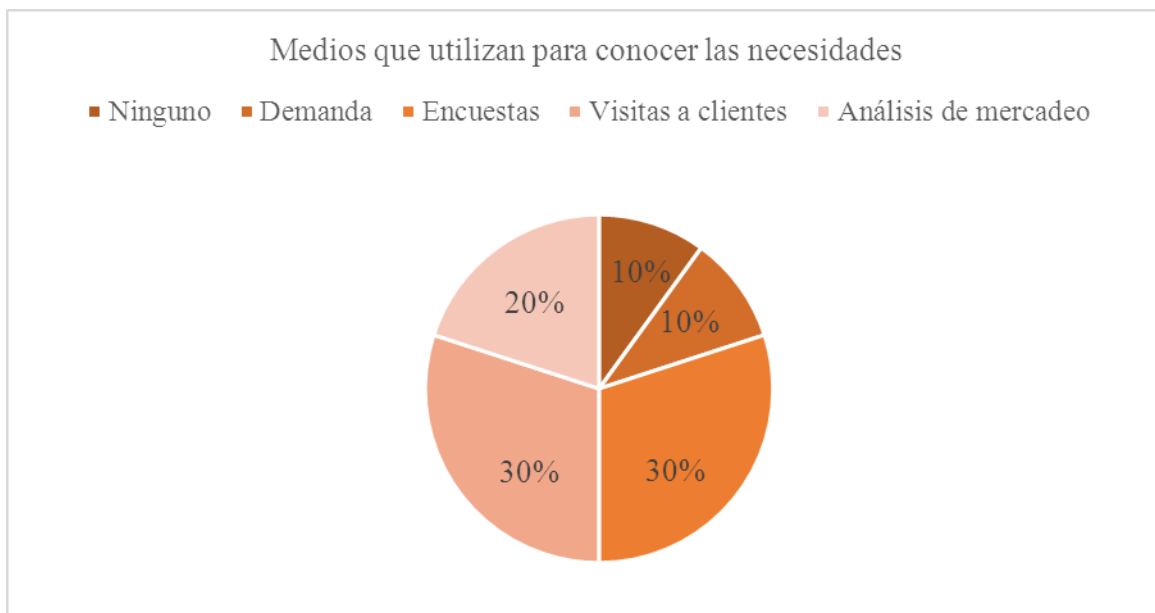


Figura 32. Medios que se utilizan para conocer las necesidades del mercado

Entre los resultados obtenidos los medios más utilizados para conocer las necesidades que hay en el mercado son las encuestas y las visitas a clientes con un 30% de implementación en cada uno; seguido del análisis de mercadeo con un 20%; y por último el medio menos usado es el de la demanda de productos con un 10%, y el 10% restante no utiliza ningún medio.

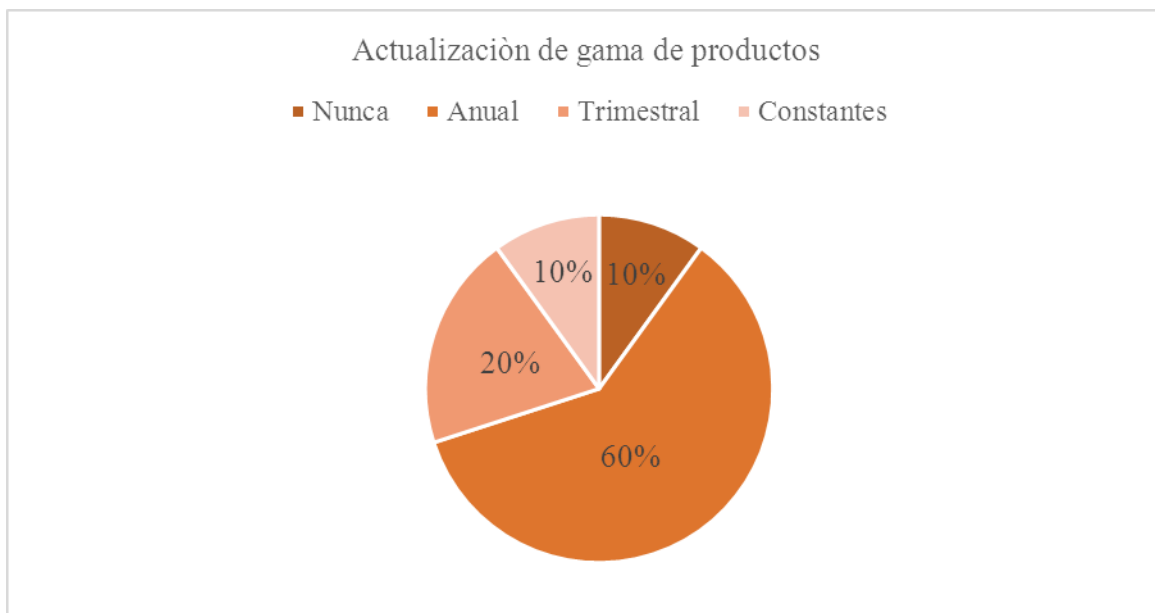


Figura 33. Actualización de la gama de productos de las arcilleras

Como se puede observar en la figura anterior, las empresas realizan una actualización de los productos que ofrecen al público el cual se realiza de la siguiente manera: el 60% lo hace cada año, el 20% cada tres meses, el 10% realizan actualizaciones constantemente y el 10% no actualizan la gama de productos que ofrecen; ya que siempre comercializan los mismos productos que han fabricado tradicionalmente.



Figura 34. Criterios para lanzar o sacar un producto

Según los resultados obtenidos en las encuestas, los criterios para lanzar o sacar un producto del mercado son los siguientes: por demanda un 40%, por tendencia de consumo un 30%, por costo de producción un 20%, y por último por calidad con un 10%.

2.3.2.3 Innovación. En la información obtenida se determinó que:

Solo el 40% de las empresas tienen algún área especializada en la búsqueda de nuevas técnicas de producción o materiales innovadores, y el 60% no tiene ningún área especializada en el tema.

Solo el 20% de las empresas tienen alguna técnica innovadora de producción como la automatización de procesos, y el 80% no implementa ninguna técnica innovadora en cuanto al proceso de producción.

El 80% de las arcilleras participan en congresos o foros regionales o nacionales con respecto a la arcilla y temas derivados como: expo diseño, expo construcción, U.F.P.S, CIMAC, cámara de comercio, induarcilla, unicer, expo camacol, y el encuentro internacional de la arcilla.

Solo el 20% de las empresas cuentan con programas para capacitar al personal en temas de vanguardia, y el 80% no capacitan a su personal al respecto.

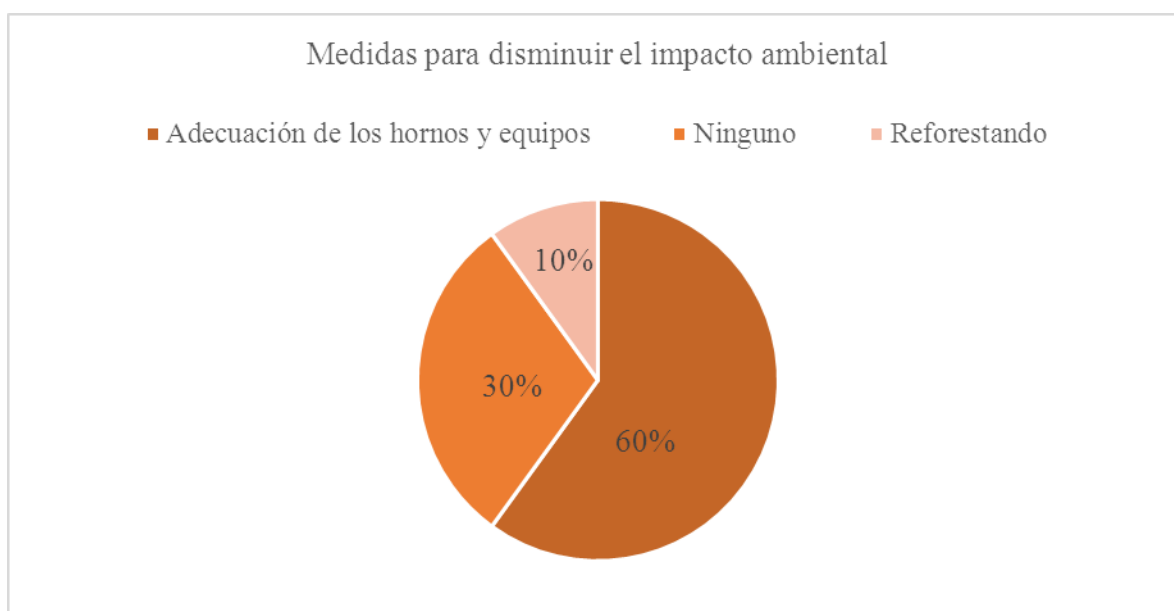


Figura 35. Medidas para disminuir el impacto ambiental

En cuanto a las medidas que toman estas arcilleras para disminuir el impacto ambiental generado en su proceso de producción; lo que la mayor parte de la industria practica es la adecuación de los hornos y equipos que implementan en este proceso con un 60%, el 30% no realiza ningún tipo de medida para contrarrestar el impacto ambiental que genera y el 10% utiliza la reforestación como medida para disminuir el impacto ambiental generado.

2.3.3 Caracterización de material compuesto PET –vidrio. En este estudio se presenta un análisis de los diversos comportamientos tanto físicos como mecánicos que muestra un material

nuevo e innovador conformado por matriz de polímero PET reciclado y refuerzo de vidrio reciclado. Para ello se realizan una serie de ensayos en probetas procesadas con una temperatura mayor a 200°C, en los cuales se utiliza el vidrio en polvo en una cantidad de 40%, en donde este se fusiona completamente con el otro material, se comprimen y seguidamente son enfriadas a temperatura ambiente. En base a los resultados obtenidos se presenta que el nuevo material tiene mayor densidad, conductividad térmica, alta resistencia, factores a favor de este; así como también comparado con un material tradicional en el sector de la construcción se concluye que este puede sustituirlo fácilmente.

Todo ello con el fin de “Establecer la importancia de la reutilización del plástico y el vidrio para contribuir a la reducción de las cargas sobre el medio ambiente.”

2.3.4 Ladrillos elaborados en plástico reciclado (PET) para mampostería no portante. El proyecto realiza un análisis de uso del plástico reciclado y como este en la fabricación de ladrillos para construcción de mampostería no portante. En la primera fase del proyecto se realiza un análisis de los residuos sólidos generados en la ciudad de estudio, y las características del PET, para descartar efectos nocivos que sean producidos al momento de mezclarlo con materiales tradicionales.

Se elaboran ladrillos con dimensiones de 20x10x16cm con adición de PET al 10, 25, 40, 55, 65 y 70% en sustitución del árido fino. Luego se efectuaron diversos ensayos con la finalidad de compararlos con los ladrillos de arcilla cocida de uso común en la región y analizar el material para mampostería no portante según los lineamientos establecidos por las Normas Ecuatorianas.

Una vez realizados los ensayos y analizada la información, se obtuvo como resultado un ladrillo óptimo con 25% de adición de PET. El cual fue sometido a un análisis térmico mediante

una simulación en el programa Desingnbuilder, obteniendo como resultado niveles de confort térmico de mejor calidad en viviendas.

2.3.5 Elaboración de bloques de cemento reutilizando el pastico tereftalato de polietileno (PET) como alternativa sostenible para la construcción. La investigación presenta una alternativa innovadora, pero sobre todo ecológica conformada por hormigón y reutilización de residuos PET, en la cual denota la factibilidad de este tipo de material compuesto, y como fácilmente puede sustituir al bloque de hormigón tradicional el cual es vital en la construcción.

El proyecto se basa en sustituir porcentajes de degradado fino por plástico PET, triturado, para formar bloques de alrededor de 6 pulgadas, y se desarrolló en seis fases. Se mantiene la geometría y el proceso de fabricación de un bloque convencional, el cual cumple con los parámetros de la norma NTC, y resistencia, absorción y demás estipulados en la NSR-10.

El proceso muestra como resultado una disminución en el peso del producto, y mayor economía a la hora de adquirirlo (menor precio).

2.3.6 Paneles de plástico reciclado para muros divisorios en viviendas modulares prefabricadas. Se presenta un escrito que destaca la construcción de casas modulares con paneles prefabricados como una alternativa ecológica importante para abastecer el déficit de vivienda que se vive en el país.

Los paneles a utilizar en el proyecto son prefabricados con polímeros reciclados, lo que trae consigo variedad en el diseño de estos que actúen como atractivos y enriquecedores de las viviendas prefabricadas.

Esta alternativa logra disminuir los impactos negativos sobre el ambiente, que trae consigo los procesos productivos de materiales tradicionales y la contaminación. En cuanto al desarrollo de la investigación: en la primera parte se hace un acercamiento a la aparición y evolución de las casas prefabricadas, posteriormente se abordan los materiales y características de las casas prefabricadas en la actualidad y, finalmente, se propone un sistema de paneles obtenidos a partir del reciclaje de polímeros, así como sus ventajas estructurales, ecológicas y de diseño, entre otros aspectos.

2.3.7 Caracterización físico-mecánica de biocompuestos a partir de fibras de guadua (Angustifolia Kunth) con polímeros como sustituto de materiales de construcción. Plantea el uso de matriz polimérica como la resina de poliéster P-2000 para la generación de un biocompuesto, reforzado con fibra de guadua. Se contempla la posibilidad de uso de este, en diversas áreas en el campo de la construcción, con un valor agregado de menor costo de producción, menor impacto ambiental y consumo energético. Su propósito final es generar un nuevo conocimiento en el área de la investigación de polímeros y refuerzos para la construcción.

De acuerdo a los resultados:

Deja planteada la incorporación de nuevas matrices cuyo origen pueda ser también de origen natural como el (PLA) para completar el Green composite en un 100%, o producto de un procesamiento o reciclaje de desechos industriales plásticos como el (PET) para de esta manera contribuir con un menor impacto ambiental. (p.1)

De acuerdo a las conclusiones instauradas por el autor:

En general la investigación demostró la importancia de la caracterización de un nuevo bio compuesto basado en una fibra natural de fácil producción y acceso en Colombia como lo es la Guadua Angustifolia Kunth, ya que esto permitirá explorar nuevas alternativas de refuerzos en materiales de matriz polimérica y de esta manera potencializar su uso en aplicaciones relacionadas con el área de la arquitectura y la construcción. (p.33-40)

Este proyecto a nivel local, permite demostrar que la creación de materiales alternativos, integrando la academia, es una opción viable en la ciudad y la región, y da un plus de innovación, ya que este ámbito es poco destacado.

2.3.8 Efectos de la adición de polvos de cascarilla de arroz en las propiedades mecánicas y térmicas de un material compuesto a base de polvos de arcilla atomizados, elaborado por proceso de extrusión. Elaboro un material de cascarilla de arroz y arcilla, atendiendo al propósito de confort térmico y disminución del impacto ambiental. Esto fue logrado con el reemplazo de diferentes cantidades de arcilla por cascarilla (5 al 40% en volumen), y realizo una comparación entre los resultados de cocción y verde.

De acuerdo al autor Portillo (2014):

Los resultados indican que obtener un equilibrio entre un producto ligero con disminución de conductividad térmica en relación con efectos negativos como la disminución de resistencia mecánica a la flexión y el aumento de la absorción de agua, se limita a cantidades máximo de 15%. La caracterización permite inferir que la presencia del copolímero podría influenciar en la reducción de la resistencia mecánica de los materiales cocidos, pero mejores resultados en el material en verde, lo que podría indicar que se puede obtener un material de arcilla y cascarilla de arroz que no requiera de

cocción. (p.1)

Entre los fundamentos en los cuales se basa el proyecto en mención, se encuentra la abundancia de material arcilloso en la zona metropolitana de Cúcuta, la alta tradición alfarera en la región y el bajo grado de innovación en el sector. A su vez también destaca las altas cantidades de residuo agroindustrial a nivel regional de cascarilla de arroz, su bajo costo y como el aprovechamiento de este contribuye a la disminución de residuos.

2.3.9 German Galindo Ecostretch. El señor German Galindo es el representante de la empresa ECOSTRETCH & PLASTICOS, la cual se encuentra ubicada en el sector de Viejo Escobal, de la ciudad, con más de 30 años en funcionamiento. Entre las actividades que desarrolla se encuentra la recuperación de desechos postconsumo, postindustriales de plásticos, fabricación de stretch film, producción de Aglopet (Aglomerado Plástico de PET) sustituto de la madera arbórea.

Sustituir el uso de la madera por residuos plásticos y así contribuir a disminuir la tala de bosques es el propósito primordial del emprendimiento Aglopet, En el año 2017 recibió el premio “Piensa Verde” de la empresa Aguas Kpital por esta iniciativa.

Entre los principales objetivos de la iniciativa planteada, se destaca la recuperación de materiales y la disminución de la disposición final de residuos en vertederos (mediante la recuperación de plásticos por método de reciclaje). Con el producto obtenido se pueden realizar una serie enceres como mobiliario, señalización, entre otros.

Se realizó visita a la empresa en mención, logrando así conocer la planta de tratamiento del PET, del cual recolectan aproximadamente 2000 kg mensuales, proveniente en su mayoría de

instituciones educativas, el cual se utiliza mediante una serie de procesos como molido, densificación, entre otros, para la realización del bio-aglomerado (Agloplast).

Esta iniciativa, una de las destacadas de la región, permite ver como en esta se pueden lograr iniciativas verdes, la cuales podrían emplearse en distintas industrias de la ciudad, generando impactos ecológicos positivos y apoyando el proceso de innovación (Revista Ecoguia, s,f).

2.4 Marco Teórico

La situación actual a nivel mundial, agrava con el día a día, aunque algunas empresas se preocupan por realizar acciones que permitan disminuir los impactos ambientales generados, y aunque algunos gobiernos viven en su afán por realizar gestiones y forjar cambios considerables en sus países, el impacto generado al planeta con el consumismo desacelerado nos lleva a una sobrecapacidad de la tierra. Según estudios realizados en julio del 2019 “En menos de ocho meses hemos utilizado **más recursos naturales de los que el planeta puede producir** en doce. **Hemos agotado el presupuesto ecológico de la Tierra** y, durante el resto del año, estaremos viviendo a costa de los recursos de las futuras generaciones. Una hipoteca natural que en algún momento nos pedirá cuentas.”

Según la Organización de los Estados Iberoamericanos (s,f):

Son numerosas las formas de contaminación y los problemas ambientales que los seres humanos estamos provocando desde los inicios de la revolución industrial y, muy en particular, desde la segunda mitad del siglo pasado. Una contaminación sin fronteras asociada a todas las actividades humanas y que, junto a otros graves problemas, está degradando todos los ecosistemas y contribuyendo a un cambio climático cuyas consecuencias estamos viviendo ya. Los costes de esta degradación ambiental no se han tomado en consideración hasta recientemente, pero se empieza a

comprender que deben ser incorporados en la evaluación de cualquier proyecto; no se pueden “externalizar”, como se viene haciendo, porque resulta absolutamente insostenible. Y, lo que es más importante, es preciso estudiar las causas de esta degradación para evitarla, combatirla y proceder a la recuperación ambiental para hacer posible un futuro sostenible. (p.1-108).

El camino enfocado hacia el desarrollo sostenible es un concepto aplicado hace tan solo algunos años debido los efectos causados por la contaminación ya que “es la mayor causa de enfermedades y decesos en el mundo: es responsable de unos 9 millones de muertes prematuras”.

En Colombia, ciudades como Bogotá, se encuentran en alerta amarilla por los altos índices de contaminación, tal como lo indica la Universidad del Rosario en su informe “Debido a los aumentos de material particulado en el aire de la ciudad que estaría concentrándose en algunos sectores, se determinó decretar Alerta Amarilla en la capital colombiana. El suroccidente de la ciudad fue declarado en Alerta Naranja.”, demostrando así la degradación ambiental constante que puede conllevar consigo numerosas muertes por enfermedades cardiorrespiratorias, enfermedades vasculares, entre otros. Todo esto a causa de factores tales como la contaminación generada por los automotores (vehículos, motocicletas, transporte público etc.), la industrialización en aumento, explotación de los recursos, como lo menciona García (2003) “La economía colombiana está centrada principalmente en la explotación de recursos naturales, directa o indirectamente, primero a través de la explotación del carbón, petróleo, esmeraldas, oro y otros recursos naturales, y segundo vista en la explotación de las tierras de cultivos de coca y amapola”, consumismo, entre otros factores.

¿Pero qué caminos se deben tomar para contribuir a un mejor planeta? Una de las respuestas a este interrogante que muchos se plantean, se encuentra en el concepto de desarrollo sostenible.

“El concepto de desarrollo sostenible empezó a implementarse alrededor de los ochenta, pues se tenía un concepto claro de lo que era producción sostenible y esta se aplicaba a los recursos naturales, mas no se hablaba de un desarrollo. Este fue difundido y apoyado con fuerza debido a una serie de transformaciones por la Comisión Bruntland bajo el soporte de las Naciones Unidas, alrededor de 1987. Este proceso de concepción del desarrollo sostenible tuvo una serie de críticas y dudas ‘por parte de diferentes teóricos y entes gubernamentales, por ello muchas academias y entes económicos estaban en ciertos desacuerdos.

Julio Carrizosa en su artículo «Construcción de la Teoría de la Sostenibilidad» plantea que: “el desarrollo sostenible es aquel que hace perpetua la elevación de la calidad de vida en una sociedad dada, con toda la complejidad que agrega el concepto de calidad de vida, o expresar cosas muy amplias y muy abstractas como decir que el desarrollo sostenible es aquel que asegura a perpetuidad la vida humana en el planeta, con lo cual incluimos también problemas que tienen que ver con la teoría de la evolución. Así mismo el autor observa: «Una nueva Dimensión: Capital Natural; el interés por el concepto de sostenibilidad surgió fundamentalmente de su angustia ante las pérdidas de elementos de los ecosistemas, elementos físicos y bióticos de los ecosistemas, ante la desaparición de los bosques naturales, de la pesca y ante la transformación de las aguas y del aire por contaminación.”

Lo cual indica que el medio ambiente no debe servir para adaptarse al hombre, sino que el hombre debe adaptarse al medio ambiente, logrando tomar lo que necesita sin causar un grave daño, asegurando así las generaciones futuras y un ambiente y recursos dignos para estas.

La búsqueda de la conservación de los recursos naturales ha llevado a hablar de “Desarrollo sostenible”. Esto ha permitido que se elaboren una serie de propuestas económicas que conlleven

a la protección ambiental para garantizar la supervivencia de las generaciones futuras. Al interior de tal modelo se han elaborado una serie de propuestas económicas encaminadas a la protección ambiental como garantía de supervivencia de las futuras generaciones. La pregunta que surge a nivel constitucional es cuál es el grado de vinculación que tienen los poderes públicos respecto del mandato de los artículos que, se enmarca dentro del objeto de estudio. En principio está claro que la Constitución es una norma jurídica que despliega un prevalente poder vinculante. Será entonces la jurisprudencia ordinaria, contenciosa y constitucional la que determine cuál es el alcance de la normatividad vigente.

Adicional a esto se plantea un interrogante sobre la normativa vigente que cobija el ambiente y si estas son rigurosamente aplicadas sobre las diferentes empresas del sector productivo e industrializado, debido a que Colombia es un país en desarrollo.

“Los principios generales que orientan la política ambiental son [...] La formulación de políticas ambientales tendrá en cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución, conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente [...] El Principio de Precaución, que consiste en que las autoridades ambientales, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse para postergar la adopción de medidas eficaces, para impedir la degradación del medio ambiente.”

Desde el trasfondo del concepto del desarrollo sostenible, también se debe considerar el desarrollo sustentable. Según Gutiérrez (2007) “la aparición del desarrollo sustentable en el

campo discursivo de las teorías del desarrollo ha representado un cambio cualitativo en la cadena de significación que articula el crecimiento económico, la equidad social y la conservación ecológica. A partir de las críticas de los movimientos ambientalistas a los resultados de los proyectos de desarrollo que se ponían en marcha principalmente en relación a sus impactos en la integridad de los ecosistemas y en la pérdida de calidad de vida de la población— la trayectoria del desarrollo sustentable ha sido recurrentemente estudiada, aunque sin reconstruir apropiadamente los procesos de cambio conceptual y político que moldearon su aparición”, este concepto fue establecido en los años 80 en la ONU por la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, en la cual señalaban “la sociedad debe modificar su estilo de vida y hábitos, para evitar una crisis social y ambiental irreversible”. Es allí cuando se logra ver que desde el siglo pasado se hablaba de las consecuencias ambientales y sociales que el crecimiento demográfico acelerado traería consigo.

El planeta al enfrentarse a un crecimiento demográfico acelerado, sin una correspondiente planificación, también se ve cara a cara con un consumismo desacelerado y un proceso de industrialización veloz, que trae altas consecuencias desde los diferentes ámbitos económico, político, social y ambiental, llegando a comprometer la vida de las generaciones del futuro, debido al rápido agotamiento de los recursos.

Según Gómez (2016), en su diagnóstico del impacto del plástico: botellas sobre el medio ambiente, un estado del arte; “el daño que se está causando al medio ambiente es de tomar en cuenta por los cambios que en la actualidad están presentando en los ecosistemas, contaminación de afluentes de agua y el uso intensivo de este ha generado residuos difíciles de manejar debido a su gran cantidad, no es degradable ya que su composición lo hace muy resistente y de difícil descomposición; hoy en día, el plástico y botellas PET se está produciendo de manera

descontrolada dando una sensación de comodidad pero el mal radica en la disposición de esto debido a que las bebidas envasadas son cada día más pero no se lleva un control de su disposición real.”

El consumismo desacelerado también contribuye a esta problemática ya que según cifras de Gómez (2016), “El 60% de los alimentos están recubiertos por empaques de plástico - botellas PET; las bebidas son las más adquiridas por el público en su mayoría jóvenes, por su fácil manejo y ligero peso”, tal y como lo afirma el autor “ Es una realidad que los plásticos y botellas PET tienen un lugar muy arraigado en las diferentes sociedades del mundo por los usos que prestan, así mismo estos polímeros llevan décadas brindando descubrimientos para el beneficio de la economía mundial, pero es el abuso de consumo desmedido del mismo el cual está causando los impactos al medio ambiente y hasta el momento no se ha encontrado un sistema de manejo eficiente para después de su uso”.

Según la ingeniera química Janneth Arias García, “Actualmente la incidencia de los plásticos en el desarrollo social y material del ser humano es cada vez mayor, pues la sociedad de consumo nos ha llevado a ver que la vida debe ser más fácil y generar menos inconvenientes en el desarrollo de las actividades diarias (RCN Radio, 2019), (El Tiempo, 2015), (Universidad del Rosario, 2019), (Diario Crónica, 2019), (Ramírez, Sánchez & García, 2004), (El Telegrafo, 2016), (Gómez, 2016).

2.5 Marco Conceptual

Arcilla. Substancia terrosa formada principalmente por silicatos alumínicos con materia coloidal y trozos de fragmentos de rocas, que generalmente se hace plásticas cuando está húmeda y pétreas por la acción del fuego. Estas propiedades dan a las arcillas su utilidad, puesto que se les

puede moldear en casi todas las formas, las cuales conservan después de ser sometidas a la acción del fuego. La arcilla tiene muchos otros usos además de la cerámica, principalmente en la construcción y fabricación.

La arcilla no es un mineral sino un agregado de minerales y de sustancias coloidales que se han formado mediante la desintegración química de las rocas alumínicas. Está compuesta principalmente por sílice, alúmina y agua; conteniendo también otras sustancias como fragmentos de rocas, de óxidos hidratados de hierro, álcalis y materiales coloidales (Quiminet, 2006).

Arcilla atapulgita:

Son silicato de aluminio y magnesio hidratados. Se emplean para descolorar y en el refinado de aceites minerales y vegetales y cera (Quiminet, 2006).

Arcilla caolinitica:

Las que contienen un gran porcentaje del mineral caolinita. Varias arcillas comerciales están compuestas predominantemente de caolinita; estas son: arcilla china, arcillas esferoidales, arcillas refractarias y arcillas duras que se emplean en la manufactura de cerámica (alfarería, porcelana, refractarios), papel, pintura, plásticos, insecticidas, catalizadores y tinta; en la industria eléctrica, etc (Quiminet, 2006).

Arcilla china:

Son caolines blancos de gran calidad. Se emplean en la manufactura de cerámica (alfarería, refractarias y porcelana), papeles, pintura, plásticos, insecticidas, catalizadores y tinta (Quiminet, 2006).

Arcilla diáspora:

Es una arcilla compuesta de diáspora y caolinita. La diáspora es un óxido de aluminio hidratado con 85% de Al_2O_3 y 15% de agua. Es muy dura y muy refractaria. Se emplea casi exclusivamente en la industria refractaria (Quiminet, 2006).

Arcilla dura:

Es una arcilla refractaria compuesta esencialmente de caolinita, pero es plástica (Quiminet, 2006).

Arcilla esferoidales:

Compuestas principalmente de caolinita pero de color más oscuro que el caolín. Se emplean en la manufactura de cerámica donde no prevalece el color blanco (Quiminet, 2006).

Arcilla mixta:

La mayoría de las arcillas contienen mezclas en diferentes proporciones de caolinita, montmorilonita, illita y atapulgita, La industria de estructurales de arcilla es el mayor consumidor de este tipo de arcilla. Con ellas se fabrican ladrillos, tejas, conductos de agua, baldosas, desagües, albañales, bloques, etcn (Quiminet, 2006).

Arcilla refractaria:

Compuestas de caolinita, con pequeñas cantidades de impurezas como illita y cuarzo. Soportan temperaturas de $1500^{\circ}C$ o más. Se emplean en revestimientos de hornos, vasijas para productos químicos, crisoles, retortas, equipos para fundición, ladrillos refractarios, etc. (Quiminet, 2006).

Biocompuestos:

Los compuestos que forman parte esencial de los seres vivos son denominados biocompuestos. Los biocompuestos fundamentalmente se conforman del elemento carbono y entre su clasificación se encuentran los carbohidratos o azúcares, los lípidos o grasas, las proteínas y las vitaminas, entre otros. La rama auxiliar de la química que estudia estos compuestos se denomina Bioquímica (Quimica.ES, 2020).

Caracterización de materiales:

Conjunto de pruebas y ensayos que nos dan información del comportamiento de un material bajo diferentes pruebas, datos que sirven para generar patrones del material en estudio.

Carga:

Es el peso, fuerza que va a resistir la estructura y que también son llamadas fuerzas externas. Y la fuerza es la capacidad que tiene un objeto de caer por su propio peso al suelo (Glosarios, 2020).

Compresión:

Se presenta cuando sobre una pieza actúan dos fuerzas iguales, pero de sentido contrario y que tienden a acortar el material.

Compuesto:

Se definen como las combinaciones de dos o más materiales a partir de una unión química o no química. Estos materiales que forman el compuesto poseen propiedades mejores que las que presentan los materiales componentes por si solos.

Los componentes del material compuesto no deben disolverse ni fusionarse completamente entre ellos, es decir, los materiales deben poderse identificar por medios físicos, ya que son heterogéneos. El hecho de que los materiales compuestos sean heterogéneos muchas veces hace que también sean anisotrópicos (sus propiedades dependen de la orientación del material de refuerzo), por lo que hace que sus propiedades no serán las mismas en todo su volumen (Naval Composites, 2016).

Contaminación ambiental:

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o de bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezcla de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar público. A medida que aumenta el poder del hombre sobre la naturaleza y aparecen nuevas necesidades como consecuencia de la vida en sociedad, el medio ambiente que lo rodea se deteriora cada vez más.

Diseño de mezcla:

Los experimentos de mezclas son una clase especial de experimentos de superficie de respuesta en los que el producto objeto de investigación se compone de varios componentes o ingredientes. Los diseños para estos experimentos resultan útiles, porque muchas actividades de diseño y desarrollo de productos en situaciones industriales implican fórmulas o mezclas. En

estas situaciones, la respuesta depende de las proporciones de los diferentes ingredientes incluidos en la mezcla (Soporte de Minitab 18, 2019).

Efecto invernadero:

Fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera. De acuerdo con la mayoría de la comunidad científica, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debido a la actividad humana (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, 2017).

Eficiencia energética:

La eficiencia energética es una práctica empleada durante el uso de energía con el objetivo de reducir el consumo de energía. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden reducir el consumo energético para disminuir costos y promover la sustentabilidad de su negocio o mejorar la economía familiar. Entre las preocupaciones actuales está el ahorro de energía y el efecto medioambiental de la generación eléctrica, principalmente en países como el nuestro cuyo mayor porcentaje de generación es térmico, por ende, tiene costo alto.

Esfuerzo:

Las fuerzas internas de un elemento están ubicadas dentro del material por lo que se distribuyen en toda el área; justamente se denomina esfuerzo a la fuerza por unidad de área, la cual se denota con la letra griega sigma (σ) y es un parámetro que permite comparar la resistencia

de dos materiales, ya que establece una base común de referencia.

Fibras:

Estructura de origen animal, vegetal, mineral o sintético parecida al pelo. Su diámetro no suele ser superior a 0,05 cm. Las fibras se utilizan, entre otras muchas aplicaciones, en productos textiles y se clasifican en función de su origen, de su estructura química o de ambos factores.

Fibras cortas:

Cuando se emplean fibras cortas como refuerzo de los materiales, la longitud de éstas influye en las propiedades del material. Los materiales compuestos reforzados con fibras tienen naturaleza anisótropa, ofreciendo excelentes propiedades en la dirección de las fibras.

Fibras largas:

Son elementos en forma de hilo en las que la relación $L/D > 100$, siendo “L” la longitud de la fibra y “D” el diámetro de su sección. Con este tipo de refuerzo, el aumentar la longitud de las fibras no influye en las propiedades del material.

Flexión:

Es el esfuerzo resultante de aplicar fuerzas perpendicularmente al eje principal del elemento que tienden a doblarlo. La flexión produce compresión en la parte cóncava del elemento y tracción en la opuesta, la convexa.

Granulado:

Los Materiales Granulares están compuestos por un conjunto de partículas macroscópicas solidas lo suficientemente grandes para que la fuerza de interacción entre ellas sea la fricción.

Green composite:

Es un material compuesto formado por una matriz (resina) y un refuerzo de fibras naturales. Este tipo de materiales a menudo imitan la estructura de los materiales vivos involucrados en el proceso manteniendo las propiedades de fortalecimiento de la matriz que se utilizó, pero siempre proporcionando biocompatibilidad. La fase matricial está formada por polímeros derivados de recursos renovables y no renovables. La matriz es importante para proteger las fibras de la degradación ambiental y daño mecánico, para mantener unidas las fibras y transferir las cargas sobre ellas. Además, las biofibras son los componentes principales de los biocompuesto, que se derivan de orígenes bilógicos, por ejemplo, fibras de cultivos, madera reciclada, subproductos de procesamiento de cultivos o fibra de celulosa regenera.

Horno Colmena:

Son hornos cerrados, conocidos como hornos redondos de llama invertida. La alimentación del material seco se realiza por una puerta lateral. El suministro del combustible puede realizarse manualmente mediante parrillas colocadas en la pared del horno. Están construidos mediante cámaras circulares con paredes y techo en forma de bóveda de ladrillo, poseen hogares laterales distribuidos uniformemente donde se quema el combustible.

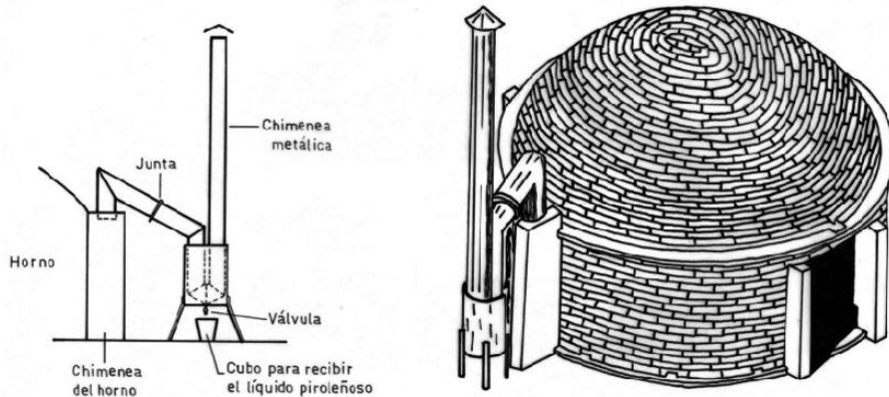


Figura 36. Horno tipo colmena con detalle de condensador

Fuente: Research Gate 2019.

Huella de carbono:

Es un indicador que mide el impacto sobre el calentamiento global. Este indicador ambiental es la suma absoluta de todas las emisiones de GEI causadas directa o indirectamente por un individuo, organización, evento o producto. De forma simple, la huella de carbono se puede entender como la marca que se deja sobre el medio ambiente con cada actividad que emite gases de efecto invernadero (Aclimate Colombia, s,f).

Laminados:

Los refuerzos laminados se forman a partir de la repetición de un número finito de láminas con diferentes orientaciones. En este caso, cada lámina puede ser un material (fibra corta, fibra larga o tejido de dos dimensiones).

Material alternativo:

Los materiales alternativos pueden ser naturales o artificiales, pueden provenir del reciclaje o no. Algunos han sido empleados durante mucho tiempo, es el caso de la tierra que se ha perdido mucha cultura de cómo construir con ella, aún subsiste mucho bagaje cultural a su empleo en la construcción. Todos en mayor o menor medida reúnen, características que los hacen ventajosos al momento de elegirlos, ya sea por reciclables, biodegradables, que no necesitan mucha energía en su producción, poseen características constructivas ventajosas, y que sean más económicas.

Algunos materiales naturales reciclables considerados alternativos son: la tierra, los desechos domésticos, la madera, latas, bronce, piedra, papel, plástico, restos vegetales, vidrio y cerámica.

Materiales compuestos:

Se definen como las combinaciones de dos o más materiales a partir de una unión química o no química. Estos materiales que forman el compuesto poseen propiedades mejores que las que presentan los materiales componentes por sí solos. Los componentes del material compuesto no deben disolverse ni fusionarse completamente entre ellos, es decir, los materiales deben poderse identificar por medios físicos, ya que son heterogéneos. El hecho de que los materiales compuestos sean heterogéneos muchas veces hace que también sean anisotrópicos (sus propiedades dependen de la orientación del material de refuerzo), por lo que hace que sus propiedades no serán las mismas en todo su volumen.

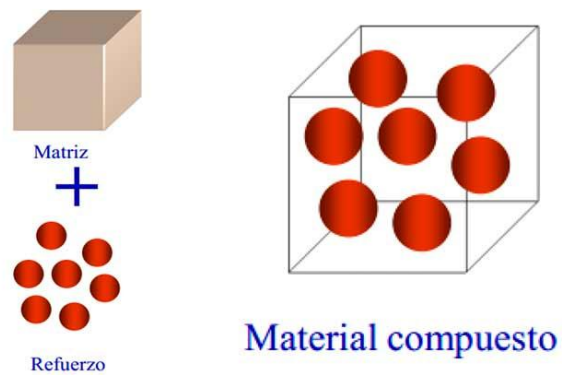


Figura 37. Definición gráfica de material compuesto

Fuente: Canales Sectoriales Interempresas, 2019.

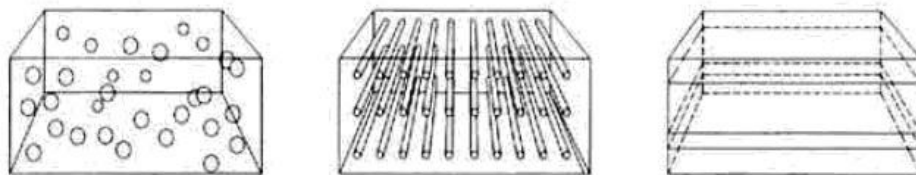


Figura 38. Tipos de materiales compuestos según el refuerzo

Fuente: Ingemecanica, s,f.

Materiales compuestos de matriz cerámica:

Mejores propiedades mecánicas que los materiales cerámicos tradicionales, como la resistencia y la tenacidad, especialmente en rangos de bajas temperaturas.

Materiales compuestos de matriz metálica:

Estos materiales tienen una alta resistencia y muy bajo peso.

Materiales compuestos de matriz polimérica:

Son materiales con buenas propiedades mecánicas, resistentes a la corrosión y a los agentes químicos, y a causa de sus propiedades físicas, pueden ser moldeados con absoluta libertad de formas.

Matriz:

La matriz es la fase continua y menos rígida que constituye los materiales compuestos. Entre las funciones que debe desempeñar la matriz en los materiales compuestos están las siguientes:

Dar estabilidad al conjunto, transfiriendo las cargas al refuerzo.

Actuar como ligante que mantiene fijas en su posición a las fibras de refuerzo.

Proteger al refuerzo del deterioro mecánico y químico del ambiente exterior.

Evitar la propagación de grietas.

Para que la fase de matriz pueda desarrollar en condiciones todas estas funciones, es imprescindible que se establezca una buena adherencia entre la fase matriz y el refuerzo

Matriz cerámica:

La matriz cerámica ofrece a los materiales compuestos de los que forma parte una gran resistencia a los esfuerzos mecánicos, incluso a altas temperaturas sin modificar su capacidad resistente. Por el contrario, su tenacidad es muy baja, al igual que sus conductividades térmica y eléctrica.

Este tipo de matrices presentan también una alta resistencia a la compresión, no así a tracción. Por ello, cuando se usen este tipo de matrices se les suele añadir fibras con alta resistencia a tracción. Existen tres tipos de matrices cerámicas: alúmina, carburo de silicio y nitruro de silicio.

Matriz metálica:

La matriz metálica se caracteriza por ofrecer una mayor capacidad resistente al material compuesto, además de una buena rigidez y tenacidad a la fractura. La matriz de naturaleza metálica presenta una anisotropía poco pronunciada y un buen comportamiento a altas temperaturas. No obstante, este tipo de matrices están limitadas por su alta densidad, además de ofrecer cierta dificultad para su procesado y mecanizado.

Existen tres tipos de matrices metálicas: de aleaciones de aluminio, de titanio y de cobre. Finalmente, la elección del refuerzo dependerá de cuál sea el valor de la temperatura de fusión del material de la matriz metálica.

Matriz polimérica:

La matriz orgánica o polimérica, también conocida como matriz de plástico, se caracteriza por su baja densidad, alta tenacidad, alta resistencia a la corrosión, baja resistencia mecánica, bajo coste, rapidez y sencillez de conformado. A la hora de trabajar con este tipo de matrices las condiciones medio-ambientales sobre los polímeros se deben tener en cuenta.

Las matrices orgánicas o poliméricas pueden ser de varios tipos:

Termoplásticas, usadas en aplicaciones de bajos requisitos, aunque se están empezando a emplear termoplásticos avanzados para altas prestaciones.

Duroplásticos o termoestables, las más empleadas en materiales compuestos de altas prestaciones.

Elastómeros, tipo de matrices utilizadas en neumáticos y cintas transportadoras.

Megapascuales:

El pascal (símbolo Pa) es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. Se define como la presión que ejerce una fuerza de 1 newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado normal a la misma.

Microplásticos:

Son fragmentos sintéticos de tamaño inferior a 5 mm y es por esta condición que son prácticamente invisibles, aunque están presentes en productos tan demandado y de amplio consumo como cosméticos, productos de limpieza, pinturas plásticas, cremas y detergentes.

Estas partículas sólidas no solubles en agua y con un bajo nivel de degradabilidad varían con el paso del tiempo debido a la composición de los materiales plásticos. Lo habitual es que los tamaños en que aparecen se reduzcan por la erosión del agua y el viento o los efectos de temperaturas elevadas y los rayos del sol (Ambarplus, s,f).

Particulado:

El PM conocido como material particulado, es el término utilizado para una mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que se encuentran en el aire. Algunas partículas como el polvo, el hollín o el humo, son lo suficientemente grandes y oscuras como para verlas a simple vista. Otras son tan pequeñas que solo pueden detectarse mediante el uso de un microscopio electrónico.

Partículas:

Con el empleo de elementos de refuerzo en forma de partículas el aumento de propiedades que se consigue no es muy elevado. No obstante, el comportamiento mecánico en este tipo de materiales suele ser isótropo, y son los materiales menos costosos y de más fácil fabricación de todos los materiales compuestos.

Cuando las partículas de refuerzo son cerámicas se consigue incrementar la rigidez y la temperatura de servicio de las matrices metálicas, mientras que el empleo de partículas dúctiles aumenta la tenacidad de fractura en matrices frágiles.

PE:

El polietileno (PE) es uno de los plásticos de mayor uso en el mundo y está muy extendido en todas las industrias, segmentos y aplicaciones. Gracias al PE se pueden empaquetar los alimentos de forma económica y prolongar su vida en almacenaje, las sustancias químicas se transportan y se distribuyen de forma segura, el agua limpia llega a la mayor parte de la población (Resinex, s,f), (Tecnología de los Plásticos, 2012).

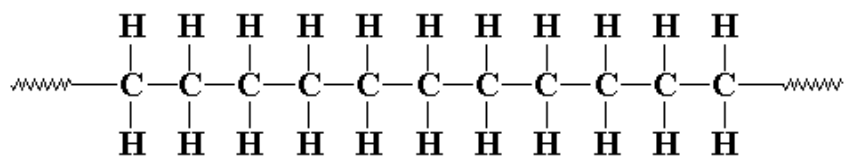


Figura 39. Formula química del polietileno

Fuente: Pslc Polietileno 1995-1996.

Peso bruto:

Es el peso total del envío, incluidos los embalajes, contenedores y el peso del vehículo de transporte (Revuelta, 2020).

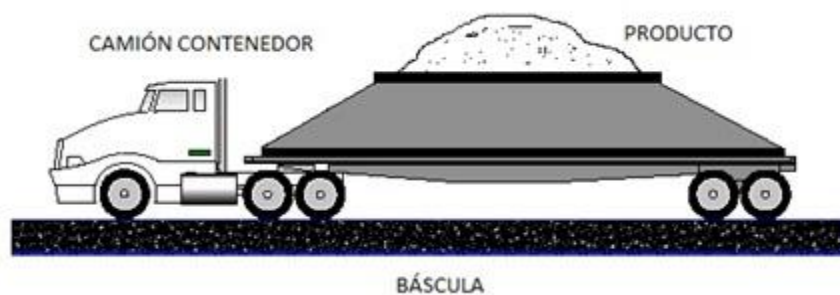


Figura 40. Representación gráfica del peso bruto

Fuente: Revuelta, 2020.

Peso neto:

Es el peso del producto sin incluir el peso del contenedor o empaque.

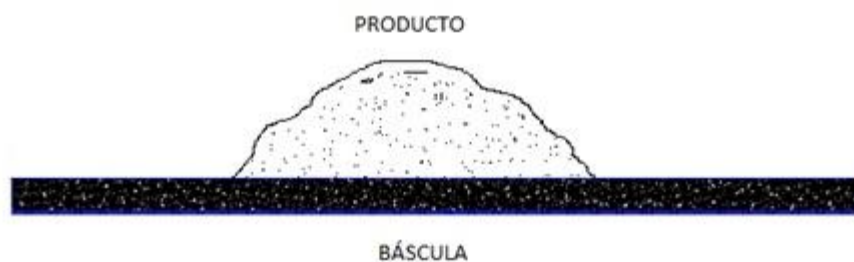


Figura 41. Representación gráfica del peso neto

Fuente: Revuelta, 2020.

Peso tara:

Es el peso del contenedor o empaque sin incluir el peso del producto.

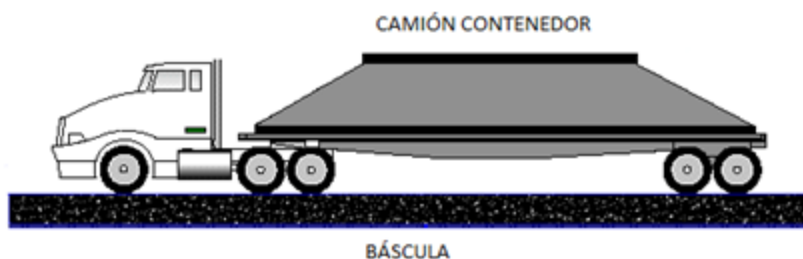


Figura 42. Representación gráfica del peso tara

Fuente: Revuelta, 2020.

PEAD:

Polietileno de Alta Densidad. Es la resina más extendida para la fabricación de botellas. Este material es más económico, resistente a los impactos y proporciona una buena barrera contra la humedad. Es compatible con una gran variedad de productos que incluyen ácidos y cáusticos, aunque no con solventes. Es naturalmente translucido y flexible. La adición de color puede convertirlo en opaco, pero no en un material brillante. No puede ser utilizado para productos por encima de 71,1 grados centígrados (Chile Cubica, s,f).

PET:

El PET o Tereftalato de polietileno, es un material duro, rígido, resistente y tenaz. Además, dispone de un bajo coeficiente de fricción y de una elevada estabilidad dimensional. La temperatura de uso continuo se encuentra entre $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y aprox. $+110\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pet Botella:

Compuesto principalmente por envases, al tratarse de un material que puede estar en contacto con bebidas y alimentos, ayuda a conservar el aroma y sabor de los mismos.

Pet Film:

Usado para películas fotográficas y de audio o rayos X.

Pet textil:

Reemplaza las fibras naturales, como el algodón o el lino, primero en usarse en el mundo industrial (Arteplastica, 2019).

Plaquetas:

Con el empleo de plaquetas como elementos de refuerzo, el aumento de propiedades no es elevado, aunque los compuestos reforzados con plaquetas alcanzan mayores grados de compactación que los materiales compuestos reforzados con partículas. Por otro lado, al ser este tipo de refuerzo aproximadamente bidimensional permiten ofrecer prácticamente igual resistencia en su plano.

Plásticos:

El vocablo plástico se origina de raíces latinas, de la voz “plastĭcus”, y a la vez esta deriva del griego “πλαστικός” o “plastikos” compuesta por “plastos” que significa “modelado”, “fingido” o “modelado”, además del adjetivo verbal del verbo “plasso” “yo formo” “modelo” “finjo” etc. y el prefijo “ικός”. El diccionario de la real academia española define la palabra plástico de una manera general como adjetivo que es perteneciente o relativo a la plástica. El plástico es todo

aquel material sólido o fuerte, sintético o semi-sintético, que vienen en diferentes presentaciones y tamaños; es decir son productos hechos a base de polímeros orgánicos, elaborados por modificación química de sustancias sintéticas o naturales, partiendo de una materia prima que pueden ser orgánica o inorgánica.

Entre las características más comunes de los plásticos están: que son muy ligeros a comparación de otros materiales como el metal o el vidrio; son excelentes aislantes de electricidad, debido a que no son conductores de calor; a la hora de lavarlos o limpiarlos se puede hacer fácilmente y no se corroen; son económicos gracias a su peso; gran parte de ellos son transparentes, más que todo los que provienen de polímeros amorfos; sus principales procesos de fabricación son el moldeo por inyección y la extracción; pueden ser aplicados en diferentes ámbitos como en industrias, en la medicina, la ingeniería, entre otros; y finalmente pero no menos importante mucho de estos son reciclables.

Polímero Natural:

Son aquellos que existen como tal en la naturaleza. Las biomoléculas pueden ser consideradas polímeros naturales, otro ejemplo es el caucho.

Polímero semisintético:

Son obtenidos mediante la transformación de un polímero natural. El caucho vulcanizado componente de las llantas es un ejemplo, ya que se produce al reaccionar caucho con azufre a altas temperaturas.

Polímero sintético:

Obtenido industrialmente. Ejemplo de este es el polietileno, el nylon (Cedrón, Landa & Robles, 2011).

PP:

Polipropileno. Es un termoplástico de baja densidad, que se obtiene por la polimerización del propileno. Se encuentra en productos como tapas, potes plásticos de lácteos, bolsas de rafia tejida, jeringas, baldes de pintura, entre otros. Este funciona como barrera a los aromas, generando una buena protección en el envase de alimentos (Reciclario, s,f).

Preforma plástica:

Hace referencia a una masa compactada con una forma determinada, de una composición plástica a moldear en polvo, gránulos o fibras, o de una materia de carga fibrosa con o sin resina.

Probeta:

Una probeta es el elemento que será sometido a un ensayo mecánico para conocer las propiedades mecánicas de los materiales. La probeta puede ser una pieza, un modelo a escala de una pieza o un trozo del material mecanizado. Cabe remarcar que según el ensayo que se desea realizar se utilizan distintos tipos de probetas.

Producción limpia:

La Producción Limpia es una estrategia de gestión productiva y ambiental que permite incrementar la eficiencia y la productividad de las empresas y reducir costos, al tiempo que minimiza los riesgos para la población humana y el medio ambiente. E Producción Limpia se

considera la contaminación como una consecuencia de la ineficiencia de los procesos y las tecnologías utilizadas al interior de las empresas.

La Producción Limpia puede aplicarse a cualquier proceso, producto o servicio. Contempla desde simples cambios en los procedimientos operacionales de fácil e inmediata ejecución, hasta cambios mayores que impliquen la sustitución de materias primas, insumos, líneas de producción por otras más eficientes o la incorporación de tecnologías más limpias.

