



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO TEXTIL**

TEMA:

**“UTILIZACIÓN DE FIBRAS SINTÉTICAS RECICLADAS, EN MEZCLA
CON CONCRETO; PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS”**

AUTOR: LUIS SANTIAGO BALLESTEROS ALMEIDA.

DIRECTOR: ING. DARWIN ESPARZA

IBARRA – ECUADOR

2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

Certificó que el presente trabajo con tema: UTILIZACIÓN DE FIBRAS SINTÉTICAS RECICLADAS, EN MEZCLA CON CONCRETO; PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS, fue desarrollado en su totalidad por Luis Santiago Ballesteros Almeida bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Darwin Esparza", is written over a horizontal line.

Ing. Darwin Esparza
DIRECTOR DE TESIS

v



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Luis Santiago Ballesteros Almeida, con cédula de identidad No.100324953-7, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual y Normatividad vigente de la misma.

Firma

Nombre: Luis Santiago Ballesteros Almeida

Cédula: 100324953-7

Ibarra, Julio del 2015

VI



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Luis Santiago Ballesteros Almeida, con cédula de identidad No 100324953-7, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los Derechos Patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4,5 y 6 en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominado: UTILIZACIÓN DE FIBRAS SINTÉTICAS RECICLADAS, EN MEZCLA CON CONCRETO; PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS, que ha sido desarrollada para optar por el título de INGENIERO TEXTIL, en la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Luis Santiago Ballesteros Almeida", written over a horizontal line.

Firma

Nombre: Luis Santiago Ballesteros Almeida

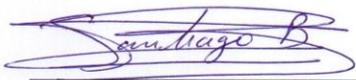
Cédula: 100324953-7

Ibarra, Julio del 2015

IV

2 AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Luis Santiago Ballesteros Almeida, con cédula de identidad No 100324953-7, en calidad de autora y titular de los derechos Patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 143.



Firma

Nombre: Luis Santiago Ballesteros Almeida

Cédula: 100324953-7

Ibarra, Julio del 2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi madre y hermano; Nora Elsa Almeida Almeida, Jorge Rafael Ballesteros Almeida quienes me apoyaron y sirvieron de motivación para seguir adelante y cumplir todos mis objetivos, quienes con su amor, comprensión, trabajo y sacrificio han logrado sacarme adelante, para ser una excelente persona.

Luis Ballesteros



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero dar gracias a Dios, porque Él me ha dado la fuerza necesaria para seguir adelante, también agradecer a mi madre y hermano quienes han sido mi apoyo para alcanzar mi sueño, en general a toda mi familia hermanos, sobrinos, tíos y amigos quienes de una u otra forma siempre me han brindado su apoyo.

Agradezco sinceramente al Ing. Darwin Esparza, Ing. Héctor Silva quienes compartieron sus conocimientos y experiencias, ayudándome a la realización de este proyecto.

GRACIAS DE CORAZÓN

Santiago Ballesteros

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	XVII
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT	XX
CAPÍTULO I.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.	1
1.2.- JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3.- OBJETIVOS	3
1.3.1.- OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4.- ALCANCE.....	5
CAPÍTULO II.....	7
2.- FIBRAS SINTÉTICAS.....	7
2.1.- USOS.	7

2.1.1.- USOS DE LAS FIBRAS SINTÉTICAS DE ACUERDO AL HILADO A FABRICAR.	7
2.1.2.- USOS DE LAS FIBRAS SINTÉTICAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO FINAL.....	8
2.2.- CLASIFICACIÓN.	8
2.2.1.- POLIMERIZACIÓN POR CONDENSACIÓN:.....	8
2.2.2.- POLIMERIZACIÓN POR ADICIÓN:.....	8
2.3.- IMPORTANCIA E HISTORIA DE LAS FIBRAS QUÍMICAS.	9
2.3.1.- INFORMACIÓN HISTÓRICA SOBRE EL DESARROLLO DE LAS FIBRAS QUÍMICAS.....	10
2.4.- FIBRAS DE POLIÉSTER.....	11
2.4.1.- OBTENCIÓN DEL POLIÉSTER.....	12
2.4.2.-PROPIEDADES DEL POLIÉSTER.	14
2.4.3.- PRINCIPALES APLICACIONES.....	17
2.5.- FIBRAS DE POLIPROPILENO.	17
2.5.1- OBTENCIÓN DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO.....	18
2.5.1.1.- ESTRUCTURA DEL POLIPROPILENO.....	19
2.5.2.- PROPIEDADES DE LAS FIBRAS POLIPROPILENICAS.....	20
2.5.3.- PRINCIPALES APLICACIONES.....	21
2.6.- FIBRAS DE ACRÍLICO (PAC).	21
2.6.1.- OBTENCIÓN DEL ACRÍLICO.....	22
2.6.1.1.- MÉTODO DE HILADO EN SECO	23
2.6.1.2.- MÉTODO DE HILADO EN HÚMEDO	23
2.6.2.- PROPIEDADES DEL ACRÍLICO.	24
2.6.3.- PRINCIPALES APLICACIONES.....	26
2.7.- FIBRAS PET.....	26
2.7.1.- OBTENCIÓN DEL PET.....	27
2.7.1.1.- PROCESO DE CONVERSIÓN DE BOTELLAS PET A FIBRA CORTA DE POLIÉSTER.	28