PVC:

Policloruro de vinilo. Es una combinación química de carbono, hidrogeno y cloro. Sus componentes provienen del petróleo bruto (43%) y de la sal (57%). Es el plástico con menos dependencia del petróleo. Se obtiene por polimerización del cloruro de vinilo, cuya fabricación se realiza a partir de cloro y etileno. Es un material ligero y químicamente inerte e inocuo. Es un material termoplástico, es decir, bajo la acción del calor (140 a 205°C) se reblandece pudiendo moldearse fácilmente; cuando se enfría recupera la consistencia inicial conservando la nueva forma.

Recursos naturales no renovables:

Los recursos no renovables, también conocidos como recursos agotables, son aquellos que existen en cantidades limitadas en la naturaleza. Algunos ejemplos de los recursos no renovables son el petróleo, los minerales, los metales, el gas natural, así como otros productos derivados de los combustibles fósiles, como la gasolina o el diésel.

Los recursos no renovables son consumidos de manera más acelerada en comparación al tiempo que llevan para formarse en la naturaleza, es decir, su proceso de formación puede tardar

millones de años y su explotación llega al desaparecimiento de su fuente, lo que conlleva al desaparecimiento de ciertos recursos.

Recursos naturales renovables:

Se refiere a recursos naturales que normalmente se restauran a un ritmo igual o superior al de consumo. Pueden consistir en forma de energía o de materia, que el ser humano es capaz e aprovechar para producir bienes y/o servicios. Algunos ejemplos de estos son energía hidráulica, energía eólica, biocombustibles, entre otros (Concepto, s,f).

Refuerzo:

Los elementos que se incluyen de refuerzo en los materiales compuestos permiten absorber las tensiones e incrementar la rigidez y la resistencia del conjunto.

En los materiales compuestos se pueden emplear dos tipos de elementos de refuerzos:

Refuerzos discontinuos (partículas, plaquetas o fibras cortas).

Refuerzos continuos (fibras largas, tejidos o laminados).

Refuerzo continuo:

En este caso, también existen distintas clases de refuerzo de tipo continuo para los materiales compuestos. Así, se tienen materiales de refuerzo en forma de fibra continua o fibra larga cuando tienen una longitud mucho mayor que su sección transversal; refuerzos de tipo laminado cuando están formados por dos o más láminas que tienen dos de sus dimensiones mayores que la tercera; y refuerzos en forma de tejido, también llamados estructuras sándwich, cuando la matriz forma un esqueleto que es relleno de un segundo material.

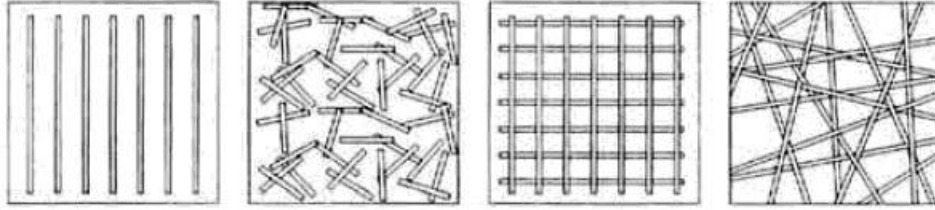


Figura 43. Refuerzos de tipo continuo para materiales compuestos

Fuente: Ingemecanica, s.f.

Refuerzo discontinuo:

Existen distintos tipos de elementos que actúan como refuerzo discontinuo en los materiales compuestos. Así, se tienen materiales de refuerzo discontinuo en forma de partícula, en forma de plaqueta (en ambos casos cuando todas sus dimensiones son iguales), y materiales de refuerzo en forma de fibra discontinua o fibra corta (que son aquellos materiales que tienen una longitud mayor que su sección transversal).

En general, los materiales compuestos reforzados con elementos discontinuos sólo se suelen utilizar en aquellas aplicaciones de poca responsabilidad estructural.

Resistencia:

La resistencia de materiales clásica es una disciplina de la ingeniería mecánica y la ingeniería estructural que estudia los sólidos deformables mediante modelos simplificados. La resistencia de un elemento se define como su capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo. Un modelo de resistencia de materiales establece una relación entre las fuerzas aplicadas, también llamadas cargas o acciones, y los esfuerzos y desplazamientos inducidos por ellas.

Sostenibilidad:

Es la cualidad de “sostenible”. Si algo es sostenible significa que se puede sostener. Cuando se utiliza para calificar, por ejemplo, a la producción de energía o al desarrollo económico, se está afirmando que ambos procesos se pueden o se deben sostener. Esto se relaciona muy bien con la tendencia de preocupación por los recursos naturales o el bienestar de nuevas generaciones.

Producción de energía sostenible implica que se debe sostener por sí sola, es decir, que pueda sostenerse a través del tiempo. Similarmente, un desarrollo económico sostenible sería aquél que busca un crecimiento económico y un mayor bienestar para la sociedad que se pueda sostener a través del tiempo.

Stretch Film:

Es una película estirable de alta transparencia fabricada a base de polietileno de baja densidad cuya resistencia mecánica y adhesividad sirve para envolver o paletizar mercancía (McAlbo.com, s,f).

Sustentabilidad:

La sustentabilidad es en realidad “un proceso” que tiene por objetivo encontrar el equilibrio entre el medio ambiente y el uso de los recursos naturales. La humanidad en su paso por el planeta ha degradado los recursos naturales de tal forma que actualmente es necesario procurar y planear concienzudamente el consumo de los mismos para garantizar su existencia en las generaciones futuras.

Este concepto surge en el año de 1987, cuando la World Commission on Environment and Development de las Naciones Unidas publicó el informe “Our common future” (Nuestro futuro

en común), que está centrado en la idea del desarrollo sustentable o sostenible. Sin embargo, este concepto fue realmente adoptado hasta 1992 por 180 Jefes de Estado, en Río de Janeiro, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo. En dicha conferencia se acuerdan 27 principios relacionados con la Sustentabilidad que se materializan en un programa mundial conocido como Agenda 21.

Tejidos:

Tipo de refuerzo que presenta una elevada rigidez y resistencia a esfuerzos de flexión, así como una alta capacidad de aislamiento.

2.6 Marco Normativo

2.6.1 Marco legal. En la realización de esta investigación se tuvieron en cuenta las siguientes normativas,

ODS ONU Industria, innovación e infraestructuras

ODS ONU Producción y consumo responsables

ODS ONU Ciudades y comunidades sostenibles

ODS ONU Acción por el clima

Constitución Política Nacional Colombiana

De los derechos colectivos y del ambiente Art.79.

Constitución Política Nacional Colombiana, de los derechos colectivos y del ambiente Art.80.

Normas ISO

ISO 604: Propiedades de compresión de plásticos.

ISO 9001: Requisitos para un sistema de gestión de calidad.

ISO 9004: Gestión para el éxito sostenido de una organización.

ISO 14000: Sistema de Gestión Ambiental.

ISO 14125: Propiedades de flexión de materiales compuestos – plásticos reforzados con fibras.

ISO 26000: Guía de responsabilidad social.

ISO 50001: Sistema de Gestión de Energía.

Normas ASTM

ASTM D570-95: Método de prueba estándar para la absorción de agua de plásticos.

ASTM D256: Resistencia a impacto de plásticos.

ASTM D695: Método de prueba estándar para propiedades de compresión de plásticos rígidos.

ASTM D790: Métodos de prueba estándar para propiedades de flexión de plásticos no reforzados y reforzados y materiales aislantes eléctricos.

ASTM D3039M-08: Método de prueba estándar para propiedades de tracción de materiales compuestos de matriz polimérica

ASTM D5033:1990: Guía estándar para el desarrollo de estándares de ASTM relacionados con el reciclaje y el uso de plásticos reciclados.

ASTM D7264M-07: Método de prueba estándar para propiedades de flexión de materiales compuestos de matriz polimérica

Ley 23 de 1973

Ley 99 de 1993; Ley General Ambiental de Colombia.

Ley 400 de 1997

Artículo 8º: Uso de materiales y métodos alternos.

Artículo 9º: Materiales alternos.

Norma Técnica Colombiana NTC 401: método para muestreos y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla / ICONTEC.

Norma Técnica Colombiana NTC 947-1:

Norma Técnica Colombia NTC 1772: Plásticos. Determinación de la absorción de agua.

Norma Técnica Colombiana NTC 2401: Arcillas grasas para la industria cerámica.

Norma Técnica Colombiana NTC 4017, Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla.

Norma Técnica Colombiana NTC 4051: Productos cerámicos para construcción.

Definiciones y términos.

Norma Técnica Colombiana NTC 6024: Etiquetas ambientales tipo 1, sello ambiental colombiano, criterios ambientales para baldosas cerámicas.

Norma Técnica Colombiana NTC 6033: Criterios ambientales para ladrillos y bloques de arcilla.

Decreto 596 de la presidencia de la Republica

Subsección 1, Esquema operativo de la actividad de aprovechamiento. Artículo 2.3.2.5.2.1.1. Presentación de residuos para aprovechamiento.

Subsección 1, Artículo 2.3.2.5.2.1.3. Campañas educativas.

Subsección 1, Artículo 2.3.2.5.2.1.4. Aprovechamiento en los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Subsección 1, Artículo 2.3.2.5.2.1.5. Integralidad de la actividad de aprovechamiento.

Artículo 2.3.2.2.2.8.82. Requerimientos de los desechos sólidos para el aprovechamiento.

Resolución 1407 del 26 de julio del 2018: Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones.

Documento CONPES 2750 de 1994: Política Nacional Ambiental salto hacia el desarrollo humano sostenibles: Políticas sobre manejos de residuos sólidos.

3. Diseño Metodológico

El tipo de investigación realizada en este proyecto ha sido de carácter exploratorio y descriptivo. Aunque el tema de los Green Composites ha sido trabajado a nivel mundial y ha tenido un proceso de discusión progresivo, cabe destacar que en el área de influencia del proyecto es un tema que se ha abordado con mínima profundidad, lo cual genera la necesidad de un material compuesto de este tipo, que permita un progreso en las áreas relacionadas a nuestra profesión; justificando así la necesidad de los dos tipos de investigación.

Teniendo en cuenta lo anterior, en el presente capítulo se realizará una descripción del proceso experimental llevado a cabo para su concreción, describiéndolo en 5 fases principales, para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Primera fase: selección y tratamiento de las materias primas a utilizar en el material compuesto.

Segunda fase: descripción del proceso de preparación de la pasta, cocción, y conformado de las probetas por vaciado.

Tercera fase: proceso de secado, enfriado y desmoldado de las probetas.

Cuarta fase: caracterización de las probetas.

Quinta fase: análisis de resultados.

En la figura 30 se presenta un diagrama resumen de la metodología a seguir en las 5 fases principales para dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

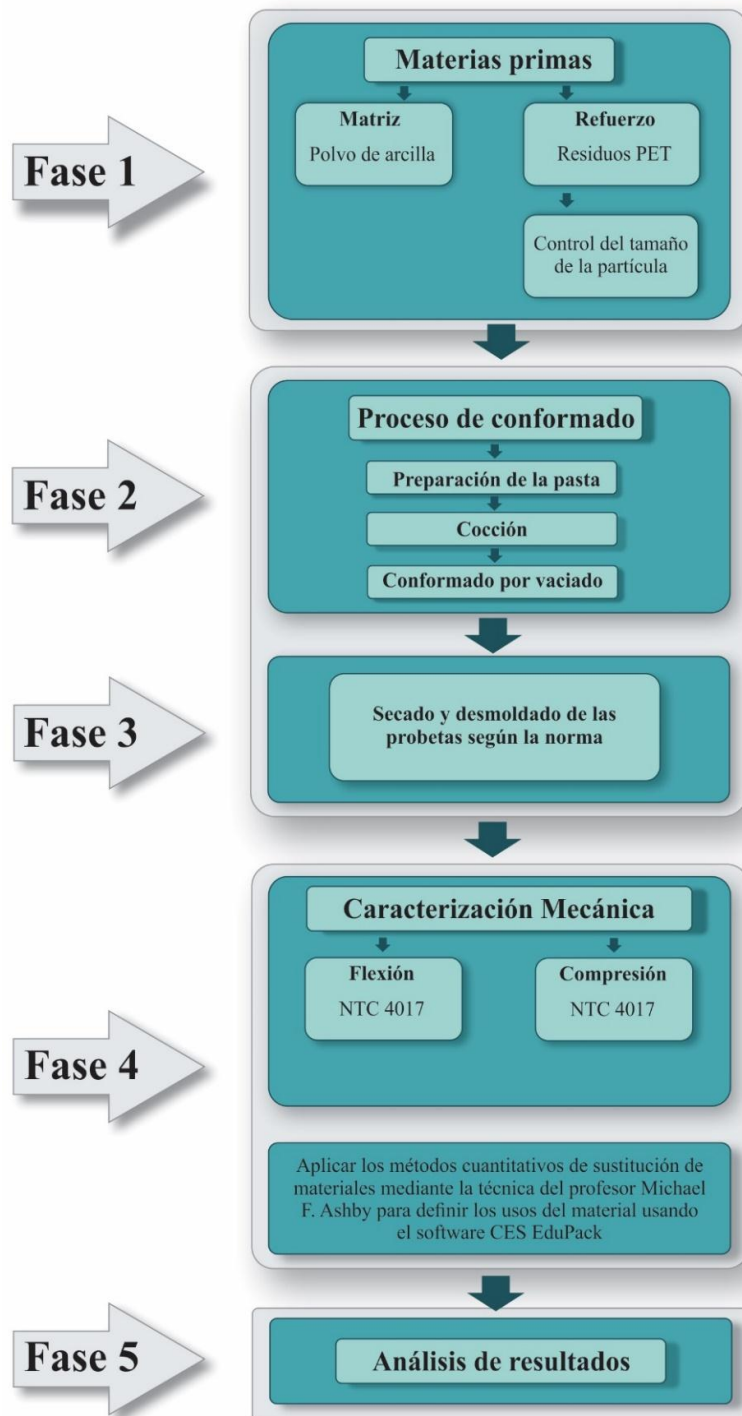


Figura 44. Metodología empleada para la obtención del material compuesto

3.1 Materias Primas Empleadas

Para la realización de este compuesto se emplearon dos materias primas, una matriz de polvo de arcilla y un refuerzo de residuos PET.



Figura 45. Materias primas usadas en la realización del compuesto

3.1.1 Matriz de polvo de arcilla. El material conformante de la matriz, para este desarrollo experimental, son polvos de arcilla (arcilla seca) proveniente de la empresa Tejar de Pescadero S.A.S ubicada en la Avenida 7 con Calle 9 BN, Cúcuta, Norte de Santander. El origen de la fuente de explotación de este tejar, es la mina Monte Verde ubicada en el Monte Sinaí.

El polvo de arcilla se utilizó sin realizar ningún tratamiento adicional posterior al proceso de recolección. A continuación, se referencia su ubicación, y la ficha técnica suministrada por el Tejar de Pescadero S.A.S.

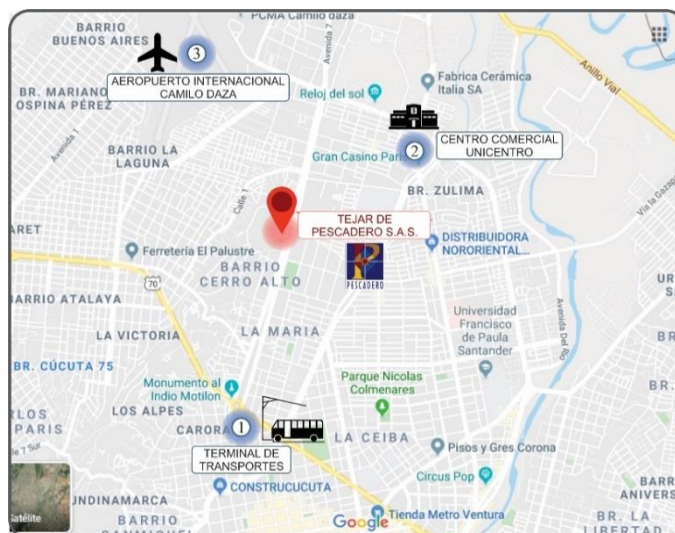


Figura 46. Ubicación del Tejar de Pescadero S.A.S

Tabla 27. Propiedades de la arcilla empleada en la realización del compuesto

Propiedades de la arcilla de Tejar de Pescadero S.A.S	
Identificación	MV alta
% Silice (SiO ₂)	64,31
% Aluminio (Al ₂ O ₃)	18,69
% Hierro (Fe ₂ O ₃)	4,43
% Calcio (CaO)	0,07
% Magnesio (MgO)	0,59
% Manganeso (MnO ₂)	0,03
% Sodio (Na ₂ O)	0,09
% Potasio (K ₂ O)	1,66
% Titanio (TiO ₂)	1,04
% Azufre (SO ₃)	0,11
% Bario (BaO)	0,12
% Hierro Fe	3,1

Fuente: Tejar de Pescadero S.A.S , s.f.

3.1.2 Refuerzo de residuos PET. La materia prima usada como refuerzo en este compuesto son residuos PET, recolectados en la cafetería de la institución educativa Colegio Eustorgio Colmenares Baptista (ECOLBA) ubicada en la Av. 6 no. 16-43 del Barrio el Salado, Cúcuta, Norte de Santander. Para el desarrollo del compuesto se utilizaron botellas plásticas transparentes provenientes de los residuos de bebidas gaseosas en presentaciones de 1,5; 2,5 y 3,125 litros, producidas por la empresa Postobón S.A. a las cuales se les extrae el PET a manera de gránulos para posteriormente utilizarlos en la conformación de dicho compuesto. A continuación, se referencia la ubicación de esta institución educativa.

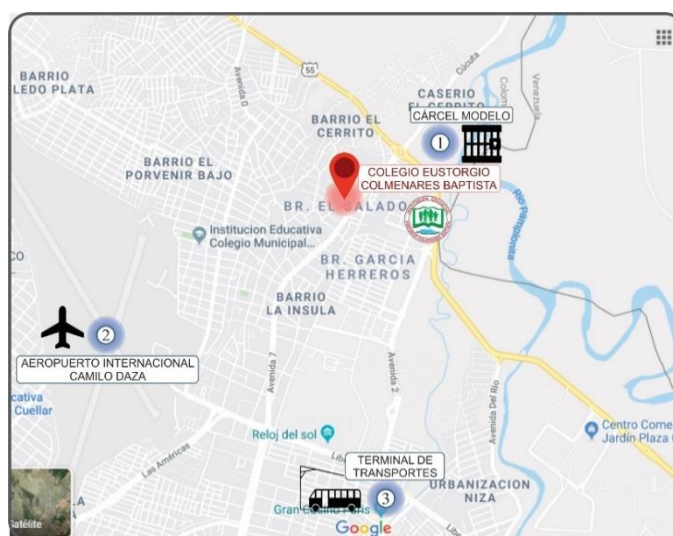


Figura 47. Ubicación de la Institución Educativa Colegio Eustorgio Colmenares Baptista

Para la extracción del PET granulado, se diseñó una herramienta casera con el objetivo de obtener el PET de la botella a manera de tira, esta herramienta fue elaborada con un listón de madera al cual se le realizó una ranura a una profundidad de 7 milímetros (de esta medida depende el grosor de la tira de PET que se va a obtener), y posteriormente se ajustó una hojilla de bisturí por medio de tornillos para que hiciera posible el corte de la botella como es muestra en la figura 34.

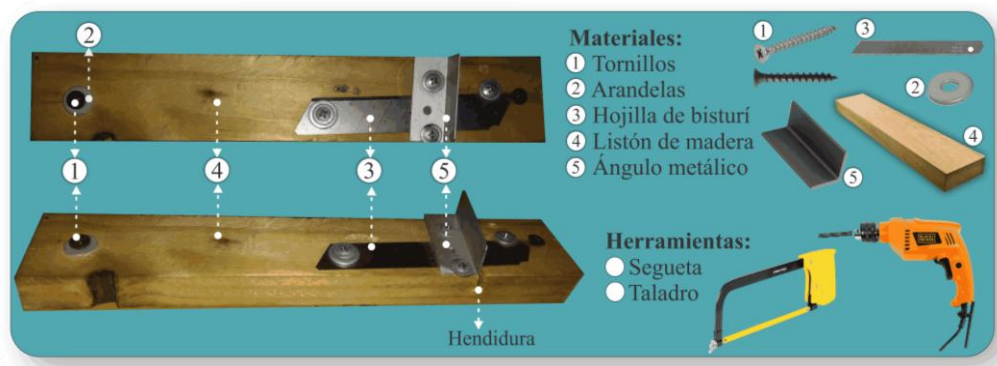


Figura 48. Herramienta manual elaborada para obtener el PET de la botella a manera de tira

Después de obtener la tira de PET extraída de la botella, se procedió a cortarla manualmente en secciones pequeñas por medio de una tijera, obteniendo los gránulos con medidas de 7mm x 5mm aproximadamente. A continuación, se presenta la figura 35 explicando el proceso mencionado anteriormente.

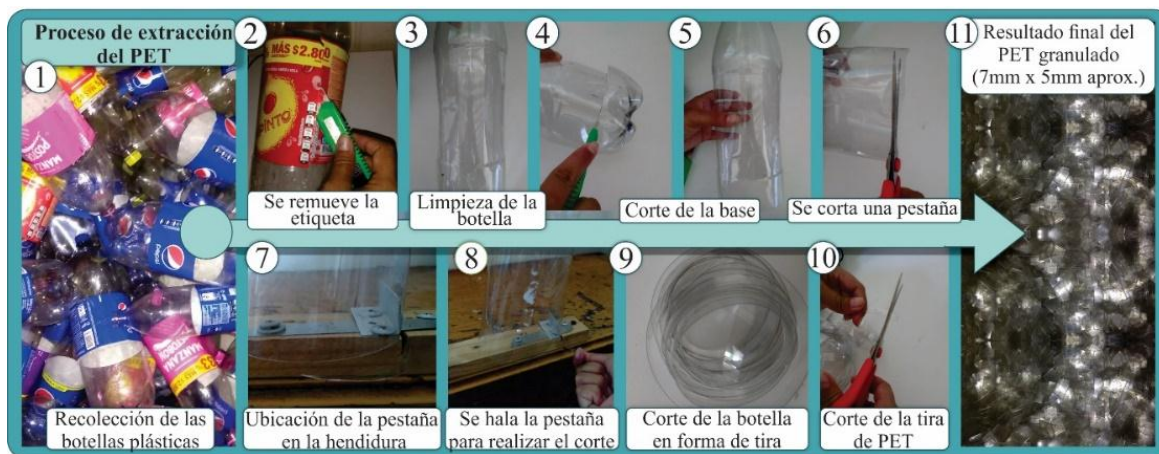


Figura 49. Proceso de extracción del PET granulado

En la figura 36 se puede apreciar la cantidad de PET en gramos que contiene una botella de acuerdo a su capacidad (1.5 litros, 2.5 litros, y 3.125 litros) y la cantidad aproximada de PET que

se puede aprovechar como materia prima para el desarrollo experimental según el tamaño de la botella.



Figura 50. Peso de las botellas PET y cantidad aprovechada según su tamaño

Datos técnicos del polietilentereftalato (PET)

Tabla 28. Propiedades mecánicas del Pet a 23°C

Propiedades mecánicas	Unidad	ASTM	DIN	Valores
Peso específico	gr/cm ³	D-792	53479	1.39
Resistencia a la tracción (fluencia/rotura)	Kg/cm ²	D-638	53455	900 / -
Resistencia a la compresión (1 y 2% def)	Kg/cm ²	D-695	53454	260/480
Resistencia a la flexión	Kg/cm ²	D-790	53452	1450
Resistencia al choque sin entalla	Kg.cm/cm ²	D-256	53453	>50
Alargamiento a la rotura	%	D-638	53455	15
Módulo de elasticidad (tracción)	Kg/cm ²	D-638	53457	37000
Dureza	Shore D	D-2240	53505	85-87
Coef. de roce estático s/acero		D-1894		-
Coef. de roce dinámico s/acero		D-1894		0.20
Res. al desgaste por roce				Muy buena

Fuente: Industrias JQ, 2020.

Tabla 29. Propiedades térmicas del Pet

Propiedades térmicas	Unidad	ASTM	DIN	Valores
Calor específico	Kcal/Kg.°C	C-351		0.25
Temperatura de flexión B/Carga (18.5Kg/cm ²)	°C	D-648	53461	75
Temperatura de uso continuo en aire	°C			-20 a 110
Temperatura de fusión	°C			255
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100°C	Por °C	D-696	52752	0.00008
Coefficiente de conducción térmica	Kcal/m.h.°C	C-177	52612	0.25

Fuente: Industrias JQ, 2020.

Tabla 30. Propiedades eléctricas del Pet

Propiedades eléctricas	Unidad	ASTM	DIN	Valores
Constante dieléctrica a 60 Hz		D-150	53483	3,4
Constante dieléctrica a 1 KHz		D-150	53483	3,3
Constante dieléctrica a 1 MHz		D-150	53483	3,2
Absorción de humedad al aire	%	D-570	53472	0,25
Resistencia superficial	Ohm	D-257	53482	>10 a la 14
Resistencia volumétrica	Ohms-cm	D-257	53482	>10 a la 15
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	D-149		22

Fuente: Industrias JQ, 2020.

Tabla 31. Propiedades químicas del Pet

Propiedades químicas	Observaciones
Resistencia a hidrocarburos	Buena
Resistencia a ácidos débiles a temperatura ambiente	Buena
Resistencia a alcalis débiles a temperatura ambiente	Buena
Resistencia a productos químicos definidos	Consultar
Efecto de los rayos solares	Algo lo afectan
Aprobado para contacto con alimentos	Si
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad
Propagación de llama	Mantiene la llama
Comportamiento al quemarlo	Gotea
Color de la llama	Amarillo anaranjado tizado
Olor al quemarlo	Aromático dulce

Fuente: Industrias JQ, 2020.

3.2 Pruebas de Laboratorio a Realizar

Se realizarán dos pruebas de laboratorio, una para flexión denominada “flexión de baldosines de cemento”, para la cual se requieren tres probetas iguales de cada diseño de mezcla a realizar, y una para compresión denominada “compresión de baldosines de cemento”, para la cual también se requieren tres unidades de cada diseño de mezcla. Estas pruebas se llevarán a cabo en el laboratorio de resistencia de materiales de la Universidad Francisco de Paula Santander, en la ciudad de San José de Cúcuta, el tamaño de las probetas requerido por el laboratorio y los moldes que se emplearon para su desarrollo se pueden observar en las figuras 37 y 38.

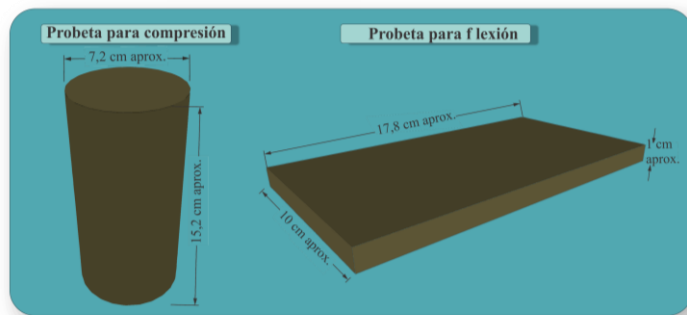


Figura 51. Tamaño aproximado de las probetas según la norma NTC 4017

El presente trabajo de investigación pertenece al grupo de investigación Grama a través del director Bierman Suarez. Con el fin de realizar las probetas necesarias para las pruebas de laboratorio, se fabricaron dos moldes, elaborados en acero inoxidable; uno para las probetas de compresión y otro para las probetas de flexión, los cuales se pueden observar en la figura 38 con sus respectivas medidas y peso.

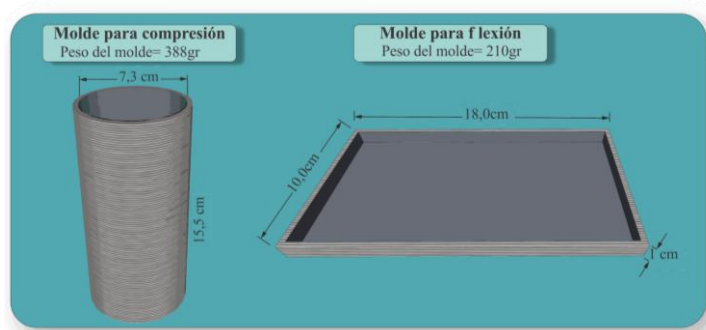


Figura 52. Tamaño y peso de los moldes realizados en acero inoxidable, usados para la fabricación de las probetas de laboratorio

3.3 Proceso de Experimentación para la Obtención Del Diseño de Mezcla

Para este desarrollo experimental inicialmente se diseñaron tres formulaciones, la mezcla con referencia (A) con 50% de PET granulado, seguido de mezclas con concentraciones de 35% (B),

y 20% (C), de acuerdo como se aprecia en la tabla 32, la fibra se utilizará en tres tipos de presentación, granular de 7mm x 5mm, en tiras de 7mm x 1,5cm, y en tiras más largas de 7mm x 18cm y 7mm x 10mm.

Tabla 32. Formulaciones iniciales para la experimentación (relación volumétrica)

Mezcla	Proporción
A	50% arcilla - 50% PET
B	65% arcilla - 35% PET
C	80% arcilla - 20% PET

3.3.1 Prueba n. ° 1. Se inicia el proceso de experimentación con la mezcla A de proporción 50% de polvo de arcilla y 50% de PET granulado. Se procede a pesar los moldes vacíos (peso tara) en donde se van a realizar las probetas, y de esta manera poder calcular la cantidad de materia prima a utilizar de acuerdo al diseño de mezcla, para esto se emplea una báscula de cocina mecánica de acero inoxidable, obteniendo como resultado 388gr para el molde de compresión, y 210gr para el molde de flexión como se observa en la figura 39.



Figura 53. Peso de los moldes vacíos para flexión y compresión (peso tara)

Se realiza el cálculo de la cantidad de cada materia prima a utilizar, para lo cual se procede a pesar cada molde con la matriz de polvo de arcilla (como se observa en la figura 40), obteniendo como resultado 1.410gr para compresión y 439gr para flexión. Y de esta manera obtener el peso bruto (peso del molde o contenedor y arcilla), procedemos a calcular el peso neto (solo arcilla) para cada probeta como se muestra en las tablas 33 y 34.



Figura 54. Pesaje de los moldes con polvo de arcilla, para flexión y compresión (peso bruto)

Tabla 33. Cálculo de capacidad de material para probeta de compresión

Peso tara	Peso bruto	Peso neto
388gr	1.410gr	1.022gr

Tabla 34. Cálculo de capacidad de material para probeta de flexión

Peso tara	Peso bruto	Peso neto
210gr	439gr	229gr

Una vez obtenido el peso neto, procedemos a realizar el cálculo de la cantidad de materia prima a utilizar de acuerdo a la proporción de cada diseño de mezcla como se muestra en las

tablas 35 y 36.

Tabla 35. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para compresión

Mezcla	Arcilla	PET
A	511gr	511gr
B	664gr	358gr
C	818gr	204gr

Tabla 36. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para Flexión

Mezcla	Arcilla	PET
A	114gr	114gr
B	149gr	80gr
C	183gr	46gr

3.3.1.1 Compresión de baldosines de cemento – Mezcla A 50% arcilla y 50% PET

granulado. Los elementos que se utilizarán inicialmente para la elaboración de las probetas son los siguientes: la matriz o polvo de arcilla, el refuerzo o PET granulado y como medio de cocción un horno tostador Big Oven Toaster de la marca Home Elements como se muestra en la figura 41. Además, el proceso de elaboración de las probetas que se empleará, se muestra en la figura 42.

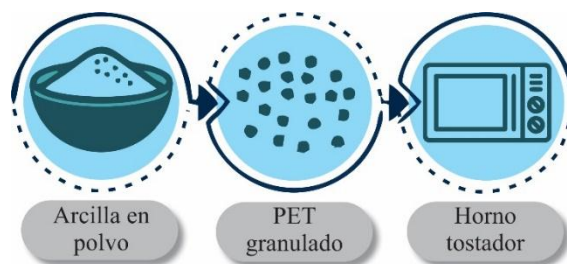


Figura 55. Elementos utilizados en la prueba N.º 1.1 y 1.2



Figura 56. Proceso de elaboración de las probetas en las pruebas N.º 1, 2, y 3

Preparación de la pasta. Se pesa la cantidad calculada de cada materia prima, 511 gr de PET granulado y 511 gr de arcilla en polvo, y se integran hasta obtener una mezcla homogénea, como se muestra en la figura 43.



Figura 57. Preparación de la pasta prueba N.º 1.1

Proceso de conformado. Posteriormente, se aplica el desmoldante (aceite de silicona) al molde para evitar que la probeta quede pegada al mismo. Se vierte la mezcla realizada

anteriormente compactándola a medida que se aplica en el molde para evitar espacios residuales al interior y se procede a tapar para evitar que la mezcla se salga en el proceso de cocción.



Figura 58. Proceso de conformado prueba N. ° 1.1

Proceso de cocción. Ingresamos el molde tapado al horno tostador (previamente caliente); treinta minutos después se retira del horno, se compacta la mezcla y se evidencia que se reduce alrededor de 1.5cm, luego se vuelve a introducir en el horno, y transcurridos treinta y cinco minutos se saca del mismo finalizando el tiempo de cocción, como se muestra en la figura 45.



Figura 59. Proceso de cocción prueba N. ° 1.1

Proceso de secado y desmoldado. Luego de finalizar el proceso de cocción se procede a extraer la probeta del horno tostador, se destapa el molde y se evidencia que después de una hora de cocción el PET granulado no inició su proceso de fundición, para integrarse adecuadamente con la arcilla en polvo, por tal motivo no hubo proceso de secado; sin embargo, cabe destacar que al extraer la mezcla de la probeta se observa que las partículas de PET granulado se empezaban a endurecer y a tomar un color blanco.



Figura 60. Proceso de desmoldado prueba N. ° 1.1



Figura 61. Tiempo de cocción prueba N. ° 1.1

3.3.1.2 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 50% arcilla y 50% PET granulado.

Preparación de la pasta. Se pesa la cantidad calculada de cada materia prima, 114gr de PET granulado y 114gr de arcilla en polvo y se integran hasta obtener una mezcla homogénea, como se muestra en la figura 48.



Figura 62. Preparación de la pasta prueba N. ° 1.2.

Proceso de conformado. Posteriormente, se aplica el desmoldante (aceite de silicona) al molde para evitar que la probeta quede pegada al mismo. Se vierte la mezcla realizada anteriormente compactándola, para evitar espacios residuales al interior.

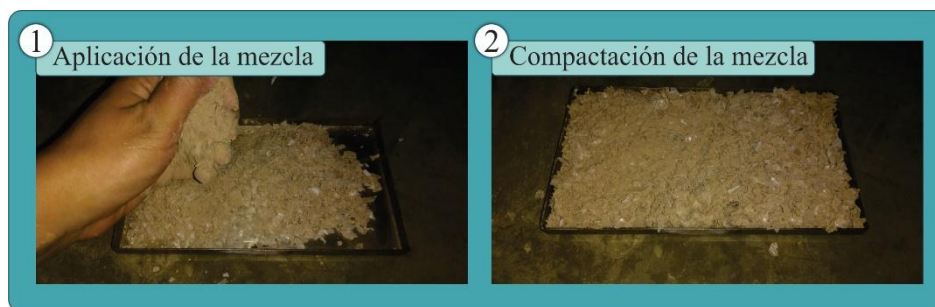


Figura 63. Proceso de conformado prueba N.º 1.2

Proceso de cocción. Ingresamos el molde al horno tostador previamente caliente. A los treinta minutos de haber ingresado el molde al horno, se empieza a visualizar que algunas partículas de PET granulado se comienzan a fundir y compactar con la arcilla en polvo poco a poco, y transcurridos cuarenta minutos de cocción se procede a retirar el molde del horno y compactar la mezcla, para finalizar el proceso de cocción.



Figura 64. Proceso de cocción prueba N.º 1.2

Proceso de secado y desmoldado. Luego de sacar la probeta del horno tostador se procede a compactar la mezcla para luego desmoldar, se observa como resultado final que solo una parte de la mezcla se logró integrar.



Figura 65. Proceso de desmoldado prueba N°1.2



Figura 66. Tiempo de cocción prueba N. ° 1.2

Como resultado final se obtiene que solo en una parte de la probeta de flexión se logran integrar las materias primas, y para la probeta de compresión no se alcanza a obtener ningún tipo de cocción debido a su tamaño. De esta manera se puede concluir la posibilidad de aumentar el tiempo cocción o modificar el medio en el que se realiza este proceso se obtenga un resultado más favorable.

3.3.2 Prueba N. ° 2. Luego de haber experimentado en el horno tostador y analizar los resultados obtenidos, se decide cambiar el tipo de horno tostador que se empleó, por un horno de estufa marca mabe, con más potencia que permita cocer las probetas de manera más rápida y eficaz como se muestra en la figura 53, utilizando el proceso de elaboración empleado en la prueba N.° 1.

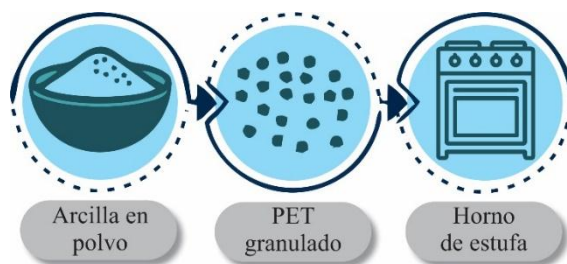


Figura 67. Elementos utilizados en las pruebas N.º 2 y 3

3.3.2.1 Flexión y compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla C 50% arcilla y 50% PET granulado.

Preparación de la pasta. Se realiza un nuevo intento con la mezcla sobrante preparada en la prueba N.º 1.

Proceso de conformado. Se procede a vaciar la mezcla en ambos moldes previamente engrasados con aceite de silicona para realizar nuevamente el proceso de cocción en un horno de una estufa convencional marca mabe.

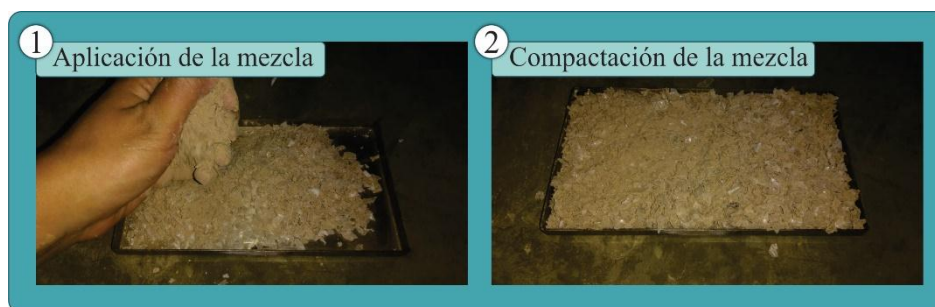


Figura 68. Proceso de conformado prueba N.º 2.1

Proceso de cocción. Luego de haber llenado y compactado los moldes con la mezcla sobrante, se procede a tapar el molde para compresión con papel aluminio sostenido por un alambre para de esta manera evitar que la mezcla se salga del molde, se ingresan los dos moldes

al horno previamente caliente.

Se inicia la cocción con una temperatura constante de 270°C. Una hora después de haber iniciado la cocción se comienza a evidenciar que en la probeta de flexión el PET se funde y acopla con la arcilla en polvo, setenta y cinco minutos más tarde la cantidad de PET fundido va aumentando, a los noventa minutos el área que se observa de PET fundido es un poco más grande, y una vez transcurridas dos horas de cocción se retiran las probetas del horno para finalizar el proceso, como se muestra en la figura 55.



Figura 69. Proceso de cocción prueba N. ° 2

Proceso de secado y desmoldado. Una vez finalizado el proceso de cocción, y retiradas las probetas del horno, al desmoldarlas se obtiene como resultado que ambas probetas tuvieron un comportamiento y un resultado diferente, teniendo en cuenta el tamaño y la forma de cada una; la probeta de compresión tuvo una cocción más lenta, por tal motivo esta probeta se alcanzó a cocer solo en la parte en la que la mezcla tenía una relación más directa a la llama del horno, y como resultado final, se puede observar que las partículas de PET granulado van tomando un color blanco a medida que se van cociendo, como se muestra en la figura 56.

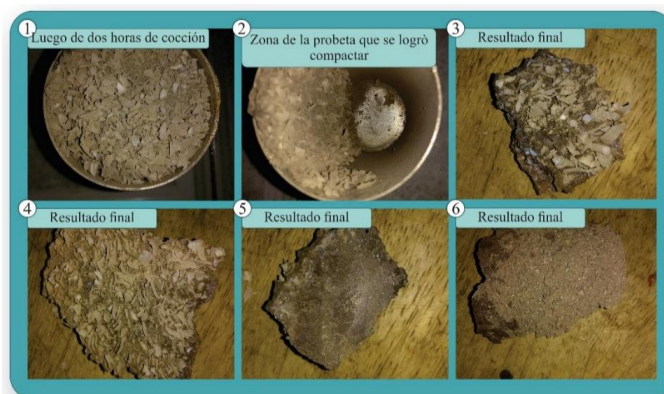


Figura 70. Proceso de desmoldado para compresión prueba N.º 2

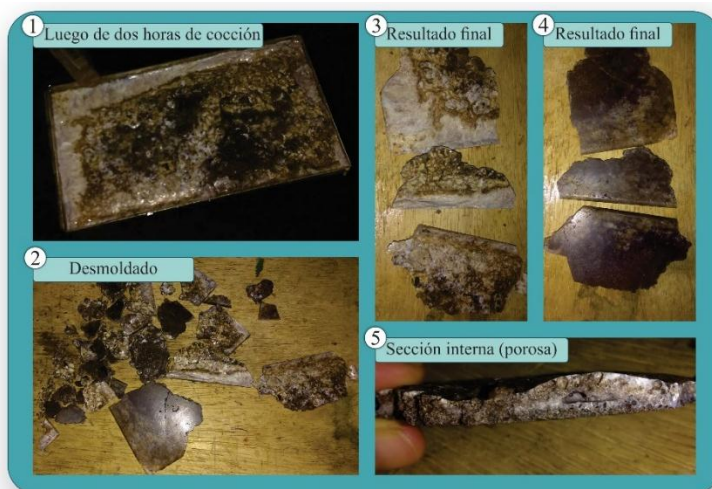


Figura 71. Proceso de desmoldado para flexión prueba N.º 2.



Figura 72. Tiempo de cocción prueba N.º 2

Como resultado final en la probeta de flexión, se evidencia una mayor cocción a comparación de la probeta de compresión, obteniendo una pieza más completa o densa la cual al desmoldarla se quiebra obteniendo varias partes, además se puede observar que la probeta para flexión se cocc más rápido debido a su tamaño y forma; se evidencia la transparencia que obtiene la pieza debido al contenido de PET granulado, y en las partes quebradas de la pieza se observan pequeñas porosidades en el interior.

3.3.3 Prueba N. ° 3. Debido a los resultados obtenidos, se decide modificar los porcentajes de los diseños de mezcla; reduciendo la cantidad de PET empleada, y agregando agua a la arcilla en polvo para de esta manera facilitar su cocción, los elementos utilizados en esta prueba se pueden observar en la figura 59.

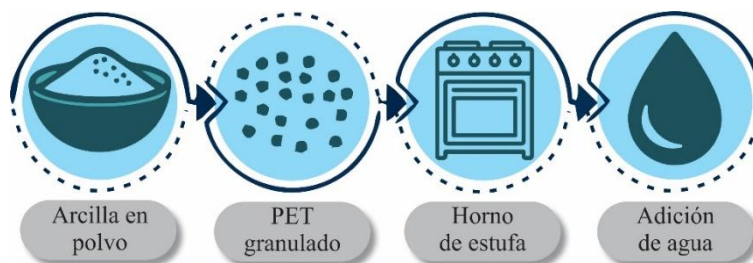


Figura 73. Elementos utilizados en la prueba N. ° 3

Por ende se proponen otras tres formulaciones; la mezcla con referencia (A) con 40% de PET granulado, seguido de mezclas con concentraciones de 30% (B), y 15% (C), de acuerdo como se aprecia en la tabla 37, la fibra se utilizará en tres tipos de presentación, granular de 7mm x 5mm, en tiras de 7mm x 1,5cm, y en tiras más largas de 7mm x 18cm y 7mm x 10cm.

Tabla 37. Nuevas formulaciones realizadas para la experimentación (relación volumétrica)

Mezcla	Proporción
A	60% arcilla - 40% PET
B	70% arcilla - 30% PET
C	85% arcilla - 15% PET

3.3.3.1 Flexión y compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla C 85% arcilla y 15% PET granulado.

Se realiza el cálculo de la cantidad de cada materia prima a utilizar, para lo cual se procede a mezclar manualmente 1.000gr de arcilla en polvo con 250gr de agua hasta obtener una mezcla homogénea, para luego proceder a pesar cada molde con la arcilla humectada y compactada (como se observa en la figura 60), y de esta manera poder obtener el peso bruto (peso del molde o contenedor y arcilla), en donde se obtiene como resultado 1.625gr para compresión y 530gr para flexión, y con estos datos procedemos a calcular el peso neto (solo arcilla) para cada probeta como se muestra en las tablas 38 y 39.

**Figura 74. Proceso de humectación de la arcilla para realizar la prueba N.º 3****Tabla 38. Cálculo de capacidad de material para probeta de compresión**

Peso tara	Peso bruto	Peso neto
388gr	1.625gr	1.237gr

Tabla 39. Cálculo de capacidad de material para probeta de flexión

Peso tara	Peso bruto	Peso neto
210gr	530gr	320gr

Una vez obtenemos el peso neto, procedemos a realizar el cálculo de la cantidad de materia prima a utilizar de acuerdo a la proporción de cada diseño de mezcla, y posteriormente, se realiza el cálculo de las cantidades de materia prima a emplear de acuerdo a cada proporción establecida en los nuevos diseños de mezcla propuestos, como se puede observar en las tablas 40 y 41.

Tabla 40. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para compresión

Mezcla	Arcilla	PET
A	742gr	495gr
B	857gr	371gr
C	1.051gr	186gr

Tabla 41. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para Flexión

Mezcla	Arcilla	PET
A	192gr	128gr
B	224gr	96gr
C	272gr	48gr

Preparación de la pasta. Para la probeta de compresión, pesamos la cantidad adecuada de cada materia prima a emplear, 186gr de PET y 1.051 gr de arcilla húmeda, y para la probeta de

flexión pesamos 48gr de PET y 274 gr de arcilla húmeda y mezclamos manualmente hasta obtener una mezcla homogénea.

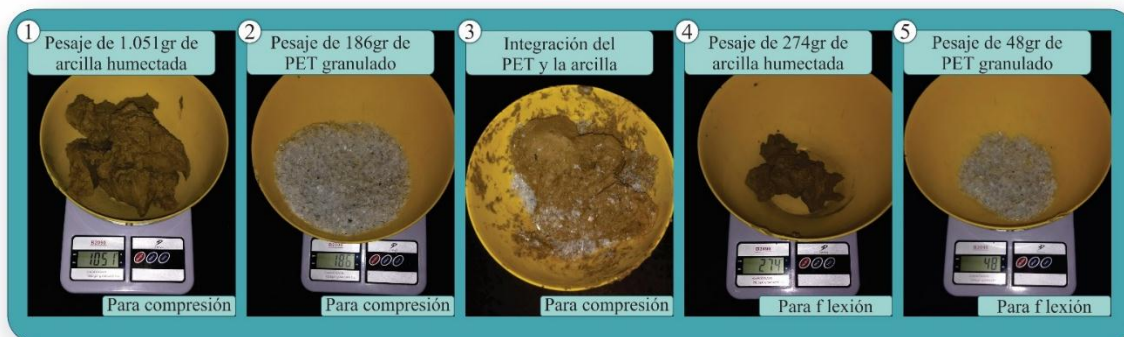


Figura 75. Proceso de preparación de la pasta prueba N.º 3

Proceso de conformado. Se aplica el aceite de silicona a los moldes para evitar que la probeta quede pegada a la hora de desmoldar, se vierte la mezcla realizada anteriormente al molde comprimiéndola a medida que se aplica para que quede compactada, evitando espacios residuales o vacíos en el interior, y por último pesamos nuevamente el molde con la mezcla y lo tapamos para evitar que su contenido salga del mismo en el proceso de cocción.

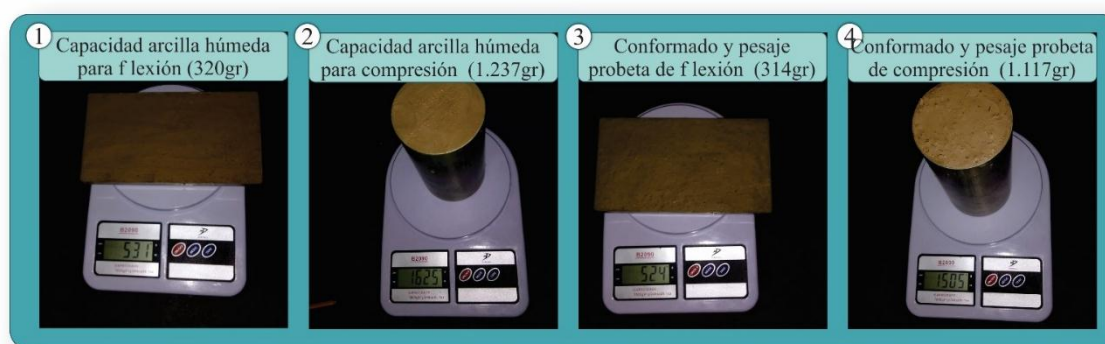


Figura 76. Proceso de conformado de probetas prueba N.º 3

Proceso de cocción. Ingresamos los moldes al horno previamente caliente, luego de una hora de cocción se voltea la probeta de compresión, para facilitar su cocción en todos sus lados, se observa en la probeta de flexión que la arcilla ya no está húmeda, transcurridas dos horas se finaliza la cocción y se retiran los moldes del horno.

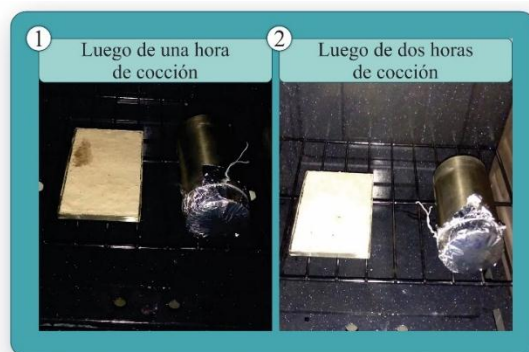


Figura 77. Proceso de cocción prueba N. ° 3

Proceso de secado y desmoldado. Luego de haber retirado las probetas del horno, se evidencia una reducción del tamaño de ambas probetas respecto al molde; posteriormente se procede a pesar cada probeta obteniendo como resultado 249gr para la probeta de flexión y 1.002gr para la probeta de compresión, es decir; que después del proceso de cocción el peso de las probetas se ha reducido en un 20% aproximadamente (115gr en la probeta de compresión y 65gr en la probeta de flexión).

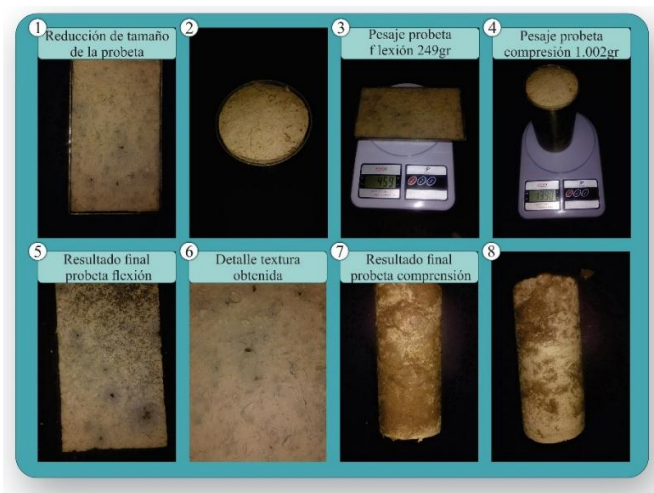


Figura 78. Proceso de secado y resultado final prueba N.º 3



Figura 79. Tiempo de cocción prueba N.º 3

Como resultado final, la probeta de flexión presenta grietas y algunos puntos oscuros, mientras que la probeta de compresión presenta humedad, ya que debido a su forma y tamaño no logró evaporar el contenido de agua, a diferencia de la probeta de flexión, además de presentar defectos al momento de compactar la mezcla en el molde.

3.3.4 Prueba N.º 4. Debido a que las tres pruebas anteriores no funcionaron, se decide experimentar un nuevo proceso de la elaboración de la mezcla, eliminando el uso de agua y esta vez el proceso de cocción es llevado a cabo en el fogón de la estufa y no en el horno, realizando el proceso en una lata de aluminio de manera experimental, con el fin de que reciba mayor calor y facilite el proceso de cocción y homogeneización de la mezcla, con la intención de obtener un

resultado distinto a los resultados de las pruebas anteriores, estos nuevos elementos a utilizar se pueden observar en la figura 66.

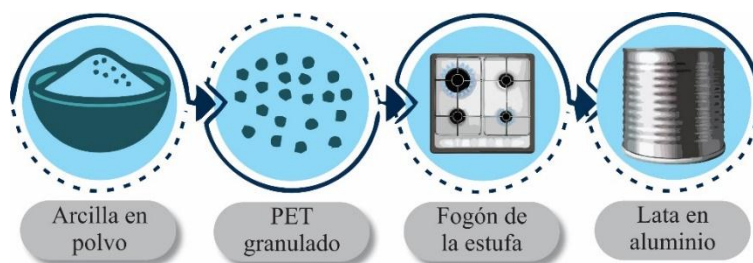


Figura 80. Elementos utilizados en la prueba N.º 4

Preparación de la pasta. Para este desarrollo experimental, pesamos 40 gr de PET y 60 gr de polvo de arcilla.



Figura 81. Preparación de la pasta prueba N.º 4

Proceso de cocción. Se pone la lata en el fogón a fuego alto, se incorporan los 40 gr de PET en el recipiente previamente caliente, mezclando de manera ocasional para fundirlo, luego de tres minutos se observa que los gránulos de PET comienzan a tomar un color blanco y a derretirse en la parte inferior del recipiente, transcurridos seis minutos cambia de estado sólido a plastificado o fundido totalmente, en este punto se incorporan los 60 gr de arcilla y se continúa mezclando; se observa que al agregar la arcilla la mezcla se enfría, y posteriormente se empieza a homogeneizar

a medida que se mezcla y aumenta la temperatura, hasta obtener una mezcla homogénea a los once minutos de cocción.

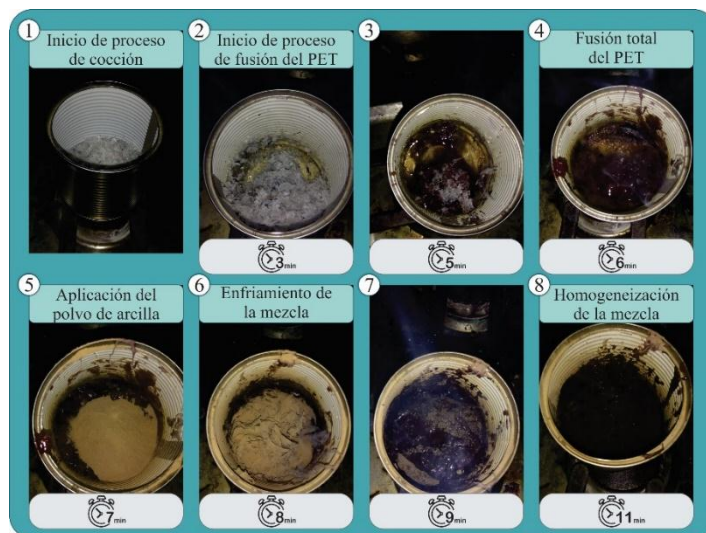


Figura 82. Proceso de cocción prueba N.º 4

Conformado por vaciado. Una vez obtenida la mezcla líquida y homogénea se ubica el recipiente en el mesón de la cocina previamente engrasado con aceite de silicona, y se procede a vaciar la mezcla.



Figura 83. Conformado por vaciado prueba N.º 4

Proceso de secado y desmoldado. Luego del proceso de conformado, se inicia el proceso de secado en donde se puede apreciar que a medida que avanza este proceso, el material presenta una ligera dilatación respecto al recipiente, y transcurridos tres minutos ya se encuentra seca y lista para desmoldar.



Figura 84. Proceso de secado prueba N. ° 4

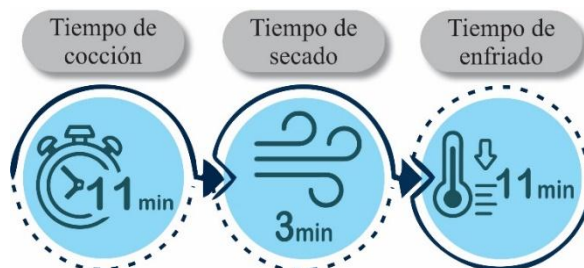


Figura 85. Gráfico de resultado final prueba N. ° 4

Como resultado final obtenemos que utilizando este método de cocción en el fogón de la estufa, permite que los gránulos de PET se fundan más fácilmente y facilita que la arcilla se integre a él, obteniendo como resultado el material deseado con un buen acabado. También cabe resaltar que el material tiende a secarse de manera muy rápida, y genera una mezcla sobrante o desperdiciada en el recipiente de cocción.

3.3.4.1 Proceso estándar utilizado en la fabricación del compuesto. Luego de realizar el proceso de experimentación mencionado anteriormente, y observar los diferentes resultados adquiridos se obtiene el proceso estándar de fabricación del compuesto, el cual consiste en realizar en primer lugar la preparación de la pasta, seguido del proceso de cocción de las materias primas, para posteriormente llevar a cabo el conformado y por último el secado y desmoldado del material; dicho procedimiento se puede observar en la figura 72.



Figura 86. Proceso estándar utilizado para la conformación del compuesto

A continuación, se describe el procedimiento a seguir en cada paso del proceso estándar a realizar para la fabricación del compuesto o material planteado:

Preparación de la pasta: En este punto se realiza el pesaje de las materias primas según la cantidad requerida de acuerdo al diseño de mezcla que se establezca.

Proceso de cocción: Se realiza la fundición e integración de las materias primas implementadas, hasta obtener una mezcla homogénea y sin grumos que permitan una buena composición del material; también se recomienda mezclar ocasionalmente para de esta manera lograr una cocción uniforme hasta lograr una mezcla homogénea.

Conformado por vaciado: Luego de haber finalizado el proceso de cocción, se procede a la conformación de la pieza por medio del vaciado de la mezcla en el molde o recipiente deseado, previamente engrasado con aceite de silicona para evitar que la pieza se pegue al molde.

Secado y desmoldado: Para finalizar el proceso de fabricación del compuesto, una vez conformada la pieza se debe dejar secar y enfriar para poder retirar la pieza del molde utilizado.

3.3.5 Prueba N. ° 5. Como se muestra a continuación:

3.3.5.1 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. A partir de esta prueba se implementará el proceso estándar para la fabricación del material mencionado anteriormente, pero esta vez se utiliza una olla de aluminio convencional que tenga mayor capacidad y permita un mejor proceso de cocción, para posteriormente llevar a cabo el conformado de la probeta en el molde correspondiente, este proceso y los elementos a utilizar, se pueden observar en las figuras 73 y 74.



Figura 87. Proceso de elaboración de probetas prueba N. ° 5 a prueba N. ° 16

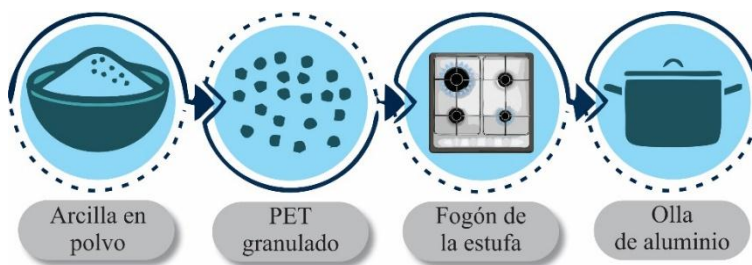


Figura 88. Elementos utilizados en la prueba N. ° 5

Se procede a calcular las cantidades de materia prima a utilizar de los nuevos porcentajes de diseño de mezcla establecidos, ya que para la realización esta prueba se decidió eliminar el uso del agua como materia prima conformante en la elaboración del compuesto.

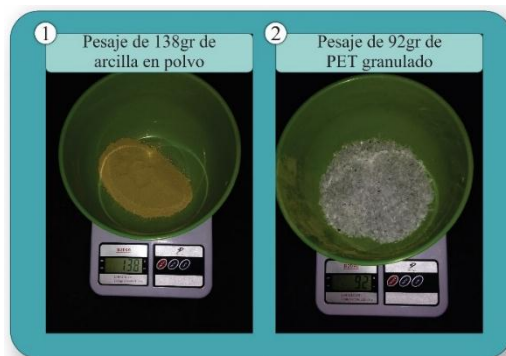
Tabla 42. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para compresión

Mezcla	Arcilla	PET
A	613gr	409gr
B	715gr	307gr
C	869gr	153gr

Tabla 43. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para Flexión

Mezcla	Arcilla	PET
A	138gr	92gr
B	160gr	69gr
C	195gr	34gr

Preparación de la pasta. Se pesa la cantidad calculada de cada materia prima, 138gr de arcilla en polvo y 92gr de PET granulado y posteriormente se mezclan, como se muestra en la figura 75.

**Figura 89. Preparación de la pasta prueba N.º 5.1**

Proceso de cocción. Se vierte el PET granulado en la olla puesta en el fogón de la estufa, transcurridos cuatro minutos se comienza a notar el inicio del proceso de fusión del PET en la parte inferior del recipiente y posteriormente se empieza a formar una masa que se mezcla poco a poco, y se va fundiendo a medida que la temperatura aumenta.

Después de quince minutos de cocción, cuando las partículas de PET granulado se han unificado se decide agregar la matriz de polvo de arcilla y se procede a mezclar con el objetivo de facilitar la integración de las dos materias primas empleadas, por último a los dieciocho minutos de cocción se puede evidenciar que la mezcla ya se encuentra líquida y homogénea completamente.

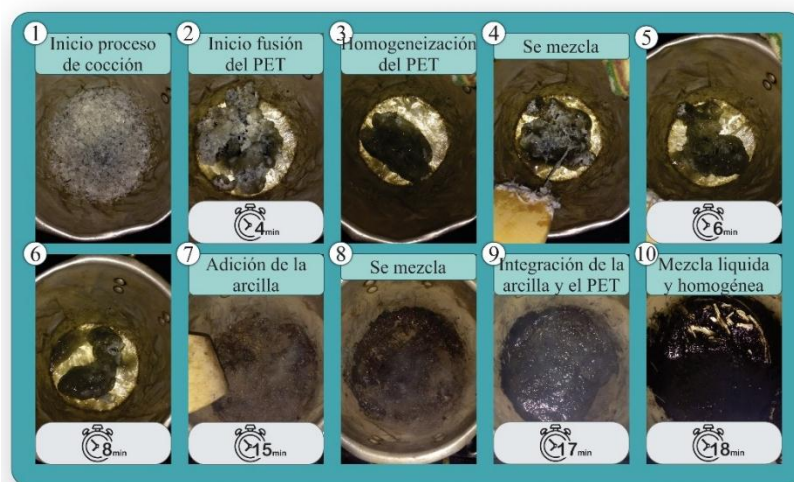


Figura 90. Proceso de cocción prueba N.º 5.1

Conformado por vaciado. Una vez obtenida la mezcla líquida y homogénea se ubica el molde correspondiente sobre la estufa y se procede a vaciar la mezcla en el recipiente previamente engrasado con aceite de silicona, y una vez conformada la probeta se pone sobre el mesón de la cocina.

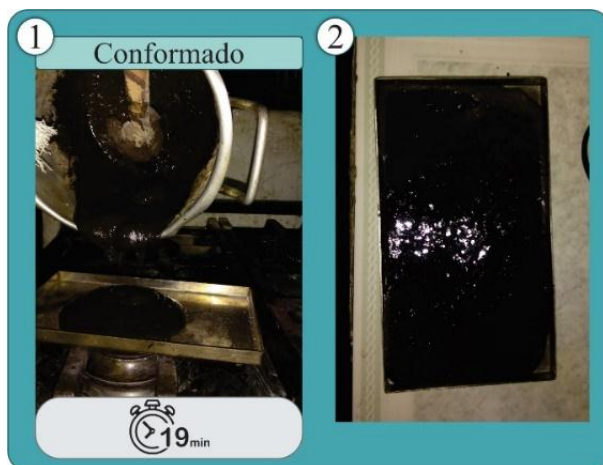


Figura 91. Proceso de conformado prueba N. ° 5.1

Proceso de secado y desmoldado. Luego del proceso de conformado, se inicia el proceso de secado en donde se puede apreciar que a medida que avanza este proceso, la probeta presenta una ligera dilatación respecto al molde, y transcurridos tres minutos ya se encuentra seca y lista para desmoldar.

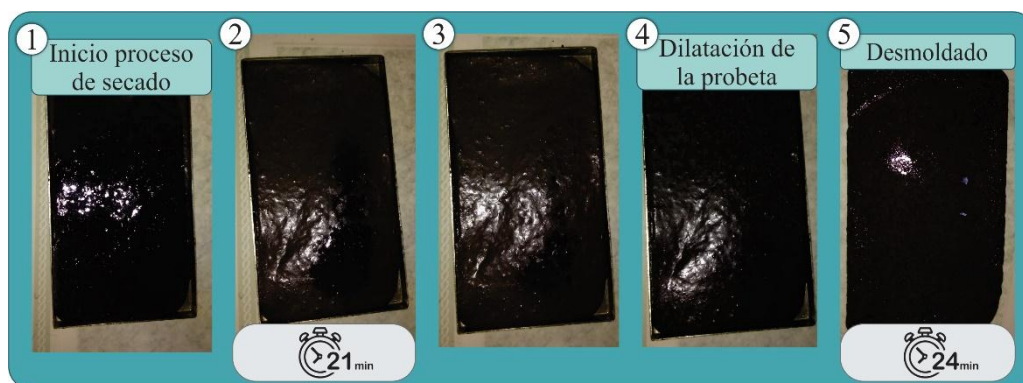


Figura 92. Proceso de secado prueba N. ° 5.1



Figura 93. Gráfico de resultado final prueba N. ° 5.1

Como resultado final se puede evidenciar que la probeta realizada no tiene la forma adecuada debido a la falta de mezcla, ya que la cocción en la olla de aluminio debido a su material hace que retenga mezcla desperdiciada en el recipiente, además de no tener un control en la temperatura que permita establecer cuantos grados centígrados debe alcanzar la mezcla para realizar el proceso de conformado.

3.3.6 Prueba N. ° 6. Como se muestra a continuación:

3.3.6.1 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. De acuerdo con los resultados de la prueba N. ° 5, se realiza una nueva prueba en donde se emplea el uso del termómetro infrarrojo para poder tener control de la temperatura en el proceso de cocción y secado de las probetas, además se utiliza una olla con antiadherente para evitar los restos de mezcla en el recipiente en donde se realice el proceso de cocción con el objetivo de evitar el desperdicio de materia prima como se muestra en la figura 80. Por otra parte debido a la falta de mezcla a la hora de verter en el molde, se decide agregar una cantidad extra de cada materia prima a la de los cálculos realizados anteriormente, con el objetivo de mejorar la forma y estética de la probeta.

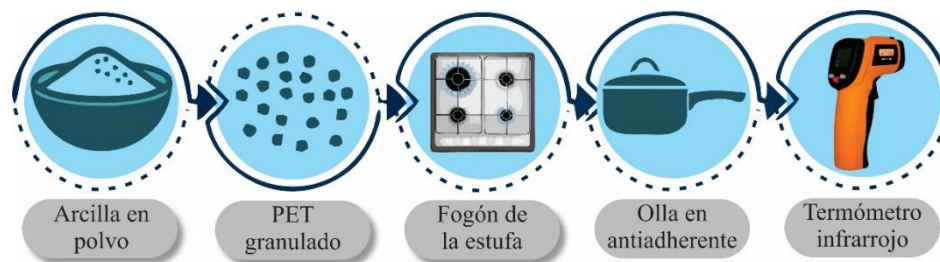


Figura 94. Elementos utilizados en la prueba N.º 6

Preparación de la pasta. Se pesa la cantidad calculada de cada materia prima según el porcentaje de diseño de mezcla, y además se decide adicionar 30gr, es decir, 122gr de PET granulado y 168gr de arcilla en polvo, como se muestra en la figura 81.

Proceso de cocción. Se realiza el mismo proceso de cocción realizado en la prueba N.º 5 de acuerdo al proceso estándar de fabricación mencionado anteriormente y se define el punto final de cocción, cuando la mezcla se encuentra totalmente homogénea y lista para el proceso de conformado a una temperatura de 260°C.



Figura 95. Proceso de cocción prueba N.º 6.1.

Conformado por vaciado. Una vez terminado el proceso de cocción se continua con el proceso de conformado en donde se retira la olla del fogón a los veintiocho minutos con una temperatura de 260°C y se procede a vaciar la mezcla en estado líquido al molde previamente engrasado con aceite de silicona, ubicado en una tabla de madera sobre la estufa como se muestra en la figura 83.

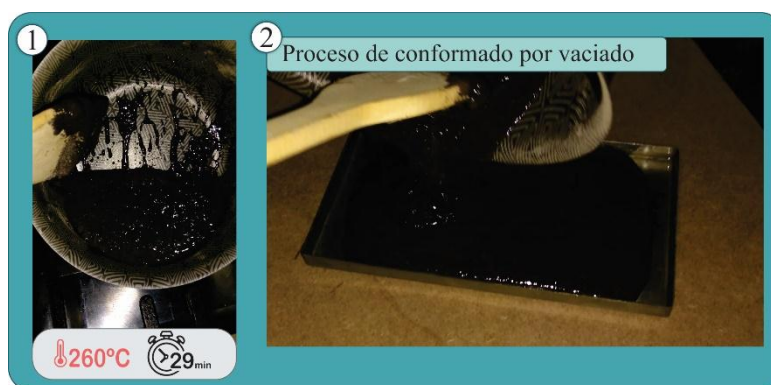


Figura 96. Proceso de conformado prueba N. ° 6.1

Secado y desmoldado. Luego de haber vertido la mezcla en el molde, inicia el proceso de secado en donde a los 171°C se empieza a notar una dilatación de la probeta respecto al molde, a los treinta y cuatro minutos.



Figura 97. Proceso de secado prueba N. ° 6.1

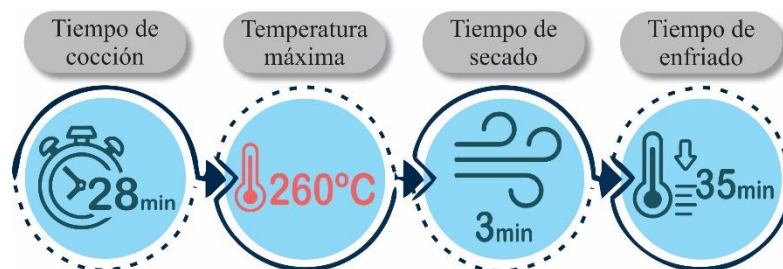


Figura 98. Gráfico de resultado final prueba N. ° 6.1

Como resultado final la probeta mejora su forma y estética, tiene un espesor mayor y más uniforme, pero aún necesita más cantidad de mezcla para que pueda obtener su forma ideal.

3.3.7 Prueba N. ° 7. Como se muestra a continuación:

3.3.7.1 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. A partir de este proceso de experimentación se decide implementar el uso de un colador casero con el objetivo de tamizar la arcilla en polvo y de esta manera evitar grumos en la mezcla y mejorar la composición de la probeta como se muestra en la figura 86.

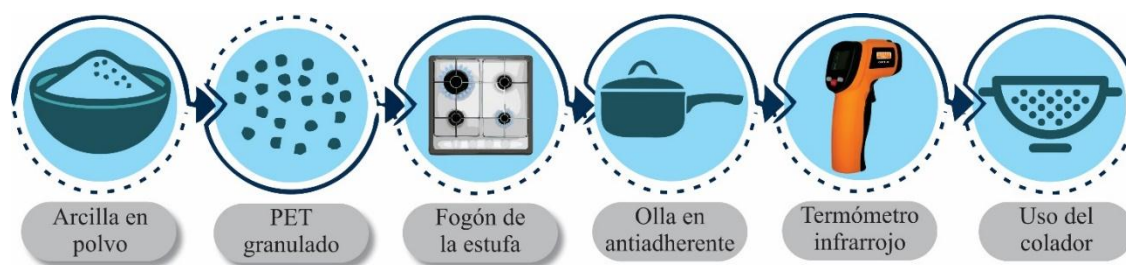


Figura 99. Elementos utilizados en las pruebas N. ° 7 a N. ° 16

Debido a la falta de mezcla en las pruebas anteriores para la realización de probetas de flexión, se decide aumentar el peso neto para flexión calculado inicialmente de 229gr a 286gr como se muestra en la tabla 44, con el objetivo de obtener una probeta más uniforme.

Tabla 44. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para Flexión

Mezcla	Arcilla	PET
A	172gr	114gr
B	200gr	86gr
C	243gr	43gr

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear, según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 172 gramos de arcilla en polvo y 114gr de PET granulado para posteriormente integrar las dos materias primas antes de la cocción.

Proceso de cocción. Para la realización de esta probeta, se decide modificar este proceso, iniciando con la cocción de las dos materias primas juntas, y no por separado como se venía realizando en las pruebas anteriores, con el objetivo de lograr disminuir el tiempo de cocción, realizando el proceso estándar de fabricación.



Figura 100. Proceso de cocción prueba N. ° 7.1

Conformado por vaciado. Una vez cocida la mezcla se procede a verter en el molde previamente engrasado con aceite de silicona, ubicado sobre la estufa.



Figura 101. Proceso de conformado prueba N. ° 7.1

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado a los treinta y ocho minutos con una temperatura de 245°C, y finaliza a los ochenta y nueve minutos con una temperatura de 40°C.



Figura 102. Proceso de secado prueba N. ° 7.1

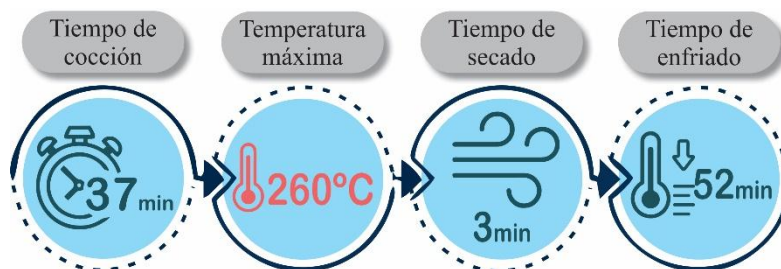


Figura 103. Gráfico de resultado final prueba N. ° 7.1

Como resultado final aún se presentan algunas deformaciones en la probeta causadas a la hora de realizar el proceso de conformado y se evidencia falta de mezcla para poder obtener un buen resultado, debido esta falta de mezcla en las pruebas realizadas anteriormente, para la realización de probetas de flexión, se decide aumentar el peso neto para compresión calculado inicialmente de 1022gr a 1500gr, con el fin de tener la mezcla suficiente para el tamaño de la probeta requerido como se muestra en la tabla 45.

Tabla 45. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para compresión

Mezcla	Arcilla	PET
A	900gr	600gr
B	1.050gr	450gr
C	1.275gr	225gr

3.3.7.2 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40%

PET granulado. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de 900 gramos de arcilla en polvo y 600 gramos de PET granulado para luego mezclarlos manualmente antes de verter esta mezcla en la olla para el proceso de cocción.



Figura 104. Preparación de la pasta prueba N.º 7.2

Proceso de cocción. En esta prueba el proceso se realiza fundiendo en primer lugar el PET, para posteriormente integrar la arcilla en polvo y de esta manera lograr el proceso de cocción e integrar las dos materias primas, ya que debido al diseño de mezcla; la cantidad de materia prima es mayor a la capacidad del recipiente en el que se va a realizar este proceso.

Se dividen los 600gr de PET en dos partes iguales, se inicia el proceso de cocción agregando 300gr de PET con una temperatura inicial de 48°C, transcurridos tres minutos a los 95°C se evidencia que los gránulos de PET comienzan su proceso de contracción, y a los ocho minutos con una temperatura de 200°C se comienzan a fundir en la parte inferior del recipiente, luego a los nueve minutos con una temperatura de 238°C el PET se funde casi en su totalidad y es en este momento, a los diez minutos cuando se adicionan los 300gr de PET restantes, disminuyendo la mezcla a una temperatura de 61°C, transcurridos diecisiete minutos a los 219°C se encuentra el PET casi totalmente fundido.

Por último, a los dieciocho minutos se incorporan los 900gr de arcilla en polvo, lo que hace que la temperatura disminuya a 62°C, se sigue mezclando continuamente para posteriormente a los treinta y tres minutos con una temperatura de 222°C se inicia el proceso de homogeneización,

y a los cuarenta y dos minutos de cocción y con una temperatura de 250°C cuando la mezcla ya no presenta grumos y está totalmente homogeneizada se finaliza este proceso.

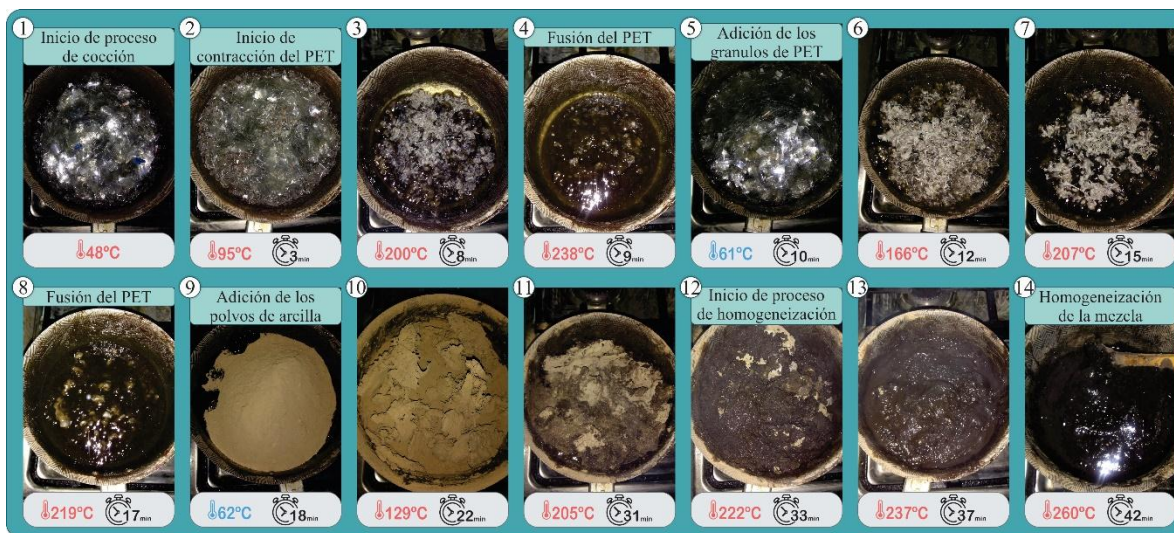


Figura 105. Proceso de cocción prueba N.º 7.2

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, a los cuarenta y tres minutos con una temperatura de 260°C, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

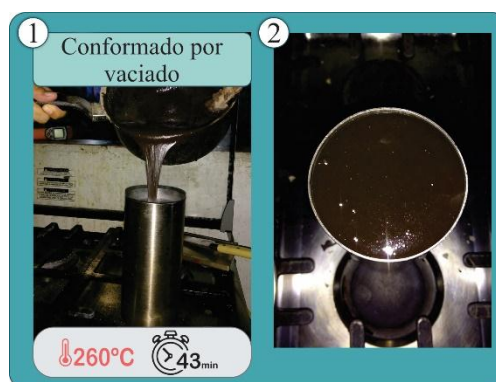


Figura 106. Proceso de conformado prueba N.º 7.2

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado el cual inicia a los cuarenta y cuatro minutos con una temperatura de 237°C, disminuyendo su temperatura hasta los 45°C, a los ciento noventa minutos.

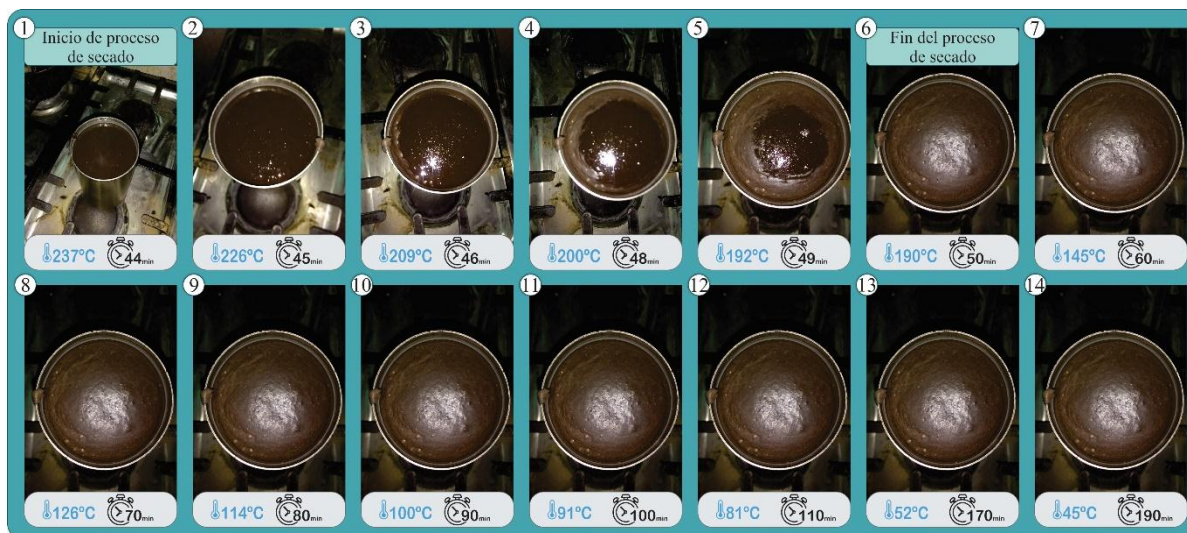


Figura 107. Proceso de secado prueba N. ° 7.2

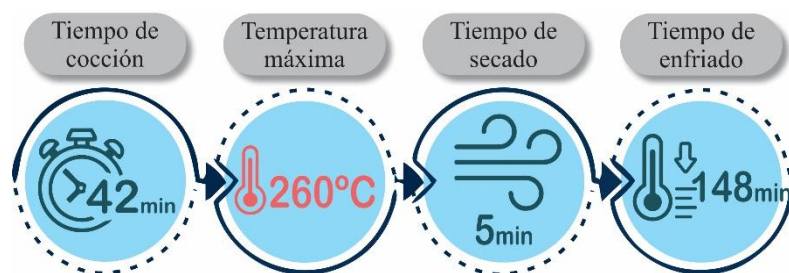


Figura 108. Gráfico de resultado final prueba N. ° 7.2

Como resultado final se obtiene un buen resultado en la probeta de compresión, pero cabe destacar que se debe disminuir el peso neto establecido ya que la cantidad de desperdicio de materia prima es considerable. Debido a la falta de mezcla en las pruebas anteriores para la realización de probetas de flexión, se decide aumentar el peso neto para flexión calculado anteriormente de 286gr a 350gr, con el objetivo de obtener una probeta más uniforme como se

muestra en la tabla 46.

Tabla 46. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para Flexión

Mezcla	Arcilla	PET
A	210gr	140gr
B	245gr	105gr
C	298gr	52gr

3.3.8 Prueba N. ° 8. Como se muestra a continuación:

3.3.8.1 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla C 85% arcilla y 15% PET granulado. Una vez obtenido el material con el diseño de mezcla A con relación 60/40, se procede a continuar el proceso de experimentación con los demás diseños de mezcla establecidos anteriormente; es decir la mezcla B con relación 70/30 y la mezcla C con relación 85/15 y de esta manera observar el comportamiento de cada uno.

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 52 gramos de PET granulado y 298 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se inicia el proceso de cocción con una temperatura de 33°C, se incorpora la mezcla en la olla, y se mezcla constantemente, luego de siete minutos de cocción, a los 97°C se evidencia que los gránulos de PET se comienzan a doblar o contraer, los cuales a los diecinueve minutos empiezan a mezclarse con el polvo de arcilla formando pequeños granos o grumos.

Una vez transcurridos veintisiete minutos la mezcla cambia de color y desde este momento toma un tono más oscuro a medida que la temperatura aumenta. Pasados cincuenta y cuatro minutos de cocción, en la mezcla aparecen algunos puntos blancos y cuando se alcanzan los sesenta minutos a una temperatura de 264° C se puede evidenciar que la mezcla aún no se ha compactado y sigue estando seca sin que los gránulos de PET se fundan y permitan una mezcla homogénea y líquida, por tal motivo se decide finalizar este proceso.

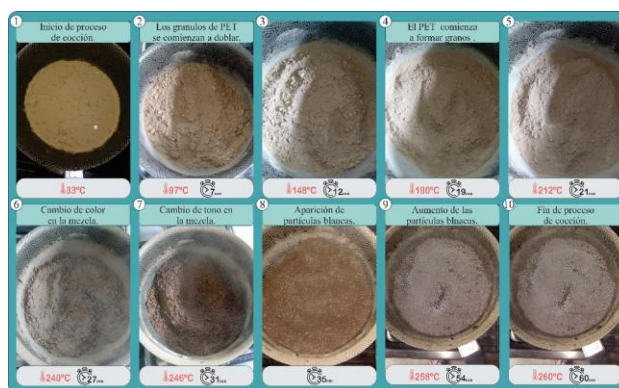


Figura 109. Proceso de cocción prueba N.º 8.1

Conformado por vaciado. Debido a que en el proceso de cocción no se realiza una integración de las materias primas que permita la conformación de una pasta no es posible realizar el proceso de conformado seco y desmoldado.

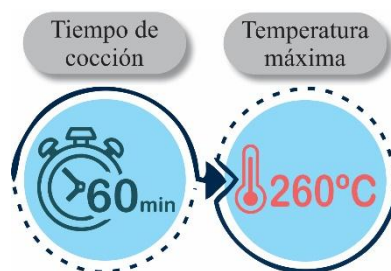


Figura 110. Gráfico de resultado final prueba N.º 8.1

Como resultado final se obtiene una mezcla seca, que no pudo ser cocida debido a la poca cantidad de gránulos de PET, de acuerdo al porcentaje formulado; ya que el PET es el que hace posible la integración de las dos materias primas ya que es el material que se funde, por lo que se concluye que el diseño de mezcla C 85/15 no funciona y es considerado como un experimento fallido.

3.3.8.2 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 70% arcilla y 30% PET granulado. Teniendo en cuenta la prueba anterior, se decide experimentar con el diseño de mezcla B, con un porcentaje de 70/30.

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 105 gramos de PET granulado y 245 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se inicia el proceso de cocción con una temperatura de 48° C, se incorpora la mezcla en la olla, y se mezcla constantemente, luego de cinco minutos de cocción, a los 120°C se evidencia que los gránulos de PET comienzan un proceso de contracción, los cuales a los diez minutos empiezan a fundirse mezclándose con el polvo de arcilla a una temperatura de 152°C, una vez transcurridos veinte minutos la mezcla toma un color más oscuro obteniendo la fusión total de los gránulos de PET, a los 246°C.

Pasados cuarenta y tres minutos de cocción, y luego de haber mezclado, se obtiene la homogeneización total de la mezcla, a los 278°C de temperatura y se puede evidenciar que en la mezcla se han compactado las dos materias primas pero no se encuentra líquida como en pruebas anteriores a una temperatura como la alcanzada por este diseño de mezcla, por este motivo se

decide finalizar este proceso.



Figura 111. Proceso de cocción prueba N.º 8.2

Conformado por vaciado. Una vez terminado el proceso de cocción se procede a realizar el conformado de la probeta, extendiendo la mezcla en todo el molde y compactándola de tal manera la mezcla se encuentre lo más uniforme posible.



Figura 112. Proceso de conformado prueba N.º 8.2

Secado y desmoldado. Luego de conformada la probeta, se deja secar en el molde, a los sesenta minutos cuando está más fría se procede a desmoldar, y a los setenta y siete minutos se toma la temperatura de la probeta obteniendo 47°C.

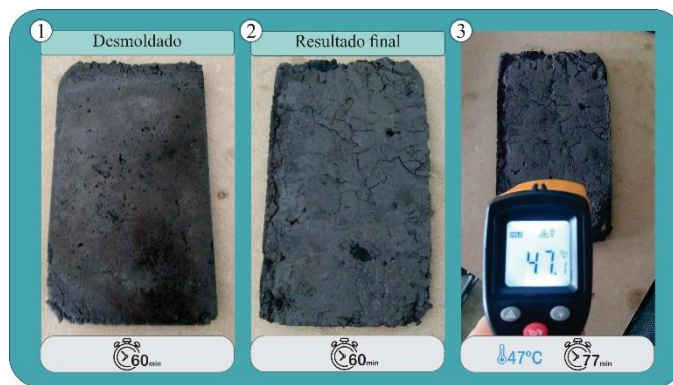


Figura 113. Proceso de secado prueba N.º 8.2

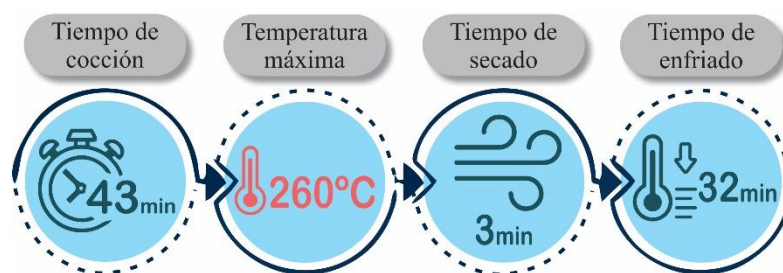


Figura 114. Gráfico de resultado final prueba N.º 8.2

Como resultado final se obtiene una mezcla un poco seca a comparación del diseño de mezcla A 60/40, pero con una integración de ambas materias primas, a diferencia de la prueba N.º 8.1, en esta nueva prueba la cantidad de PET logró unir las partículas de arcilla en polvo, pero no se presenta una mezcla suficientemente líquida y manejable que facilite el proceso de conformado de la probeta, además presenta un aspecto físico no muy agradable con algunas grietas; por lo que se concluye que el diseño de mezcla B 70/30 no funciona y es considerado como un experimento fallido.

3.3.8.3 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 140 gramos de PET granulado y 210 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente para este punto.



Figura 115. Proceso de cocción prueba N.º 8.3

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción, se procede a realizar el conformado de la probeta en el molde previamente engrasado con aceite de silicona, a los treinta y cuatro minutos con una temperatura de 260°C. Además, a partir de esta prueba se decide probar un nuevo método de conformado, esta vez calentando el molde sobre el fogón de la estufa a una llama baja aproximadamente cinco minutos antes del proceso de conformado, y se decide implementar el uso de una tapa del mismo material del molde con el fin de obtener una pieza más

uniforme en su grosor en el momento del conformado.



Figura 116. Proceso de conformado prueba N. ° 8.3

Secado y desmoldado. Luego de conformada la probeta con la tapa de acero inoxidable, se inicia el proceso de secado a los treinta y cuatro minutos con una temperatura de 235°C, a los treinta y siete minutos se procede a retirar la tapa; y se finaliza el proceso de secado en el minuto ochenta y cuatro con una temperatura de 40°C.

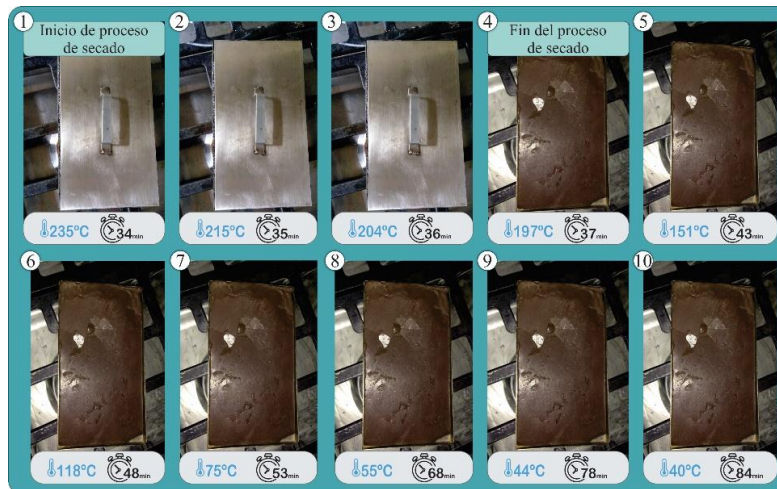


Figura 117. Proceso de secado prueba N. ° 8.3

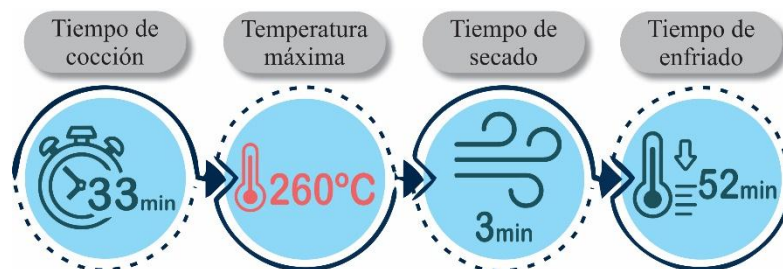


Figura 118. Gráfico de resultado final prueba N. ° 8.3

Como resultado final se obtiene una deformación causada por el uso de la tapa de acero inoxidable, ya que es difícil ejercer presión de manera uniforme, causando que el grosor de la probeta sea desigual, por lo que se decide no implementar más su uso. Debido a la falta de mezcla en la prueba anterior, se decide aumentar el peso neto para flexión calculado anteriormente de 350gr a 430gr, con el objetivo de obtener una probeta más uniforme, como se muestra en la tabla 47.

Tabla 47. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para Flexión

Mezcla	Arcilla	PET
A	258gr	172gr

3.3.8.4 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 172 gramos de PET granulado y 258 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente para este punto; a diferencia de las demás en este punto la mezcla alcanza una temperatura máxima alcanzada fue de 270°C.



Figura 119. Proceso de cocción prueba N.º 8.4

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la probeta en el molde correspondiente previamente engrasado con aceite de silicona, a los treinta y tres minutos, con una temperatura de 270°C.

Secado y desmoldado. Luego de conformada la probeta, se inicia el proceso de secado a los cuarenta y dos minutos con una temperatura de 245°C, y se finaliza en el minuto noventa y dos con una temperatura de 50°C.

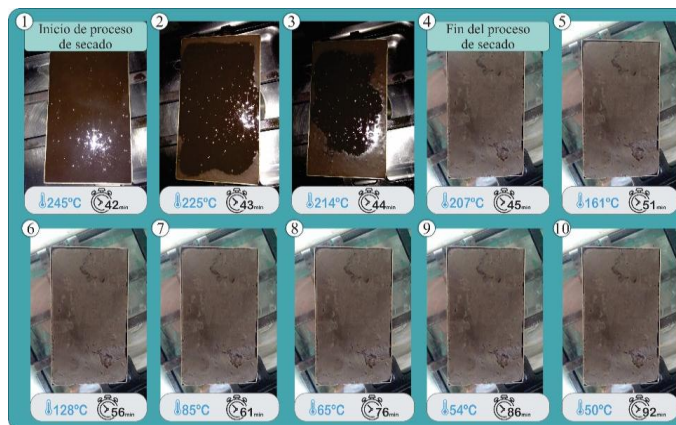


Figura 120. Proceso de conformado prueba N.º 8.4

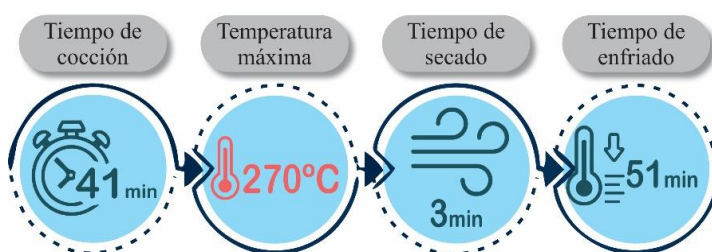


Figura 121. Preparación de la pasta prueba N.º 8.4

Como resultado final se obtiene una probeta uniforme en cuanto a tamaño y forma, pero presenta algunos defectos en cuanto al acabado obtenido; debido a la temperatura máxima alcanzada para esta prueba.

3.3.8.5 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 172 gramos de PET granulado y 258 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente para este punto.

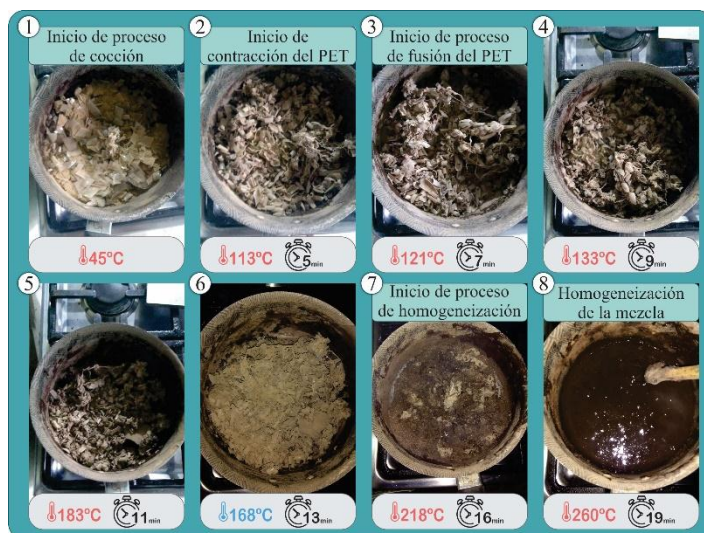


Figura 122. Proceso de cocción N. ° 8.5

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.



Figura 123. Proceso de conformado prueba N. ° 8.5

Secado y desmoldado. Luego de conformada la probeta, se deja secar en el molde y a los treinta y siete minutos se toma la temperatura de la probeta obteniendo 60°C.

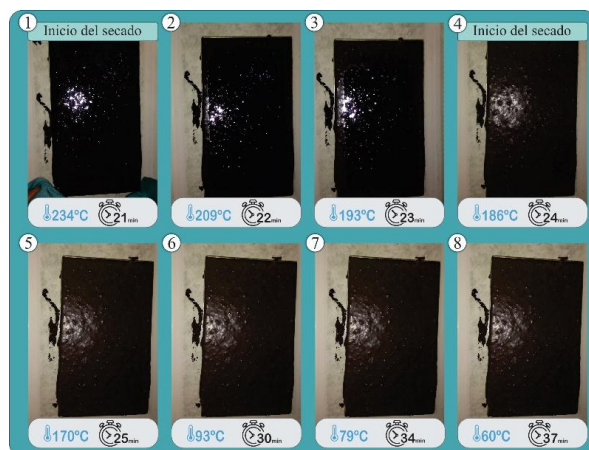


Figura 124. Proceso de secado prueba N.º 8.5.

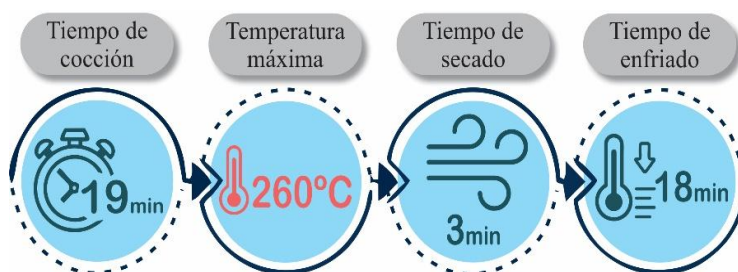


Figura 125. Preparación de la pasta prueba N.º 8.5

Como resultado final se evidencia una curvatura en la probeta, debido al cambio brusco de temperatura al trasladar el molde desde la estufa una vez realizado el proceso de conformado, hasta el mesón de la cocina en donde se realiza el proceso de secado.

3.3.8.6 Experimento para probeta curva de flexión. Debido al resultado obtenido anteriormente en la prueba N.º 8.5, se lleva a cabo un experimento con el fin de eliminar la curvatura presentada en esta probeta ocasionada por el cambio brusco de temperatura. Para ello se procede a introducir la probeta en el molde correspondiente y se pone sobre el fogón de la estufa con la intención de calentar la misma y lograr que tenga una forma más recta, como se muestra en la figura 119.

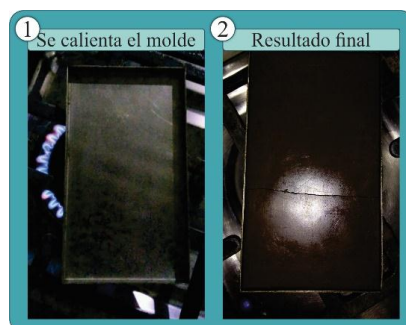


Figura 126. Experimento con la probeta de la prueba N.º 8.5

Como resultado final se evidencia que, al proporcionar calor a la probeta, ocasiona una ruptura en la misma.

Tabla 48. Formulaciones finales para la experimentación del diseño de mezcla (relación volumétrica)

Mezcla	Proporción
A	60% arcilla - 40% PET
B	50% arcilla - 50% PET

Debido al sobrante de mezcla en la prueba anterior de compresión, se decide disminuir el peso neto para compresión calculado anteriormente de 1500gr a 1200gr, con el objetivo de evitar el desperdicio de materia prima, como se muestra en la tabla 49.

Tabla 49. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para compresión

Mezcla	Arcilla	PET
A	720gr	480gr
B	600gr	600gr

3.3.9 Prueba N. ° 9. Como se muestra a continuación:

3.3.9.1 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado.

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 480 gramos de PET granulado y 720 gr de arcilla en polvo.

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente para este punto.



Figura 127. Proceso de cocción prueba N. ° 9.1

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, inicia el proceso de secado el cual inicia a los cuarenta y nueve minutos con una temperatura de 223°C, disminuyendo su temperatura hasta los 76°C, a los ochenta y seis minutos.



Figura 128. Proceso de secado prueba N. ° 9.1.

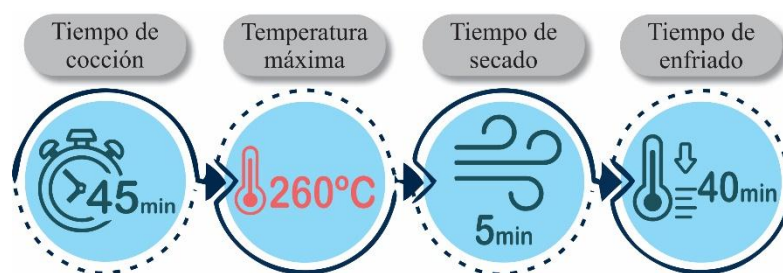


Figura 129. Gráfico de resultado final prueba N. ° 9.1

Como resultado final se evidencia que la cantidad de peso neto establecida para la probeta de compresión de 1200gr es muy poca y no alcanza el tamaño requerido, debido a la falta de mezcla, por tal motivo se decide aumentar la cantidad de 1200gr a 1400gr, como se muestra en la tabla 50.

Tabla 50. Cálculo de cantidades de materia prima según diseño de mezcla para compresión

Mezcla	Arcilla	PET
A	840gr	560gr
B	700gr	700gr

3.3.10 Prueba N. ° 10. Como se muestra a continuación:

3.3.10.1. Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. Muestra N. ° 1.

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 560 gramos de PET granulado y 840 gr de arcilla en polvo.

Proceso de cocción. En esta prueba el proceso se realiza fundiendo en primer lugar el PET, para posteriormente integrar la arcilla en polvo y de esta manera lograr el proceso de cocción e integrar las dos materias primas, ya que debido al diseño de mezcla; la cantidad de materia prima es mayor a la capacidad del recipiente en el que se va a realizar este proceso; por este motivo el PET se divide en dos partes iguales, se funde y posteriormente se agregan los 840gr de arcilla en polvo, implementando el procedimiento mencionado anteriormente en la prueba N. ° 7.2.

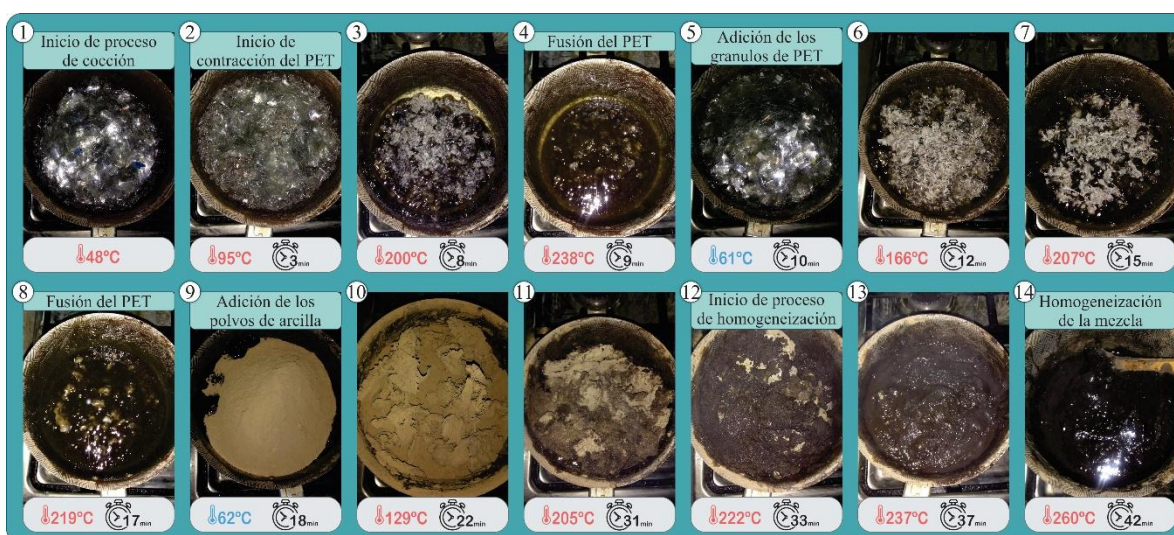


Figura 130. Proceso de cocción prueba N. ° 10.1

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, a los cuarenta y tres minutos con una temperatura de 260°C, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado el cual inicia a los cuarenta y cuatro minutos con una temperatura de 237°C, disminuyendo su temperatura hasta los 45°C, a los ciento noventa minutos.



Figura 131. Proceso de secado prueba N. ° 10.1

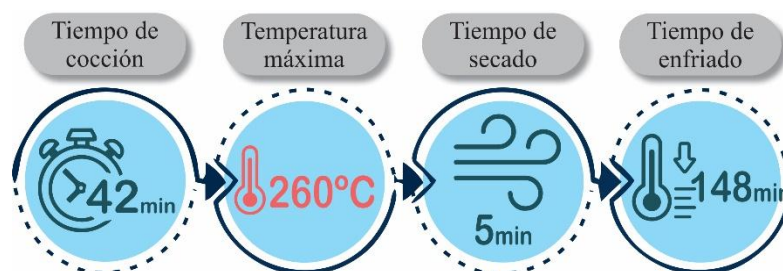


Figura 132. Gráfico de resultado final prueba N. ° 10.1

Como resultado final se obtiene un buen resultado final, por tal motivo esta probeta es seleccionada para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

3.3.10.2 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. Muestra N. ° 1. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 172 gramos de PET granulado y 258 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente para este punto

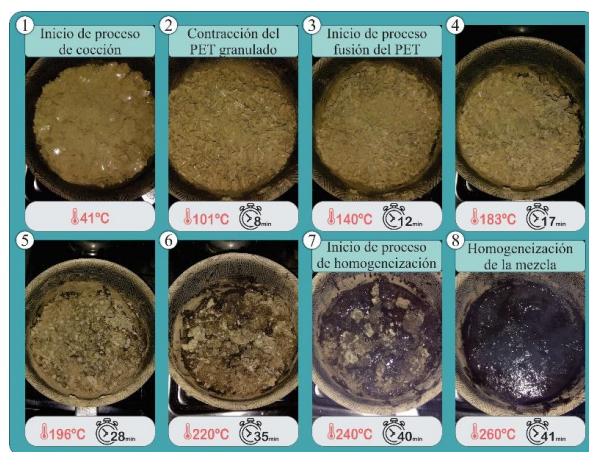


Figura 133. Proceso de cocción prueba N. ° 10.2

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado el cual inicia a los cuarenta y cinco minutos con una temperatura de 230°C, disminuyendo su temperatura hasta los 52°C, a los setenta y ocho minutos.



Figura 134. Proceso de secado prueba N. ° 10.2

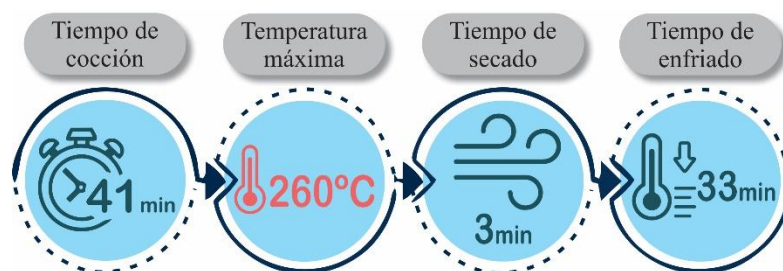


Figura 135. Gráfico de resultado final prueba N. ° 10.2

Como resultado final se obtiene un buen resultado final, por tal motivo esta probeta es seleccionada para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

3.3.11 Prueba N. ° 11. Como se muestra a continuación:

3.3.11.1 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. Muestra N. ° 2.

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 560 gramos de PET

granulado y 840 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. En esta prueba el proceso se realiza fundiendo en primer lugar el PET, para posteriormente integrar la arcilla en polvo y de esta manera lograr el proceso de cocción e integrar las dos materias primas, ya que debido al diseño de mezcla; la cantidad de materia prima es mayor a la capacidad del recipiente en el que se va a realizar este proceso; por este motivo el PET se divide en dos partes iguales, se funde y posteriormente se agregan los 840gr de arcilla en polvo, implementando el procedimiento mencionado anteriormente en la prueba N. ° 7.2.

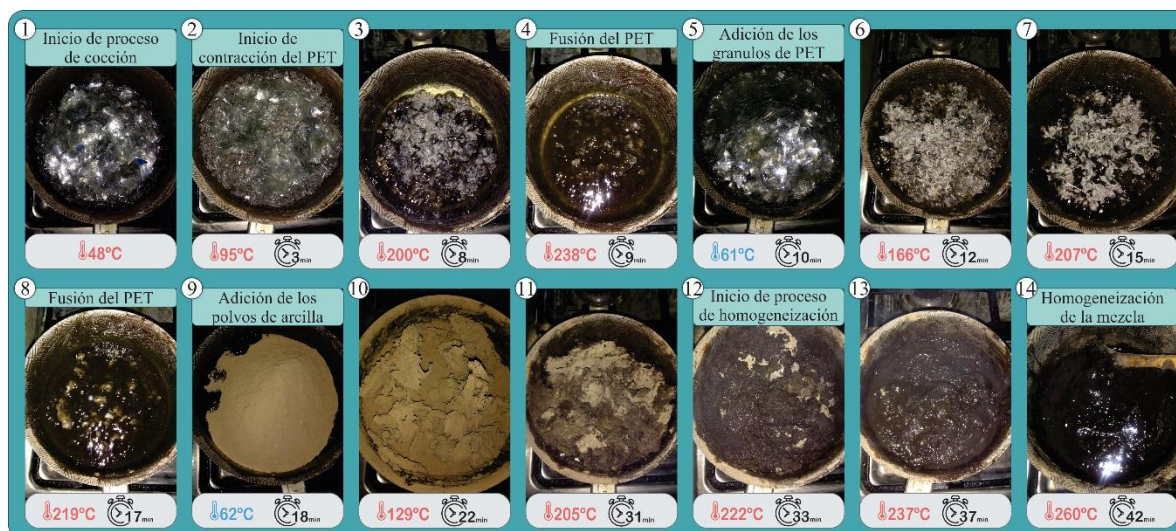


Figura 136. Proceso de cocción prueba N. ° 11.1.

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado el cual inicia a los cuarenta y cuatro minutos con una temperatura de 237°C,

disminuyendo su temperatura hasta los 45°C, a los ciento noventa minutos.



Figura 137. Proceso de secado prueba N.º 11.1

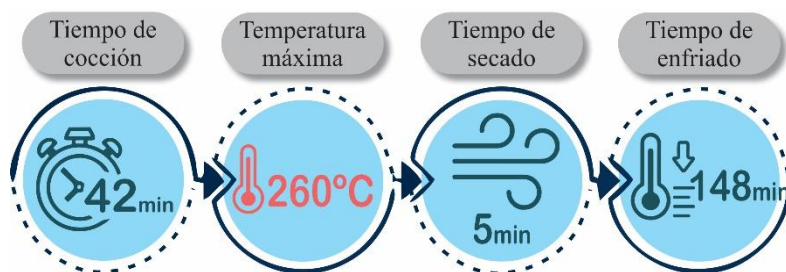


Figura 138. Gráfico de resultado final prueba N.º 11.1

Como resultado final se obtiene un buen resultado final, por tal motivo esta probeta es seleccionada para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

3.3.11.2 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40%

PET granulado. Muestra N.º 3. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 560 gramos de PET

granulado y 840 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. En esta prueba el proceso se realiza fundiendo en primer lugar el PET, para posteriormente integrar la arcilla en polvo y de esta manera lograr el proceso de cocción e integrar las dos materias primas, ya que debido al diseño de mezcla; la cantidad de materia prima es mayor a la capacidad del recipiente en el que se va a realizar este proceso; por este motivo el PET se divide en dos partes iguales, se funde y posteriormente se agregan los 840gr de arcilla en polvo, implementando el procedimiento mencionado anteriormente en la prueba N. ° 7.2.

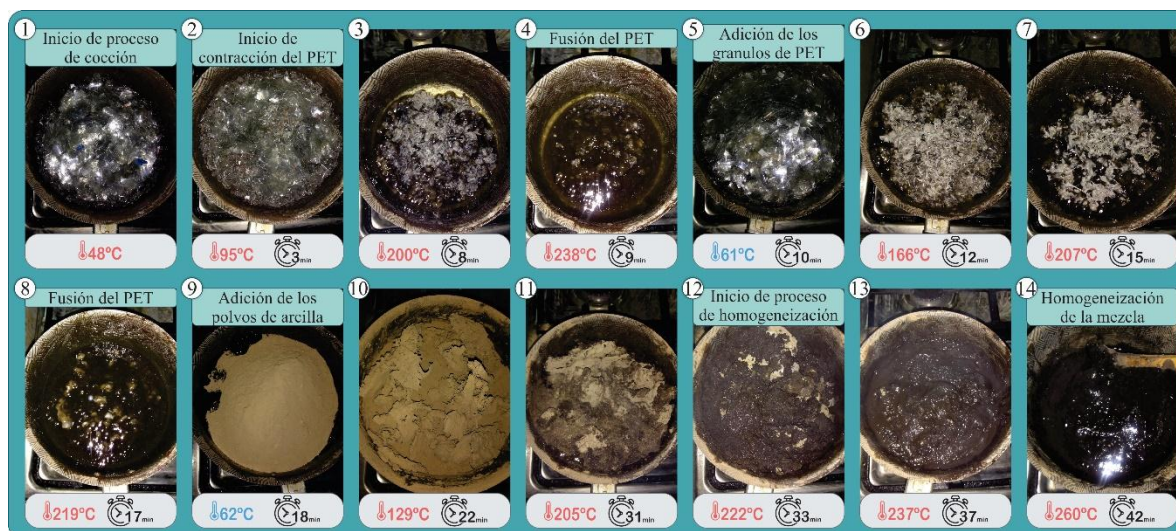


Figura 139. Proceso de cocción prueba N. ° 11.2

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado el cual inicia a los cuarenta y cuatro minutos con una temperatura de 237°C,

disminuyendo su temperatura hasta los 45°C, a los ciento noventa minutos.

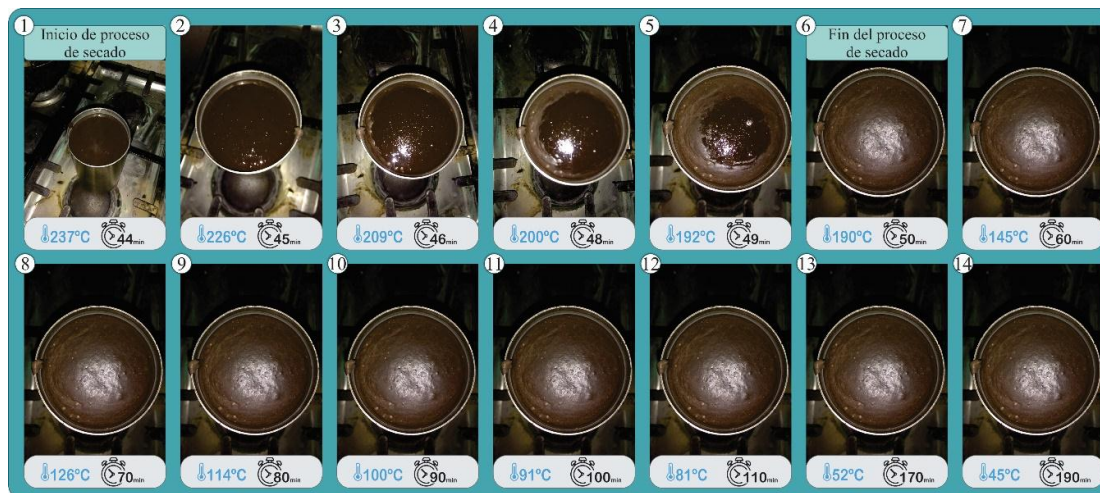


Figura 140. Proceso de secado prueba N.º 11.2

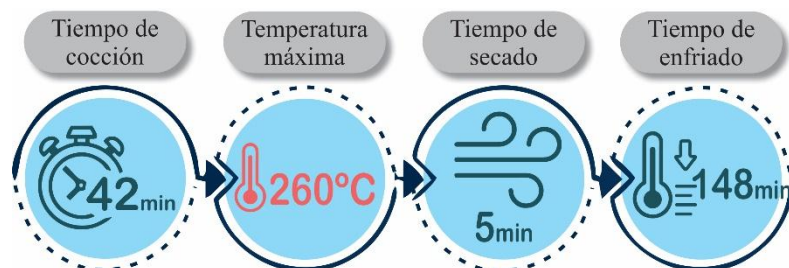


Figura 141. Gráfico de resultado final prueba N.º 11.2

Como resultado final se obtiene un buen resultado final, por tal motivo esta probeta es seleccionada para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

3.3.11.3 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40%

PET granulado. Muestra N.º 2 . Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 172 gramos de PET

granulado y 258 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente para este punto.

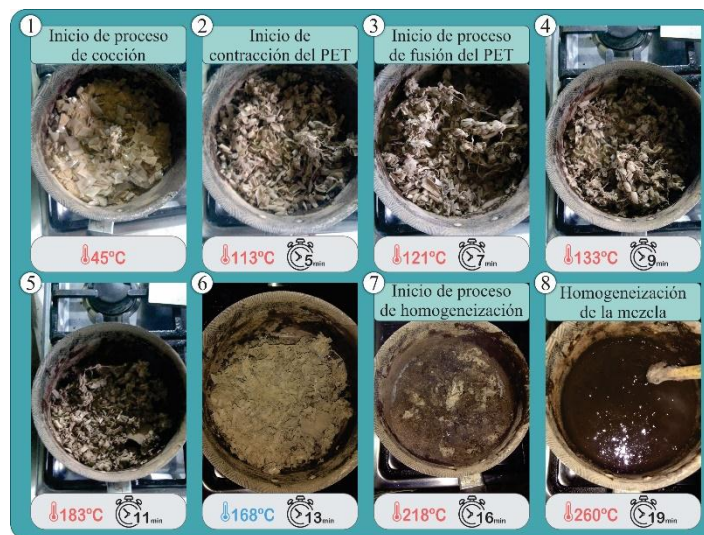


Figura 142 .Proceso de cocción N. ° 11.3

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de conformada la probeta, se deja secar en el molde y a los setenta y un minutos se toma la temperatura de la probeta obteniendo 40°C.

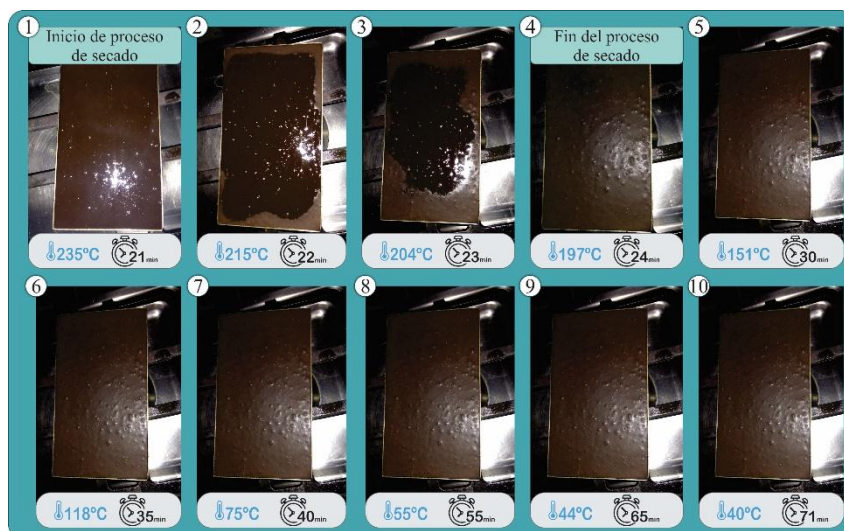


Figura 143 .Proceso de secado prueba N. ° 11.3

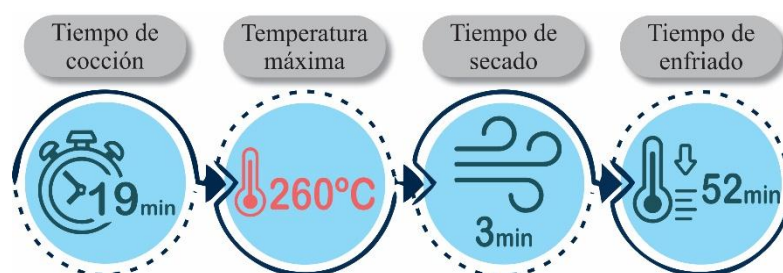


Figura 142. Gráfico de resultado final prueba N. ° 11.3

Como resultado final se obtiene un buen resultado final, por tal motivo esta probeta es seleccionada para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

3.3.12 Prueba N. ° 12. Como se muestra a continuación:

3.3.12.1 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado.

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 700 gramos de PET

granulado y 700 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. En esta prueba el proceso se realiza fundiendo en primer lugar el PET, para posteriormente integrar la arcilla en polvo y de esta manera lograr el proceso de cocción integrando las dos materias primas, ya que debido al diseño de mezcla; la cantidad de materia prima es mayor a la capacidad del recipiente en el que se va a realizar este proceso.

Se dividen los 700gr de PET en tres partes iguales, se inicia el proceso de cocción agregando 233gr de PET con una temperatura inicial de 45°C, transcurridos seis minutos a los 121°C se evidencia que los gránulos de PET comienzan su proceso de contracción, y a los ocho minutos con una temperatura de 223°C se comienzan a fundir en la parte inferior del recipiente, luego a los nueve minutos el PET se funde casi en su totalidad y es en este momento cuando se adicionan otros 233gr de PET, disminuyendo la mezcla a una temperatura de 57°C, transcurridos catorce minutos a los 212°C se encuentra el PET casi totalmente fundido.

Transcurridos quince minutos se agregan los 233gr de PET restantes, disminuyendo la mezcla a una temperatura de 51°C, transcurridos veinte y dos minutos a los 229°C se encuentra el PET casi totalmente fundido nuevamente.

Por último, a los veinte y tres minutos se incorporan los 700gr de arcilla en polvo, lo que hace que la temperatura disminuya a 51°C, se sigue mezclando continuamente para posteriormente a los veinte y seis minutos con una temperatura de 100°C se inicia el proceso de homogeneización, y a los cuarenta y un minutos de cocción y con una temperatura de 252°C cuando la mezcla ya no presenta grumos y está totalmente homogeneizada se finaliza este proceso.

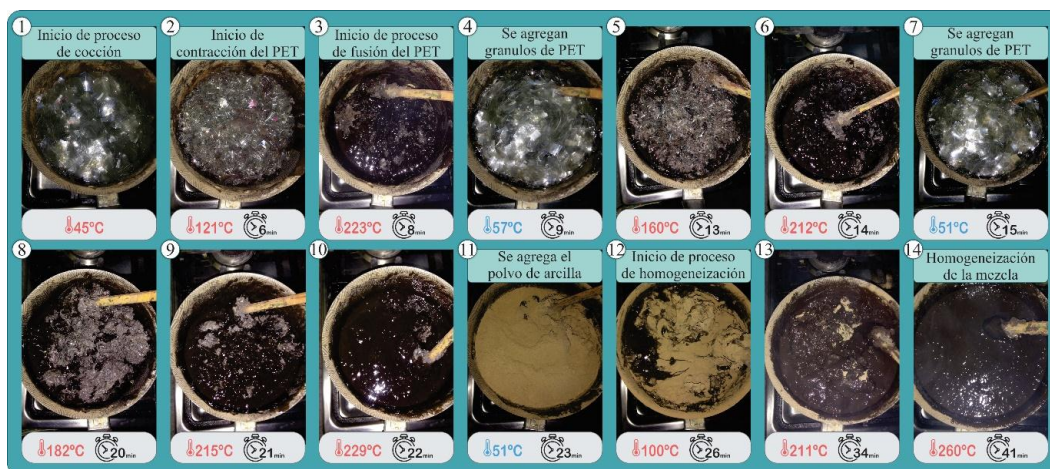


Figura 143. Proceso de cocción prueba N. ° 12.1

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado el cual inicia a los cuarenta y cuatro minutos con una temperatura de 192°C, disminuyendo su temperatura hasta los 37°C, a los doscientos minutos.

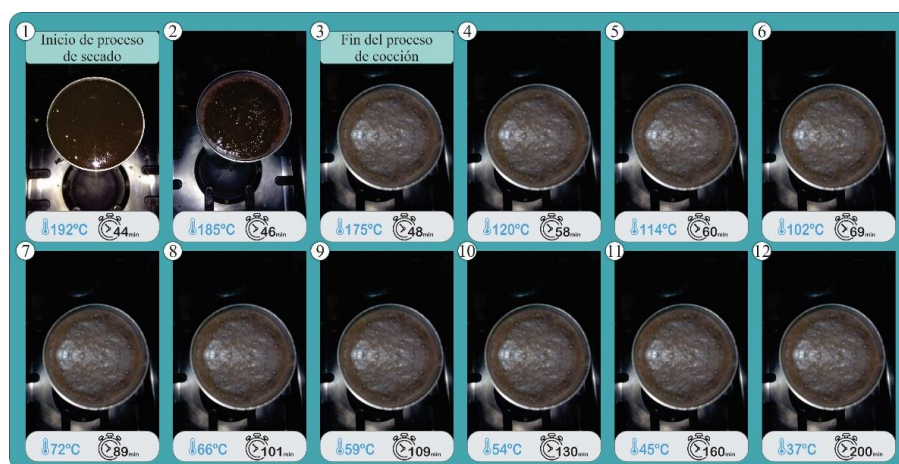


Figura 144. Proceso de secado prueba N. ° 12.1

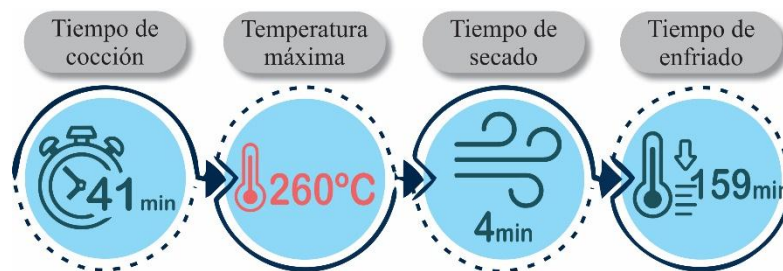


Figura 145. Gráfico de resultado final prueba N. ° 12.1

Como resultado final la probeta presenta una grieta luego del secado de la misma, por tal motivo no es llevada como muestra a las pruebas de laboratorio.

3.3.12.2 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 215 gramos de PET granulado y 215 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el proceso de cocción como se menciona anteriormente en el procedimiento estándar.

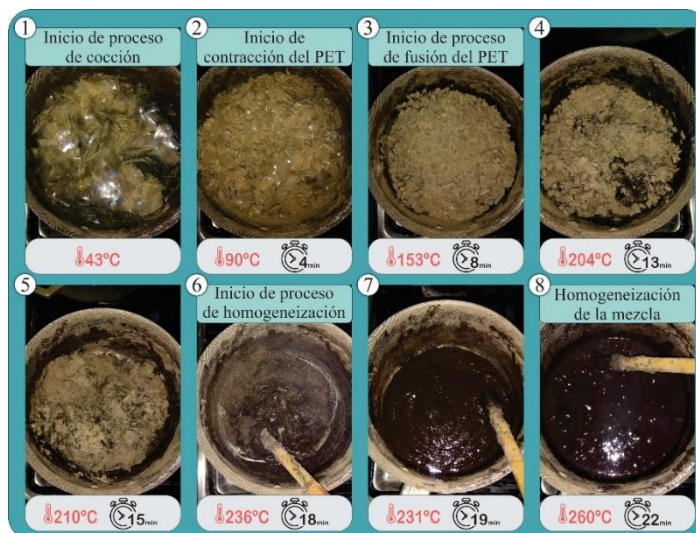


Figura 146. Proceso de cocción prueba N. ° 12.2

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado el cual inicia a los veinticuatro minutos con una temperatura de 221°C, disminuyendo su temperatura hasta los 37°C, a los sesenta y seis minutos.



Figura 147. Proceso de secado prueba N. ° 12.2

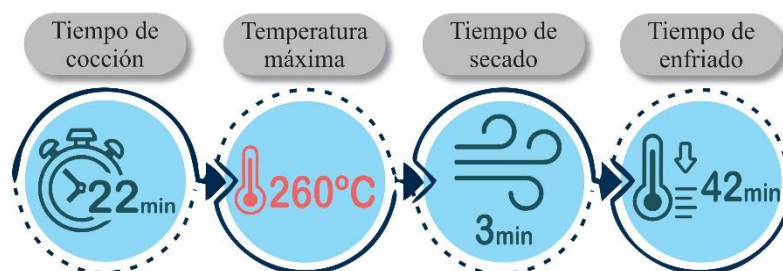


Figura 148. Gráfico de resultado final prueba N. ° 12.2

Como resultado final la probeta presenta una grieta luego del secado de la misma, por tal motivo no es llevada como muestra a las pruebas de laboratorio.

3.3.13 Prueba N. ° 13. Como se muestra a continuación:

3.3.13.1 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Muestra N°1

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 215 gramos de PET

granulado y 215 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el proceso de cocción como se menciona anteriormente en el procedimiento estándar.



Figura 149. Proceso de cocción prueba N.º 13.1

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado el cual inicia a los veinticuatro minutos con una temperatura de 249°C, disminuyendo su temperatura hasta los 67°C, a los cincuenta y tres minutos.



Figura 150. Proceso de secado prueba N. ° 13.1

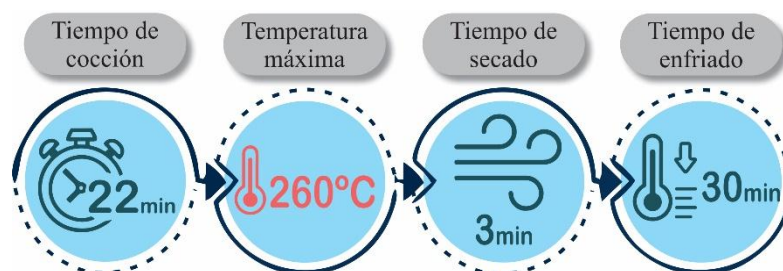


Figura 151. Gráfico de resultado final prueba N. ° 13.1

Como resultado final se obtiene un buen resultado final, por tal motivo esta probeta es seleccionada para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

3.3.14. Prueba N. ° 14. Como se muestra a continuación:

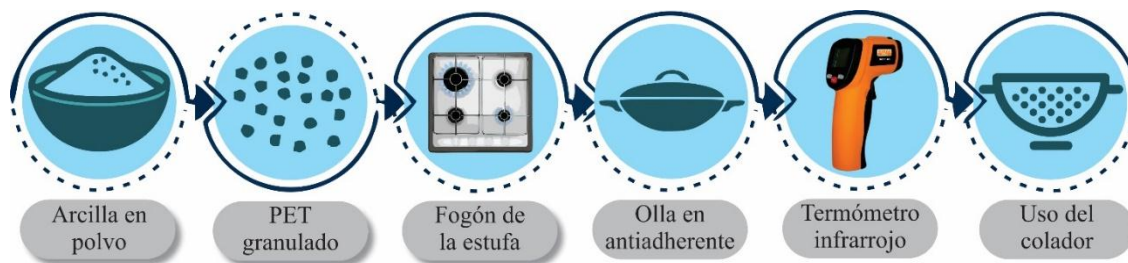


Figura 152. Elementos utilizados en las pruebas N. ° 14 a N. ° 16

3.3.14.1 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Muestra N. ° 1. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 700 gramos de PET granulado y 700 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente para este punto, a partir de esta prueba se implementa una olla antiadherente con mayor capacidad que permita realizar la cocción de las materias primas juntas y no por separado como se venía manejando en pruebas anteriores para el caso de las probetas de compresión.

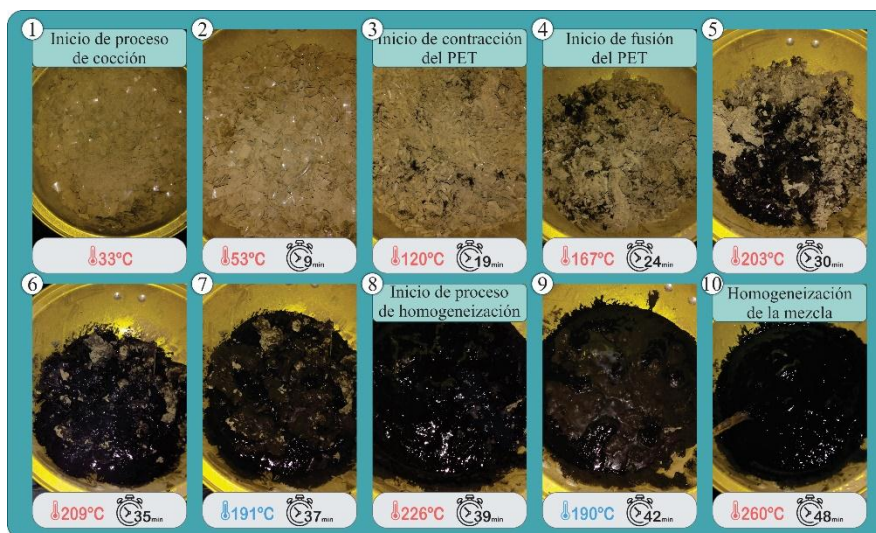


Figura 153. Proceso de cocción prueba N. ° 14.1

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.



Figura 154. Proceso de conformado prueba N. ° 14.1

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado el cual inicia a los cincuenta y tres minutos con una temperatura de 197°C, disminuyendo su temperatura hasta los 81°C, a los ciento ocho minutos.



Figura 155. Proceso de secado prueba N. ° 14.1

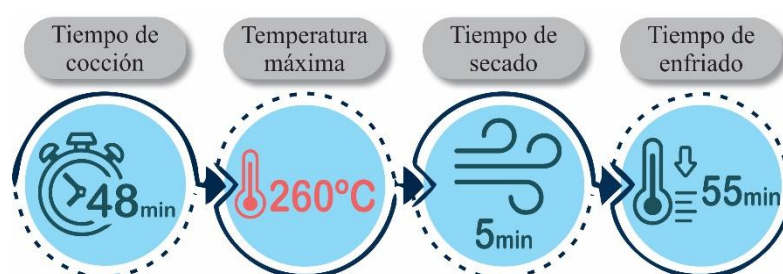


Figura 156. Gráfico de resultado final prueba N. ° 14.1

Como resultado final se obtiene un buen resultado final, por tal motivo esta probeta es seleccionada para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

3.3.14.2 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Muestra N. ° 2. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 700 gramos de PET granulado y 700 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente para este punto.

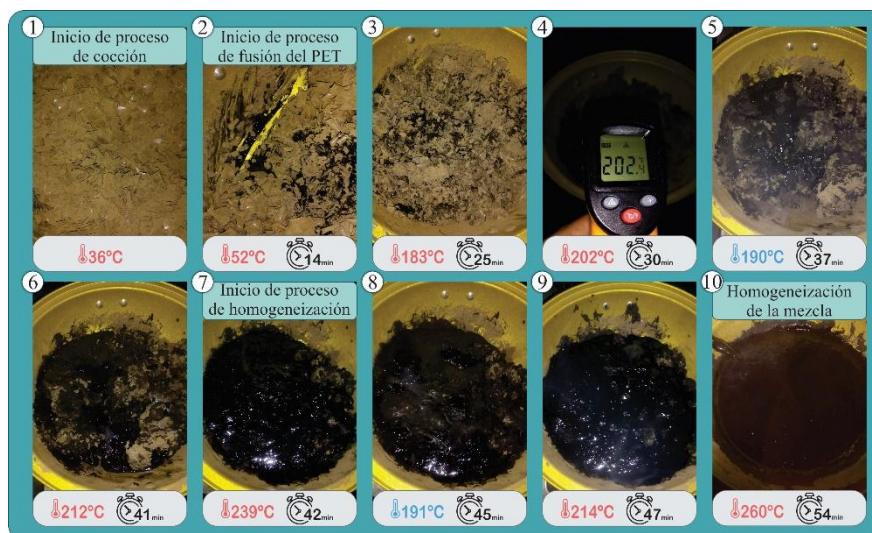


Figura 157. Proceso de cocción prueba N. ° 14.2

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado el cual inicia a los cincuenta y cinco minutos con una temperatura de 235°C, disminuyendo su temperatura hasta los 33°C, a los ciento ochenta y ocho minutos.

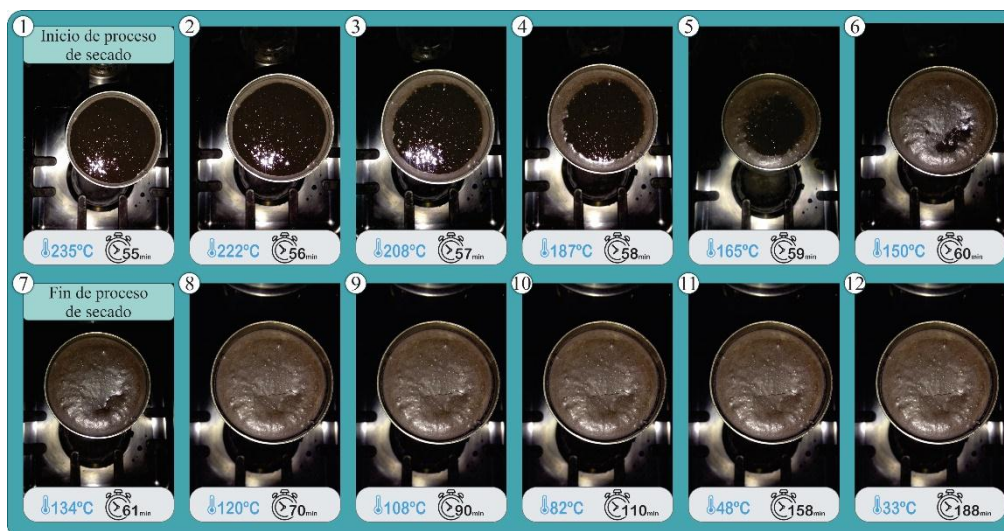


Figura 158. Proceso de secado prueba N. ° 14.2

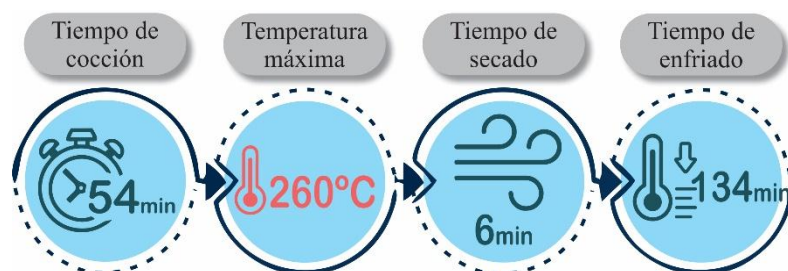


Figura 159. Gráfico de resultado final prueba N. ° 14.2

Como resultado final se obtiene un buen resultado final, por tal motivo esta probeta es seleccionada para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

3.3.15 Prueba N. ° 15. Como se muestra a continuación:

3.3.15.1 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado.

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 700 gramos de PET

granulado y 700 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente para este punto.

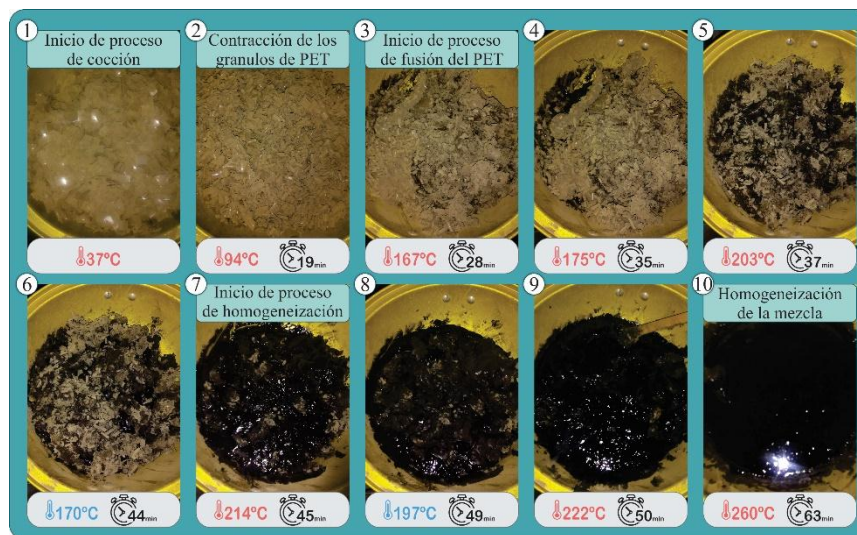


Figura 160. Proceso de cocción prueba N. ° 15.1

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado el cual inicia a los cincuenta y cinco minutos con una temperatura de 235°C, disminuyendo su temperatura hasta los 33°C, a los ciento ochenta y ocho minutos.



Figura 161. Proceso de secado prueba N.º 15.1

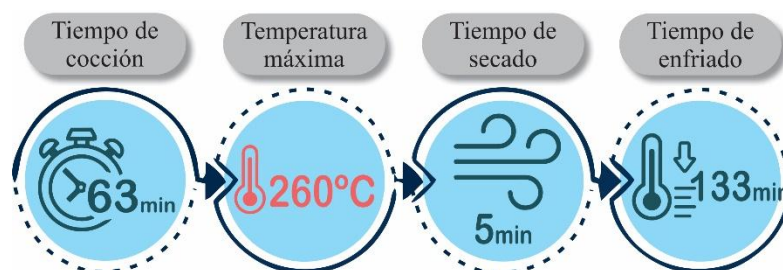


Figura 162. Gráfico de resultado final prueba N.º 15.1

Como resultado final se presenta una deformación en el momento del conformado, y posteriormente una grieta; por tal motivo esta probeta no es utilizada como muestra de laboratorio.

3.3.15.2 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Muestra N.º 2. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 215 gramos de PET granulado y 215 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes

de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente para este punto.

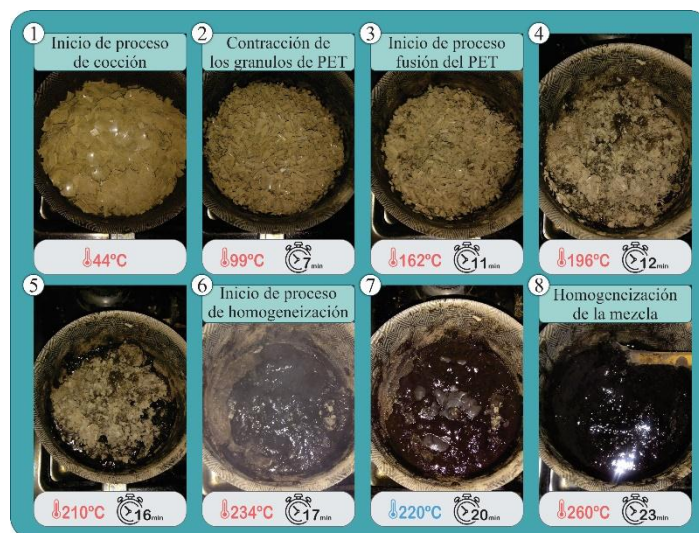


Figura 163. Proceso de cocción prueba N. ° 15.2

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado el cual inicia a los veinticuatro minutos con una temperatura de 233°C, disminuyendo su temperatura hasta los 32°C, a los setenta y nueve minutos.

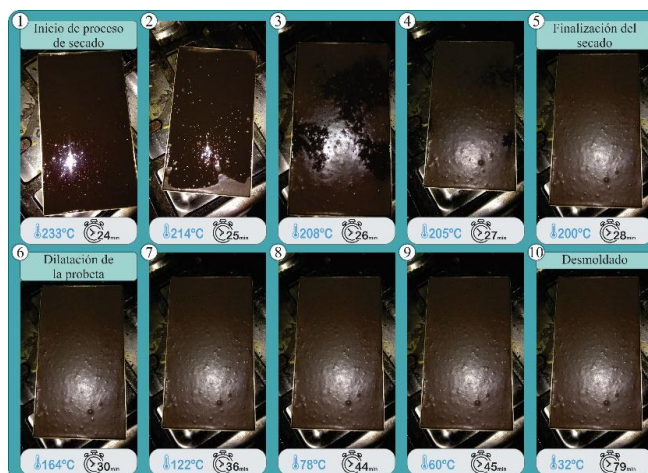


Figura 164. Proceso de secado prueba N.º 15.2

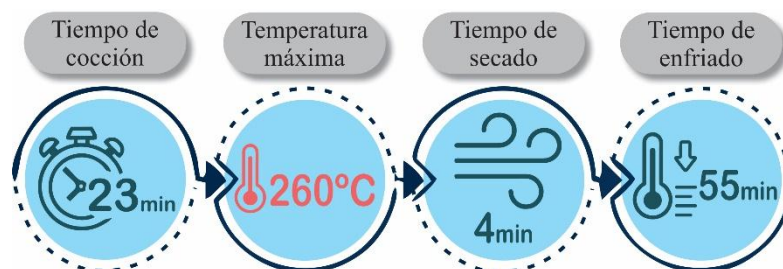


Figura 165. Gráfico de resultado final prueba N.º 15.2

Como resultado final se obtiene un buen resultado final, por tal motivo esta probeta es seleccionada para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

3.3.15.3 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla A 60% arcilla y 40%

PET granulado. Muestra N.º 3. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 172 gramos de PET granulado y 258 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente para este punto.



Figura 166. Proceso de cocción N. ° 15.3

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de conformada la probeta, se deja secar en el molde y a los setenta y un minutos se toma la temperatura de la probeta obteniendo 40°C.

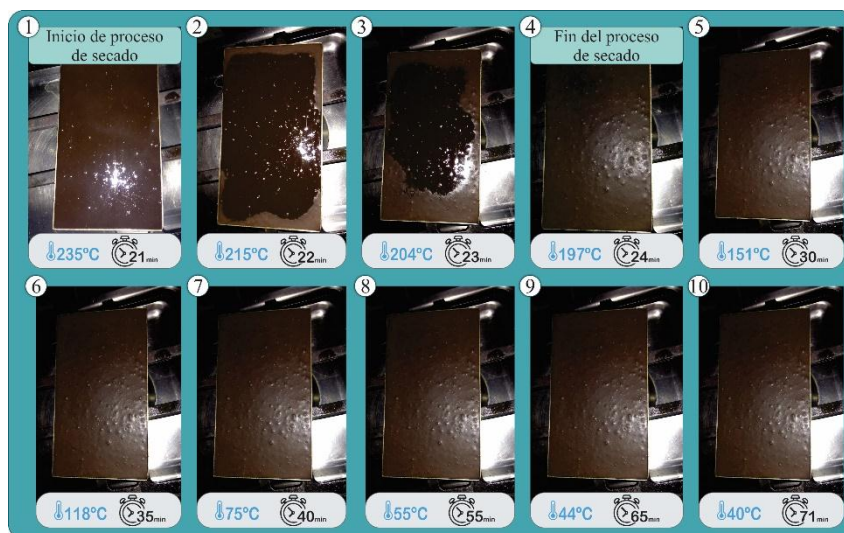


Figura 167. Proceso de secado prueba N. ° 15.3

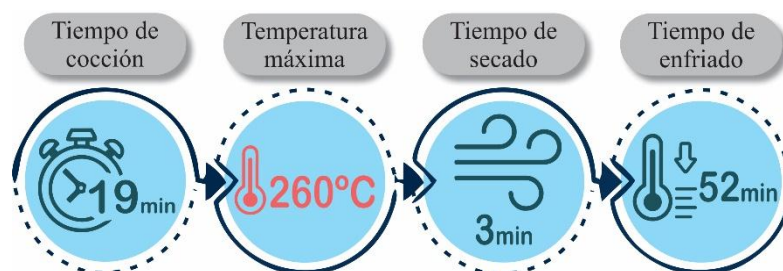


Figura 168. Gráfico de resultado final prueba N. ° 15.3

Como resultado final se obtiene un buen resultado final, por tal motivo esta probeta es seleccionada para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

3.3.15.4 Flexión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Muestra N. ° 3. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 215 gramos de PET granulado y 215 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes

de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente para este punto.

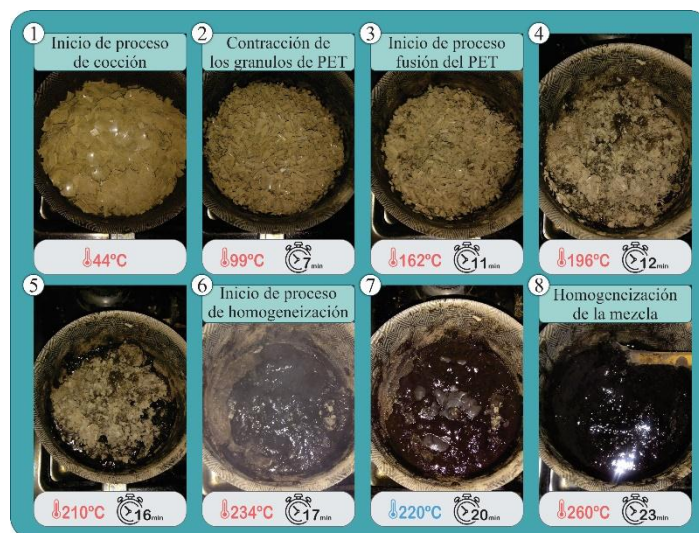


Figura 169. Proceso de cocción prueba N. ° 15.4

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de haber realizado el proceso de conformado, se inicia el proceso de secado el cual inicia a los veinticuatro minutos con una temperatura de 233°C, disminuyendo su temperatura hasta los 32°C, a los setenta y nueve minutos.

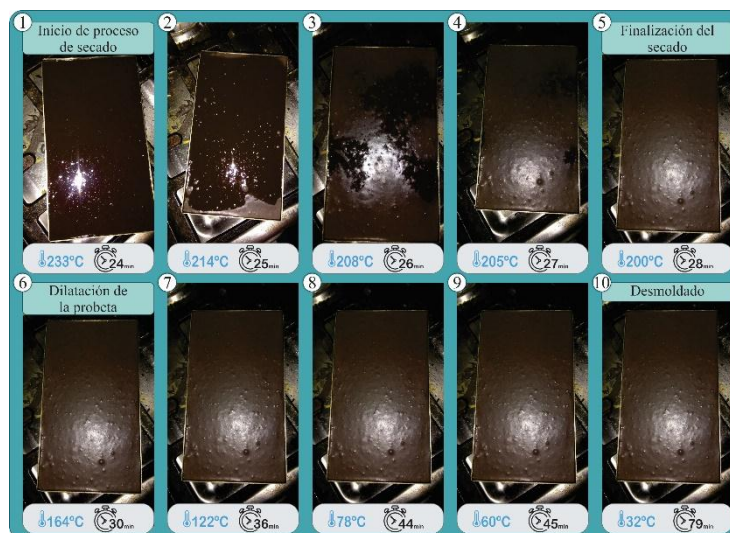


Figura 170. Proceso de secado prueba N. ° 15.4

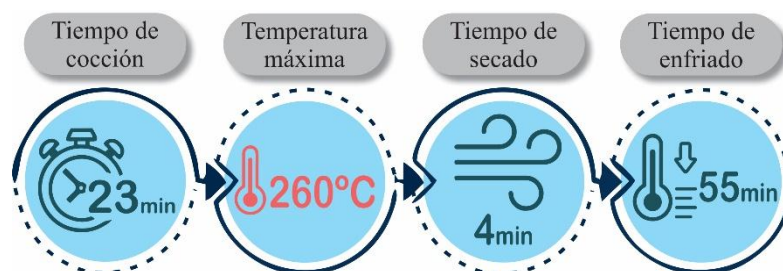


Figura 171. Gráfico de resultado final prueba N. ° 15.4

Como resultado final se obtiene un buen resultado final, por tal motivo esta probeta es seleccionada para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

3.3.16 Prueba N. ° 16. Como se muestra a continuación:

3.3.16.1 Compresión de baldosines de cemento NTC 4017 – Mezcla B 50% arcilla y 50%

PET granulado. Muestra 3

Preparación de la pasta. Se realiza el pesaje de las materias primas a emplear según la proporción establecida en el diseño de mezcla anteriormente calculado, 700 gramos de PET

granulado y 700 gr de arcilla en polvo, posteriormente se integran las dos materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente para este punto.

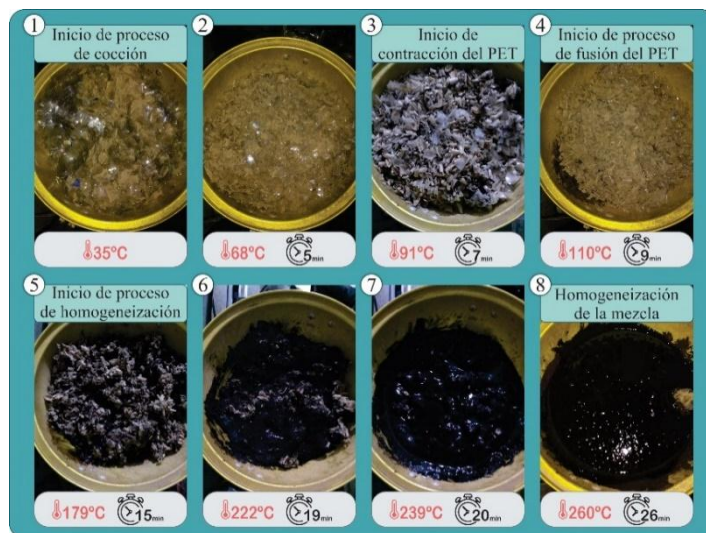


Figura 172. Proceso de cocción prueba N. ° 16.1

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de conformada la probeta, se deja secar en el molde y a los ciento sesenta minutos se toma la temperatura de la probeta obteniendo 37°C.

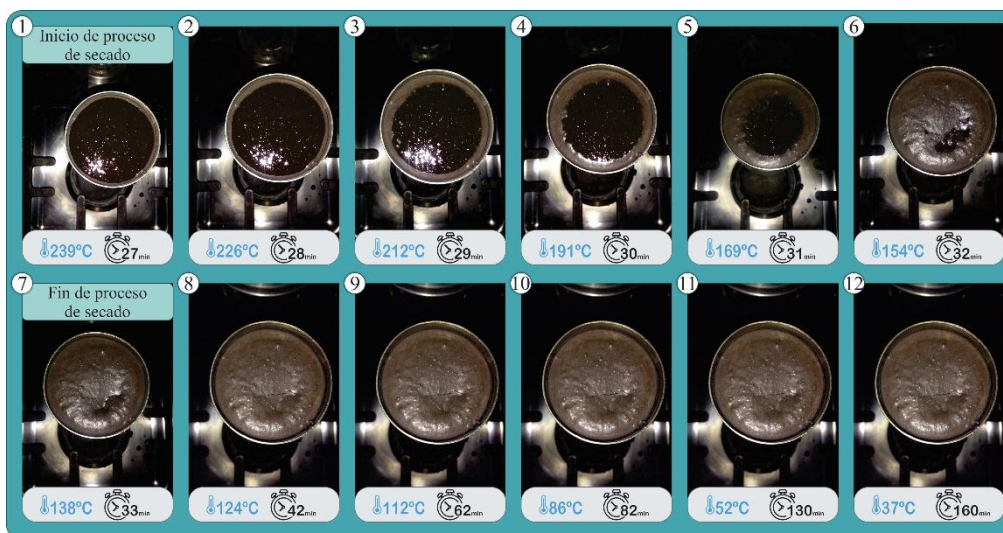


Figura 173. Proceso de secado prueba N. ° 16.1

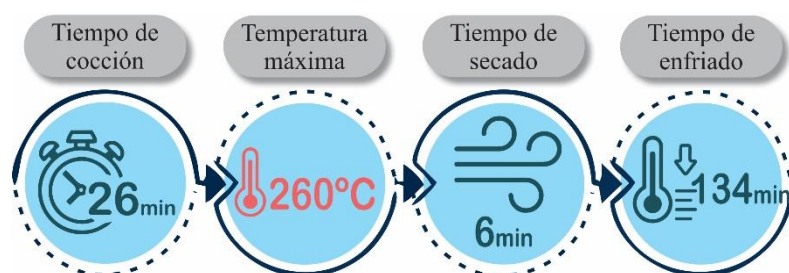


Figura 174. Gráfico de resultado final prueba N. ° 16.1

Como resultado final se obtiene un buen resultado final, por tal motivo esta probeta es seleccionada para el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

3.4 Método de Caracterización

El compuesto obtenido fue caracterizado mecánicamente para evaluar y cuantificar la resistencia del material en cada diseño de mezcla y de esta manera poder seleccionar el más resistente. Las pruebas de resistencia mecánica a la flexión y la compresión del compuesto, fueron realizados en el laboratorio de Resistencia de Materiales de la Universidad Francisco de

Paula Santander, mientras que la técnica experimental de selección de materiales mediante el software Ces Edupack se realizó en el Laboratorio de Análisis de Ingeniería Computacional de la Universidad de Pamplona y la simulación de una pieza realizada con el compuesto mediante el software Ansys en la UFPS.

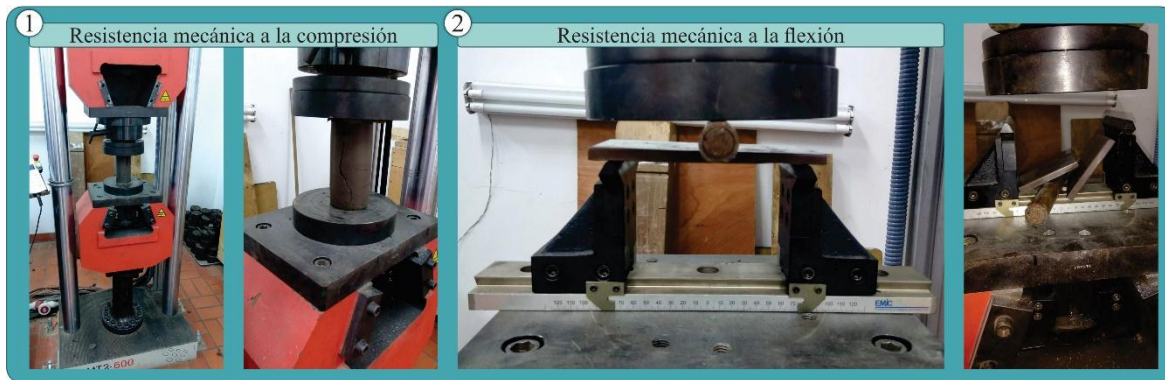


Figura 175. Equipos evaluadores de la resistencia mecánica

Fuente: Laboratorio de Materiales U.F.P.S, s.f.

3.4.1 Pruebas de compresión. Este ensayo consiste en someter una pieza conformada por el material de estudio a un esfuerzo de compresión continuo (tendencia al aplastamiento del material) a esta pieza de material se le conoce como probeta, este ensayo de compresión es realizado con una maquina universal que provoca la deformación de la mencionada probeta del material a ensayar al aplicarle una carga progresiva en sentido axial. Las pruebas de compresión de esta investigación se realizaron en los laboratorios de la Universidad Francisco de Paula Santander, en el equipo de ensayos EMIC modelo DL2000 N0 11760 NS: 784.

La probeta estará sujeta a la maquina en medio de dos prensas especiales, una de estas placas debe ser fija, para evitar la distribución no uniforme de los esfuerzos sobre la probeta, las cuales estarán sometiendo a dicha muestra a la tensión progresiva, esta tensión ejercida por la carga

provoca que la probeta se empiece a deformar, tendiendo a acortar su longitud y aumentar su sección transversal de manera progresiva hasta alcanzar la ruptura de la probeta, por lo que se considera un ensayo destructivo. Las probetas deben cumplir la norma NTC 4017.



Figura 176. Ensayo de la resistencia mecánica a la compresión

Fuente: Laboratorio de Materiales U.F.P.S, s.f.

El propósito de utilizar esta prueba en esta investigación es para medir de manera simultánea la carga aplicada y la deformación resultante en función de ella, para convertir estos datos en tensión y generar gráficos de esfuerzo-deformación donde se puedan ver las zonas elásticas y plásticas que arrojen datos importantes del comportamiento como el módulo de elasticidad, el coeficiente de poisson, límite de fluencia, límite elástico entre otros.

A continuación, se referencia la probeta que más resistencia mecánica a la flexión y a la compresión tuvo en el ensayo realizado en las pruebas de laboratorio para cada diseño de mezcla establecido.

3.4.2 Pruebas de flexión. Esta prueba es usada para determinar las propiedades de los materiales que son frágiles a la tensión. Este ensayo está basado en la aplicación de una fuerza en

el centro de una probeta que ha sido sujeta por los extremos con el propósito de determinar la resistencia del material con relación a una carga estática o aplicada lentamente. Para que una pieza o probeta del material se considere en tensión, debe ser presionada en el centro induciendo esfuerzos compresivos en esa sección transversal y a las demás partes o extremos a esfuerzos de tensión hasta conseguir la fractura o ruptura de la pieza.

Al igual que las pruebas de compresión de esta investigación las de flexión se realizaron en los laboratorios de la Universidad Francisco de Paula Santander, en el equipo de ensayos EMIC modelo DL2000 N0 11760 NS: 784. Las probetas sometidas a este ensayo de resistencia a la flexión deben cumplir con la norma NTC 4017.

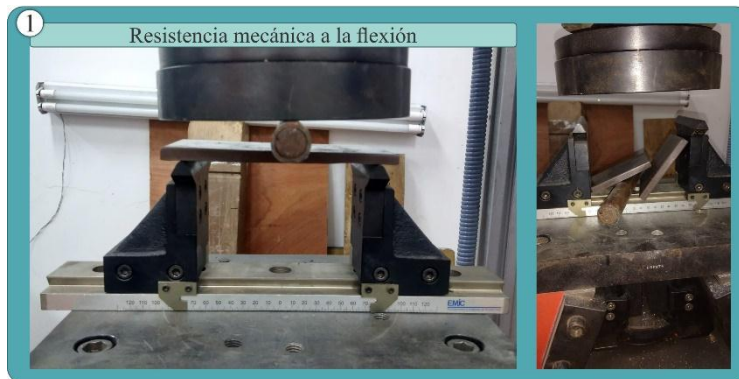


Figura 177. Ensayo de la resistencia mecánica a la flexión

Fuente: Laboratorio de Materiales U.F.P.S, s.f.

El propósito principal de esta prueba en esta investigación es observar el módulo de elasticidad y la resistencia a la flexión que se verá representada en la curva de carga desplazamiento de la probeta y la distribución de las deformaciones y tensiones. De esta manera se relacionan las propiedades del nuevo material con las de otros similares con el objetivo de encontrar un área de uso del mismo. A continuación se referencia la probeta que más resistencia

mecánica a la flexión tuvo en el ensayo realizado en las pruebas de laboratorio de cada diseño de mezcla establecido.

3.4.3 Ces – Edupack. Para el estudio de viabilidad, los resultados obtenidos en la fabricación y posteriores ensayos de resistencia mecánica serán evaluados, haciendo aplicación de los métodos cuantitativos de sustitución de materiales, mediante la técnica del profesor Michael F. Ashby, para definir usos del material, utilizando el Software CES EduPack.

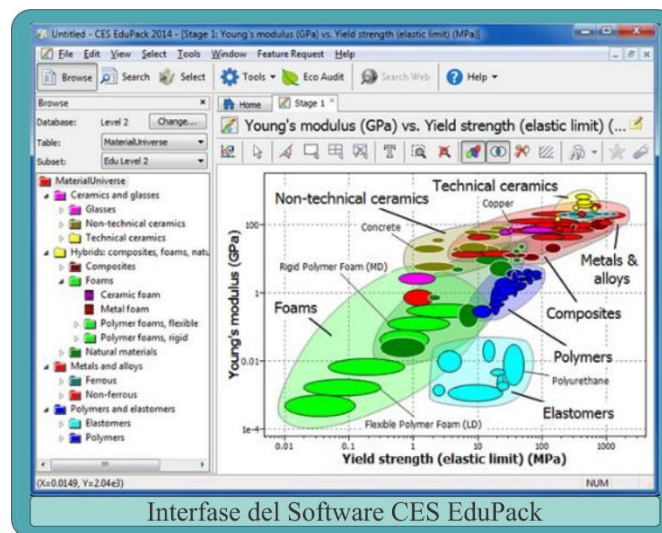


Figura 178. Interfase del Software CES EduPack

Fuente: Grantadesign, s.f.

Por medio de la tabla comparativa que arroje el software con los materiales que se pueden reemplazar con los compuestos fabricados, basado en las mismas propiedades mecánicas obtenidas, pero que lo reemplacen por su resistencia, menor tiempo de degradación, menor costo, consumo energético y menor impacto ambiental.

3.4.4 Software de Simulación Ansys. Para la aplicación del nuevo material compuesto y su posible uso en áreas como la arquitectura y la construcción, se realizó una simulación que permitió validar los resultados previos obtenidos en las pruebas de resistencia mecánica de flexión y compresión, para lo cual se utilizó la herramienta digital ANSYS.

En primera instancia se modeló una pieza de uso arquitectónico en el software SolidWorks en formato parasolid compatible con design modeler del software CAE de elementos finitos ANSYS. Una vez se ha importado el modelo 3d, se procede al mallado y se definen las distribuciones de cargas sobre la pieza y se selecciona la solución que se desea para la obtención de los esfuerzos máximos, las deformaciones y el factor de seguridad de cada material.

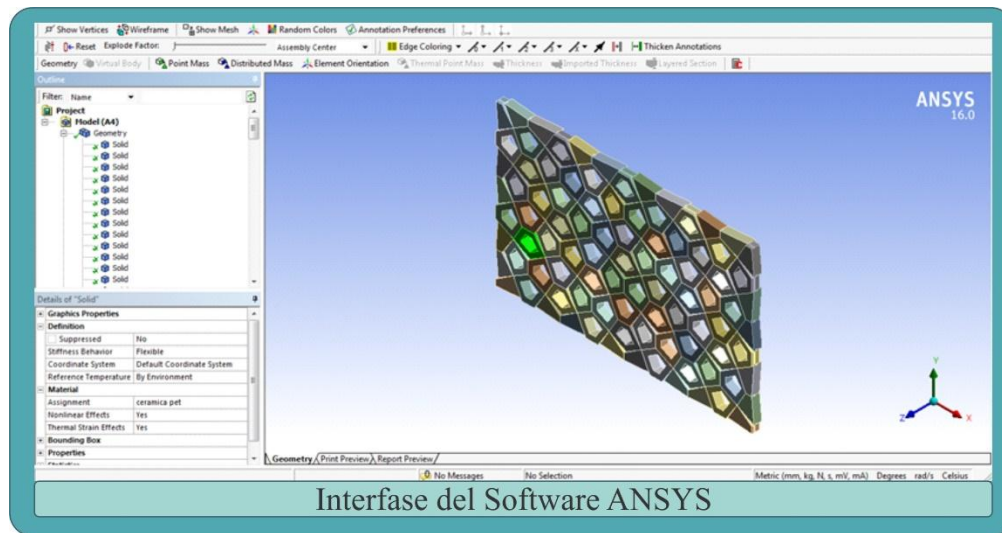


Figura 179. Interface del Software ANSYS

3.4.5 Pruebas de color, acabado y pegado del material. Se realizaron las siguientes pruebas al compuesto: de color, con PET de colores (marrón y verde), aditivos como anilina vegetal y óxido de hierro rojo, de acabado según el material del molde que se utilice a la hora del vaciado como acero inoxidable, madera, fibra de vidrio, yeso y cemento; y de pegado como cemento y silicona.

4. Resultados y Discusión

Los resultados de la investigación son presentados teniendo en cuenta los cambios y reacciones de los componentes del compuesto desde su conformado inicial, así como su caracterización físico-mecánica, morfología, comportamiento térmico, análisis comparativo de acuerdo a la selección de materiales Ces Edupack, y a las simulaciones de conformación de una pieza para sus posibles aplicaciones en la industria mediante Ansys.

4.1 Caracterización Físico Mecánica del Material Compuesto

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos para las mezclas propuestas en la conformación del compuesto. Se obtuvo información acerca de las temperaturas exotérmicas, la resistencia mecánica a la compresión y a la flexión para cada una de las dos mezclas propuestas con refuerzo de residuos PET granulado de 7mm x 5mm aproximadamente.

Como se planteó en el apartado de metodología el moldeado base para la producción de las probetas del compuesto se hizo mediante el proceso de conformado por vaciado como se observa en a figura 214, en donde molde de acero inoxidable es previamente engrasado con aceite de silicona con el fin de facilitar el desmoldado de la probeta.



Figura 180. Proceso de conformado de probetas

4.1.1 Temperatura exotérmica. Para el proceso de cocción y secado de las probetas, se tomaron las temperaturas exotérmicas con un intervalo regular de tiempo de cinco minutos aproximadamente para analizar el comportamiento del compuesto en cada diseño de mezcla. Para realizar la medición de las temperaturas exotérmicas se utilizó un termómetro infrarrojo, los resultados obtenidos se muestran en las figuras 215, 216, 217 y 218.

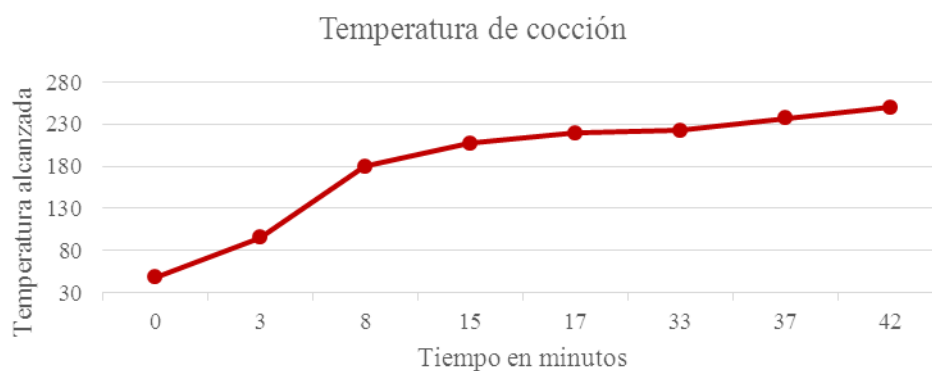


Figura 181. Temperaturas exotérmicas en el proceso de cocción para mezcla A 60/40

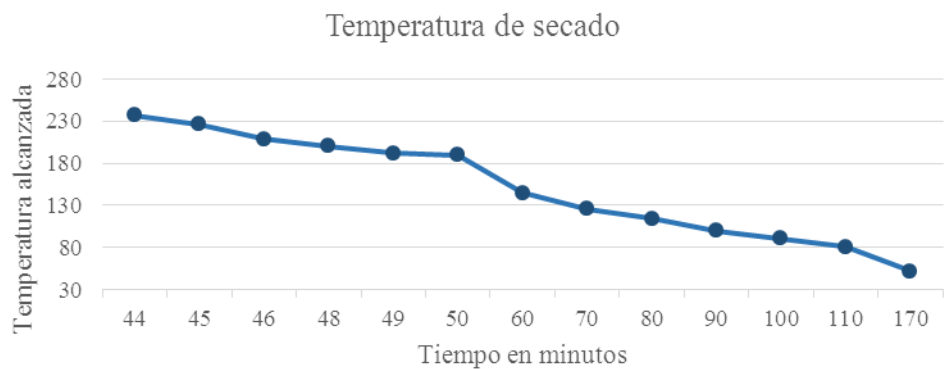


Figura 182. Temperaturas exotérmicas en el proceso de secado para mezcla A 60/40.

Como se muestra en las figuras 215 y 216, en el diseño de mezcla A con relación 60/40 la temperatura de cocción se eleva hasta un máximo de 250°C en un tiempo de cocción de cuarenta y dos minutos, luego durante el proceso de conformado disminuye alrededor de 13°C para posteriormente iniciar su proceso de secado y enfriado el cual se finaliza al llegar a una temperatura de 52°C en un tiempo de ciento veintiocho minutos.

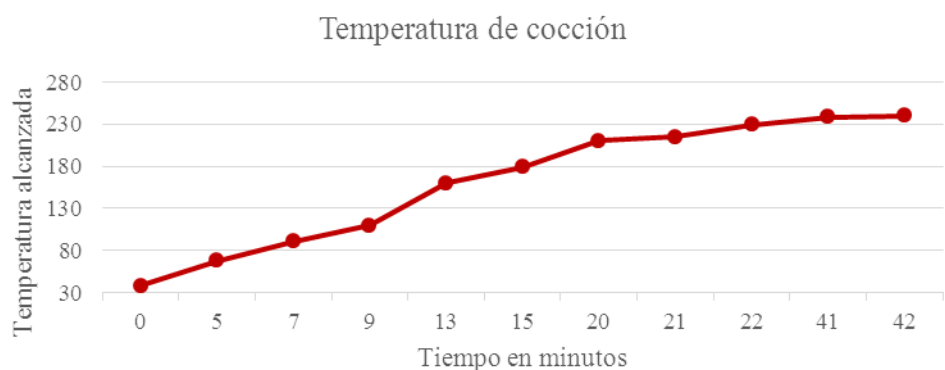


Figura 183. Temperaturas exotérmicas en el proceso de cocción para mezcla B 50/50

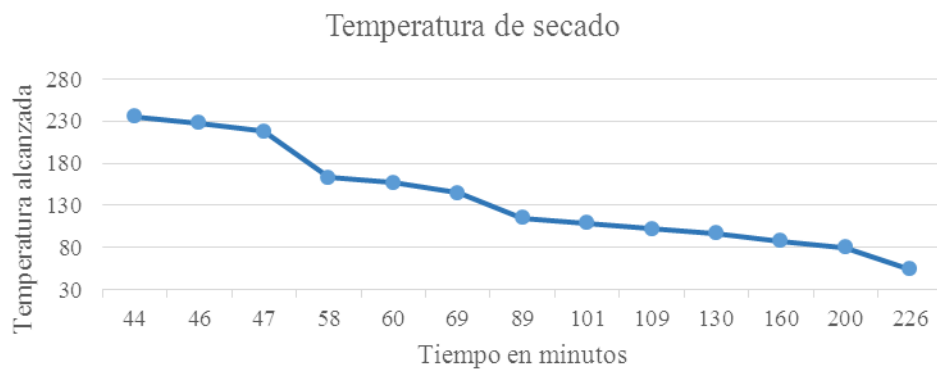


Figura 184. Temperaturas exotérmicas en el proceso de secado para mezcla B 50/50

Como se muestra en las figuras 217 y 218, en el diseño de mezcla B con relación 50/50 la temperatura de cocción se eleva hasta un máximo de 256°C en un tiempo de cocción de cuarenta y dos minutos, luego durante el proceso de conformado disminuye alrededor de 21°C para posteriormente iniciar su proceso de secado y enfriado el cual se finaliza al llegar a una temperatura de 54°C en un tiempo de ciento ochenta y cuatro minutos.

De acuerdo a estas graficas realizadas, según los datos obtenidos se concluye que el diseño de mezcla B con relación 50/50 tiene una mayor afectación por la temperatura, lo que hace que este diseño de mezcla se caliente y se enfrié más rápido a diferencia del diseño de mezcla A con relación 60/40.

4.2 Selección de Probetas para Realizar Las Pruebas de Laboratorio

De acuerdo a los resultados obtenidos en el proceso de experimentación para la obtención del material, se procede a seleccionar las muestras que se llevarán al laboratorio con el objetivo de realizar las pruebas de resistencia mecánica mencionadas anteriormente en donde se requieren según la norma NTC 4017 para cada prueba tres probetas iguales de cada diseño de mezcla

establecido, en las tablas 51 y 52 se mencionan las probetas seleccionadas.

Tabla 51. Selección de probetas para mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado

N.º de muestra	Probetas para flexión de baldosines de cemento	Probetas para compresión de baldosines de cemento
1	Prueba N.º 10.2	Prueba N.º 10.1
2	Prueba N.º 11.3	Prueba N.º 11.1
3	Prueba N.º 15.3	Prueba N.º 11.2

Tabla 52. Selección de probetas para mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado

N.º de muestra	Probetas para flexión de baldosines de cemento	Probetas para compresión de baldosines de cemento
1	Prueba N.º 13.1	Prueba N.º 14.1
2	Prueba N.º 15.2	Prueba N.º 14.2
3	Prueba N.º 15.4	Prueba N.º 16.1

4.2.1 Pruebas de compresión para mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. Como se muestra a continuación:

Muestra N.º 1 prueba 10.1. Se lleva a cabo el ensayo de laboratorio de la muestra N.º 1 denominada prueba 10.1, esta probeta obtuvo un peso de 1.122gr, un diámetro de 7,2cm y una altura de 15,4cm. El ensayo se inicia colocando la probeta en medio de las dos prensas metálicas, en donde se ejerce una carga progresiva que ocasiona una deformación continua hasta producir la

ruptura total de la probeta. Este ensayo tuvo una duración de ocho minutos y alcanzó una carga máxima de 29,94kN , y un esfuerzo máximo de 7,09 Mpa.

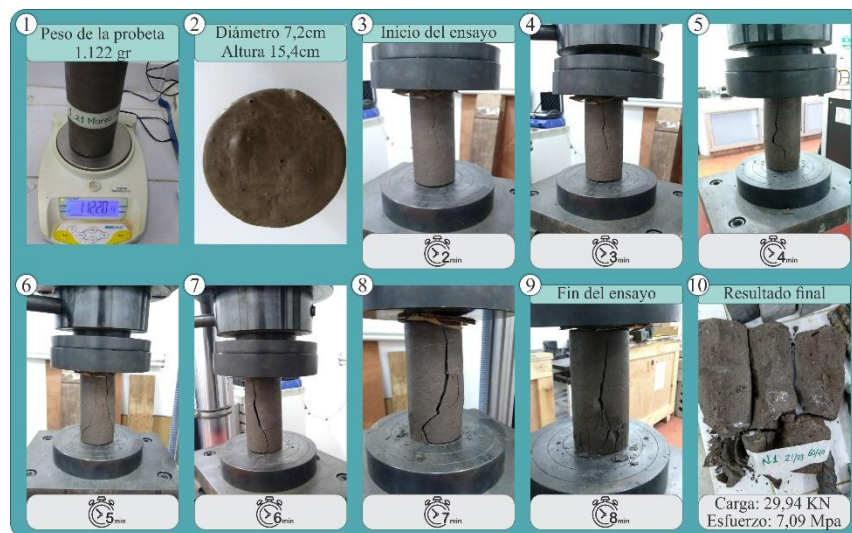


Figura 185. Ensayo de la resistencia mecánica a la compresión 60/40 muestra N°1

Fuente: Laboratorio de Materiales U.F.P.S, s.f.

4.2.2 Pruebas de compresión para mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Como se muestra a continuación:

Muestra N. ° 1 prueba 14.1. Se lleva a cabo el ensayo de laboratorio de la muestra N.° 1 denominada prueba 14.1, esta probeta obtuvo un peso de 1.036gr, un diámetro de 7,2cm y una altura de 15cm. El ensayo se inicia colocando la probeta en medio de las dos prensas metálicas, en donde se ejerce una carga progresiva que ocasiona una deformación continua hasta producir la ruptura total de la probeta. Este ensayo tuvo una duración de veinte y seis minutos y alcanzó una carga máxima de 37,92kN, y un esfuerzo máximo de 9,02 Mpa.

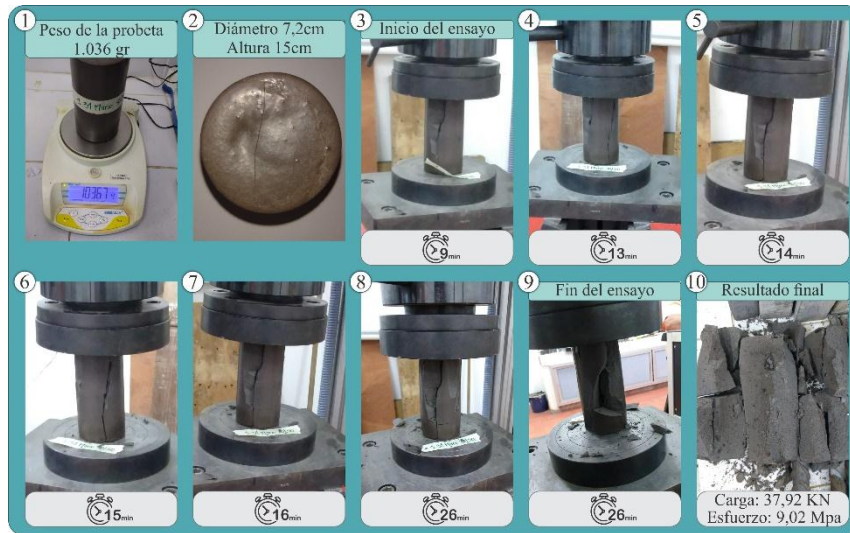


Figura 186. Ensayo de la resistencia mecánica a la compresión 50/50 muestra N°1

Fuente: Laboratorio de Materiales U.F.P.S, s.f.

4.2.3 Pruebas de flexión para mezcla A 60% arcilla y 40% PET granulado. Como se muestra a continuación:

Muestra N. ° 2 prueba 11.3. Se lleva a cabo el ensayo de laboratorio de la muestra N. ° 2 denominada prueba 11.3, esta probeta obtuvo un peso de 352gr, un ancho de 10cm y una longitud de 17,8cm. El ensayo se inicia apoyando la probeta en los extremos, a la cual se le aplica una fuerza compresiva en la parte central en donde se ejerce una carga progresiva que ocasiona la fractura o ruptura de la probeta. Este ensayo tuvo una duración de tres minutos y alcanzó una carga máxima de 566N, y una resistencia máxima de 9,69 Mpa.

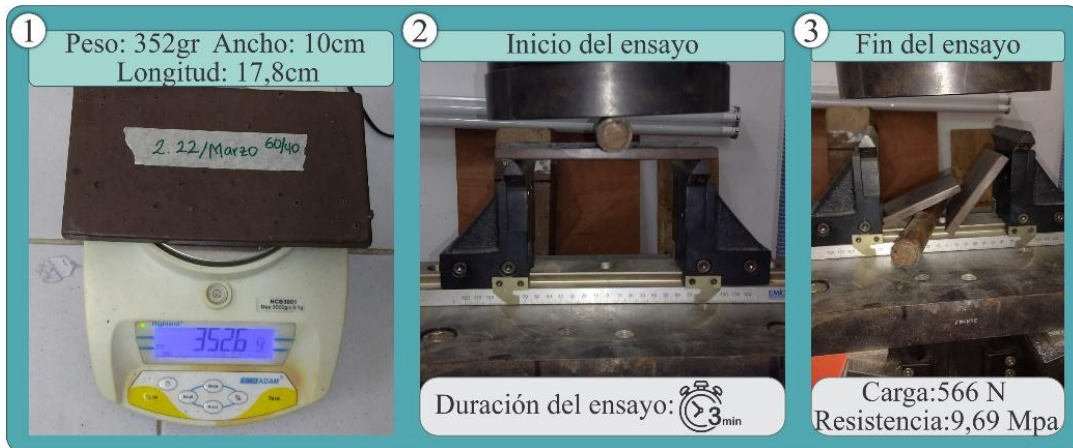


Figura 187. Ensayo de la resistencia mecánica a la flexión 60/40 muestra N. ° 2

Fuente: Laboratorio de Materiales U.F.P.S, s.f.

4.2.4 Pruebas de flexión para mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Como se muestra a continuación:

Muestra N. ° 1 prueba 13.1. Se lleva a cabo el ensayo de laboratorio de la muestra N. ° 1 denominada prueba 13.1, esta probeta obtuvo un peso de 299gr, un ancho de 99,8cm y una longitud de 17,8cm. El ensayo se inicia apoyando la probeta en los extremos, a la cual se le aplica una fuerza compresiva en la parte central en donde se ejerce una carga progresiva que ocasiona la fractura o ruptura de la probeta. Este ensayo tuvo una duración de tres minutos y alcanzó una carga máxima de 450N, y una resistencia máxima de 7,94 Mpa.

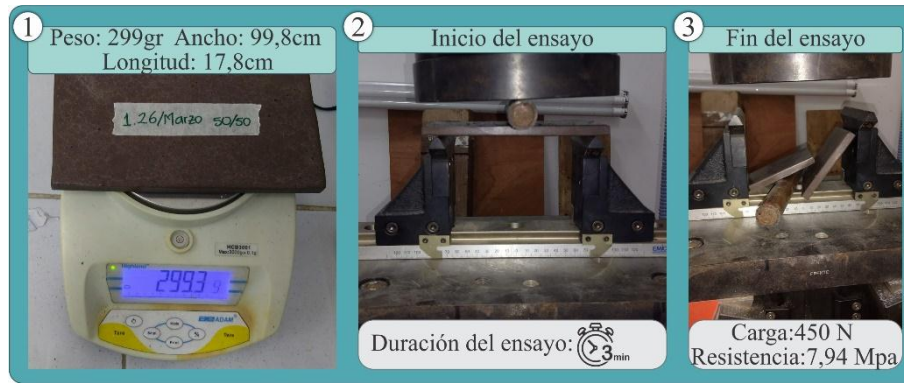


Figura 188. Ensayo de la resistencia mecánica a la flexión 50/50 muestra N° 1.

Fuente: Laboratorio de Materiales U.F.P.S, s.f.

4.3 Resistencia Mecánica a la Compresión

Los resultados obtenidos para la resistencia a la compresión del compuesto para la mezcla A con proporción 60/40 se presentan en la figura 219.

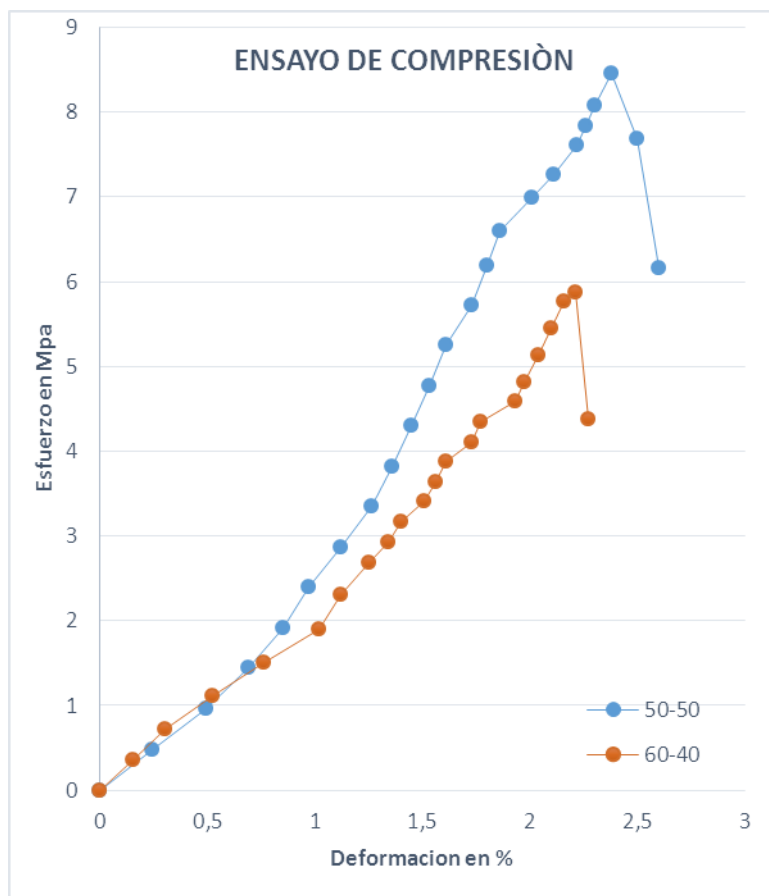


Figura 189. Resistencia mecánica a la compresión de la mezcla A 60/40 y B 50/50

Según la gráfica de resistencia mecánica a la compresión, el diseño de mezcla A 60/40 (60% de arcilla y 40% de PET), el esfuerzo máximo alcanzado fue de 5,865 Mpa y una deformación de 2,21mm, mientras que el diseño de mezcla B 50/50 (50% de arcilla y 50% de PET), el esfuerzo máximo alcanzado fue de 8,458 Mpa y una deformación de 2,38mm, por lo tanto se concluye que el diseño de mezcla que obtuvo mayor resistencia es la mezcla B.

4.4 Resistencia Mecánica a la Flexión

Los resultados obtenidos para la resistencia a la flexión del compuesto para la mezcla A con proporción 60/40 se presentan en la figura 220.

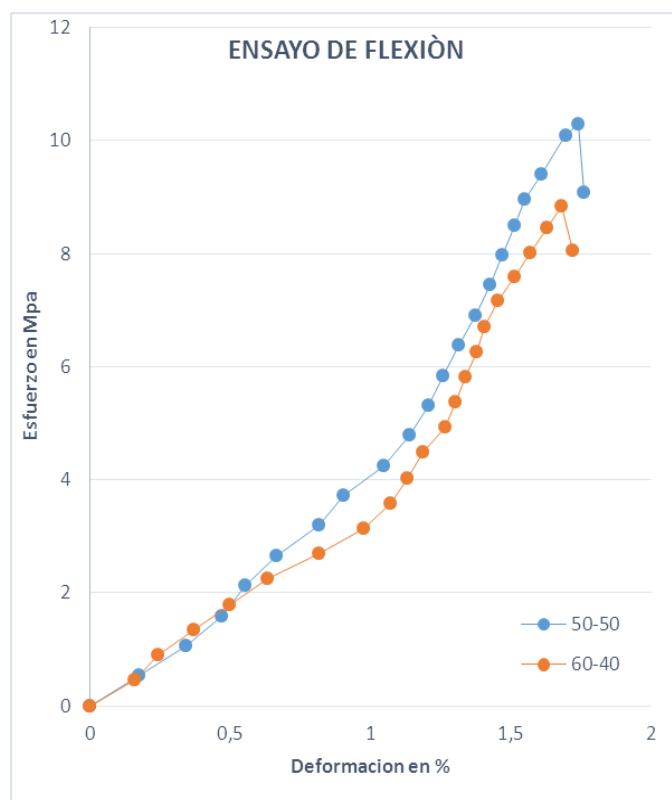


Figura 190. Resistencia mecánica a la flexión de la mezcla A 60/40 y B 50/50

Según la gráfica de resistencia mecánica a la flexión, el diseño de mezcla A 60/40 (60% de arcilla y 40% de PET), el esfuerzo máximo alcanzado fue de 8,83 Mpa y una deformación de 1,683mm, mientras que el diseño de mezcla B 50/50 (50% de arcilla y 50% de PET), el esfuerzo máximo alcanzado fue de 10,29 Mpa y una deformación de 1,743mm, por lo tanto se concluye que el diseño de mezcla que obtuvo mayor resistencia es la mezcla B.

4.5 Selección de Materiales (Ces – Edu Pack)

En este capítulo se realiza el estudio de aplicabilidad del compuesto, los resultados serán evaluados, haciendo aplicación de los métodos cuantitativos de sustitución de materiales, mediante la técnica del profesor Michael F. Ashby, para definir los usos del material, utilizando el Software CES Edupack. Mediante la tabla comparativa que arroja el software con los materiales que se pueden reemplazar con los compuestos fabricados, basado en las mismas propiedades mecánicas, pero que lo reemplacen por su menor tiempo de degradación, menor costo, consumo energético y menor impacto ambiental.

Para dar inicio al estudio de viabilidad se debe realizar una selección de un material similar por medio del software CES Edupack con los valores de esfuerzo a compresión y esfuerzo a flexión obtenidos anteriormente en las probetas que ofrecieron mejores resultados, en este caso las del diseño de mezcla B 50% arcilla y 50% PET granulado. Teniendo en cuenta además para este propósito el módulo de elasticidad y la deformación unitaria.

Luego de haber realizado los ensayos de laboratorio, con los resultados obtenidos se realiza la unificación de los datos estableciendo un promedio para definir la resistencia del material en cada diseño de mezcla evaluado, estos datos se pueden observar en la tabla 53.

Tabla 53. Promedio de resultados de resistencia mecánica

Propiedad	Mezcla A 60/40	Mezcla B 50/50
Densidad (Kg/m ³)	1,67415	1,621
Resistencia a la compresión (Mpa)	5,863	8,456
Resistencia a la flexión (Mpa)	8,833	10,29

De acuerdo a los datos de la tabla 53 e incluyendo valores que involucran las propiedades de ambos materiales, se seleccionaron los siguientes límites para la aplicación en el software: Densidad (kg/m³): 1000 – 2000, resistencia a la compresión (MPa): 4 – 9.5, y resistencia a la flexión (MPa): 7 – 13.5. Ya en el software CES Edupack en el Stage 1, se hace una relación del esfuerzo a flexión Vs compresión, se utilizó la base de datos de CES EduPack que abarca todos los materiales, aproximadamente 3649. Posteriormente se eligieron los ejes X y Y para la estación que se observa en la figura 221.

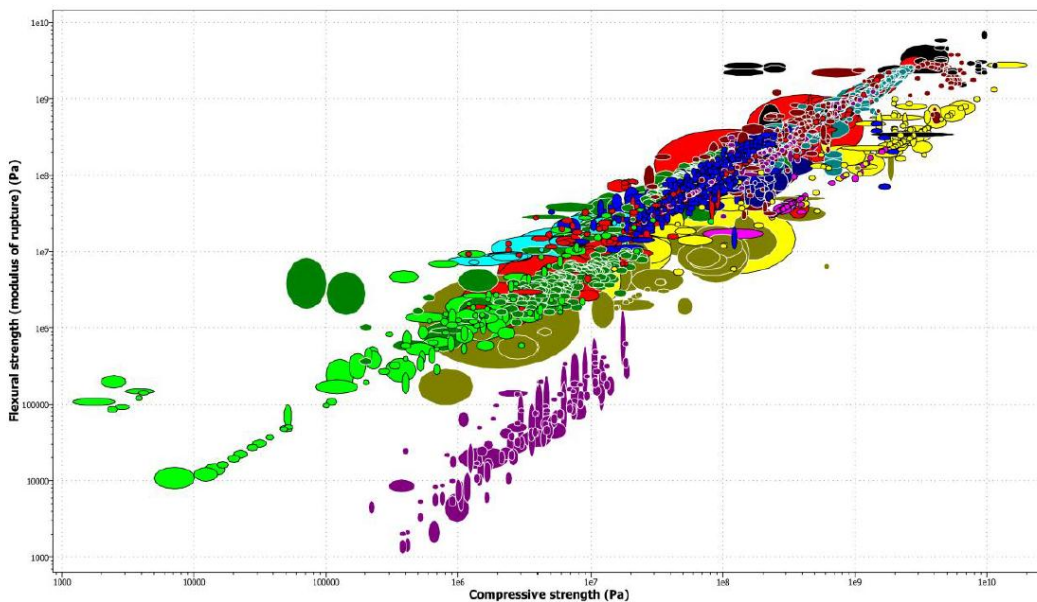


Figura 191. Grafica de representación en CesEdupack de la flexión Vs compresión

En general, la Fig. 221 muestra la clasificación de los materiales cerámicos (amarillo), vidrios (morado), metales y sus aleaciones (rojo), polímeros rígidos (azul), elastómeros (cian), materiales compuestos (café), espumas (verde claro), materiales naturales (verde oscuro), fibras y partículas (negro).

Como resultado, al aplicar los límites de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, definidos anteriormente, se obtuvo un primer filtro en donde encontramos 54 materiales como se observa en la figura 222.

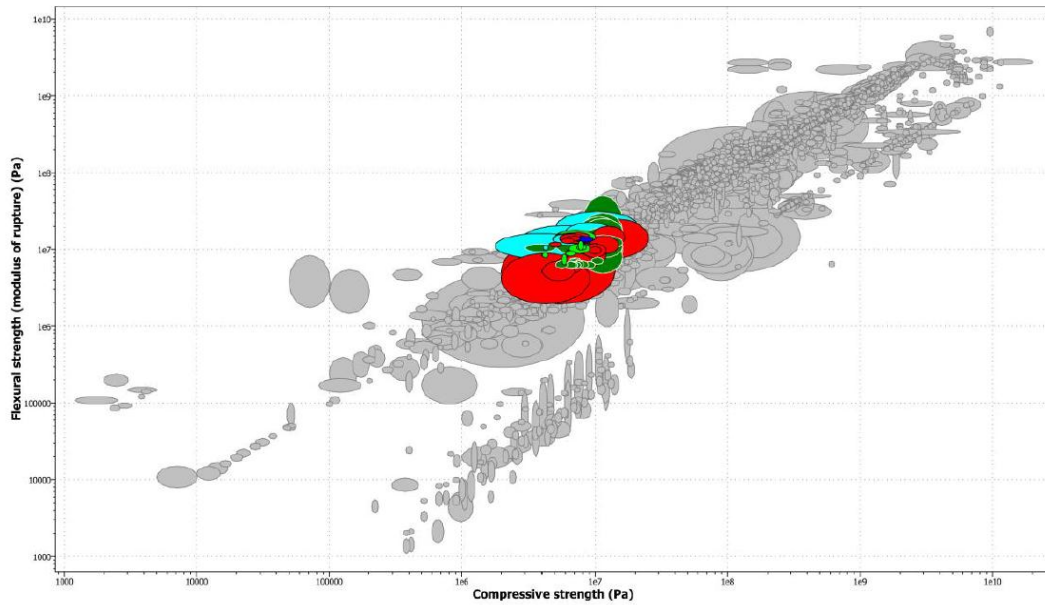


Figura 192. Grafica de resultados obtenidos en el primer filtro

En la figura 223 se aprecia un acercamiento de los límites, y los materiales que se encuentran dentro del conjunto.

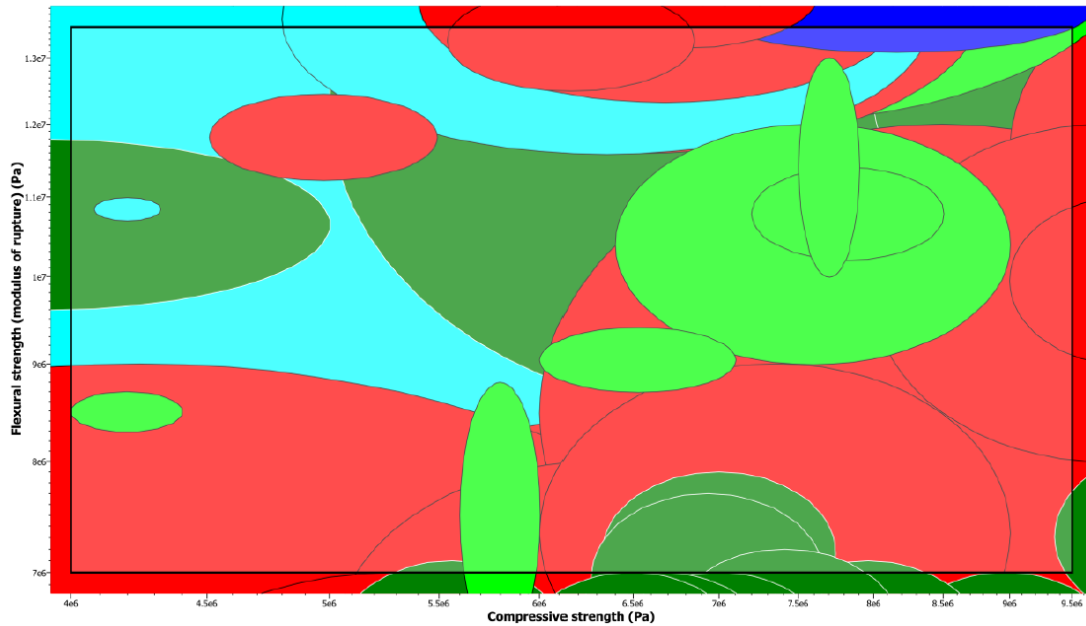


Figura 193. Acercamiento de los límites del primer filtro

Al aplicar los límites para la Densidad, definidos anteriormente, se obtuvo un segundo filtro en donde encontramos 8 materiales como se observa en la figura 224.

Butyl / Halobutyl rubber (IIR, 30-50% carbon black).

Cement bonded particle board, perpendicular to board.

Gypsum bonded particle board, perpendicular to board.

Nitrile rubber (NBR, unreinforced).

Polysulphide rubber (TM, 30-35% carbon black).

Styrene Butadiene Styrene Block Copolymer (SBS – Shore A50).

Styrene Ethylene Butylene Styrene Block Copolymer (SEBS – Shore A65).

Thermoplastic Polyurethane Elastomer (TPU – Ester, aromatic, 10% glass fiber).

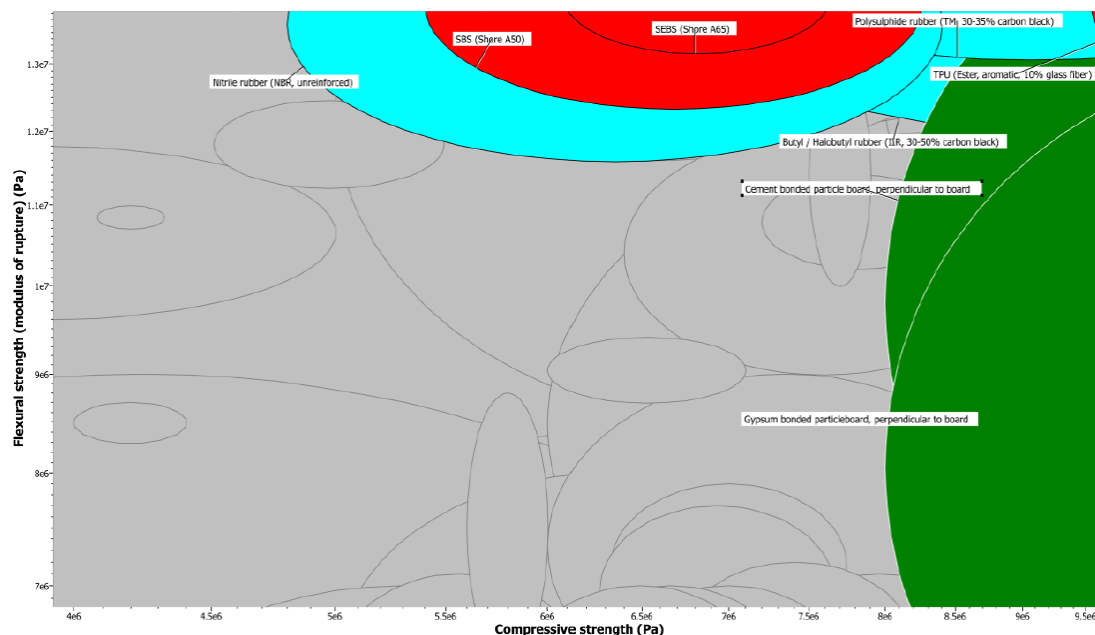


Figura 194. Acercamiento de los límites del segundo filtro

De acuerdo a los resultados obtenidos en el software y con el fin de darle una aplicabilidad al material, con base en la información de la sección “Typical uses” de las fichas técnicas anexas, y teniendo en cuenta el proceso de fabricación del material, se recomienda el uso del compuesto de Arcilla-PET en piezas decorativas sometidas a bajos esfuerzos y partes automotrices de bajo rendimiento.

4.5.1 Proceso de diseño de las piezas aplicadas a la arquitectura y la construcción. Luego de haber obtenido el compuesto y haber realizado las pruebas de laboratorio junto con el estudio de viabilidad mediante el Software CES EduPack, se procede a darle una aplicabilidad al material, para lo cual se procede a diseñar algunas piezas de uso interior como lo son divisiones de muros, y losetas 3D las cuales se pueden observar en la figura 225. Este proceso de diseño

tiene en cuenta algunos elementos representativos de la ciudad como lo son la Tabebuia Rosea también conocido como Urapo, el turpial, y la ixora, los cuales son tomados como conceptos en el proceso de diseño.

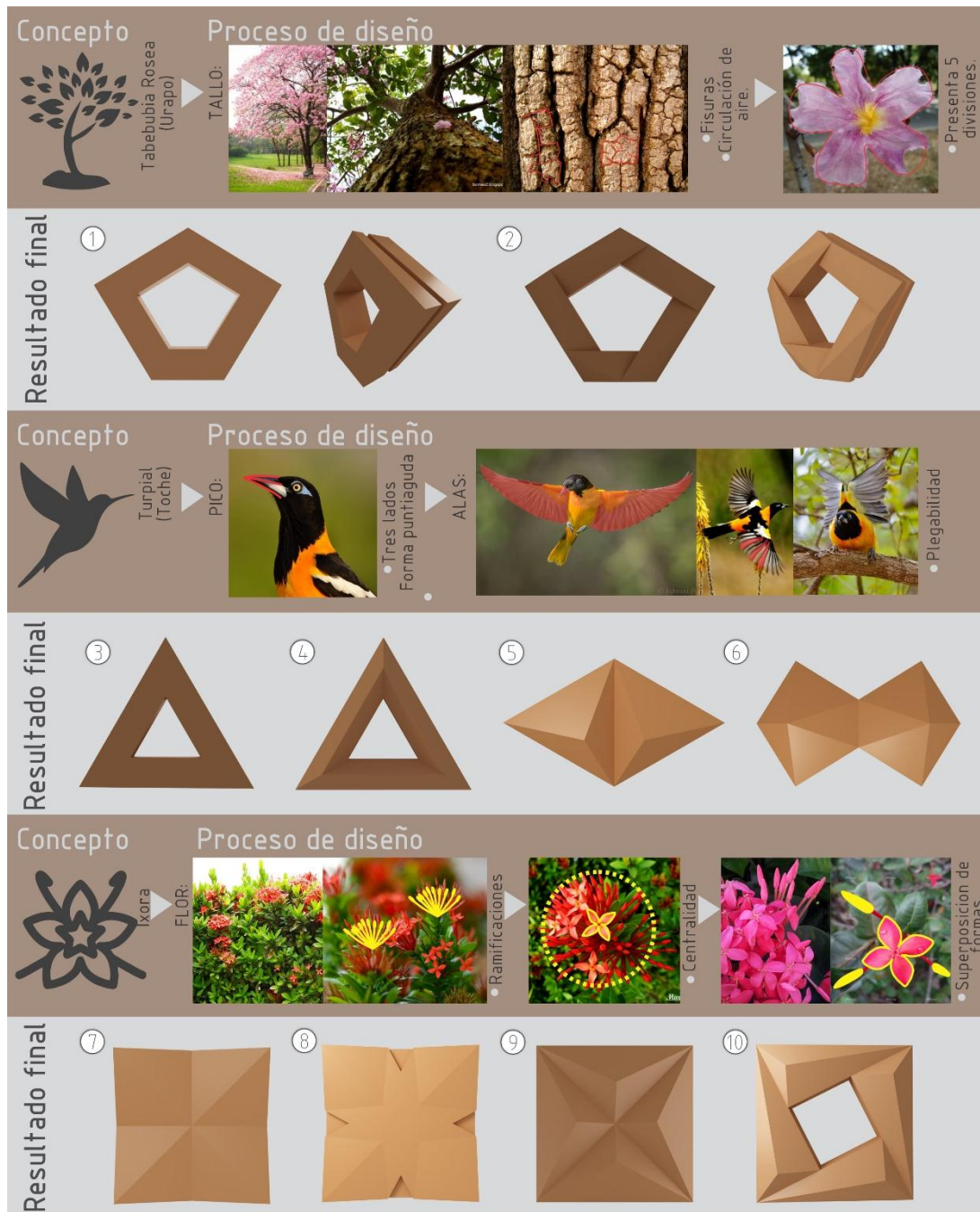


Figura 195. Proceso de diseño de piezas

4.6 Simulaciones en ANSYS

El primer paso fue la preparación del CAD, para lo cual se realizó el modelado de la pieza 1, la cual responde geoméricamente a una posible unidad constructiva de una división de muro con un posible uso en el área de la arquitectura y la construcción, seleccionada del conjunto de piezas desarrolladas anteriormente. Posteriormente se realiza un muro divisorio de 1,20 metros de alto por 2 metros de ancho, al cual se le realizará la simulación en el software mencionado.

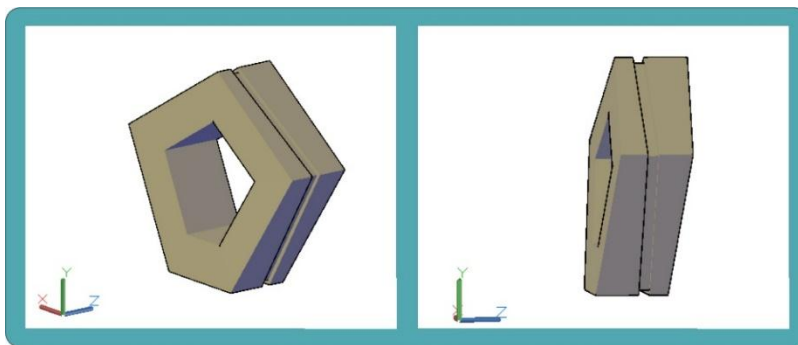


Figura 196. Grafica de visualización del archivo CAD con la pieza diseñada en 3D

Para el desarrollo de la simulación en ANSYS se toma como muestra los resultados de laboratorio obtenidos para la prueba de compresión del diseño de mezcla con proporción 50/50, y se procede a calcular un promedio de las tres muestras estudiadas como se muestra en la figura 227.

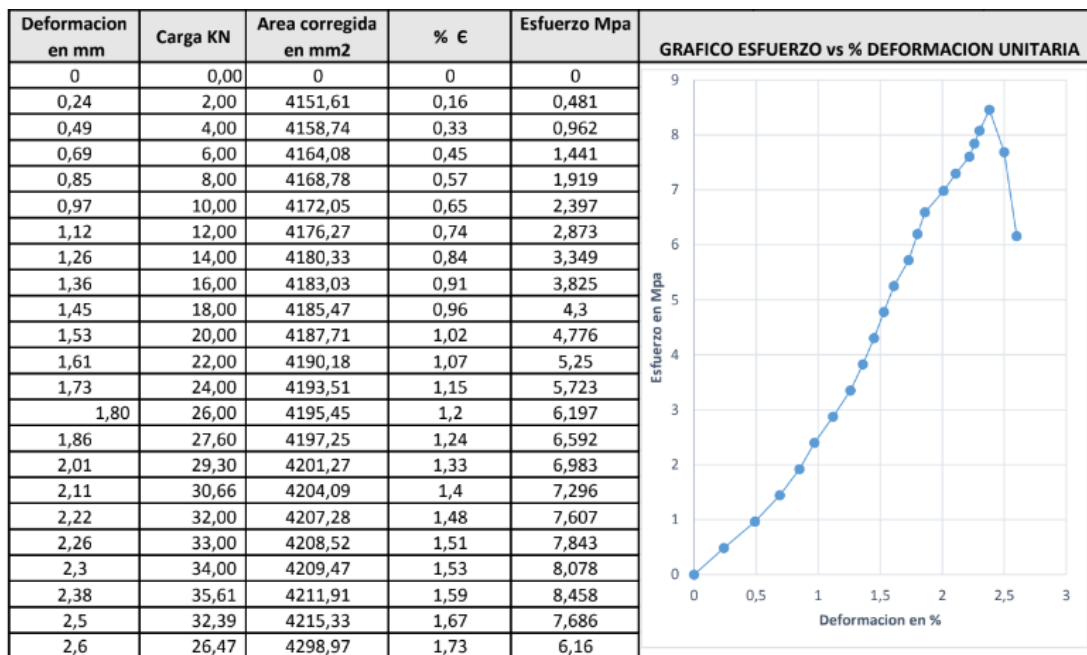


Figura 197. Promedio de resultados de laboratorio para compresión diseño de mezcla 50/50

Se procede a calcular el del módulo de Young o módulo de elasticidad, para esto se seleccionaron los primeros 4 datos de la tabla, esto es debido a que, en esa parte, la curva tiende a ser lineal. En mecánica de los materiales, la parte elástica de una gráfica de Esfuerzo Vs. Deformación, corresponde por definición a la parte lineal, puesto que representa la deformación reversible del material, ahora bien, el módulo de elasticidad corresponde a la pendiente de la parte elástica de una gráfica esfuerzo Vs. deformación, por lo tanto, se puede encontrar su pendiente calculando la fórmula de esa recta a través de una regresión lineal, y haciendo la analogía con la fórmula de una recta ($y=mx+b$) donde m es la pendiente.

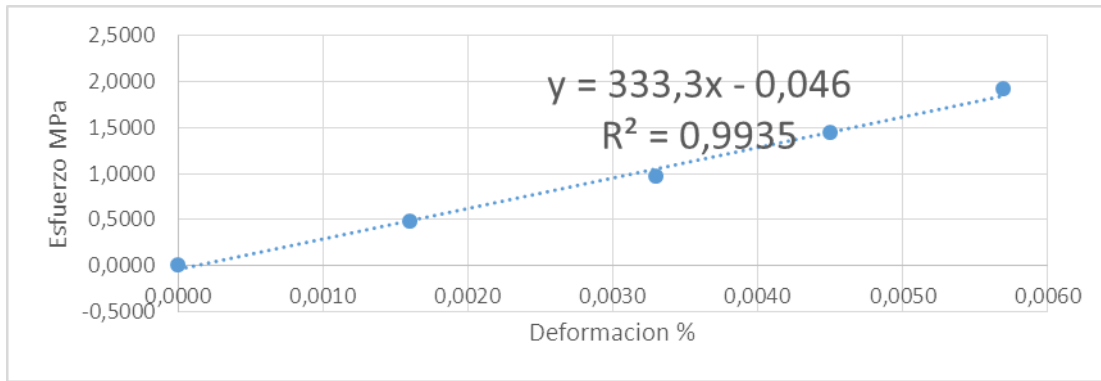


Figura 198. Selección de los cuatro primeros datos de la tabla

Luego, el módulo de elasticidad del material es igual a:

$$E = 333,3 \text{ MPa}$$

Longitud en el límite proporcional: Longitud de la probeta en el límite de proporcionalidad.

$$L_{LP} = L_0 - \delta_{LP}$$

$$L_{LP} = 149,986 \text{ mm} - 0,69 \text{ mm}$$

$$LLP = 149,496 \text{ mm}$$

Diámetro en el límite de proporcionalidad: Diámetro del material en el límite de proporcionalidad.

$$d_{LP} = d_0 * \sqrt{\frac{L_0}{L_{LP}}}$$

$$d_{LP} = 72,646 \text{ mm} * \sqrt{\frac{149,986 \text{ mm}}{149,296 \text{ mm}}}$$

$$d_{LP} = 72,813mm$$

Coeficiente de Poisson; Relación entre la deformación transversal (lateral) y la deformación axial.

$$\mu = \frac{(d_{LP} - d_0)}{(L_0 - L_{LP})}$$

$$\mu = \frac{(72,813mm - 72,646mm)}{(149,986mm - 149,296mm)}$$

$$\mu = 0,242$$

Para el cálculo de la presión que es soportada por la estructura se hizo de la siguiente forma: presión fuerza que se aplica perpendicular al área. La masa, el volumen y área de superficie de la estructura fueron calculadas por el software SolidWorks de acuerdo al diseño y densidad obteniendo como resultado los siguientes: Masa = 170.05 kilogramos todo el muro, volumen = 0.10 metros cúbicos, área de superficie = 9.13 metros cuadrados. La presión fue aplicada en la sección de la cara superior de la estructura, la cual posee un área de: 0.11 metros², en la figura 229 se identificaron las áreas de aplicación de carga del muro.

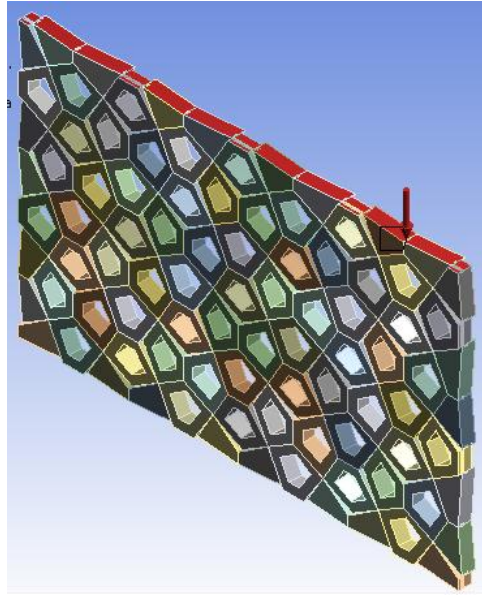


Figura 199. Grafica de aplicación de cargas

Luego, se reemplazan los valores en la ecuación de Presión: $P=F/A$

Donde:

F=Fuerza aplicada, en este caso, el propio peso de la estructura.

$F=\text{masa} \cdot \text{Aceleración de la Gravedad}$

$$F= 170.05\text{kg} \cdot 9.81\text{m/s}^2$$

$$F=1668,1905 \text{ N}$$

A= área de la cara superior de la estructura

$$A=0,11 \text{ m}^2$$

$$P=1668.1905\text{N} \cdot 0.11\text{m}^2$$

P=183.501 Pa

Para ejecutar la simulación en el esquema de proyectos, se realiza de manera externa la importación del CAD de la pieza , después se coloca el análisis **Static Structural**, para analizar el material compuesto siguiendo los pasos del **Static Structural** para completar la simulación.

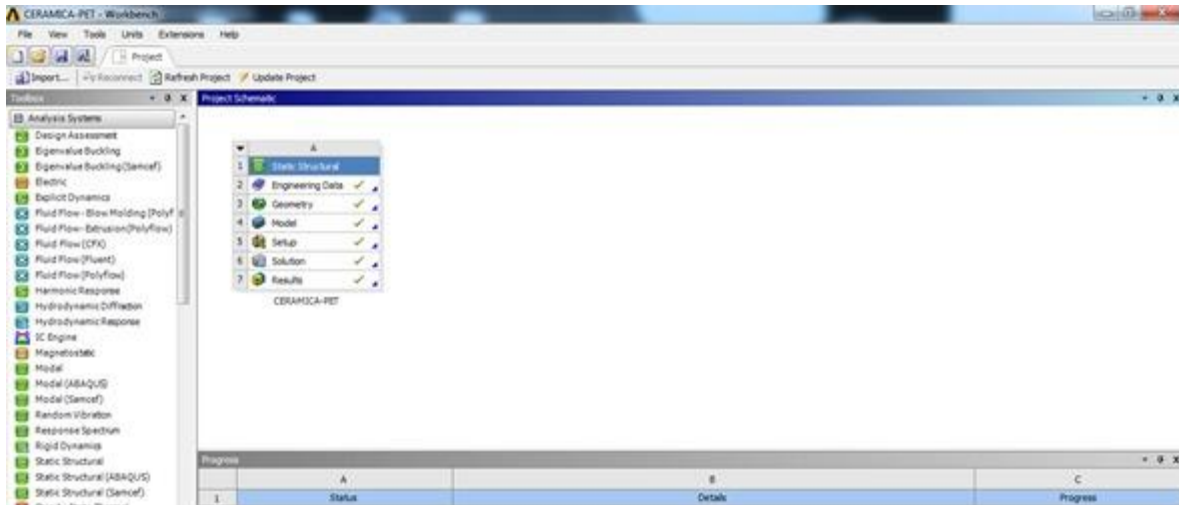


Figura 200. Interfaz de ANSYS en la selección del Static Structural

El siguiente procedimiento es el **Engineering Data (Sources)**, donde se añaden las propiedades de cada material a la base de datos de ANSYS para utilizarlas posteriormente en la asignación.

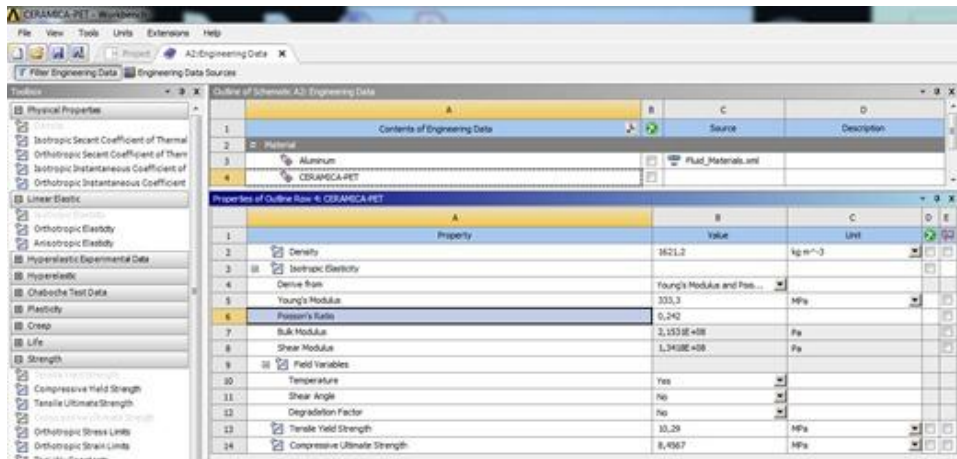


Figura 201. Gráfica de propiedades de materiales añadidos a la base de datos de ANSYS

Seguidamente se abre una previsualización de la pieza abierta y cerrada en el **Geometry (Design Modeler)**

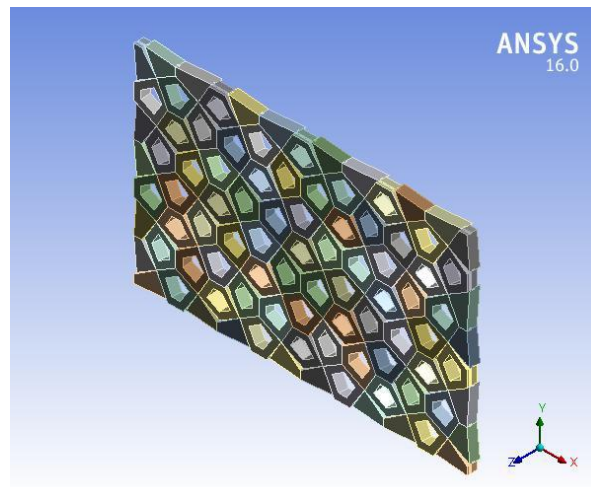


Figura 202. Gráfica de la geometría de la pieza en ANSYS

Con la herramienta **Model (Mechanical)** se asigna el material al muro diseñado anteriormente.

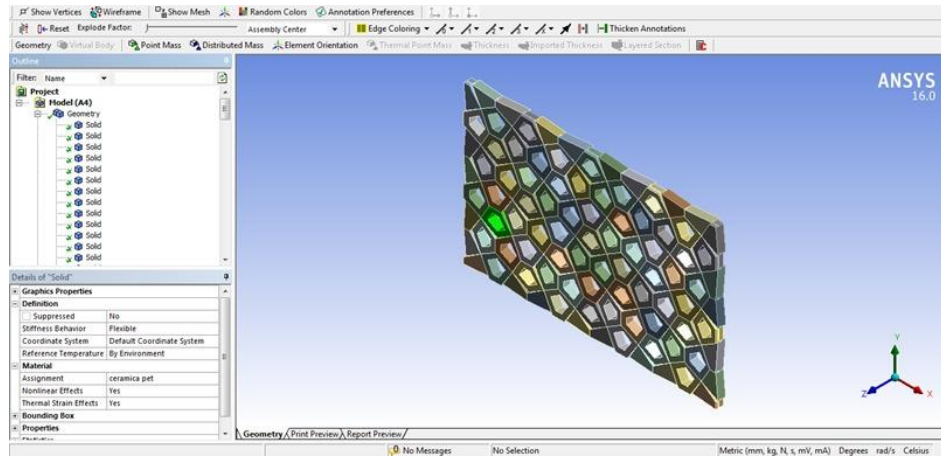


Figura 203. Gráfica de asignación del material al muro en el software ANSYS

Posteriormente se genera la malla en el muro divisorio.

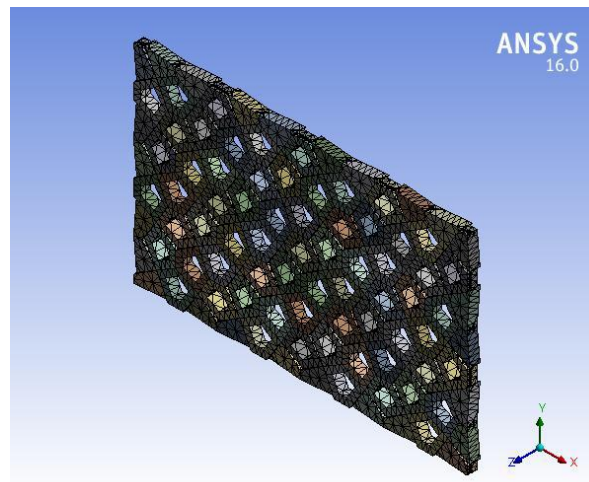


Figura 204. Gráfica de generación de mallados para el muro divisorio en ANSYS

Seguidamente se ejecuta la simulación aplicando la carga en el muro divisorio mediante la herramienta **Setup (Mechanical)**. En el último paso el software determina mediante **Solution**

(Mechanical).

- 1) Deformación Total
- 2) Esfuerzo equivalente según la teoría de von-Mises
- 3) Factor de seguridad



Figura 205. Gráfica de tabla de valores analizados en ANSYS

Los resultados presentados para la deformación total se muestran a continuación.

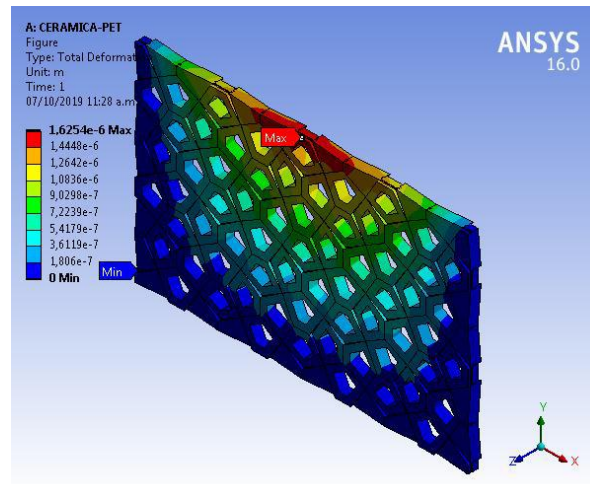


Figura 206. Gráfica de valores en deformación total en ANSYS

Así mismo se presenta el resultado gráfico para el **Esfuerzo equivalente según la teoría de von-Mises** .

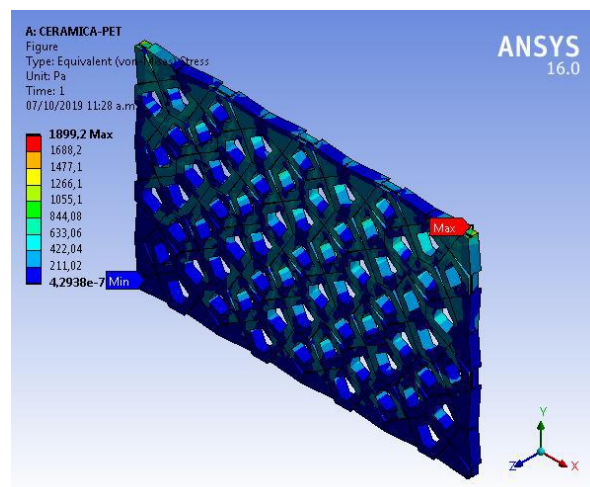


Figura 207. Gráfica de valores en esfuerzo en ANSYS

El tercer factor resultante es el de seguridad.

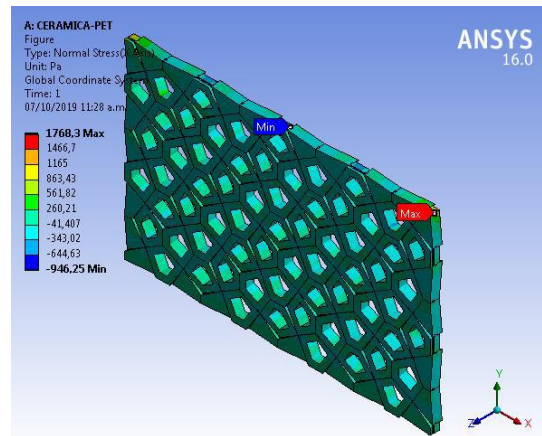


Figura 208. Gráfica de valores en factor de seguridad en ANSYS

4.7 Pruebas de Color, Acabado y Pego del Material

4.7.1 Pruebas con PET de colores. Como se muestra a continuación:

4.7.1.1 Pet verde

Preparación de la pasta. Se realiza la mezcla C con proporción 50/50, para esto se realiza el pesaje de las materias primas a emplear 215 gramos de PET verde granulado extraído de botellas de gaseosa 7up, y 215 gr de arcilla en polvo; posteriormente se integran las materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.

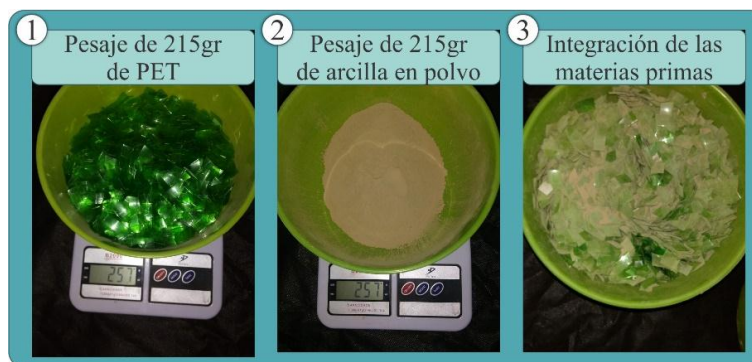


Figura 209. Preparación de la pasta prueba Pet verde

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente en fabricación estándar del material.



Figura 210. Proceso de cocción prueba Pet verde

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de conformada la probeta, se deja secar en el molde y a los noventa y dos minutos se toma la temperatura de la probeta obteniendo 38°C.



Figura 211. Proceso de secado prueba Pet verde

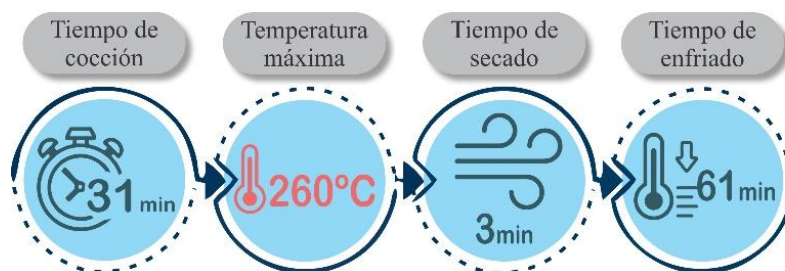


Figura 212. Gráfico de resultado final prueba Pet verde

Como resultado final se obtiene que la pieza realizada con el Pet verde proveniente de las botellas de gaseosa 7up, no cambia de color, pero se consigue un tono más claro del obtenido anteriormente con los gránulos de Pet transparente.

4.7.1.2 Pet marrón. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza la mezcla C con proporción 50/50, para esto se realiza el pesaje de las materias primas a emplear 215 gramos de PET verde granulado extraído de botellas de gaseosa 7up, y 215 gr de arcilla en polvo; posteriormente se integran las materias primas, antes de iniciar el proceso de cocción.



Figura 213. Preparación de la pasta prueba Pet marrón

Proceso de cocción. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente en fabricación estándar del material.

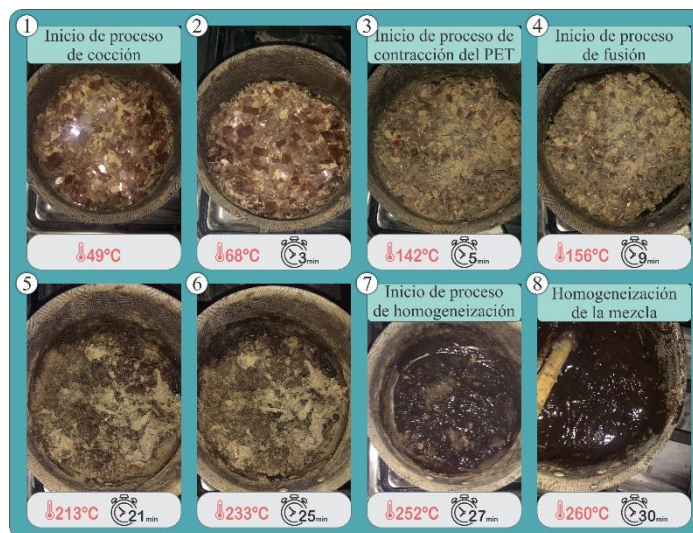


Figura 214. Proceso de cocción prueba Pet marrón

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de conformada la probeta, se deja secar en el molde y a los sesenta minutos se toma la temperatura de la probeta obteniendo 75°C.

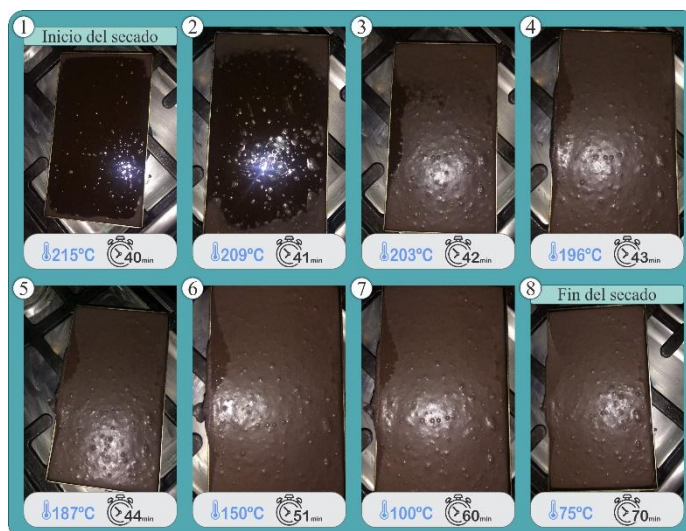


Figura 215. Proceso de secado prueba Pet marrón

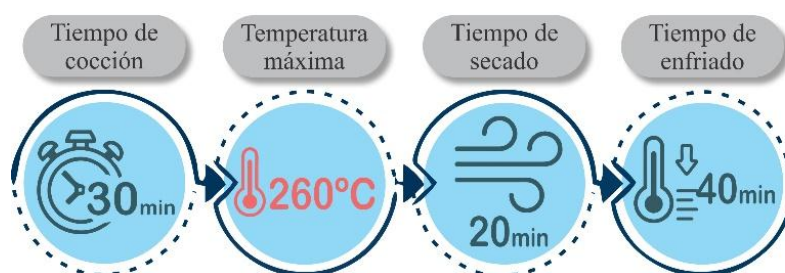


Figura 216. Gráfico de resultado final prueba Pet marrón

Como resultado final se obtiene que la pieza realizada con el Pet marrón proveniente de las botellas de pony malta, no cambia de color, se evidencia en el proceso de cocción que la mezcla ya fundida y homogénea tiene una consistencia más espesa que la obtenida normalmente con el Pet transparente; además en el proceso de conformado aparece una pequeña deformación del material en la parte izquierda de la pieza y su proceso de secado es más lento.

4.7.2 Pruebas con aditivos. Como se muestra a continuación:

4.7.2.1 Anilina vegetal

Preparación de la pasta. Se realiza la mezcla C con proporción 50/50, para esto se realiza el pesaje de las materias primas a emplear 215 gramos de PET granulado, 215 gr de arcilla en polvo, y 25gr de anilina vegetal color azul ; posteriormente se integra el PET granulado y la arcilla en polvo, antes de iniciar el proceso de cocción.

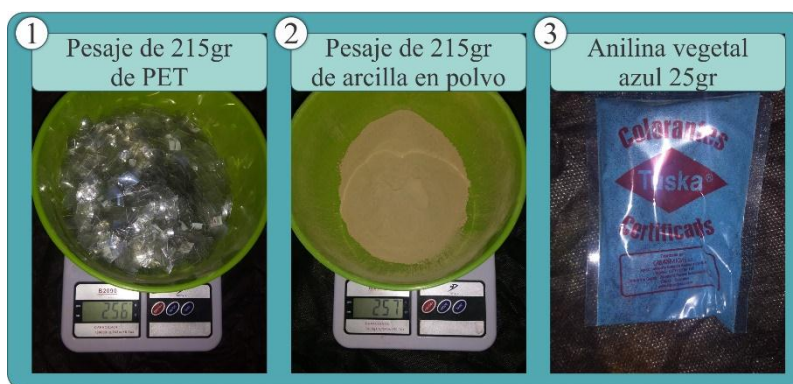


Figura 217. Preparación de la pasta prueba anilina vegetal

Proceso de cocción. Se inicia el proceso de cocción con una temperatura de 44°C, transcurridos siete minutos a los 99°C se evidencia que los gránulos de PET comienzan su proceso de contracción, y a los once minutos con una temperatura de 162°C se comienzan a fundir en la parte inferior del recipiente, para posteriormente a los diecisiete minutos con una temperatura de 220°C inicia el proceso de homogeneización, y por ultimo a los veintitrés minutos de cocción y con una temperatura de 260°C cuando la mezcla ya no presenta grumos y está totalmente homogeneizada se aplican los 25gr de anilina vegetal y se mezcla para finalizar este proceso.

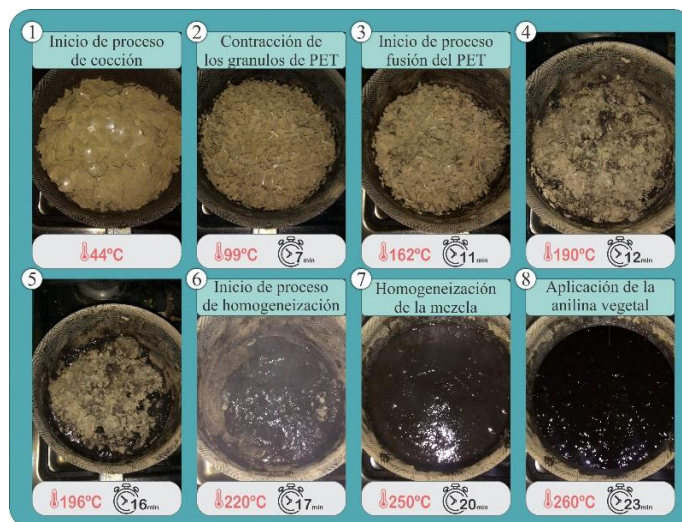


Figura 218. Proceso de cocción prueba anilina vegetal

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de conformada la probeta, se deja secar en el molde y a los cincuenta y seis minutos se toma la temperatura de la probeta obteniendo 71°C.



Figura 219. Proceso de secado prueba anilina vegetal

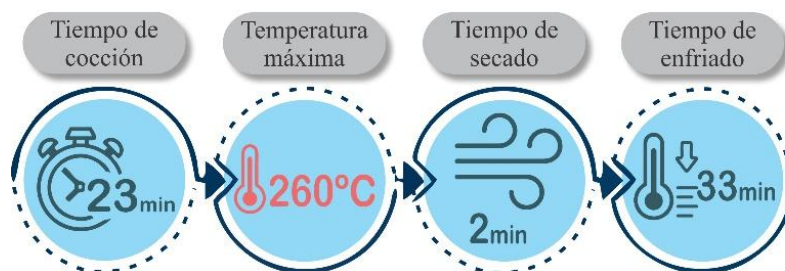


Figura 220. Gráfico de resultado final prueba anilina vegetal

Como resultado final se obtiene que la pieza realizada con la anilina vegetal, no cambia de color, se evidencia en el proceso de cocción que al agregar la anilina vegetal a la mezcla ya fundida y homogénea comienza a formar burbujas de aire cambiando totalmente su consistencia; y al verter la mezcla al molde y tras el proceso de secado se obtiene un acabado más rustico, distinto al obtenido normalmente en las pruebas anteriores.

4.7.2.2 Óxido de hierro. Como se muestra a continuación:

Preparación de la pasta. Se realiza el procedimiento establecido anteriormente en fabricación estándar del material.

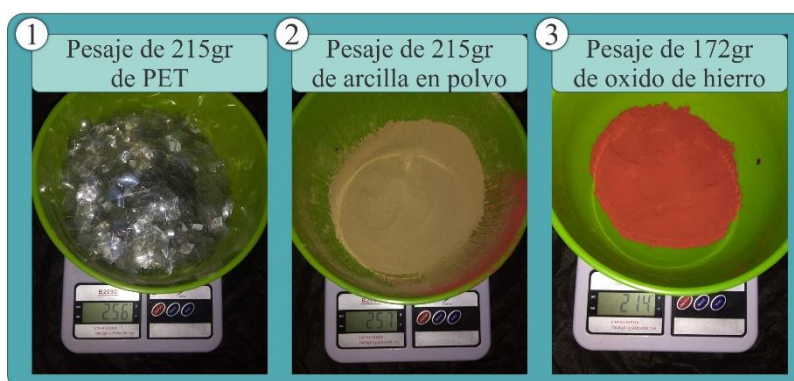


Figura 221. Preparación de la pasta prueba óxido de hierro

Proceso de cocción. Se inicia el proceso de cocción con una temperatura de 38°C, transcurridos catorce minutos a los 83°C se evidencia que los gránulos de PET comienzan su proceso de contracción, y a los veintidós minutos con una temperatura de 122°C se comienzan a fundir en la parte inferior del recipiente, para posteriormente a los treinta y dos minutos con una temperatura de 240°C inicia el proceso de homogeneización, y por ultimo a los cuarenta y un minutos de cocción y con una temperatura de 260°C cuando la mezcla ya no presenta grumos y está totalmente homogeneizada se finaliza este proceso.

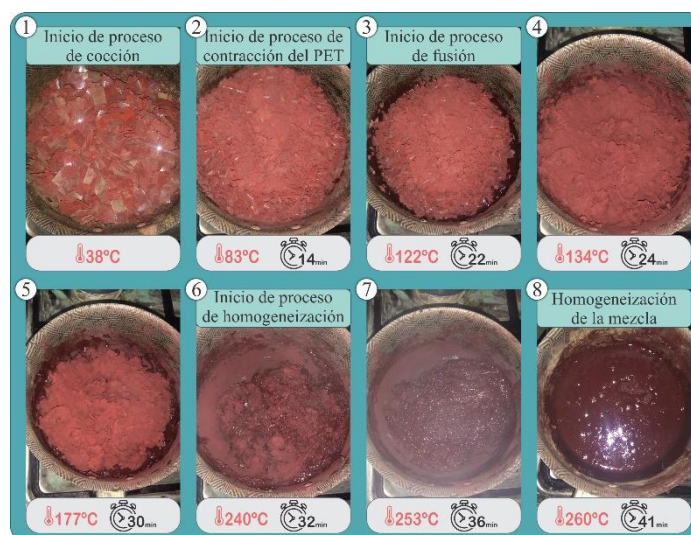


Figura 222. Proceso de cocción prueba óxido de hierro

Conformado por vaciado. Una vez concluido el proceso de cocción y con la mezcla ya líquida, se procede a realizar el conformado de la mezcla en el molde correspondiente, previamente engrasado con aceite de silicona.

Secado y desmoldado. Luego de conformada la probeta, se deja secar en el molde y a los sesenta y cuatro minutos se toma la temperatura de la probeta obteniendo 71°C.

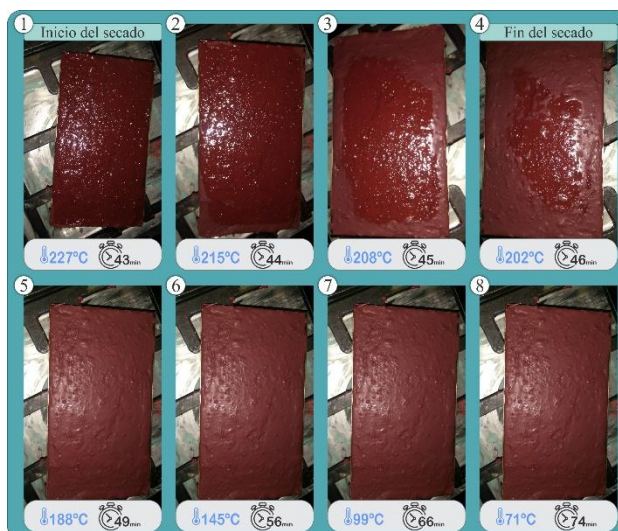


Figura 223. Proceso de secado prueba óxido de hierro

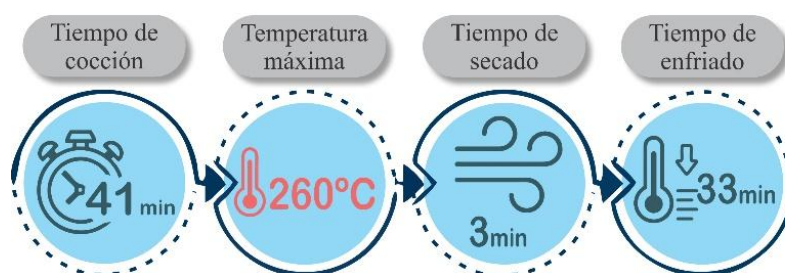


Figura 224. Gráfico de resultado final prueba anilina vegetal

Como resultado final se obtiene que la pieza realizada agregando pigmentos de óxido de hierro, si cambia de color, se evidencia en el proceso de cocción que la mezcla va tomando el color del óxido de hierro empleado a medida que su temperatura va aumentando, obteniendo como resultado final una pieza en un color distinto.

4.7.3 Pruebas de pega. Como se muestra a continuación:

4.7.3.1 Prueba de pega con cemento. Se realiza una prueba de pega con cemento, para lo cual se seleccionan dos piezas del material en estudio provenientes de los desechos de las pruebas de ensayo de laboratorio para flexión, luego se realiza una mezcla de cemento con relación 1:1 , es decir se agrega 1 partes de cemento por 1 de arena se mezcla para posteriormente unir ambas piezas; se dejan secar al aire libre por tres días, y se obtiene como resultado que las piezas no se compactaron.



Figura 225. Prueba de pega con cemento

4.7.3.2 Prueba de pega con silicona. Se realiza una prueba de pega con silicona de la marca Sista, que se usa para pegar materiales como pasticos, metales y mampostería.



Figura 226. Prueba de pego con silicona

4.7.4 Acabados según el material del molde. Se realiza un proceso de experimentación para obtener diferentes acabados del compuesto, según el material del molde en donde se vierte el mismo; en donde se utilizan moldes de acero inoxidable, madera, yeso, fibra de vidrio, y cemento, los resultados obtenidos se observan a continuación en la figura 213.



Figura 227 Acabados de acuerdo al material del molde

5. Futuros Trabajos de Investigación

Esta investigación pretende dejar como precedente el potencial uso de un recurso natural de uso ancestral en nuestro país, así como dejar abierto el camino a otras investigaciones que exploren nuevos polímeros en lo posible de origen natural, de manera que se puedan obtener compuestos totalmente biodegradables o Green composites, de bajo impacto ambiental y bajo consumo energético, que disminuyan costos pero que ofrezcan las mismas características o incluso superiores a los materiales convencionales que se encuentran actualmente en el mercado.

Se considera importante para futuras investigaciones la implementación de los residuos PET en mayor cantidad con relación a los polvos de arcilla, con el objetivo de evaluar las propiedades mecánicas y obtener nuevas características superiores a las obtenidas en el compuesto estudiado, disminuir el costo, y el peso del mismo.

Se propone también para futuras investigaciones que potencialicen el uso de los residuos PET, u otros polímeros como refuerzo en diferentes áreas, la aplicación de otras pruebas que valoren sus propiedades en relación al impacto, al aislamiento eléctrico o el acústico, entre otros.

Se plantea la tecnificación e industrialización del compuesto de estudio, generando nuevos usos y aplicaciones incentivando la investigación, innovación y desarrollo para las áreas de la construcción que es para la cual está orientada esta investigación.

6. Conclusiones

Se analizaron las propiedades mecánicas, y morfológicas del compuesto, conformado por una matriz de polvo de arcilla y un refuerzo de residuos PET, que posteriormente se transformaron a manera de gránulos, con el propósito de evaluar su potencial como nuevo material compuesto de uso en el área de la arquitectura y construcción.

Los diferentes análisis de resistencia mecánica, sobre todo cuando el diseño de mezcla B de proporción 50/50 demostró más resistencia que el diseño de mezcla A con proporción 60/40, lo que quiere decir que a medida que se aumenta la cantidad de PET utilizada en el compuesto, su resistencia mecánica también aumenta.

Se analiza la temperatura exotérmica de los diseños de mezcla A con proporción 60/40 y B con proporción 50/50 tanto en el proceso de cocción como en el proceso de secado del compuesto por medio de la implementación de un termómetro infrarrojo, lo cual permitió demostrar que el diseño de mezcla B presenta una mayor afectación por la temperatura, lo que hace que este diseño de mezcla se caliente y se enfríe más rápido a diferencia del diseño de mezcla A.

Los análisis realizados en Ces Edupack y la simulación de ANSYS determinaron que el compuesto comparado con materiales de similares propiedades responde favorablemente en una conformación geométrica con un posible uso dentro del área de la arquitectura y la construcción, ya que expuesto a las cargas y disposiciones de la pieza no mostró deformaciones, lo cual lo hace viable para algunos propósitos en esta disciplina, disminuyendo el uso de la arcilla, y promoviendo la implementación de residuos PET, dando cabida a materiales compuestos más favorables con el medio ambiente.

Se realizaron moldes en distintos tipos de material como; acero inoxidable, madera (mdf y rh), yeso, fibra de vidrio, y cemento con relación 1:1 con el objetivo de determinar el comportamiento del compuesto en dichos moldes, y su acabado; se concluye que el molde que arrojó mejores resultados es el de acero inoxidable en el cual se obtuvo un mejor acabado y comportamiento del compuesto, ya que en los demás moldes reacciona de manera distinta a la hora del conformado ocasionando burbujas y en algunos casos grietas y la ruptura de la pieza, por otra parte el acabado obtenido no es tan favorable.

Se desarrollaron pruebas de color utilizando otros tipos de pet como el marrón y verde, los cuales fueron sustituidos por el pet transparente, como resultado no se obtuvo ninguna variación en cuanto al color del compuesto; por otra parte se realizaron pruebas con aditivos como; anilina vegetal de color azul con la que se obtuvieron resultados distintos en cuanto al comportamiento del compuesto pero no se obtuvieron cambios en el color; y por último se realizó una prueba adicionando a la mezcla óxido de hierro rojo, obteniendo como resultado un cambio de color de manera favorable.

En general la investigación demostró la importancia de la caracterización de un nuevo compuesto basado en un recurso natural de fácil producción y acceso en Colombia como lo son los polvos de arcilla, ya que esto permitirá explorar nuevas alternativas de refuerzos en materiales de matriz polimérica y de esta manera potencializar su uso en aplicaciones relacionadas con el área de la arquitectura y la construcción.

7. Recomendaciones

Se recomienda mejorar el procedimiento de fabricación del compuesto, teniendo un mayor control en los tiempos en que se toma la temperatura, cada cuanto se mezcla para obtener una cocción homogénea, y el punto final de cocción. Así mismo se recomienda la industrialización de este proceso que permita una producción en serie del compuesto.

Analizar otros diseños de mezcla que permitan mejorar las características mecánicas, de resistencia, acústicas, entre otras.

Utilización de otros polímeros como el PLA, PLT, para generar un producto Green composite, que puedan generar un material biodegradable y más amigable con el medio ambiente.

Implementar el uso de otros aditivos que permitan obtener resultados diferentes en cuanto al color, o tonalidad del compuesto, así como acabados entre otros.

Realizar pruebas de laboratorio utilizando normas para ensayos de polímeros, para la obtención de otros resultados en cuanto a resistencia que puedan arrojar nuevos usos del material en el área de la arquitectura y la construcción.

Disminuir el tamaño del granulo de pet implementado en este estudio para de esta manera disminuir el tiempo de cocción del compuesto, así como la utilización de otros métodos de extracción del pet haciendo este proceso más práctico y rápido.

Experimentar otros materiales que permitan el pego entre piezas fabricadas con este compuesto, o un método de ensamblajes entre piezas que no requieran el mismo.

Reutilización del material desperdiciado de elaboración de piezas anteriores, que permitan la de nuevas piezas, así mismo se recomienda realizar pruebas de laboratorio al compuesto reciclado para evaluar la resistencia del mismo.

Referencias Bibliográficas

Acebri. (s,f). *Pagina*. Recuperado de: <https://www.cebri.com/>

Aclimate Colombia. (s,f). *¿Qué es la Huella de Carbono?*. Recuperado de:

<http://www.aclimatecolombia.org/huella-de-carbono/>

Ambarplus. (s,f). *Micro plasticos*. Recuperado de: <https://ambarplus.com/microplasticos/>

Ambientes Casablanca. (2019). *Muestra de catálogo de productos Ladrillera Casablanca*.

Recuperado de: <http://grupoanalista1.blogspot.com/2015/04/resena-historica-ladrillera-casablanca-s.html> <https://www.ambientescasablanca.com.co/>

Ambientum. (2019). *Datos sobre la contaminación que causa el plástico*. Recuperado de:

<https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/contaminacion-plastico.asp>

Andiker su Solución Constructiva (2018). *Muestra catálogo de productos Andiker, J 3000*.

Recuperado de: <http://andiker.com/>

Angel, B. (s,f). El concepto de innovación. Recuperado de: [file:///C:/Users/DELL/Downloads/94-](file:///C:/Users/DELL/Downloads/94-Texto%20del%20art%C3%ADculo-461-1-10-20140923.html)

[Texto%20del%20art%C3%ADculo-461-1-10-20140923.html](file:///C:/Users/DELL/Downloads/94-Texto%20del%20art%C3%ADculo-461-1-10-20140923.html)

Arapack. (2018). *¿Qué es el PET?*. Recuperado de: <https://www.arapack.com/faq/que-es-el-pet/>

Arcillas Competitivas. (2013). *Documento estratégico iniciativa arcillas competitivas*.

Recuperado de: [http://www.datacucuta.com/PDF/publicaciones-](http://www.datacucuta.com/PDF/publicaciones-externas/CLUSTER/ARCILLAS%20COMPETITIVAS/DOCUMENTO%20DE%20ESTRATEGIA.pdf)

[externas/CLUSTER/ARCILLAS%20COMPETITIVAS/DOCUMENTO%20DE%20ESTRA](http://www.datacucuta.com/PDF/publicaciones-externas/CLUSTER/ARCILLAS%20COMPETITIVAS/DOCUMENTO%20DE%20ESTRATEGIA.pdf)

[TEGIA.pdf](http://www.datacucuta.com/PDF/publicaciones-externas/CLUSTER/ARCILLAS%20COMPETITIVAS/DOCUMENTO%20DE%20ESTRATEGIA.pdf)

Arcillas de Colombia. (s,f). *Bloques y ladrillos*. Recuperado de:

<https://www.paginasamarillas.com.co/cucuta/servicios/adoquines-bloques-y-ladrillos>

Arcillas del Rosario. (2016). *Muestra de catálogo de productos ofertados del tejar de Arcillas del*

Rosario. Recuperado de: <https://directorio-empresas.einforma.co/informacion-empresa/tejar-arcillas-zuligres-sociedad-acciones-simplificadas>

Arcillas San Simón. (2018). *Muestra de productos Catalogo San Simón*. Recuperado de:

<http://www.arcillassansimon.com.co/>

Arcillas Zuligres. (2019). *Muestra de catálogo de productos Zuligres*. Recuperado de:

<https://kerllycastro.wixsite.com/arcillaszuligres/productos>

Arcillas Zuligres. (2019). *Tejar Arcillas Zuligres Sociedad Por Acciones Simplificadas*.

Recuperado de: <https://directorio-empresas.einforma.co/informacion-empresa/tejar-arcillas-zuligres-sociedad-acciones-simplificadas>

Arteplastica. (2019). *El plástico pet, ¿para qué se usa?*. Recuperado de: <https://arteplastica.es/el-plastico-pet-para-que-se-usa/>

ASTM Internacional. (2010). *Compuestos reforzados con polímeros*. Recuperado de:

https://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPMJ10/d3005_spmj10.html

Biocirculo. (s,f). *Productos*. Recuperado de: <https://www.biocirculo.com/productos>

Cage, J. (2009). *Teoría de Peter Drucker: “Innovación... Innovación... ¡Solo innovación!*

IGNIUS Bussiness Renovation. Recuperado de: <http://ignius.com.mx/teoria-peter-drucker-innovación-innovación-solo-innovación/>

Cámara de Comercio de Cúcuta. (2016). *Clúster de cerámica de Norte de Santander*. Cúcuta: Cámara de Comercio.

Cámara de Comercio de Cúcuta. (2016). *Descripción del Clúster de Cerámica de Norte de Santander*. Recuperado de: <http://www.datacucuta.com/index.php/cluster/arcillas-competitivas/554-descripcion>

Canales Sectoriales Interempresas. (2019). *Innegra el nuevo refuerzo en la industria de los materiales compuestos*. Recuperado de: <https://www.interempresas.net/Aeronautica/Articulos/244627-Innegra-el-nuevo-refuerzo-en-la-industria-de-los-materiales-compuestos.html>

Cedrón, J.; Landa, V. & Robles, J. (2011). *Química general 8.2. Polímeros*. Recuperado de: <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/82-polimeros.html>

Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad en el Sureste. (2013). *¿Qué es sustentabilidad?* Recuperado de: <http://ccgss.org/sustentabilidad/>

Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. (2017). *Efecto invernadero*. Recuperado de: http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=99&Itemid=342&lang=es

Cerámica Andina Ltda. (2019). *Portafolio digital Cerámica Andina en Procolombia..* Recuperado de: <https://catalogo.procolombia.co/es/ceramica-andina-ltda-653>

Cerámica de Norte de Santander. (2012). *Documento del clúster*. Cúcuta: Cerámica de Norte de Santander.

Cerámica Italia. (2016). *Tras mayor cuota del sector constructor*. Recuperado de:

<http://www.portafolio.co/negocios/ceramica-italia-tras-mayor-cuota-del-sector-constructor-499644>

Ceramicas Cristalvi. (2019). *Muestra de catálogo de productos Cristalvi*. Recuperado de:

<https://ceramicascristalvi.wixsite.com/cristalvi/ambientes>

Chile Cubica. (s,f). *Definiciones de PET-PEAD-PP-PVC*. Recuperado de:

<https://www.chilecubica.com/vocabularios-definiciones/pet-pead-pp-pvc/>

Coca-Cola. (s,f). *Compromiso empresarial para el reciclaje en Colombia*. <https://journey.coca-cola.com/historias/cempre-compromiso-empresarial-para-el-reciclaje-en-colombia>

Coenplas. (s,f). *Pagina*. Recuperado de: <http://coenplas.com.co/>

Concepto. (s,f). *Recursos renovables*. Recuperado de: <https://concepto.de/recursos-renovables/>

Conciencia Eco. (2012). *Qué es el reciclaje? revista digital sobre cultura ecológica*. Recuperado de: <https://www.concienciaeco.com/2012/08/21/que-es-el-reciclaje/>

Consejo Nacional de Producción Limpia, Gobierno de Chile. (s,f). *¿Qué es producción limpia?*.

Recuperado de: <http://www.cpl.cl/QueEsProduccionLimpia/>

Construdata. (s,f). *Diagnostico de ladrillos*. Recuperado de: <http://ejearcillas.com/panorama-de-la-arcilla>

<http://www.construdata.com/BancoConocimiento/L/ladrillosdiagnostico/ladrillosdiagnostico.asp>

Corplas. (s,f). *Pagina*. Recuperado de: <https://www.corplas.com/>

Cortes, F. (2016). *Sustentabilidad vs Sostenibilidad, ¿existen diferencias?* INALDE. Bogotá:

Universidad de la Sabana.

Cuatro Ventajas de la Producción más Limpia. (2013). *Teorema ambiental, revista técnico ambiental*. Recuperado de: <http://www.teorema.com.mx/colaboraciones/cuatro-ventajas-de-la-produccion-mas-limpia/>

Diario Crónica. (2019). *El Ecodesarrollo*. Recuperado de:

<https://cronica.com.ec/2015/05/20/6058-el-ecodesarrollo/>

Diario de Sevilla. (2014). *Arquitectura desarrolla nuevos materiales de arcilla sin cocción*.

Recuperado de: https://www.diariodesevilla.es/sevilla/Arquitectura-desarrolla-materiales-arcilla-coccion_0_869913133.html

Diario el Espectador. (2018). *Estas son las diez compañías que llenan el mundo de plástico según*

Greenpeace. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/estas-son-las-diez-companias-que-llenan-el-mundo-de-plastico-segun-greenpeace-articulo-818596>

Diario el Espectador. (2018). *¿Cuántos kilos de plástico se consumen en Colombia?*. Recuperado

de: <https://www.elespectador.com/noticias/actualidad/cuantos-kilos-de-plastico-se-consumen-en-colombia-articulo-823132>

Diario la Republica. (2016). *Las 10 compañías que le apuestan al reciclaje*. Recuperado de:

<https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/las-10-companias-que-le-apuestan-al-reciclaje-2382771>

Dicoplast. (s,f). *Pagina*. Recuperado de: <https://dicoplast.com.co/>

Disnorte-Dissur. (2016). *¿Qué es la eficiencia energética, y para qué sirve?* Recuperado de:

<http://www.disnorte-dissur.com.ni/que-es-la-eficiencia-energetica-y-para-que-sirve.html>

Doku, K. (2016). *El peso del reciclaje. En: el Heraldo. Barranquilla*. Recuperado de:

<https://www.elheraldo.co/local/el-peso-del-reciclaje-203886>

Eco Inteligencia. (2018). *20 tips sobre la contaminación que causa el plástico y que no te*

dejarán indiferente. Recuperado de: <https://www.ecointeligencia.com/2018/04/tips-contaminacion-plastico/>

Ecobot. (s,f). *Sobre ecobot*. Recuperado de: <https://www.ecobot.com.co/sobre-ecobot>

Ecología. (s,f). *Cuidado y protección del medio ambiente: El problema de los residuos y su*

solución. Recuperado de: <http://www.planetica.org/el-problema-de-los-residuos-y-su-solucion>

Ecoplas de Colombia. (s,f). *Pagina*. Recuperado de: <http://www.ecoplasdecolombia.com/>

Ekored. (s,f). *Pagina*. Recuperado de: <http://www.ekored.co/>

El Espectador. (2016). *Una ladrillera que logró disminuir sus emisiones contaminantes. Medio*

ambiente. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/es-el-momento-de-los-que-transforman/noticias/medio-ambiente/una-ladrillera-que-logro-disminuir-sus-emisiones-contaminantes-articulo-652078>

El Financiero. (2015). *Contaminación por el plástico*. Recuperado de:

<http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/contaminacion-por-el-plastico.html>

El Telegrafo. (2016). *El desarrollo sustentable*. Recuperado de:

<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/columnistas/1/el-desarrollo-sustentable>

El Tiempo. (2003). *El reciclaje de las basuras llegó a Cúcuta*. Recuperado de:

<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-971861>

El Tiempo. (2015). *La contaminación le cuesta a Colombia el 4,1 por ciento del PIB*.

Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/salud/estudio-demuestra-el-costo-de-la-contaminacion-en-colombia-es-del-4-1-por-ciento-del-pib-143504>

El Tiempo. (2017). En Cúcuta construye planta para generar energías con las basuras.

Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/construyen-planta-de-tratamiento-para-generar-energias-con-las-basuras-118322>

Escrig, D. (2008). *El impacto ambiental de las actividades industriales: el cambio necesario*.

Tesis de grado. Universidad Internacional de Andalucía. Andalucía, España. Recuperado de: <http://repositorio.biblioteca.unia.es/bitstream/handle/10334/2520/06escrig.pdf?sequence=1>

Escuela de negocios. (2007). *La innovación como herramienta de transformación empresarial*.

Recuperado de: <file:///C:/Users/DELL/Downloads/componente12171.pdf>

Espitia, M; Sjogreen, C; Rodríguez, N; Calderón, J; Benavides, A; Peraza, P; et al. (2016).

Caracterización Física y mecánica de fibras de *Guadua angustifolia* 'Kunth' provenientes de Colombia. *Revista UIS Ingenierías*, 17(2), 33-40.

Gálvez, F; Sanchez, J. & Peña, G. (2009). *Comportamiento de las arcillas del área metropolitana de Cúcuta sometidas a proceso de moldeo por extrusión*. Tesis de grado. Universidad

Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Colombia.

- García, L. (2006). *Teoría del Desarrollo Sostenible y Legislación Ambiental Colombiana: una reflexión cultural*. Barranquilla: Universidad de Barranquilla.
- Glosarios. (2020). *Servidor alicante*. Recuperado de: <https://glosarios.servidor-alicante.com/>
- Gómez, J. (2016). *Diagnóstico del impacto del plástico - botellas sobre el medio ambiente: un estado del arte*. Tesis de grado. Universidad Santo Tomás. Facatativá, Cundinamarca.
- Grantadesign. (s,f). *Pagina*. Recuperado de: <http://www.grantadesign.com>
- Green Peace. (s,f). *Datos sobre la producción de plásticos*. Recuperado de: <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>
- Gutierrez, E. (2007). *De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable. Historia de la construcción de un enfoque multidisciplinario*. Nuevo León México: Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey,
- Iberplast. (s,f). *Cumplimiento del marco legal ambiental aplicable*. Recuperado de: <https://www.iberplast.com.co/>
- Incolgres LTDA. (2019). *Muestra de catálogo de productos Incolgres LTDA*. Recuperado de: <https://www.iglobal.co/colombia/cucuta/incolgres-ltda>
- Industrias JQ plásticos de ingeniera. (2016). *PET*. Recuperado de: <http://www.jq.com.ar/imagenes/productos/pet/dtecnicos/propiedades.htm>
- Industrias JQ. (2020). *Contenido técnico*. Recuperado de: <http://www.jq.com.ar/info-pet.html#contenido-tecnico>

Ingemecanica. (s,f). *Estudio de los Materiales Compuestos*. Recuperado de:

<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn114.html>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2016). *Norma Técnica Colombiana*

NTC. 4205. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/65185190/NORMA-TECNICA-COLOMBIANA-NTC-4205>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2016). *Norma Técnica Colombiana*

NTC 3205. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/226788836/NTC3205>

Isoplasticos. (s,f). *Proceso de creación – fabricación de la pieza plástica*. Recuperado de:

<https://www.isoplasticos.com/home.html>

La Fattoria. (2019). *Red Cluster*. Recuperado de: [file:///C:/Users/hogar/Downloads/279335506-](file:///C:/Users/hogar/Downloads/279335506-Directorio-Arcillas-Competitivas.pdf)

[Directorio-Arcillas-Competitivas.pdf](file:///C:/Users/hogar/Downloads/279335506-Directorio-Arcillas-Competitivas.pdf)

La Opinión. (2018). *Cúcuta recicla solo el 6 por ciento de su basura*. Recuperado de:

<https://www.laopinion.com.co/cucuta/cucuta-recicla-solo-el-6-por-ciento-de-su-basura-154698#OP>

La Opinión. (2019). *Sector de la arcilla se reinventa con nuevos productos*. Recuperado de:

<https://www.laopinion.com.co/economia/sector-de-la-arcilla-se-reinventa-con-nuevos-productos-173812#OP>

Laboratorio de Materiales U.F.P.S, (s,f). *Ensayo de la resistencia mecánica a la flexión*. Cúcuta:

UFPS.

Ladrillera El Topacio. (2019). *Muestra de catálogo de productos Ladrillera el Topacio*.

Recuperado de: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis146.pdf>

Ladrillera GRESCO NS ltda.. (2019). *Muestra catálogo de productos Gresco N.S.Ltda*.

Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/346552797/Periodico-de-Las-Oportunidades-Norte-de-Santander-v2>

Ladrillera Merkagres de Colombia Ltda. (2017). *Muestra de productos catalogo Merkagres*.

Recuperado de: <https://www.ladrillera merkagres.com/>

Ladrillera Norman. (2019). *Muestra de catálogo de productos Ladrillera Norman*. Recuperado

de: <https://empresite.eleconomistaamerica.co/LADRILLERA-NORSAN-LTDA.html>

<https://www.ladrilleranorsan.com/#1911128983>

Ladrillera Ocaña. (s,f). *Muestra de catálogo de productos Ladrillera Ocaña*. Recuperado de:

<http://viveocana.com/ladrillera-ocana-una-empresa-modelo-en-la-region/>

<https://www.laopinion.com.co/economia/ladrillera-ocana-fue-reconocida-como-una-de-las-mejores-del-pais-101453#OP>

Ladrillera Sigma. (s,f). *Muestra de Catálogo de productos de Ladrillera Sigma*. Recuperado de:

<https://directorio-empresas.einforma.co/informacion-empresa/tejar-arcillas-zuligres-sociedad-acciones-simplificadas>

Lagos, J. (2016). *Colombia: Productor de Arcilla*. Recuperado de: [https://prezi.com/ynqrvv-](https://prezi.com/ynqrvv-5rdsk/colombia-productor-de-arcilla/)

[5rdsk/colombia-productor-de-arcilla/](https://prezi.com/ynqrvv-5rdsk/colombia-productor-de-arcilla/)

Levy, D. (2014). *Análisis Industrial y Competitivo de la Arcilla*. Recuperado de:

<https://es.slideshare.net/scourge/anlisis-industrial-y-competitivo-de-la-arcilla>

Martinez, A. & Cote, M. (2014). Diseño y Fabricación de Ladrillo Reutilizando Materiales a Base de PET,” *Ing E Cuc*, 10(2), 76–80.

McAlbo.com. (s,f). *Plástico para paletizar*. Recuperado de:

<https://www.mcalbo.com/Plastico%20de%20paletizar.html>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). Norma de Calidad del aire.

Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/59-Resoluci%C3%B3n%20601%20de%202006%20-%20calidad%20del%20aire.pdf>

Mogrovejo, J; Bastos, L. & Pabón, J. (2015). Impacto económico del sector cerámico en San José de Cúcuta (Colombia). *Universidad & Empresa*, 17(29), 1.

Montoya, O. (2004). *Shumpeter, innovación y determinismo tecnológico*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

Morales, M; Ortiz, C. & Arias, M. (s,f). Factores determinantes de los procesos de innovación: una mirada a la situación en Latinoamérica. *Revista Scielo*. 72. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/eaa/n72/n72a10.pdf>

Naval Composites. (2016). *Conceptos de los Materiales Compuestos*. Recuperado de:

<https://www.navalcomposites.com/materiales-compuestos>

Naval Composites. (s,f). *Materiales compuestos*. Recuperado de:

<http://www.navalcomposites.com/materiales-compuestos/>

Occiplast. (s,f). *Tapas* Recuperado de: <http://www.occiplast.com/procesos.html>

Pachón, Y. (2007). *Plan de negocios para una empresa recicladora de plástico PET, en la ciudad de Bogotá D.C.* Tesis de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogota, Colombia.

Paraplasticos S.A.S. (s,f). *Pagina*. Recuperado de: <http://paraplasticos.com/>.

Petpack. (s,f). *Pagina*. Recuperado de: <http://www.petpack.com.co/>

Plaspet. (s,f). *Pagina*. Recuperado de: <http://www.plaspet.com.co/>

Plastank Colombia. (s,f). *Pagina*. Recuperado de:

<https://www.plastankcolombia.com/#1962023196>

Plastico. (s,f). *Pagina*. Recuperado de: <http://www.plastico.com/temas/En-Colombia,-el-reciclaje-de-PET-botella-a-botella-tiene-futuro+3089010%20https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-2495764>

Portafolio. (2019). *Cerámica Italia, tras mayor cuota del sector constructor*. Recuperado de: <https://www.portafolio.co/negocios/ceramica-italia-tras-mayor-cuota-del-sector-constructor-499644>

Portal Educativo Conectando Neuronas. (s,f). *Recursos naturales renovables y no renovables*. Recuperado de: <https://www.portaleducativo.net/cuarto-basico/642/recursos-naturales-renovables-y-no-renovables>

Portal Vida Sana. (s,f). *Reciclaje recreativo: Cuanto tarda el plástico en descomponerse*. Recuperado de: <https://www.portalvidasana.com/cuanto-tarda-el-plastico-en-descomponerse.html>

Portillo, A. (2014). *Efectos de la adición de polvos de cascarilla de arroz en las propiedades mecánicas y térmicas de un material compuesto a base de polvos de arcilla atomizados, elaborados por proceso de extrusión*. Tesis de Maestría. Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, Colombia.

Procolombia. (2019). *Materiales de construcción*. Recuperado de:

<https://compradores.procolombia.co/es/explore-oportunidades/materiales-de-construccion-0>

Quimica.ES. (2020). *Biocompuesto*. Recuperado de:

<https://www.quimica.es/enciclopedia/Biocompuesto.html>

Quiminet. (2006). *¿Qué son las arcillas?*. Recuperado de:

<https://www.quiminet.com/articulos/que-son-las-arcillas-10078.htm>

Quiminet. (2006). *Clasificación de las arcillas*. Recuperado de:

<https://www.quiminet.com/articulos/clasificacion-de-las-arcillas-2561507.htm>

QUiminet.com. (2006). *¿Qué son las arcillas?* Recuperado de:

<https://www.quiminet.com/articulos/que-son-las-arcillas-10078.htm>

Ramírez, A; Sánchez, J. & García, A. (2004). El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista del Centro de Investigación*, 6(21), 55-59.

RCN Radio. (2019). *Humanos ya consumimos los recursos naturales*. Recuperado de:

<https://www.rcnradio.com/recomendado-del-editor/los-humanos-ya-consumimos-los-recursos-naturales-de-todo-el-2019>

<https://www.oei.es/historico/decada/accion.php?accion=8>

Reciclario. (s,f). *Polipropileno O PP (5)*. Recuperado de: <http://reciclario.com.ar/indice/plastico-2/polipropileno-o-pp-5/>

Resinex. (s,f). *PE, Polietileno*. Recuperado de:

Revista BBC Mundo. (2019). *5 gráficos para entender por qué el plástico es una amenaza para nuestro planeta*. Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-42304901>

Revista Contraluz. (2014). Rellenos sanitarios. Cúcuta, Pamplona y Ocaña todavía tienen vida útil. Recuperado de: <http://contraluzcucuta.co/articulos/rellenos-sanitarios-cucuta-pamplona-y-ocana-todavia-tienen-vida-util/>

Revista Dinero. (2015). Colombia le apuesta a la ciencia, tecnología e innovación para alcanzar el desarrollo. Recuperado de: <http://www.dinero.com/edicion-impres/pymes/articulo/inversiones-ciencia-tecnologia-innovacion-colombia/212458>

Revista Dinero. (2017). *La empresa cucuteña Cerámica Italia va rumbo a Centro América*. Recuperado de: <https://www.dinero.com/edicion-impres/negocios/articulo/ceramica-italia-proyecta-planes-de-negocio-en-centro-america/242012>

Revista Ecoguía. (s,f). *Postes de bioaglomerados, proyecto ganador de Piensa Verde*. Recuperado de: <https://www.revistaecoguia.com/protagonista/2593-postes-de-bioaglomerados-proyecto-ganador-de-piensa-verde>

Revista Semana. (2013). *Pisos y paredes: Pisando duro*. Semana. Recuperado de: <http://www.semana.com/100-empresas/articulo/pisando-duro/342893-3>

- Revista Semana. (2016). *Un plástico amigable pero no inofensivo. Actualización negocios verdes*. Recuperado de: <http://sostenibilidad.semana.com/negocios-verdes/articulo/plastico-pet-un-amigable-pero-no-inofensivo/36282>
- Revista Semana. (2019). *En Colombia, por cada 10 botellas plásticas que salen al mercado solo se reciclan 3*. Recuperado de: <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/que-sucedo-con-el-reciclaje-de-botellas-pet-en-colombia/46691>
- Revuelta. (2020). *Peso Bruto, Tara y Neto*. Recuperado de: <http://www.revuelta.com.mx/basculas-y-soluciones-de-pesaje/centro-de-informacion/peso-bruto,-tara-y-neto>
- Ripley Believes. (s,f). *Ripley Believes Leading Exporters of Clay*. Recuperado de: <https://es.ripleybelieves.com/leading-exporters-of-clay-11152>
- Rocas y Minerales. (2016). *Arcilla*. Recuperado de: <https://www.rocasyminales.net/arcilla/>
- Santamaria, R. (2015). *Caracterización de material compuesto PET-Vidrio*. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- Secretaría del Ozono. (s,f). *Manual del convenio de Viena para la protección de la capa de ozono*. Recuperado de: <http://ozone.unep.org/es/manual-del-convenio-de-viena-para-la-proteccion-de-la-capade-ozono>
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (2000). *Estudio de caracterización de la industria arcillera mesa sectorial de minería*. Cúcuta: SENA.

Significados. (s,f). *¿Qué son recursos no renovables?*. Recuperado de:

<https://www.significados.com/recursos-no-renovables/>

Smplasticos. (s,f). *Pagina*. Recuperado de: <https://www.smplasticos.com/>

Soporte de Minitab 18. (2019). *¿Qué es un diseño de mezclas?*. Recuperado de:

<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/doe/supporting-topics/mixture-designs/what-is-a-mixture-design/>

Suarez, B. (2018). *Caracterización físico-mecánica de biocompuestos a partir de fibras de guadua (Angustifolia Kunth) con polímeros como sustituto de material de construcción.*

Recuperado de:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24124/1/ESTUDIO%20DE%20LA%20RESISTENCIA%20MEC%C3%81NICA%20DEL%20CONCRETO%20REFORZADO%20CON%20FIBRAS%20DE%20GUADUA%20ANGUSTIFOLIA%20KUNT.pdf>

Superintendencia de Sociedades. (2010). *Jurisprudencia*. Recuperado de:

<https://catalogo.procolombia.co/es/ceramica-andina-ltda-653>

T13. (s,f). *Los beneficios que aporta el plástico PET para el reciclaje*. Recuperado de:

<https://www.t13.cl/noticia/negocios/Los-beneficios-que-aporta-el-plastico-PET-para-el-reciclaje>

Técnica Industrial. (2010). *Ladrillos de lana y arcilla, nueva fórmula para conseguir una construcción más sostenible*. Recuperado de: [http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-](http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-3786-ladrillos-lana-arcilla--nueva-formula-construccion-sostenible.aspx)

[3786-ladrillos-lana-arcilla--nueva-formula-construccion-sostenible.aspx](http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-3786-ladrillos-lana-arcilla--nueva-formula-construccion-sostenible.aspx)

Tecnología de los Plásticos. (2012). *Polietileno (PE)*. Recuperado de:

<https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>

Tecno-polímeros Blog. (2011). *Tipos de polímeros*. Recuperado de:

<http://tecnopolimeros.blogspot.com.co/2011/03/tipos-de-polimeros.html>

Tejar de Pescadero. (2019). *Muestra de catálogo de productos Tejar de Pescadero*. Recuperado

de: <http://www.pescadero.com.co/teja-plana.html>

Tejar Los Vados. (2019). *Muestra de catálogo de productos Tejar Los Vados*. Recuperado de:

<http://tejarlosvados.blogspot.com/>

Tejar Margres. (s,f). *Muestra catálogo de productos de Margres y sus especificaciones*.

Recuperado de: <http://www.tejarmargres.com/web/>

Tejar Santa Rosa Ltda. (2019). *Muestra de catálogo de productos*. Recuperado de:

<http://tejarsantarita.blogspot.com/>

Tejar Santa Teresa. (s,f). *Muestra de catálogo de productos Tejar Santa Teresa*. Recuperado de:

<https://2675-co.all.biz/>

Tejas Santa Rita. (2019). *Muestra de catálogo de productos Tejar Santa Rita*. Recuperado de:

[https://www.google.com/search?q=Tejas+Santa+Rita.+\(2019\).+Muestra+de+cat%C3%A1logo+de+productos+Tejar+Santa+Rita&rlz=1C1AOHY_esCO789CO789&oq=Tejas+Santa+Rita.+\(2019\).+Muestra+de+cat%C3%A1logo+de+productos+Tejar+Santa+Rita&aqs=chrome..69i57.256j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Tejas+Santa+Rita.+(2019).+Muestra+de+cat%C3%A1logo+de+productos+Tejar+Santa+Rita&rlz=1C1AOHY_esCO789CO789&oq=Tejas+Santa+Rita.+(2019).+Muestra+de+cat%C3%A1logo+de+productos+Tejar+Santa+Rita&aqs=chrome..69i57.256j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

Tellez, A. (2012). *La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de la política pública en Bogotá*. Tesis de investigación. Instituto de Estudios Ambientales IDEA.

Tendencias. (2017). *La empresa cucuteña Cerámica Italia va rumbo a Centro América*.

Recuperado de: <http://www.dinero.com/edicion-impresas/negocios/articulo/ceramica-italia-proyecta-planes-de-negocio-en-centro-america/242012>

Universidad de Barcelona. (s,f). *Materiales*. Recuperado de: [https://www.eae.es/landing/masters-y-posgrados-full-](https://www.eae.es/landing/masters-y-posgrados-full-time?c=I91302M3C01&&gclid=CjwKCAjw2uf2BRBpEiwA31VZj6PVKsidzwUmRxMpjEd3R7_eRq4NbJAwK8RxtqEYT0pWiBaPqFycUBoC3uEQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds)

[time?c=I91302M3C01&&gclid=CjwKCAjw2uf2BRBpEiwA31VZj6PVKsidzwUmRxMpjEd3R7_eRq4NbJAwK8RxtqEYT0pWiBaPqFycUBoC3uEQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds](https://www.eae.es/landing/masters-y-posgrados-full-time?c=I91302M3C01&&gclid=CjwKCAjw2uf2BRBpEiwA31VZj6PVKsidzwUmRxMpjEd3R7_eRq4NbJAwK8RxtqEYT0pWiBaPqFycUBoC3uEQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds)

Universidad del Rosario. (2019). *Bogotá en Alerta Amarilla por contaminación ambiental*.

Recuperado de: <https://www.urosario.edu.co/Periodico-NovaEtVetera/Medio-Ambiente/Bogota-en-alerta-amarilla-por-contaminacion-ambie/>

ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de la arcilla

IDENTIFICACION	MV alta
% SILICE (SiO₂)	64,31
% ALUMINIO (Al₂O₃)	18,69
% HIERRO (Fe₂O₃)	4,43
% CALCIO (CaO)	0,07
% MAGNESIO (MgO)	0,59
% MANGANESO (MnO₂)	0,03
% SODIO (Na₂O)	0,09
% POTASIO (K₂O)	1,66
% TITANIO (TiO₂)	1,04
% AZUFRE (SO₃)	0,11
% BARIO (BaO)	0,12
% HIERRO Fe	3,1



Carlos A. Pedraza Navarro
 Analista Químico
 laboratorio@pescadero.com.co
 Tel. (57) (7) 5 82 8382 Ext. 120




Avenida 7A Calle 9 BN Zona Industrial
 Cúcuta, Colombia
www.pescadero.com.co





Anexo 2. Ficha técnica del PET

Industrias JQ

DATOS TÉCNICOS

POLIETILENTEREFTALATO				PET
PROPIEDADES MECANICAS A 23°C	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
PESO ESPECIFICO	gr/cm ³	D-792	53479	1.39
RESIST. A LA TRACC.(FLUENCIA / ROTURA)	Kg/cm ²	D-638	53455	900 / --
RES. A LA COMPRESION (1 Y 2 % DEF)	Kg/cm ²	D-695	53454	260 / 480
RESISTENCIA A LA FLEXION	Kg/cm ²	D-790	53452	1450
RES. AL CHOQUE SIN ENTALLA	Kg.cm/cm ²	D-256	53453	> 50
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	%	D-638	53455	15
MODULO DE ELASTICIDAD (TRACCION)	Kg/cm ²	D-638	53457	37000
DUREZA	Shore D	D-2240	53505	85 - 87
COEF. DE ROCE ESTATICO S/ACERO		D-1894		--
COEF. DE ROCE DINAMICO S/ACERO		D-1894		0.20
RES. AL DESGASTE POR ROCE				MUY BUENA
PROPIEDADES TERMICAS	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg.°C	C-351		0.25
TEMP. DE FLEXION B/CARGA (18.5Kg/cm ²)	°C	D-648	53461	75
TEMP. DE USO CONTINUO EN AIRE	°C			-20 a 110
TEMP. DE FUSION	°C			255
COEF. DE DILATACION LINEAL DE 23 A 100°C	por °C	D-696	52752	0.00008

COEF. DE CONDUCCION TERMICA	Kcal/m.h.°C	C-177	52612	0.25
PROPIEDADES ELECTRICAS	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
CONSTANTE DIELECTRICA A 60 HZ		D-150	53483	3,4
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 KHZ		D-150	53483	3,3
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 MHZ		D-150	53483	3,2
ABSORCION DE HUMEDAD AL AIRE	%	D-570	53472	0,25
RESISTENCIA SUPERFICIAL	Ohm	D-257	53482	> 10 a la 14
RESISTENCIA VOLUMETRICA	Ohms-cm	D-257	53482	> 10 a la 15
RIGIDEZ DIELECTRICA	Kv/mm	D-149		22
PROPIEDADES QUIMICAS	OBSERVACIONES			
RESISTENCIA A HIDROCARBUROS	BUENA			
RESISTENCIA A ACIDOS DEBILES A TEMP. AMBIENTE	BUENA			
RESISTENCIA A ALCALIS DEBILES A TEMP. AMBIENTE	BUENA			
RESISTENCIA A PROD. QUIMICOS DEFINIDOS	CONSULTAR			
EFEECTO DE LOS RAYOS SOLARES	ALGO LO AFECTAN			
APROBADO PARA CONTACTO CON ALIMENTOS	SI			
COMPORTAMIENTO A LA COMBUSTION	ARDE CON MEDIANA DIFICULTAD			
PROPAGACION DE LLAMA	MANTIENE LA LLAMA			
COMPORTAMIENTO AL QUEMARLO	GOTEA			
COLOR DE LA LLAMA	AMARILLO ANARANJADO TIZNADO			
OLOR AL QUEMARLO	AROMATICO DULCE			

Anexo 3. Resultado de análisis ensayos de Compresión de baldosines de cemento NTC 4017

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES					Código	FO-GA-06 / v 0
RESULTADO DE ANÁLISIS					No.	SA 013 -
FECHA		9 de abril de 2019		No. ORDEN DE SERVICIO		4477
INTERESADO		YENNY BAYONA		CALLE 3 # 2-09 TRIGAL DEL NORTE		
CEDULA/NIT		1.090.500.482		3209032447 CÓDIGO DE LA MUESTRA		
NOMBRE DEL PROYECTO PROYECTO DE GRADO MEZCLA PET Y ARCILLA						
NORMA ICONTEC No.		4017		No DE ENSAYOS		1 de 1
COMPRESIÓN DE POLIMEROS						
Muestra No		1-21 MARZO 60/40				
Diámetro en mm		72,76	Area en mm ²		4157,91	volumen cm ³ 640,61
Ho altura en mm		154,07	peso unitario en gr/cm ³		1,75	esfuerzo máx en Mpa 7,09
Peso de la probeta en gr.		1120,80	carga maxima en kN		29,94	esfuerzo max. en kg/cm ² 72,32
Deformación en mm	Carga KN	Area corregida en mm ²	% ε	esfuerzo Mpa	GRAFICO ESFUERZO vs % DEFORMACION UNITARIA	
0	0,00	0	0	0		
0,24	2,00	4164,39	0,16	0,480		
0,45	4,00	4170,08	0,29	0,959		
0,72	6,00	4177,42	0,47	1,436		
1,19	8,00	4190,25	0,77	1,909		
1,34	10,00	4194,36	0,87	2,384		
1,44	12,00	4197,11	0,93	2,859		
1,65	14,00	4202,89	1,07	3,331		
1,71	15,00	4204,54	1,11	3,568		
1,75	16,00	4205,64	1,13	3,804		
1,76	17,00	4206,47	1,15	4,041		
1,82	18,00	4207,57	1,18	4,278		
1,85	19,00	4208,40	1,20	4,515		
1,88	20,00	4209,23	1,22	4,751		
1,91	21,00	4210,06	1,24	4,988		
1,94	22,00	4211,01	1,26	5,224		
1,98	23,00	4212,00	1,28	5,461		
2,09	25,00	4215,04	1,36	5,931		
2,14	27,00	4216,43	1,39	6,404		
2,21	29,00	4218,37	1,43	6,875		
2,34	29,94	4222,04	1,52	7,092		
2,39	24,47	4223,43	1,55	5,794		
					deformacion en %	
ORIGINAL						
OBSERVACIONES:						
1, LAS MUESTRAS Y LA INFORMACIÓN SON SUMINISTRADAS POR: ELCLIENTE						
2, FECHA DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA IBERTEST : 29-feb.-16						
3, De la calidad de la muestra dependen los resultados						
Lic. JOSÉ JESÚS ASWEDO PAÉZ						
Analista - Asistente Laboratorio Resistencia de Materiales						


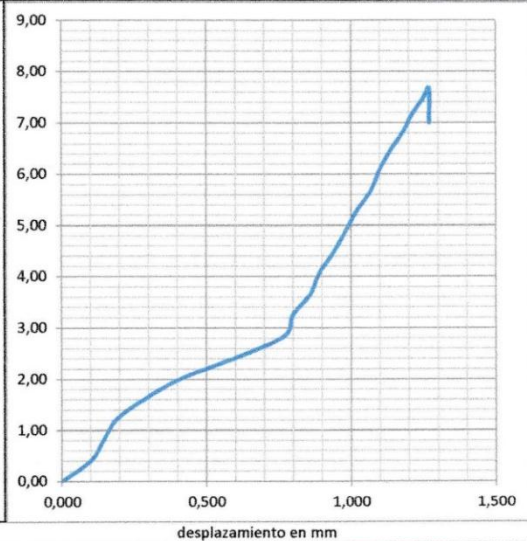
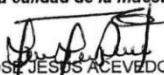
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES		Código	FO-GA-06 / v 0	
RESULTADO DE ANÁLISIS		No.	SA 013 -	
FECHA	9 de abril de 2019		No. ORDEN DE SERVICIO	4477
INTERESADO	YENNY BAYONA		CALLE 3 # 2-09 TRIGAL DEL NORTE	
CEDULA/NIT	1.090.500.482		3209032447	CÓDIGO DE LA MUESTRA
NOMBRE DEL PROYECTO PROYECTO DE GRADO MEZCLA PET Y ARCILLA				
NORMA ICONTEC No.	4017	No DE ENSAYOS	1	de 2
COMPRESIÓN DE POLIMEROS				
Muestra No	3-22MARZO SOL40/60			
Diámetro en mm	72,95	Area en mm ²	4179,66	volumen cm ³ 650,35
Ho altura en mm :	155,60	peso unitario en gr/cm ³	1,70	esfuerzo máx.en Mpa 6,13
Peso de la probeta en gr.	1105,30	carga maxima en kN	26,16	esfuerzo max. en kg/cm ² 62,52
Deformación en mm	Carga KN	Area corregida en mm ²	% ε	esfuerzo Mpa
0	0,00	0	0	0
0,19	2,00	4184,76	0,12	0,478
0,41	4,00	4190,69	0,26	0,954
0,75	6,00	4199,88	0,48	1,429
0,93	8,00	4204,77	0,60	1,903
1,49	10,00	4220,03	0,96	2,370
1,65	12,00	4224,41	1,06	2,841
1,77	14,00	4227,71	1,14	3,311
1,82	15,00	4229,08	1,17	3,547
1,88	16,00	4230,88	1,21	3,782
2,01	17,00	4234,31	1,29	4,015
2,09	18,00	4236,51	1,34	4,249
2,13	19,00	4237,62	1,37	4,484
2,43	20,00	4246,03	1,56	4,710
2,48	21,00	4247,26	1,59	4,944
2,87	22,00	4258,13	1,84	5,167
2,93	23,00	4259,80	1,88	5,399
2,98	24,00	4261,22	1,91	5,632
3,09	25,00	4264,27	1,98	5,863
3,17	26,00	4266,50	2,04	6,094
3,18	26,16	4266,86	2,04	6,131
3,23	18,60	4268,26	2,08	4,358
3,37	10,85	4382,09	2,17	2,477
GRAFICO ESFUERZO vs % DEFORMACION UNITARIA				
ORIGINAL				
OBSERVACIONES:				
1. LAS MUESTRAS Y LA INFORMACIÓN SON SUMINISTRADAS POR: EL CLIENTE				
2. FECHA DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA IBERTEST : 29-feb.-16				
3. De la calidad de la muestra dependen los resultados				
Lic. JOSÉ JESÚS ACEVEDO PÁEZ				
Analista - Asistente Laboratorio Resistencia de Materiales				

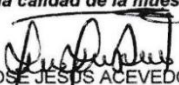
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES					Código	FO-GA-06 / v 0
RESULTADO DE ANÁLISIS					No.	SA 013 -
FECHA		9 de abril de 2019		No. ORDEN DE SERVICIO		4477
INTERESADO		YENNY BAYONA		CALLE 3 # 2-09 TRIGAL DEL NORTE		DIRECCION
CEDULA/NIT		1.090.500.482		3209032447		CÓDIGO DE LA MUESTRA
NOMBRE DEL PROYECTO PROYECTO DE GRADO MEZCLA PET Y ARCILLA						
NORMA I CONTEC No.		4017		No. DE ENSAYOS		1 de 6
COMPRESIÓN DE POLIMEROS						
Muestra No		1-31 MARZO SOL 50/50				
Diámetro en mm		72,84		Area en mm ²		4144,21 volumen cm ³ 624,16
Ho altura en mm :		150,61		peso unitario en gr/cm ³		1,66 esfuerzo máx.en Mpa 9,02
Peso de la probeta en gr.		1036,70		carga maxima en kN		37,92 esfuerzo max. en kg/cm ² 92,01
Deformación en mm	Carga KN	Area corregida en mm ²	% E	esfuerzo Mpa	GRAFICO ESFUERZO vs % DEFORMACION UNITARIA	
0	0,00	0	0	0		
0,13	2,00	4147,79	0,09	0,482		
0,24	4,00	4150,82	0,16	0,964		
0,33	6,00	4153,30	0,22	1,445		
0,40	8,00	4155,23	0,27	1,925		
0,46	10,00	4156,89	0,31	2,406		
0,52	12,00	4158,55	0,34	2,886		
0,57	14,00	4160,01	0,38	3,365		
0,65	16,00	4162,16	0,43	3,844		
0,69	18,00	4163,27	0,46	4,324		
0,74	20,00	4164,65	0,49	4,802		
0,79	22,00	4166,04	0,52	5,281		
0,96	24,00	4170,77	0,64	5,754		
1,00	26,00	4171,89	0,66	6,232		
1,08	28,00	4174,12	0,72	6,708		
1,40	30,00	4183,06	0,93	7,172		
1,63	32,00	4189,51	1,08	7,638		
1,89	34,00	4196,79	1,25	8,101		
1,91	35,00	4197,39	1,27	8,339		
1,95	36,00	4198,52	1,29	8,574		
2,09	37,92	4202,53	1,39	9,023		
2,21	34,52	4205,92	1,47	8,208		
2,37	31,38	4283,98	1,57	7,324		
					deformacion en %	
ORIGINAL						
OBSERVACIONES:						
1. LAS MUESTRAS Y LA INFORMACIÓN SON SUMINISTRADAS POR: EL CLIENTE						
2. FECHA DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA IBERTEST : 29-feb.-16						
3. De la calidad de la muestra dependen los resultados						
Lic. JOSÉ JESÚS ACEVEDO PÁEZ						
Analista - Asistente Laboratorio Resistencia de Materiales						


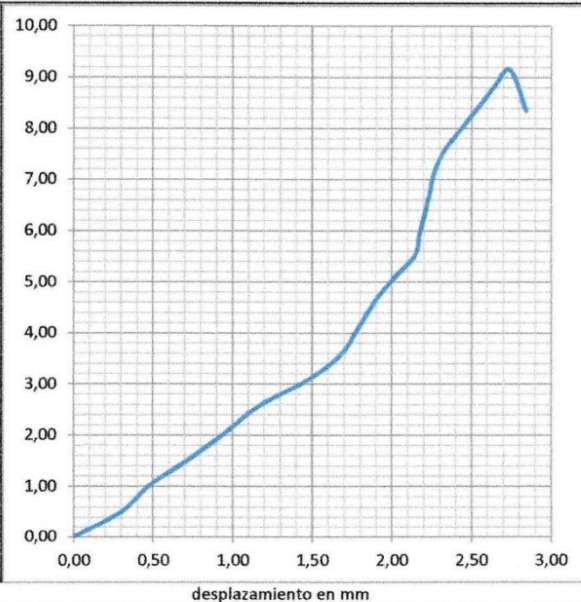
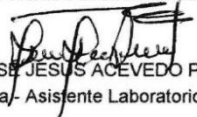
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES				Código	FO-GA-06 / v 0	
RESULTADO DE ANÁLISIS				No.	SA 013 -	
FECHA		9 de abril de 2019		No. ORDEN DE SERVICIO		4477
INTERESADO		YENNY BAYONA		CALLE 3 # 2-09 TRIGAL DEL NORTE		
CEDULA/NIT		1.090.500.482		3209032447 CÓDIGO DE LA MUESTRA		
NOMBRE DEL PROYECTO PROYECTO DE GRADO MEZCLA PET Y ARCILLA						
NORMA ICONTEC No.	4017	No DE ENSAYOS	1	de	1	
COMPRESIÓN DE POLIMEROS						
Muestra No		2-31 MARZO SOL 50/50				
Diámetro en mm	72,55	Area en mm ²	4133,95	volumen cm ³	609,14	
Ho altura en mm :	147,35	peso unitario en gr/cm ³	1,65	esfuerzo máx.en Mpa	8,56	
Peso de la probeta en gr	1005,20	carga maxima en kN	35,90	esfuerzo max. en kg/cm ²	87,28	
Deformación en mm	Carga kN	Area corregida en mm ²	% ε	esfuerzo Mpa	GRAFICO ESFUERZO vs % DEFORMACION UNITARIA	
0	0,00	0	0	0		
0,24	2,00	4140,68	0,16	0,483		
0,50	4,00	4148,01	0,34	0,964		
0,67	6,00	4152,81	0,45	1,445		
0,86	8,00	4158,19	0,58	1,924		
0,97	10,00	4161,32	0,66	2,403		
1,15	12,00	4166,44	0,78	2,880		
1,34	14,00	4171,85	0,91	3,356		
1,41	16,00	4173,85	0,96	3,833		
1,49	18,00	4176,14	1,01	4,310		
1,56	20,00	4178,14	1,06	4,787		
1,65	22,00	4180,72	1,12	5,262		
1,72	24,00	4182,73	1,17	5,738		
1,79	26,00	4184,74	1,21	6,213		
1,86	28,00	4186,75	1,26	6,688		
1,92	30,00	4188,48	1,30	7,163		
1,95	31,00	4189,34	1,32	7,400		
1,99	32,00	4190,49	1,35	7,636		
2,03	33,00	4191,64	1,38	7,873		
2,06	34,00	4192,51	1,40	8,110		
2,13	35,90	4194,58	1,45	8,559		
2,21	31,63	4196,89	1,50	7,537		
2,29	23,50	4268,68	1,55	5,505		
					ORIGINAL	
OBSERVACIONES:						
1, LAS MUESTRAS Y LA INFORMACIÓN SON SUMINISTRADAS POR: EL CLIENTE						
2, FECHA DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA IBERTEST : 29-feb.-16						
3, De la calidad de la muestra dependen los resultados						
Lic. JOSÉ SUSACÉVEDO PÁEZ						
Analista - Asistente Laboratorio Resistencia de Materiales						


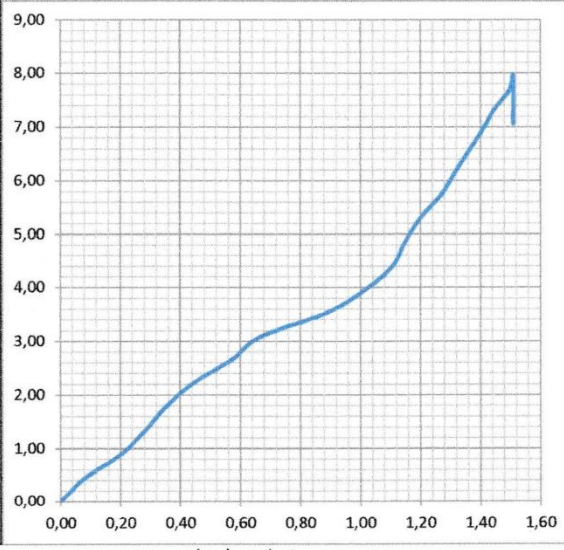
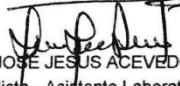
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES				Código	FO-GA-06 /v 0
RESULTADO DE ANÁLISIS				No.	SA 013 -
FECHA		9 de abril de 2019		No. ORDEN DE SERVICIO 4477	
INTERESADO		YENNY BAYONA		CALLE 3 # 2-09 TRIGAL DEL NORTE	
CEDULA/NIT		1.090.500.482		3209032447 CÓDIGO DE LA MUESTRA	
NOMBRE DEL PROYECTO PROYECTO DE GRADO MEZCLA PET Y ARCILLA					
NORMA ICONTEC No.		4017		No DE ENSAYOS 1 de 6	
COMPRESIÓN DE POLIMEROS					
Muestra No		3-7 ABRIL SOL 50/50			
Diámetro en mm		72,75		Area en mm ² 4156,77	
Ho altura en mm :		151,73		volumen cm3 630,71	
Peso de la probeta en gr.		1016,80		peso unitario en gr/cm ³ 1,61	
				carga maxima en kN 33,03	
				esfuerzo max. en kg/cm ² 79,46	
GRAFICO ESFUERZO vs % DEFORMACION UNITARIA					
Deformación en mm	Carga KN	Area corregida en mm ²	% E	esfuerzo Mpa	
0	0,00	0	0	0	
0,35	2,00	4166,38	0,23	0,480	
0,75	4,00	4177,39	0,49	0,958	
1,07	6,00	4186,15	0,70	1,433	
1,31	8,00	4192,93	0,86	1,908	
1,49	10,00	4197,95	0,98	2,382	
1,70	12,00	4203,82	1,12	2,855	
1,89	14,00	4209,15	1,24	3,326	
2,03	16,00	4213,08	1,34	3,798	
2,17	18,00	4217,02	1,43	4,268	
2,29	20,00	4220,35	1,51	4,739	
2,41	22,00	4223,79	1,59	5,209	
2,52	24,00	4227,05	1,66	5,678	
2,62	26,00	4229,74	1,73	6,147	
2,66	27,00	4230,90	1,75	6,382	
2,71	28,00	4232,29	1,78	6,616	
2,75	29,00	4233,42	1,81	6,850	
2,79	30,00	4234,56	1,84	7,085	
2,86	31,00	4236,55	1,88	7,317	
2,89	32,00	4237,40	1,90	7,552	
2,93	33,03	4238,62	1,93	7,792	
3,09	31,04	4243,18	2,04	7,315	
3,14	24,55	4344,27	2,07	5,651	
					ORIGINAL
OBSERVACIONES:					
1, LAS MUESTRAS Y LA INFORMACIÓN SON SUMINISTRADAS POR: EL CLIENTE					
2, FECHA DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA IBERTEST : 29-feb.-16					
3, De la calidad de la muestra dependen los resultados					
Lic. JOSÉ JESÚS ARCEVEDO PAÉZ					
Analista - Asistente Laboratorio Resistencia de Materiales					

Anexo 4. Resultado de análisis ensayos de Flexión de baldosines de cemento NTC 4017

 LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES RESULTADO DE ANÁLISIS		Código	FO-GA-06 / v 0	
		No	SA 013 -	
FECHA	9 de abril de 2019		No, ORDEN DE SERVICIO	4477
INTERESADO	YENNY BAYONA		CALLE 3 # 2-09 TRIGAL DEL NORTE DIRECCION	
CEDULA/NIT	1.090.500.482	###	CÓDIGO DE LA MUESTRA	
NOMBRE DEL PROYECTO PROYECTO DE GRADO MEZCLA PET Y ARCILLA				
NORMA ICONTEC No,	4017	No DE ENSAYOS	1	de 1
ENSAYO DE FLEXION EN POLIMEROS				
No MUESTRA	1-21-marzo-60 /40			
Ancho de la Probeta en (mm)	102,13	Longitud de la probeta (mm)	178	
Altura de la probeta en (mm)	11,65	F _{máx} Carga a la flexión (N)	472,00	
L- Luz entre soportes (mm)	150,00	Res. Máx. a la flexión (MPa)	7,66	
carga N	deformacion mm	Esfuerzo en Mpa	GRAFICO: ESFUERZO vs DESPLAZAMIENTO en mm 	
0,00	0,000	0,00		
25	0,100	0,41		
50	0,145	0,81		
75	0,190	1,22		
100	0,290	1,62		
125	0,420	2,03		
150	0,609	2,43		
175	0,769	2,84		
200	0,799	3,25		
225	0,859	3,65		
250	0,889	4,06		
275	0,939	4,46		
300	0,979	4,87		
325	1,019	5,28		
350	1,069	5,68		
375	1,099	6,09		
400	1,139	6,49		
420	1,179	6,82		
440	1,209	7,14		
460	1,249	7,47		
472	1,270	7,66		
431	1,270	7,00		
			ORIGINAL	
OBSERVACIONES:				
1, LAS MUESTRAS Y LA INFORMACIÓN SON SUMINISTRADAS POR: ELCLIENTE				
2, FECHA DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA IBERTEST : 29-feb.-16				
3, De la calidad de la muestra dependen los resultados				
 Lic. JOSÉ JESÚS ACEVEDO PAEZ Analista - Asistente Laboratorio Resistencia de Materiales				

LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES		Código	FO-GA-06 / v 0
RESULTADO DE ANÁLISIS		No	SA 013 -
FECHA	9 de abril de 2019	No. ORDEN DE SERVICIO	4477
INTERESADO	YENNY BAYONA	CALLE 3 # 2-09 TRIGAL DEL NORTE DIRECCION	
CEDULA/NIT	1.090.500.482	3209032447	CÓDIGO DE LA MUESTRA
NOMBRE DEL PROYECTO: PROYECTO DE GRADO MEZCLA PET Y ARCILLA			
NORMA ICONTEC No.	4017	No DE ENSAYOS	1 de 1
ENSAYO DE FLEXION EN POLIMEROS			
No MUESTRA	2-22-marzo-60-40		
Ancho de la Probeta en (mm)	100,77	Longitud de la probeta (mm)	178
Altura de la probeta en (mm)	11,42	F _{máx} Carga a la flexión (N)	566,00
L- Luz entre soportes (mm)	150,00	Res. Máx. a la flexión (MPa)	9,69
carga N	deformacion mm	Esfuerzo en Mpa	GRAFICO: ESFUERZO vs DESPLAZAMIENTO en mm
0,00	0,00	0,00	
25	0,080	0,43	
50	0,100	0,86	
75	0,190	1,28	
100	0,250	1,71	
125	0,320	2,14	
150	0,380	2,57	
175	0,480	3,00	
200	0,629	3,42	
225	0,649	3,85	
250	0,679	4,28	
280	0,719	4,79	
310	0,758	5,31	
340	0,789	5,82	
370	0,828	6,33	
400	0,859	6,85	
433	0,899	7,41	
466	0,929	7,98	
499	0,969	8,54	
532	0,999	9,11	
566	1,040	9,69	
514	1,05	8,80	
OBSERVACIONES:			ORIGINAL
1, LAS MUESTRAS Y LA INFORMACIÓN SON SUMINISTRADAS POR: ELCLIENTE			
2, FECHA DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA IBERTEST :			29-feb.-16
3, De la calidad de la muestra dependen los resultados			
 Lic, JOSÉ JESÚS ACEVEDO PAEZ Analista - Asistente Laboratorio Resistencia de Materiales			


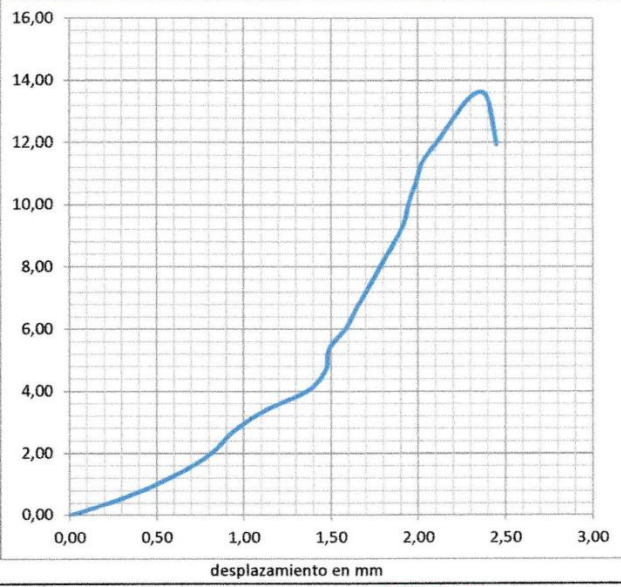

 LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES RESULTADO DE ANÁLISIS		Código	FO-GA-06 / v 0	
		No	SA 013 -	
FECHA	9 de abril de 2019		No, ORDEN DE SERVICIO	4477
INTERESADO	YENNY BAYONA		CALLE 3 # 2-09 TRIGAL DEL NORTE	
CEDULA/NIT	1.090.500.482	3209032447	CÓDIGO DE LA MUESTRA	DIRECCION
NOMBRE DEL PROYECTO				
PROYECTO DE GRADO MEZCLA PET Y ARCILLA				
NORMA ICONTEC No,	4017	No DE ENSAYOS	1	de 1
ENSAYO DE FLEXION EN POLIMEROS				
No MUESTRA	3-3-abril-60-40			
Ancho de la Probeta en (mm)	100,06	Longitud de la probeta (mm)	178	
Altura de la probeta en (mm)	10,48	F _{máx} Carga a la flexión (N)	447,00	
L- Luz entre soportes (mm)	150,00	Res. Máx. a la flexión (MPa)	9,15	
carga N	deformacion mm	Esfuerzo en Mpa	GRAFICO: ESFUERZO vs DESPLAZAMIENTO en mm 	
0,00	0,00	0,00		
25	0,300	0,51		
50	0,480	1,02		
75	0,729	1,54		
100	0,953	2,05		
125	1,159	2,56		
150	1,467	3,07		
175	1,680	3,58		
200	1,787	4,09		
225	1,888	4,61		
250	2,025	5,12		
270	2,145	5,53		
290	2,174	5,94		
310	2,208	6,35		
330	2,238	6,76		
350	2,268	7,17		
370	2,330	7,58		
390	2,432	7,98		
410	2,536	8,39		
430	2,640	8,80		
447	2,741	9,15		
408	2,842	8,35		
			ORIGINAL	
OBSERVACIONES:				
1, LAS MUESTRAS Y LA INFORMACIÓN SON SUMINISTRADAS POR: EL CLIENTE				
2, FECHA DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA IBERTEST : 29-feb.-16				
3, De la calidad de la muestra dependen los resultados				
 Lic, JOSÉ JESÚS ACEVEDO PAEZ Analista- Asistente Laboratorio Resistencia de Materiales				


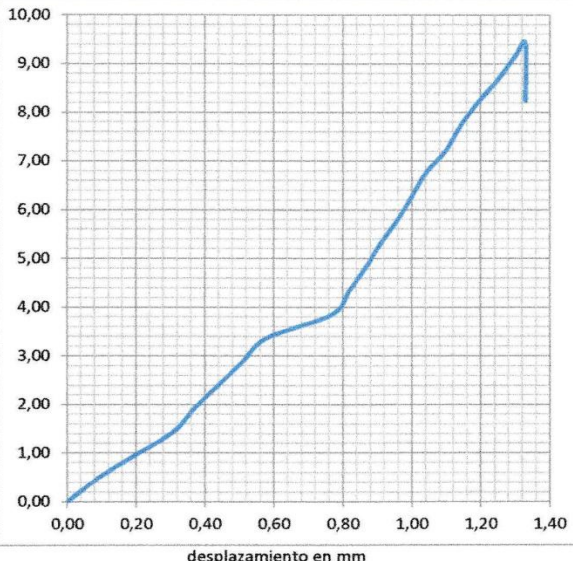
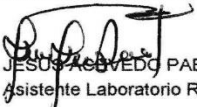
		LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES		Código FO-GA-06 /v 0	
		RESULTADO DE ANÁLISIS		No SA 013 -	
FECHA		9 de abril de 2019		No, ORDEN DE SERVICIO 4477	
INTERESADO		YENNY BAYONA		CALLE 3 # 2-09 TRIGAL DEL NORTE DIRECCION	
CEDULA/NIT		1.090.500.482 3209032447		CÓDIGO DE LA MUESTRA	
NOMBRE DEL PROYECTO PROYECTO DE GRADO MEZCLA PET Y ARCILLA					
NORMA ICONTEC No,		4017		No DE ENSAYOS 1 de 1	
ENSAYO DE FLEXION EN POLIMEROS					
No MUESTRA		1-26-marzo -50 /50			
Ancho de la Probeta en (mm)		99,85		Longitud de la probeta (mm) 178	
Altura de la probeta en (mm)		11,30		F _{máx} Carga a la flexión (N) 450,00	
L- Luz entre soportes (mm)		150,00		Res. Máx. a la flexión (MPa) 7,94	
carga N	deformacion mm	Esfuerzo en Mpa	<p style="text-align: center;">GRAFICO: ESFUERZO vs DESPLAZAMIENTO en mm</p> 		
0,00	0,00	0,00			
25	0,080	0,44			
50	0,200	0,88			
75	0,280	1,32			
100	0,350	1,76			
125	0,440	2,21			
150	0,570	2,65			
175	0,668	3,09			
200	0,889	3,53			
225	1,019	3,97			
250	1,109	4,41			
275	1,149	4,85			
300	1,199	5,29			
325	1,269	5,74			
350	1,318	6,18			
375	1,369	6,62			
400	1,419	7,06			
412	1,439	7,27			
424	1,469	7,48			
436	1,499	7,69			
450	1,510	7,94			
400	1,51	7,06			
			desplazamiento en mm		
			ORIGINAL		
OBSERVACIONES:					
1, LAS MUESTRAS Y LA INFORMACIÓN SON SUMINISTRADAS POR: EL CLIENTE					
2, FECHA DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA IBERTEST : 29-feb.-16					
3, De la calidad de la muestra dependen los resultados					
 Lic. JOSÉ JESÚS ACEVEDO PAEZ Analista - Asistente Laboratorio Resistencia de Materiales					

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER - DIVISIÓN SERVICIOS ACADÉMICOS

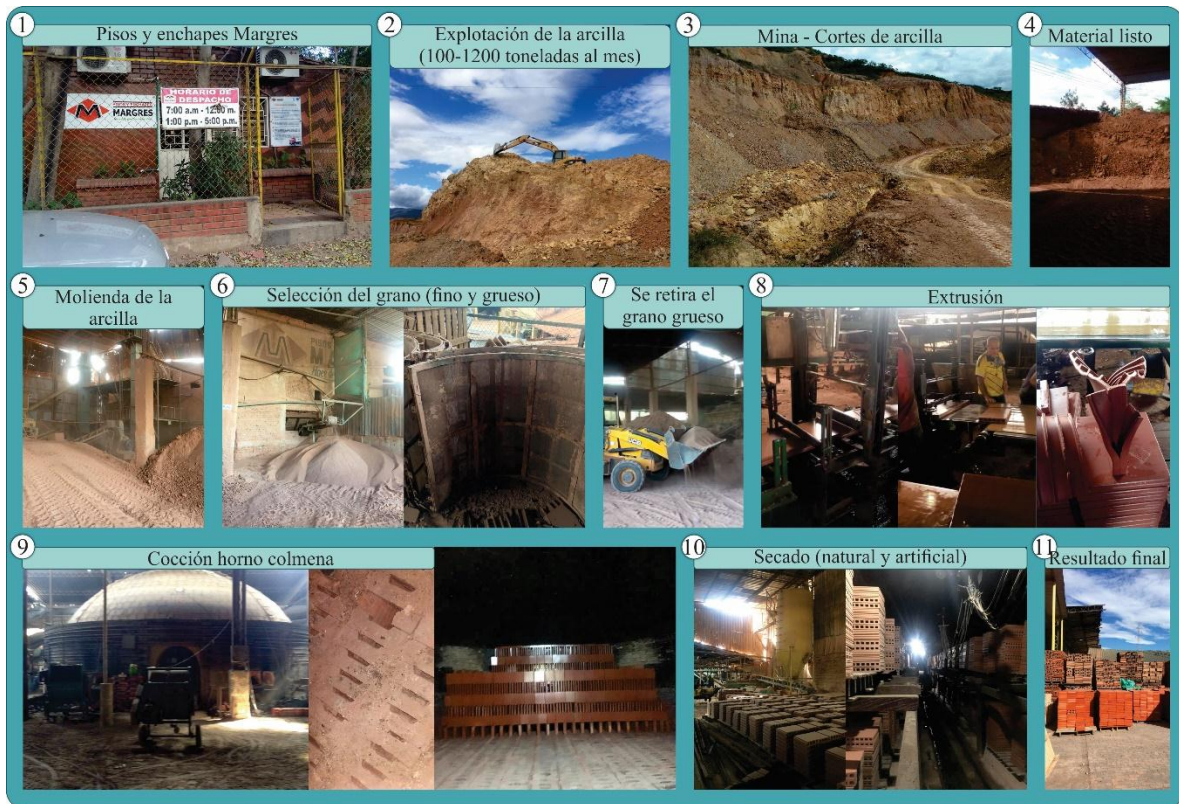
Avenida Gran Colombia No. 12 E - 96 B. Colsag, Telefax. 5753256 e-mail diseraca@motion.ufps.edu.co

CÚCUTA - COLOMBIA

 LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES RESULTADO DE ANÁLISIS		Código	FO-GA-06 / v 0		
		No	SA 013 -		
FECHA	9 de abril de 2019		No, ORDEN DE SERVICIO	4477	
INTERESADO	YENNY BAYONA		CALLE 3 # 2-09 TRIGAL DEL NORTE DIRECCION		
CEDULA/NIT	1.090.500.482		###	CÓDIGO DE LA MUESTRA	
NOMBRE DEL PROYECTO PROYECTO DE GRADO MEZCLA PET Y ARCILLA					
NORMA ICONTEC No.	4017	No DE ENSAYOS	1	de	1
ENSAYO DE FLEXION EN POLIMEROS					
No MUESTRA	3 abril 50/50				
Ancho de la Probeta en (mm)	99,96	Longitud de la probeta (mm)	178		
Altura de la probeta en (mm)	8,19	F _{máx} Carga a la flexión (N)	403,00		
L- Luz entre soportes (mm)	150,00	Res. Máx. a la flexión (MPa)	13,52		
carga N	deformacion mm	Esfuerzo en Mpa	GRAFICO: ESFUERZO vs DESPLAZAMIENTO en mm 		
0,00	0,00	0,00			
0	0,013	0,00			
20	0,359	0,67			
40	0,624	1,34			
60	0,816	2,01			
80	0,937	2,68			
100	1,115	3,36			
120	1,369	4,03			
140	1,471	4,70			
160	1,489	5,37			
180	1,587	6,04			
200	1,649	6,71			
220	1,719	7,38			
240	1,789	8,05			
260	1,858	8,72			
280	1,918	9,40			
300	1,948	10,07			
320	1,988	10,74			
340	2,028	11,41			
360	2,116	12,08			
400	2,290	13,42			
403	2,390	13,52			
356	2,450	11,95			
			ORIGINAL		
OBSERVACIONES:					
1, LAS MUESTRAS Y LA INFORMACIÓN SON SUMINISTRADAS POR: ELCLIENTE					
2, FECHA DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA IBERTEST : 29-feb.-16					
3, De la calidad de la muestra dependen los resultados					
 Lic. JOSÉ JESÚS ACEVEDO PAEZ Analista - Asistente Laboratorio Resistencia de Materiales					

 LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES RESULTADO DE ANÁLISIS		Código	FO-GA-06 / v 0	
		No	SA 013 -	
FECHA	9 de abril de 2019		No, ORDEN DE SERVICIO	4477
INTERESADO	YENNY BAYONA		CALLE 3 # 2-09 TRIGAL DEL NORTE DIRECCION	
CEDULA/NIT	1.090.500.482	3209032447	CÓDIGO DE LA MUESTRA	
NOMBRE DEL PROYECTO				
PROYECTO DE GRADO MEZCLA PET Y ARCILLA				
NORMA ICONTEC No,	4017	No DE ENSAYOS	1	de 1
ENSAYO DE FLEXION EN POLIMEROS				
No MUESTRA	3-3-abril 50/50			
Ancho de la Probeta en (mm)	94,81	Longitud de la probeta (mm)	178	
Altura de la probeta en (mm)	9,93	F _{máx} Carga a la flexión (N)	391,00	
L- Luz entre soportes (mm)	150,00	Res. Máx. a la flexión (MPa)	9,41	
carga N	deformacion mm	Esfuerzo en Mpa	GRAFICO: ESFUERZO vs DESPLAZAMIENTO en mm 	
0,00	0,00	0,00		
20	0,090	0,48		
40	0,200	0,96		
60	0,310	1,44		
80	0,370	1,93		
100	0,440	2,41		
120	0,510	2,89		
140	0,580	3,37		
160	0,769	3,85		
180	0,818	4,33		
200	0,866	4,81		
220	0,908	5,29		
240	0,957	5,78		
260	0,999	6,26		
280	1,039	6,74		
300	1,099	7,22		
320	1,139	7,70		
340	1,189	8,18		
360	1,249	8,66		
380	1,299	9,15		
391	1,33	9,41		
342	1,33	8,23		
OBSERVACIONES: 1, LAS MUESTRAS Y LA INFORMACIÓN SON SUMINISTRADAS POR: ELCLIENTE 2, FECHA DE CALIBRACIÓN DE LA MÁQUINA IBERTEST : 29-feb.-16 3, De la calidad de la muestra dependen los resultados  Lic. JOSÉ JESÚS ACOSTA PÁEZ Analista - Asistente Laboratorio Resistencia de Materiales				

Anexo 5. Trabajo de campo






Anexo 6. Encuestas ladrilleras

1. Tejar de Pescadero S.A.S. Av. 7 Cll. 9BN, Zona Industrial, Cúcuta



FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS ARCILLERAS		
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana	
	ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA:


NOMBRE DE LA EMPRESA: Tejar de Pescadero
NOMBRE DEL ENCUESTADO: Dolly R. Sabonal Urrut / Novaisa Pérez Enaga

1. ¿Cuál es su experiencia en años en este medio?
25 Años
2. ¿Cuál es el origen de su fuente de explotación (mina) y donde se encuentra localizada?
Mina Monte Verde - Monte Simi
3. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?
Si
Utilización de Equipos de Combustión para realizar una Combustión completa - Reforestación de Mina.
4. ¿Tienen algún área especializada en la búsqueda de nuevas técnicas de producción o materiales innovadores?
Si
5. ¿Tienen alguna técnica innovadora de producción? ¿Cuál/es?
Automatización de Procesos.
6. ¿Qué alcance tienen sus productos, a nivel local, regional, nacional e internacional?
Nacional 50% Local 10% Internacional 40%
7. ¿Qué medios utilizan para conocer las necesidades de la gente y poder satisfacerlas?
Encuestas - Análisis de Mercado
8. ¿Con qué frecuencia actualizan la gama de productos que ofrece su empresa?
 - a. Mensual
 - b. Trimestral
 - c. AnualSon constantes.

9. ¿Cuál considera que es el producto estrella de su empresa, y cuál es la cantidad de productos de los cuales dispone en su catálogo?
 Product Estrella: Tacholera 7x25, 10 referencias
10. Con la gama de productos que ofrece su empresa ¿Considera usted a su empresa competitiva?
 Sí
11. ¿Cuáles considera que son los criterios para lanzar o sacar del mercado un producto en su empresa?
 baja rotación, baja Productividad
12. ¿Considera importante tener un espacio en su empresa dedicado a la investigación de nuevos productos? ¿Por qué?
 Sí, ya que sin la Innovación no es posible competir en los diferentes mercados.
13. ¿Participa en congresos o foros regionales o nacionales con respecto a la arcilla y sus temas derivados?
 a. Sí
 b. No
 c. ¿Cuáles?
 Encuentro Internacional de la Arcilla
14. ¿Conoce o participa en proyectos de investigación relacionados con la arcilla en alguna academia?
 a. Sí
 b. No
 c. ¿Cuáles?
 CDEM (talleres de Investigación)
15. ¿Su empresa cuenta con programas para capacitar al personal en temas de vanguardia?
 a. Sí
 b. No
 c. ¿Cuáles?
 Participación en ferros nacionales (Exposiciones, Cersaie-Italia como internacional entre otras.

2. Tejar San Gerardo S.A.S. Avenida 6 #35-215, Cúcuta



FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS ARCILLERAS			
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana		
	ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA: Sep-13-2019	PAG: 1/2

NOMBRE DE LA EMPRESA: Tejar San Gerardo S.A.S
NOMBRE DEL ENCUESTADO: Ing. Sergio Colmenares DOM, MBA

1. ¿Cuál es su experiencia en años en este medio?
30 años
2. ¿Cuál es el origen de su fuente de explotación (mina) y donde se encuentra localizada?
Cúcuta
3. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?
Sí, aire comprimido y equipos periféricos
4. ¿Tienen algún área especializada en la búsqueda de nuevas técnicas de producción o materiales innovadores?
Sí, desarrollo de nuevos productos y arquitectura bioclimática
5. ¿Tienen alguna técnica innovadora de producción? ¿Cuál/es?
Semiautomatización de los procesos
6. ¿Qué alcance tienen sus productos, a nivel local, regional, nacional e internacional?
Todos los que menciona.
7. ¿Qué medios utilizan para conocer las necesidades de la gente y poder satisfacerlas?
Inteligencia competitiva
8. ¿Con qué frecuencia actualizan la gama de productos que ofrece su empresa?
 - a. Mensual
 - b. Trimestral otra : una vez / dos veces al año
 - c. Anual

9. ¿Cuál considera que es el producto estrella de su empresa, y cuál es la cantidad de productos de los cuales dispone en su catálogo?

Son 35 productos, solo 7 en línea, los demás
bajo pedido

10. Con la gama de productos que ofrece su empresa ¿Considera usted a su empresa competitiva?

En arquitectura BIO si, Los demás en línea
tradicional

11. ¿Cuáles considera que son los criterios para lanzar o sacar del mercado un producto en su empresa?

El análisis de la tendencia de consumo. Escuchar
al cliente

12. ¿Considera importante tener un espacio en su empresa dedicado a la investigación de nuevos productos? ¿Por qué?

Innovar es la salida.

13. ¿Participa en congresos o foros regionales o nacionales con respecto a la arcilla y sus temas derivados?

a. Si

b. No

c. ¿Cuáles?

Unicer y expocamacol

14. ¿Conoce o participa en proyectos de investigación relacionados con la arcilla en alguna academia?

a. Si

b. No

c. ¿Cuáles?

Propios y cofinanciados del gobierno nacional

15. ¿Su empresa cuenta con programas para capacitar al personal en temas de vanguardia?


a. Si

b. No

c. ¿Cuáles?

3. Pisos y enchapes Margres Cra. 16 #24-32 San José – Villa de Rosario



FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS ARCILLERAS			
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana		
	ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA:	PAG: 1/2

NOMBRE DE LA EMPRESA: Tejar Manjeres S.A.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Leandro Alexander Contreras Castro. jefe de producción

1. ¿Cuál es su experiencia como empresa en años en este medio?

→ La empresa cuenta con 25 años de experiencia -En sector cerámico

2. ¿Cuál es el origen de su fuente de explotación (mina) y donde se encuentra localizada?

→ El origen de la explotación es propia - Cuenta con dos licencias de explotación localizadas en Villa del Rosario.

3. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?

→ Se han realizado adecuación a los hornos colmenas en la mejora de sistema de inyección de aire y combustible para mejorar la combustión y disminuir material particulado

4. ¿Tienen algún área especializada en la búsqueda de nuevas técnicas de producción o materiales innovadores?

→ No actualmente.

5. ¿Tienen alguna técnica innovadora de producción? ¿Cuál/es?

→ No actualmente

6. ¿Qué alcance tienen sus productos, a nivel local, regional, nacional e internacional?

→ Alcanza en ventas locales, en toda la región, a nivel nacional (Bogotá, Medellín, Q.E. Cafetao, Villavicencio, La Costa Atlántica), Internacional, (Perú y Rep. Dominicana)

7. ¿Qué medios utilizan para conocer las necesidades de la gente y poder satisfacerlas?

→ Se realizan visitas a nuestros clientes, Catálogos de productos y asesorías comerciales por zonas que visitan a nuestros clientes especiales.

8. ¿Con qué frecuencia actualizan la gama de productos que ofrece su empresa?

- a. Mensual
- b. Trimestral
- Anual

9. ¿Cuál considera que es el producto estrella de su empresa, y cuál es la cantidad de productos de los cuales dispone en su catálogo?

- Actualmente Prod. Principal: Tablón 30x40x10 vit. → Contamos con una gran variedad de productos: Tablones, Tablitos, Tablillos, Bloques, Aduquines, Tejas, Tabelones

10. Con la gama de productos que ofrece su empresa ¿Considera usted a su empresa competitiva?

→ Si, claro. competimos en calidad y precios.

11. ¿Cuáles considera que son los criterios para lanzar o sacar del mercado un producto en su empresa?

→ Entrenos. Productividad, Cumpla con las expectativas del mercado, el costo de producción sea el indicado para la producción.

12. ¿Considera importante tener un espacio en su empresa dedicado a la investigación de nuevos productos? ¿Por qué?

- Si, claro porque se tiene que innovar para ser competitivos y permanecer en esta economía tan cambiante hacia nuevos productos.

13. ¿Participa en congresos o foros regionales o nacionales con respecto a la arcilla y sus temas derivados?

- a. Si
 b. No

c. ¿Cuáles?
- Congresos, Cursos internacionales en Procesos Cerámicos, Dictados por la UFRS, la Cámara de Comercio,

14. ¿Conoce o participa en proyectos de investigación relacionados con la arcilla en alguna academia?


- a. Si
 b. No
c. ¿Cuáles?

15. ¿Su empresa cuenta con programas para capacitar al personal en temas de vanguardia?

- a. Si
 b. No
c. ¿Cuáles?

4. Ladrillera Cúcuta, Av 3 N° 14-121 deposito San Luis



FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS ARCILLERAS		
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana	
	ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA:

NOMBRE DE LA EMPRESA: LADRILLERA CÚCUTA
 NOMBRE DEL ENCUESTADO: FROBIAN GERARDO CARVAJAL

- ¿Cuál es su experiencia como empresa en años en este medio?
Positiva, aunque por la disminución de exportación al PC de Venezuela la Empresa Decidió lo que ocasionó el desalojo de personal
- ¿Cuál es el origen de su fuente de explotación (mina) y donde se encuentra localizada?
LADRILLERA CÚCUTA TIENE MINA PROPIA. ESTA LOCALIZADA. CALLE 8 # 16-75 B. GRUPO LOTE VILLA ROSARIO.
- ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?
SI, Reforzando la maquinaria, y fabricando los productos ecológicos que no requieren ácido para su producción
- ¿Tienen algún área especializada en la búsqueda de nuevas técnicas de producción o materiales innovadores?
NO CONTAMOS CON ÁREA ESPECIALIZADO.
- ¿Tienen alguna técnica innovadora de producción? ¿Cuál/es?
LADRILLERA CÚCUTA ESTA A LA VANGUARDIA. Y MAQUINARIA NUEVAS QUE TIENEN ALTA PRODUCCIÓN.
- ¿Qué alcance tienen sus productos, a nivel local, regional, nacional e internacional?
LADRILLERA CÚCUTA DESPACHOS A TODOS LOS RINCONES DE COLOMBIA. INTERNACIONALMENTE. REPUBLICA DOMINICANA.
- ¿Qué medios utilizan para conocer las necesidades de la gente y poder satisfacerlas?
EN LOS PUNTOS DE VENTAS SE TOMA ENCUESTA LA DEMANDA Y NECESIDAD DE LOS CLIENTES Y SE LLEVAN A PRODUCCIÓN.
- ¿Con qué frecuencia actualizan la gama de productos que ofrece su empresa?
 - Mensual
 - Trimestral
 - Anual *

9. ¿Cuál considera que es el producto estrella de su empresa, y cuál es la cantidad de productos de los cuales dispone en su catálogo?

TABLAH 25 X 25 Lisa Rojo.

10. Con la gama de productos que ofrece su empresa ¿Considera usted a su empresa competitiva?

Si, ya que manejamos una amplia gama en Productos de gas, Alampostada, pisos y decorados

11. ¿Cuáles considera que son los criterios para lanzar o sacar del mercado un producto en su empresa?

La demanda de los mismos, por ejemplo se está ampliando los productos coloniales que tienen mejor fama por su tonalidad y el medio ambiente

12. ¿Considera importante tener un espacio en su empresa dedicado a la investigación de nuevos productos? ¿Por qué?

Importantisimo para tener las fichas técnicas de los productos (humedad, compresión, asistencia etc) y ofrecer productos con garantía para los clientes.

13. ¿Participa en congresos o foros regionales o nacionales con respecto a la arcilla y sus temas derivados?

a. Si

b. No

c. ¿Cuáles?

Se participaba mucho, pero en este último año no pero ya se está preparando para participar por que es necesario mantenernos actualizados en nuevas tecnologías

14. ¿Conoce o participa en proyectos de investigación relacionados con la arcilla en alguna academia?

a. Si

b. No

c. ¿Cuáles?

pero sabemos que si queremos mantenernos en el mercado de gas es necesario estar concienzudos para innovar en nuestros productos

15. ¿Su empresa cuenta con programas para capacitar al personal en temas de vanguardia?

a. Si


b. No

c. ¿Cuáles?

pero en Comitá ya se está analizando esta situación para definir los productos y procesos productivos y administrativos.

5. Merkagres El Zulia, Km 2 Vía Sardinata (La Alejandra)



	FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS ARCILLERAS		
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana		
ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA:	PAG: 1/2	


NOMBRE DE LA EMPRESA: Ladrillera Mertragres de Colombia S.A.S.
NOMBRE DEL ENCUESTADO: Nestor Javier Tarazona Omaña

1. ¿Cuál es su experiencia en años de este medio?
23 años
2. ¿Cuál es el origen de su fuente de explotación (mina) y donde se encuentra localizada?
La mina de arcilla se encuentra ubicada dentro de los predios de la planta en el Km 2 Via El Zulia - Sardinata.
3. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?
Eliminando fugas de material particulado directamente en las máquinas y cubriendo o aislando las zonas de mayor producción de polvo.
4. ¿Tienen algún área especializada en la búsqueda de nuevas técnicas de producción o materiales innovadores?
Comité de proyectos
5. ¿Tienen alguna técnica innovadora de producción? ¿Cuáles?
Uso de colores a base de óxidos minerales como el de manganeso para dar diferentes tonalidades al producto.
6. ¿Qué alcance tienen sus productos, a nivel local, regional, nacional e internacional?
Local en ferreterías y pequeñas constructoras, regional y nacional con distribuidores (N. de S., Santander, Cundinamarca, Costa Atlántica Antioquia) y a nivel internacional en Costa Rica.
7. ¿Qué medios utilizan para conocer las necesidades de la gente y poder satisfacerlas?
Encuestas para conocer la satisfacción del cliente, quejas y reclamos, pedidos de material, visita a clientes y obras.
8. ¿Con qué frecuencia actualizan la gama de productos que ofrece su empresa?
 - a. Mensual
 - b. Trimestral
 - c. Anual

9. ¿Cuál considera que es el producto estrella de su empresa, y cuál es la cantidad de productos de los cuales dispone su catálogo?
 El producto estrella es la teja plana para exportación.
 y contamos con 32 productos en el catálogo.
10. Con la gama de productos que ofrece su empresa ¿Considera usted a su empresa competitiva?
 Sí, la empresa es muy competitiva ya que cubre varios
 segmentos del mercado para pisos, fachadas, muros y techos.
11. ¿Cuáles considera que son los criterios para lanzar o sacar del mercado un producto en su empresa?
 Para lanzar un producto se tienen en cuenta las necesidades
 del mercado, el costo de producción y la rentabilidad.
 Para sacarlo se tiene en cuenta la baja de las ventas.
12. ¿Considera importante tener un espacio en su empresa dedicado a la investigación de nuevos productos? ¿Por qué?
 Sí, es necesario tener un equipo de I+D, para conocer las
 tendencias del mercado, las oportunidades de negocio y
 mejorar la rentabilidad del negocio a través de nuevos productos.
13. ¿Participa en congresos o foros regionales o nacionales con respecto a la arcilla y sus temas derivados?
 a. Sí
 b. No
 c. ¿Cuáles?
 ExpoCamacol, Expo Construcción, eventos de Induarquilla,
 Cámara de Comercio de Cucuta, CIMAC y UFPS.
14. ¿Conoce o participa en proyectos de investigación relacionados con la arcilla en alguna academia?
 a. Sí
 b. No
 c. ¿Cuáles?
 Con el CIMAC. y Cámara de Comercio de Bogotá.
15. ¿Su empresa cuenta con programas para capacitar al personal en temas de vanguardia?
 a. Sí
 b. No
 c. ¿Cuáles?
 A través de eventos como seminarios, ferias, exposiciones,
 cursos, talleres y asesores externos nacionales e interna-
 cionales.

6. Casa Blanca, Km 8 vía el Zulia



FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS ARCILLERAS		
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana	
	ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA:

NOMBRE DE LA EMPRESA: Ladrillera Casa Blanca S.A.S.
 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Wilmer Gazzo Rodríguez.

- ¿Cuál es su experiencia como empresa en años en este medio?
Un mercado inestable, con alta favorabilidad del comercio exterior.
- ¿Cuál es el origen de su fuente de explotación (mina) y donde se encuentra localizada?
Arcilla roja, ubicada en el municipio del Zulia.
- ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?
Operas controladas y monitoreadas.
Sistemas carbón de inyección de carbón.
Combustión de combustible alternativo, biocombustible.
- ¿Tienen algún área especializada en la búsqueda de nuevas técnicas de producción o materiales innovadores?
Área de innovación y desarrollo de la empresa.
- ¿Tienen alguna técnica innovadora de producción? ¿Cuál/es?

- ¿Qué alcance tienen sus productos, a nivel local, regional, nacional e internacional?
60% Nacional.
40% Extranjero.
- ¿Qué medios utilizan para conocer las necesidades de la gente y poder satisfacerlas?
Encuestas, estudios de mercado, análisis de tendencias,
participación en ferias nacionales e internacionales.
- ¿Con qué frecuencia actualizan la gama de productos que ofrece su empresa?
 - Mensual
 - Trimestral
 - Anual

9. ¿Cuál considera que es el producto estrella de su empresa, y cuál es la cantidad de productos de los cuales dispone en su catálogo?

- Teja Plana.
- Mas de 40 tipos de productos.

10. Con la gama de productos que ofrece su empresa ¿Considera usted a su empresa competitiva?

Si /

11. ¿Cuáles considera que son los criterios para lanzar o sacar del mercado un producto en su empresa?

Margen de contribución y participación en venta. (%)

12. ¿Considera importante tener un espacio en su empresa dedicado a la investigación de nuevos productos? ¿Por qué?

Si - por que actualmente es difícil destinar un espacio a la investigación

13. ¿Participa en congresos o foros regionales o nacionales con respecto a la arcilla y sus temas derivados?

- a. Si
b. No
c. ¿Cuáles?

Los organizados por Inducarilla y la cámara de Comercio Nocalombia.

14. ¿Conoce o participa en proyectos de investigación relacionados con la arcilla en alguna academia?

- a. Si
b. No
c. ¿Cuáles?


Alianza con la universidad Simón Bolívar.

15. ¿Su empresa cuenta con programas para capacitar al personal en temas de vanguardia?

- a. Si
b. No
c. ¿Cuáles?

7. Arcillas San Simón, Km 1 vía a tibu Vereda Borriqueros, El Zulia.



	FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS ARCILLERAS	
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana	
	ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA:

NOMBRE DE LA EMPRESA: Arcillas San Simón
NOMBRE DEL ENCUESTADO: Jhain Alejandro Blanco, soporte técnico

1. ¿Cuál es su experiencia como empresa en años en este medio?
15 años.
2. ¿Cuál es el origen de su fuente de explotación (mina) y donde se encuentra localizada?
Arcilla es comprada a tejedor Santa María y Jose Rubio (posee licencia de explotación) Ubicados en el Zulia.
3. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?
No.
4. ¿Tienen algún área especializada en la búsqueda de nuevas técnicas de producción o materiales innovadores?
No.
5. ¿Tienen alguna técnica innovadora de producción? ¿Cuál/es?
No.
6. ¿Qué alcance tienen sus productos, a nivel local, regional, nacional e internacional?
Alcance Nacional. Ocaña, Medellín, Bogotá, Zona costera.
7. ¿Qué medios utilizan para conocer las necesidades de la gente y poder satisfacerlas?
Visita de clientes y posibles clientes (dipto. de ventas).
8. ¿Con qué frecuencia actualizan la gama de productos que ofrece su empresa?
 - a. Mensual Procesos (modelos) estandar.
 - b. Trimestral
 - c. Anual

9. ¿Cuál considera que es el producto estrella de su empresa, y cuál es la cantidad de productos de los cuales dispone en su catálogo?

Bloque H10 el más vendido. 14 productos (Bloques, pisos, calados, bohillo multi perforado).

10. Con la gama de productos que ofrece su empresa ¿Considera usted a su empresa competitiva?

Si.

11. ¿Cuáles considera que son los criterios para lanzar o sacar del mercado un producto en su empresa?

Demanda del material (ventas)

12. ¿Considera importante tener un espacio en su empresa dedicado a la investigación de nuevos productos? ¿Por qué?

Si. Es importante el estudio de nuevos productos y de los actuales que se encuentran en el mercado para no cometer errores. (proceso producción)

13. ¿Participa en congresos o foros regionales o nacionales con respecto a la arcilla y sus temas derivados?

a. Si

b. No

c. ¿Cuáles?

Reuniones - foros inducillos. Empresa asociada.

14. ¿Conoce o participa en proyectos de investigación relacionados con la arcilla en alguna academia?

a. Si

b. No

c. ¿Cuáles?

15. ¿Su empresa cuenta con programas para capacitar al personal en temas de vanguardia?


a. Si

b. No

c. ¿Cuáles?

8. Arcillas del Oriente



FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS ARCILLERAS		
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana	
	ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA: 26/Nov/2019

NOMBRE DE LA EMPRESA: Arcillas del Oriente
NOMBRE DEL ENCUESTADO: Javier Chaparro Centeno - Administrador

1. ¿Cuál es su experiencia como empresa en años en este medio?
50 años
2. ¿Cuál es el origen de su fuente de explotación (mina) y donde se encuentra localizada?
Mina -
3. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?
No.
4. ¿Tienen algún área especializada en la búsqueda de nuevas técnicas de producción o materiales innovadores?
No.
5. ¿Tienen alguna técnica innovadora de producción? ¿Cuál/es?
No
6. ¿Qué alcance tienen sus productos, a nivel local, regional, nacional e internacional?
local
7. ¿Qué medios utilizan para conocer las necesidades de la gente y poder satisfacerlas?
No.
8. ¿Con qué frecuencia actualizan la gama de productos que ofrece su empresa?
 - a. Mensual
 - b. Trimestral
 - c. Anual
 - Nunca

9. ¿Cuál considera que es el producto estrella de su empresa, y cuál es la cantidad de productos de los cuales dispone en su catálogo?

Bloque galleta - 8 huecos.

10. Con la gama de productos que ofrece su empresa ¿Considera usted a su empresa competitiva?

Si

11. ¿Cuáles considera que son los criterios para lanzar o sacar del mercado un producto en su empresa?

12. ¿Considera importante tener un espacio en su empresa dedicado a la investigación de nuevos productos? ¿Por qué?

No.

13. ¿Participa en congresos o foros regionales o nacionales con respecto a la arcilla y sus temas derivados?

a. Si

b. No

c. ¿Cuáles?

Cámara de comercio.

14. ¿Conoce o participa en proyectos de investigación relacionados con la arcilla en alguna academia?

a. Si

b. No

c. ¿Cuáles?

15. ¿Su empresa cuenta con programas para capacitar al personal en temas de vanguardia?


a. Si

b. No

c. ¿Cuáles?

9. Sigma, calle 11A N° 1E – 135



FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS ARCILLERAS		
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana	
	ELABORADO POR: Katherine Galcano Yenny Bayona	FECHA: 25/11/2019

NOMBRE DE LA EMPRESA: Sigma S.A.S.


NOMBRE DEL ENCUESTADO: Alexander Bautista

- ¿Cuál es su experiencia en años en este medio?
28 años de experiencia.
- ¿Cuál es el origen de su fuente de explotación (mina) y donde se encuentra localizada?
Mina de carácter privado No se tiene licencia pero explotan. Municipio del Zulia
- ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?
Instalación de ductos metálicos para inyección de aire en hornos y así quemar el carbón para que sea ceniza disminuyendo la emisión de humo. (Hornos isométricos).
- ¿Tienen algún área especializada en la búsqueda de nuevas técnicas de producción o materiales innovadores?
No.
- ¿Tienen alguna técnica innovadora de producción? ¿Cuál/es?
Hornos.
- ¿Qué alcance tienen sus productos, a nivel local, regional, nacional e internacional?
Hasta internacional. Exp. Panamá, Costa Rica, República Dom. Nacional: a todo el país.
- ¿Qué medios utilizan para conocer las necesidades de la gente y poder satisfacerlas?
Asesores de ventas nacionales, atención, necesidades, estudio directo con el cliente.
- ¿Con qué frecuencia actualizan la gama de productos que ofrece su empresa?
 - Mensual
 - Trimestral
 - Anualsegún la necesidad del mercado.

9. ¿Cuál considera que es el producto estrella de su empresa, y cuál es la cantidad de productos de los cuales dispone en su catálogo?
Teja plana en todas sus dimensiones y teja S.
10. Con la gama de productos que ofrece su empresa ¿Considera usted a su empresa competitiva?
Si. 100% comp. a nivel nacional.
11. ¿Cuáles considera que son los criterios para lanzar o sacar del mercado un producto en su empresa?
Calidad del producto, servicio, atención.
12. ¿Considera importante tener un espacio en su empresa dedicado a la investigación de nuevos productos? ¿Por qué?
Si. Pero no se realiza por situación económica del país.
13. ¿Participa en congresos o foros regionales o nacionales con respecto a la arcilla y sus temas derivados?
a. Si
b. No
c. ¿Cuáles?
Exposición, expoconstrucción, rueda de negocios, macroredes.
14. ¿Conoce o participa en proyectos de investigación relacionados con la arcilla en alguna academia?
a. Si
b. No
c. ¿Cuáles?
Intentos a inducillas.
15. ¿Su empresa cuenta con programas para capacitar al personal en temas de vanguardia?
a. Si
b. No
c. ¿Cuáles?
Ingresaron a fabricas productivas con cámara y ministerio.

Encuestas recicladoras
1. Recuperadora MBA, Av 5 N° 15-54 Salado



	FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS RECICLADORAS	
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana	
ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA:	PAG: 1/2

NOMBRE DE LA EMPRESA: Recuperadora BMA.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Miguel Ceron.

1. ¿Cuál es la principal función de su empresa?
Recuperar el material y triturarlo.
2. ¿Qué tipo de materiales reciclan?
Pet, polipropileno, polietileno, baja densidad, y polietileno de alta densidad, cartón y archivo.
3. ¿Qué cantidad aproximada mensual reciclan?
3 toneladas.
4. ¿Qué acciones realizan con el material reciclado?
Triturado para inyección, y compactado del pet.
5. ¿Reciclan PET en botellas?
Si
6. ¿Qué cantidad de PET reciclan mensualmente?
1 tonelada.
7. ¿Qué hacen con el PET que reciclan?
Se compacta para comercialización.
8. ¿Cómo procesan el PET reciclado?
Se selecciona, se limpia y se compacta.

9. ¿Cuáles son los lugares principales de la ciudad donde se recicla la mayor cantidad de PET?
Conjuntos residenciales, zonas comerciales, colegios.

10. ¿Realizan algún tipo de innovación con los materiales que reciclan?
No.

11. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?
No.

12. ¿Cuál es el material más reciclado?
Pet

13. ¿Considera que en la ciudad de Cúcuta hay una buena cultura del reciclaje? ¿Por qué?
No, solo se recicla el 30% aproximadamente, falta de políticas.

14. ¿Cómo considera la obtención del material que reciclan?

- a. Muy difícil
- b. Difícil
- c. Fácil
- d. Muy fácil


15. ¿Qué proceso emplea para el proceso de reciclaje?
Triturado.

16. ¿Considera rentable el proceso de reciclaje que emplean?
Si.

17. ¿Qué considera que hace falta en el proceso de reciclaje para mejorar la eficiencia del mismo?
Inversión económica, espacio y maquinaria.

2. Recicladora El roble, Av 7N° 1-140 Salado



FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS RECICLADORAS		
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana	
	ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA:

NOMBRE DE LA EMPRESA: El Poble.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Rafael Rivas.

1. ¿Cuál es la principal función de su empresa?

Reciclaje

2. ¿Qué tipo de materiales reciclan?

Cartón Pet, Archivo.

3. ¿Qué cantidad aproximada mensual reciclan?

3 Toneladas.

4. ¿Qué acciones realizan con el material reciclado?

Se vende.

5. ¿Reciclan PET en botellas?

SI

6. ¿Qué cantidad de PET reciclan mensualmente?

1 tonelada aproximadamente.

7. ¿Qué hacen con el PET que reciclan?

Se vende.

8. ¿Cómo procesan el PET reciclado?

No se procesa.

9. ¿Cuáles son los lugares principales de la ciudad donde se recicla la mayor cantidad de PET?
Centros educativos.

10. ¿Realizan algún tipo de innovación con los materiales que reciclan?
NO.

11. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?
NO.

12. ¿Cuál es el material más reciclado?
Pet- archivo.

13. ¿Considera que en la ciudad de Cúcuta hay una buena cultura del reciclaje? ¿Por qué?
NO, falta de cultura.-educación, no se separan los residuos.

14. ¿Cómo considera la obtención del material que reciclan?

- a. Muy difícil
- b. Difícil
- c. Fácil
- d. Muy fácil


15. ¿Qué proceso emplea para el proceso de reciclaje?
Solo se recolecta y se vende.

16. ¿Considera rentable el proceso de reciclaje que emplean?
SI.

17. ¿Qué considera que hace falta en el proceso de reciclaje para mejorar la eficiencia del mismo?
Políticas, capacitación, reconocer a los recicladores, como trabajadores, inversión.

3. Recuperadora Torres, Calle 15 con Av 6, Salado



	FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS RECICLADORAS	
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana	
ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA:	PAG: 1/2

NOMBRE DE LA EMPRESA: Reuperadora Torres.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Denilson Torres.

1. ¿Cuál es la principal función de su empresa?

Reciclaje de material.

2. ¿Qué tipo de materiales reciclan?

Pet, cartón, chatarra, bolsas plásticas.

3. ¿Qué cantidad aproximada mensual reciclan?

12 toneladas.

4. ¿Qué acciones realizan con el material reciclado?

Se recolecta, y se envía a otro lugar para ser molido.

5. ¿Reciclan PET en botellas?

Sí.

6. ¿Qué cantidad de PET reciclan mensualmente?

2 toneladas aproximadamente.

7. ¿Qué hacen con el PET que reciclan?

Se vende.

8. ¿Cómo procesan el PET reciclado?

Se recolecta y se vende, no se procesa.

9. ¿Cuáles son los lugares principales de la ciudad donde se recicla la mayor cantidad de PET?
Zonas comerciales, instituciones educativas.

10. ¿Realizan algún tipo de innovación con los materiales que reciclan?
No.

11. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?
No.

12. ¿Cuál es el material más reciclado?
cartón - pet.

13. ¿Considera que en la ciudad de Cúcuta hay una buena cultura del reciclaje? ¿Por qué?
No, falta de conciencia sobre la contaminación al medio ambiente y reutilización de los residuos que se generan.

14. ¿Cómo considera la obtención del material que reciclan?

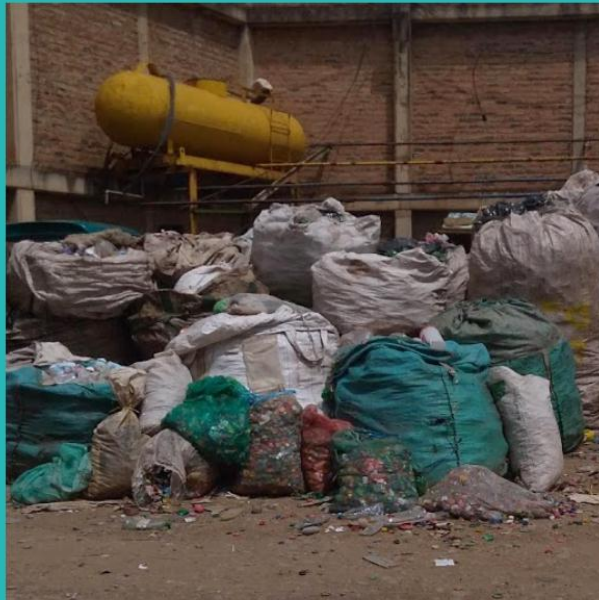
- a. Muy difícil
- b. Difícil
- c. Fácil
- d. Muy fácil


15. ¿Qué proceso emplea para el proceso de reciclaje?
Ninguno.

16. ¿Considera rentable el proceso de reciclaje que emplean?
Sí.

17. ¿Qué considera que hace falta en el proceso de reciclaje para mejorar la eficiencia del mismo?
Mejorar la cultura del reciclaje - capacitaciones, inversión.

4. Recuperadora Lince Av 6 con calle 6 La Insula



FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS RECICLADORAS			
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana		
	ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA: 9/oct/2019	PAG: 1/2

NOMBRE DE LA EMPRESA: Recuperadora Lince

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Mauro Rangel

- ¿Cuál es la principal función de su empresa?
Recoger variedad de materiales reciclables en buen estado.
- ¿Qué tipo de materiales reciclan?
Plástico - Papel - Aluminio - chatarra
- ¿Qué cantidad aproximada mensual reciclan?
Depende del material, se pero aproximadamente pueden ser de 20 toneladas
- ¿Qué acciones realizan con el material reciclado?
Se clasifica, se compactan en algunos casos de acuerdo al material, así mismo, posteriormente se vende a personas y empresas que lo procesan
- ¿Reciclan PET en botellas?
Si se recicla.
- ¿Qué cantidad de PET reciclan mensualmente?
Aproximadamente 20 toneladas
- ¿Qué hacen con el PET que reciclan?
Es rebizado, en algunos casos se limpian y posteriormente se compacta
- ¿Cómo procesan el PET reciclado?
No somos una empresa que trabaje con el procesamiento de los materiales que se reciclan

9. ¿Cuáles son los lugares principales de la ciudad donde se recicla la mayor cantidad de PET?

En el área central de la ciudad

10. ¿Realizan algún tipo de innovación con los materiales que reciclan?

NO

11. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?

NO

12. ¿Cuál es el material más reciclado?

lata y pet

13. ¿Considera que en la ciudad de Cúcuta hay una buena cultura del reciclaje? ¿Por qué?

NO hay cultura, fácilmente se puede observar que por donde camine se encuentran residuos, por ende es importante educar, desde el hogar como las instituciones

14. ¿Cómo considera la obtención del material que reciclan?

- a. Muy difícil
- b. Difícil
- c. Fácil
- d. Muy fácil

15. ¿Qué proceso emplea para el proceso de reciclaje?

Existen pequeños recicladores que buscan vender dicho material, generalmente ellos nos contactan, posteriormente se procede a recoger

16. ¿Considera rentable el proceso de reciclaje que emplean?


Si, esto es un negocio rentable y arriesgado a la vez, si no tienes contactos y capital es complicado surgir, asimismo los precios bajan continuamente y esto hace que haya pérdidas ocasionales

17. ¿Qué considera que hace falta en el proceso de reciclaje para mejorar la eficiencia del mismo?

Yo diría que la clasificación del mismo, asimismo educar a las personas para que la acción de reciclar no solo sean de algunas pocas sino que seamos la mayoría, no solo verlo como un negocio que puede ser rentable sino también como una ayuda al medio ambiente.

5. Recuperadora la cuarta Av 6 con calle 4 La Insula



FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS RECICLADORAS		
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana	
	ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA: 9/oct/19.

NOMBRE DE LA EMPRESA: Recuperadora la Cúcuta
NOMBRE DEL ENCUESTADO: Alvaro Acev.

1. ¿Cuál es la principal función de su empresa?
Reciclar
2. ¿Qué tipo de materiales reciclan?
Cartón, periódico, archivo revista, chatarra, vidrio, plástico
3. ¿Qué cantidad aproximada mensual reciclan?
20 toneladas.
4. ¿Qué acciones realizan con el material reciclado?
se compra, selecciona, molido, prensado, se vende.
5. ¿Reciclan PET en botellas?
Si
6. ¿Qué cantidad de PET reciclan mensualmente?
7 toneladas.
7. ¿Qué hacen con el PET que reciclan?
Se selecciona - compacta - vende
8. ¿Cómo procesan el PET reciclado?
No se procesa.

9. ¿Cuáles son los lugares principales de la ciudad donde se recicla la mayor cantidad de PET?

Insula, salado, canal bogota.

10. ¿Realizan algún tipo de innovación con los materiales que reciclan?

NO.

11. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?

NO.

12. ¿Cuál es el material más reciclado?

Cartón. - Pet.

13. ¿Considera que en la ciudad de Cúcuta hay una buena cultura del reciclaje? ¿Por qué?

No, falta de capacitación-educación. y conciencia ambiental.

14. ¿Cómo considera la obtención del material que reciclan?

- a. Muy difícil
- b. Difícil
- c. Fácil
- d. Muy fácil

15. ¿Qué proceso emplea para el proceso de reciclaje?

Ninguno, solo se recolecta, se prensa y se vende.

16. ¿Considera rentable el proceso de reciclaje que emplean?


SI

17. ¿Qué considera que hace falta en el proceso de reciclaje para mejorar la eficiencia del mismo?

Políticas que implementen la cultura del reciclaje en la ciudad.

6. Ecostretch & Plásticos, Av 6 N° 3-18 Viejo escobal



	FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS RECICLADORAS		
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana		
ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA:	PAG: 1/2	

NOMBRE DE LA EMPRESA: Ecostretch & Plásticos
NOMBRE DEL ENCUESTADO: Berman A. Galindo. A.

- ¿Cuál es la principal función de su empresa?
Reciclaje de plásticos posconsumo y pn de Bioaglomerados y servicios de recuperación.
- ¿Qué tipo de materiales reciclan?
Polímeros posconsumo, posindustriales. fibras, residuos de pn agroindustrial.
- ¿Qué cantidad aproximada mensual reciclan?
12.000 kgs en polímeros.
2.000 kg fibras naturales.
- ¿Qué acciones realizan con el material reciclado?
aprovechamiento para incluirlo en Agloplast que innovación sustituto de Madera, comercialización.
- ¿Reciclan PET en botellas?
Si
- ¿Qué cantidad de PET reciclan mensualmente?
2.000 kg
- ¿Qué hacen con el PET que reciclan?
Se usa como parte de la formulación del bioaglomerado
- ¿Cómo procesan el PET reciclado?
Así como el molido se mezcla con otros polímeros que integran la formulación de el Agloplast

9. ¿Cuáles son los lugares principales de la ciudad donde se recicla la mayor cantidad de PET?

instituciones educativas.

10. ¿Realizan algún tipo de innovación con los materiales que reciclan?

Si el Agloplast,

11. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?

reduccion, reutilizacion, optimizacion de procesos
reduccion del ruido.

12. ¿Cuál es el material más reciclado?

polietileno de baja densidad.

13. ¿Considera que en la ciudad de Cúcuta hay una buena cultura del reciclaje? ¿Por qué?

No. porque falta sensibilizacion cultural desde
temprana edad y puesta en practica de la normati-
vida local, ambiental.

14. ¿Cómo considera la obtención del material que reciclan?

a. Muy difícil

b. Difícil

c. Fácil

d. Muy fácil ✓

15. ¿Qué proceso emplea para el proceso de reciclaje?

recoleccion, Molida, Molida densificacion,
extrusion con desgasificacion y pelletizado.

16. ¿Considera rentable el proceso de reciclaje que emplean?


Si

17. ¿Qué considera que hace falta en el proceso de reciclaje para mejorar la eficiencia del mismo?

automatizacion de procesos, nuevas tecnologias.
aumento de capacidad instalada, incremento de Area de p. so.

7. Recuperadora Flor Rico, Av 5 entre calle 4 y 5, barrio Latino.



FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS RECICLADORAS		
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana	
	ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA: 27 / 11 / 2019


NOMBRE DE LA EMPRESA: Recuperadora flores Rico.

NOMBRE DEL ENCUESTADO: Ingrid

1. ¿Cuál es la principal función de su empresa?
Reciclaje de material
2. ¿Qué tipo de materiales reciclan?
Plásticos, chatarra, cobre, bronce, aluminio, bolsas, PET entre otros.
3. ¿Qué cantidad aproximada mensual reciclan?
Cuatro toneladas aproximadamente.
4. ¿Qué acciones realizan con el material reciclado?
Se vende a mayoristas
5. ¿Reciclan PET en botellas?
Si.
6. ¿Qué cantidad de PET reciclan mensualmente?
Una tonelada mensual aprox.
7. ¿Qué hacen con el PET que reciclan?
Venta a empresas Maniñales
8. ¿Cómo procesan el PET reciclado?
No se procesa.

9. ¿Cuáles son los lugares principales de la ciudad donde se recicla la mayor cantidad de PET?
 La mayoría de reciclaje Pet que se recolecta lo traen inde-
 pendientes y nos lo venden.
10. ¿Realizan algún tipo de innovación con los materiales que reciclan?
 No. Ninguno.
11. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?
 No. Ninguna.
12. ¿Cuál es el material más reciclado?
 Carton.
13. ¿Considera que en la ciudad de Cúcuta hay una buena cultura del reciclaje? ¿Por qué?
 Al momento sí. Porque la gente de todos los estratos contribuye.
14. ¿Cómo considera la obtención del material que reciclan?
- Muy difícil
 - Dificil
 - Fácil
 - Muy fácil
15. ¿Qué proceso emplea para el proceso de reciclaje?
 Personal de aprox. 40 a 50 personas
16. ¿Considera rentable el proceso de reciclaje que emplean?
 Si
17. ¿Qué considera que hace falta en el proceso de reciclaje para mejorar la eficiencia del mismo?
 Considerar a los recicladores como trabajadores.

8. Recuperadora de materiales Garcia Rico, Av 5 entre calle 4 y 5, barrio Latino

FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS RECICLADORAS		
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana	
	ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA: 27/11/2019


NOMBRE DE LA EMPRESA: Recuperadora de materiales Garcia Rico
 NOMBRE DEL ENCUESTADO: Heber Garcia.

- ¿Cuál es la principal función de su empresa?
Compra y venta de material reciclado.
- ¿Qué tipo de materiales reciclan?
Sólidos: hierro, aluminio, bronce, cobre. Reciclables: cartón, archivo y PET.
- ¿Qué cantidad aproximada mensual reciclan?
Chatarra 8 toneladas semanales, material reciclable aprox. 2 toneladas al mes.
- ¿Qué acciones realizan con el material reciclado?
Compra y venta. No se procesa dicho material.
- ¿Reciclan PET en botellas?
Si reciclamos PET en botellas.
- ¿Qué cantidad de PET reciclan mensualmente?
No es el fuerte. Al mes se reciclan alrededor de 450 a 500 Kg.
- ¿Qué hacen con el PET que reciclan?
Se venden a empresas mas grandes que lo compactan y lo procesan.
- ¿Cómo procesan el PET reciclado?
Solo se empaqueta. No se clasifica.

9. ¿Cuáles son los lugares principales de la ciudad donde se recicla la mayor cantidad de PET?
Centro de la ciudad por que hay mucho comercio,
10. ¿Realizan algún tipo de innovación con los materiales que reciclan?
Ninguna.
11. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?
Al momento ninguna.
12. ¿Cuál es el material más reciclado?
el material mas reciclado es la chatarra y carton.
13. ¿Considera que en la ciudad de Cúcuta hay una buena cultura del reciclaje? ¿Por qué?
La mayoría de gente no cuenta con esta cultura ya que no hace una selección de sus residuos.
14. ¿Cómo considera la obtención del material que reciclan?
- a. Muy difícil
 b. Difícil
 c. Fácil
 d. Muy fácil
- Por esta época se encuentra difícil la obtención de este material.
15. ¿Qué proceso emplea para el proceso de reciclaje?
NO. Ningun proceso.
16. ¿Considera rentable el proceso de reciclaje que emplean?
Se recolecta lo necesario.
17. ¿Qué considera que hace falta en el proceso de reciclaje para mejorar la eficiencia del mismo?
Recolectores, empresas que capaciten a los personal en los barrios. Y un punto transformador de materiales.

9. **Fundacion red mujeres del norte, Av 1c número 7- 33 chapinero.**



	FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS RECICLADORAS	
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana	
ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA:	PAG: 1/2

NOMBRE DE LA EMPRESA: Fundación red mujeres del Norte.
NOMBRE DEL ENCUESTADO: Ayra Rita Alvar Hernandez.

1. ¿Cuál es la principal función de su empresa?
Cuidado del medio ambiente, trabajo en pro y beneficio de la población vulnerable; madres cabeza de hogar, adultos mayores etc
2. ¿Qué tipo de materiales reciclan?
Aluminio, cobre, bronce, plástico, carton, pet
3. ¿Qué cantidad aproximada mensual reciclan?
De 5 a 10 toneladas
4. ¿Qué acciones realizan con el material reciclado?
Se vende a la cooperativa cometal.
5. ¿Reciclan PET en botellas?
Si
6. ¿Qué cantidad de PET reciclan mensualmente?
2 toneladas
7. ¿Qué hacen con el PET que reciclan?
Se venden a otras empresas en donde se realiza el proceso de transformación.
8. ¿Cómo procesan el PET reciclado?
selecciona y se compacta.

9. ¿Cuáles son los lugares principales de la ciudad donde se recicla la mayor cantidad de PET?

Se recicla en el casco urbano de la ciudad de
Cúcuta, a través de las asociaciones de madres
cabeza de hogar

10. ¿Realizan algún tipo de innovación con los materiales que reciclan?

No, solo se recolecta y se entrega a la cooperativa.

11. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?

Si, a través de socializaciones y reuniones, en donde
se sensibiliza a la población en general

12. ¿Cuál es el material más reciclado?

Pet. y plástico

13. ¿Considera que en la ciudad de Cúcuta hay una buena cultura del reciclaje? ¿Por qué?

No, actualmente se está implementando el tema de
reciclaje, mediante reuniones, en las asociaciones madres
cabeza de hogar, se tienen alrededor de 20 a 25 socios.

14. ¿Cómo considera la obtención del material que reciclan?

- a. Muy difícil
- b. Difícil
- c. Fácil
- d. Muy fácil

15. ¿Qué proceso emplea para el proceso de reciclaje?

Se realizan capacitaciones y se les enseña el
proceso de reciclaje a las asociaciones de madres
cabeza de hogar

16. ¿Considera rentable el proceso de reciclaje que emplean?


Si

17. ¿Qué considera que hace falta en el proceso de reciclaje para mejorar la eficiencia del mismo?

Más apoyo del gobierno para implementar estrategias
de reciclaje que beneficie a la población de la ciudad

10. **Cooperativa multiactiva comercializadora de metales para el ambiente (Coometal),
Avenida 4a 7n 172 zona industrial.**



	FORMATO DE ENCUESTA PARA EMPRESAS RECICLADORAS		
	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de un material de matriz de arcilla y refuerzo de residuos PET, como solución ambientalmente sostenible en la ciudad de Cúcuta y el casco urbano de su área metropolitana		
ELABORADO POR: Katherine Galeano Yenny Bayona	FECHA:	PAG: 1/2	

NOMBRE DE LA EMPRESA: Cooperativa multiactiva comercializadora de
NOMBRE DEL ENCUESTADO: metales para el ambiente "Coometal"

1. ¿Cuál es la principal función de su empresa?
Comercialización de desechos reciclables
2. ¿Qué tipo de materiales reciclan?
Cobre, bronce, aluminio, hierro, cartón, archivo, pet, plástico.
3. ¿Qué cantidad aproximada mensual reciclan?
800 toneladas
4. ¿Qué acciones realizan con el material reciclado?
Recolección, selección, clasificación, disposición y comercialización.
5. ¿Reciclan PET en botellas?
Si
6. ¿Qué cantidad de PET reciclan mensualmente?
70 toneladas
7. ¿Qué hacen con el PET que reciclan?
Se separa, se compacta y se comercializa a otras empresas para que ellos realicen el proceso de transformación.
8. ¿Cómo procesan el PET reciclado?
No se procesa.

9. ¿Cuáles son los lugares principales de la ciudad donde se recicla la mayor cantidad de PET?

Esta información se maneja de forma discreta
a través del área de recolecciones

10. ¿Realizan algún tipo de innovación con los materiales que reciclan?

NO.

11. ¿Implementan medidas para disminuir el impacto ambiental en su producción? ¿Cuáles?

No tenemos proceso de transformación

12. ¿Cuál es el material más reciclado?

plástico

13. ¿Considera que en la ciudad de Cúcuta hay una buena cultura del reciclaje? ¿Por qué?

No, actualmente estamos sensibilizando a la comunidad
a cambiar la cultura del reciclaje.

14. ¿Cómo considera la obtención del material que reciclan?

- a. Muy difícil
- b. Difícil
- c. Fácil
- d. Muy fácil

15. ¿Qué proceso emplea para el proceso de reciclaje?

Recolección, selección, clasificación, disposición, y
comercialización.

16. ¿Considera rentable el proceso de reciclaje que emplean?

SI

17. ¿Qué considera que hace falta en el proceso de reciclaje para mejorar la eficiencia del mismo?

Normatividad por parte del gobierno