2.7.2.- PROPIEDADES DEL PET.	30
2.7.3.- PRINCIPALES APLICACIONES.	30
CAPÍTULO III.....	31
3.- FIBRAS DE DESPERDICIO.	31
3.1.- CAUSAS DEL DESPERDICIO.....	31
3.2.- USOS DE LAS FIBRAS DE DESPERDICIO.	32
3.2.1.- COMERCIALIZACIÓN Y PORCENTAJES DE FIBRAS DE DESPERDICIO.	33
3.3.- IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR FIBRAS SINTÉTICAS.....	34
3.4.- RECICLAJE DE FIBRAS SINTÉTICAS.	34
3.4.1.- PROCESO DE RECICLADO DE FIBRAS.....	35
CAPÍTULO IV	37
4.- BLOQUES COMUNES UTILIZADOS EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS.	37
4.1.- TIPOS DE BLOQUES DE CONCRETO.....	37
4.1.2.-BLOQUES DE CARGA ESTRUCTURAL.....	39
4.1.4.-BLOQUES CARA VISTA	40
4.2.- COMPONENTES.....	41
4.2.1.- CEMENTO.....	41
4.2.1.1.- TIPOS DE CEMENTO.	41
4.2.1.1.1.- CEMENTO PORTLAND.....	42
4.2.1.1.2.- CEMENTOS PORTLAND ESPECIALES.	42
4.2.2.- GRAVA (CHISPA DE PIEDRA).	42
4.2.3.- ARENA.	42
4.2.4.- AGUA.	43
4.3.- PROCESO DE FABRICACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN.	43
4.3.1.- MAQUINARIA PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES.	44
4.3.1.1.- MÁQUINA MEZCLADORA.	44
4.3.1.2.- MÁQUINA BLOQUERA.	44

4.3.2.- DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO.....	45
4.3.3.- MOLDEADO.....	45
4.3.4.- FRAGUADO.....	46
4.3.5.- ADECUADO ESTACIONAMIENTO HASTA ALCANZAR LA RESISTENCIA ÚLTIMA.....	46
4.5.- PROPIEDADES DE LOS BLOQUES.....	46
CAPÍTULO V.....	47
5.- ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES.....	47
5.1.- FIBRAS SINTÉTICAS USADAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES.....	47
5.2.- MÉTODO DE ELABORACIÓN DE BLOQUES.....	49
5.3.- ELABORACIÓN DE BLOQUES CON FIBRAS SINTÉTICAS RECICLADAS.....	50
5.3.1.- BLOQUES CON FIBRAS DE POLIÉSTER.....	50
5.3.2.- BLOQUES CON FIBRA DE POLIPROPILENO.....	52
5.3.3.- BLOQUES CON FIBRA ACRÍLICA (PAC).....	54
5.3.4.- BLOQUES CON FIBRAS PET.....	56
5.4.- CURADO.....	58
CAPÍTULO VI.....	60
6.- PRUEBAS DE FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES.....	60
6.1.- PESO DE LOS BLOQUES CON FIBRA.....	60
6.1.1.- PESO DE LOS BLOQUES FABRICADOS CON POLIÉSTER.....	61
6.1.2.- PESO DE LOS BLOQUES FABRICADOS CON POLIPROPILENO.....	62
6.1.3.- PESO DE LOS BLOQUES FABRICADOS CON ACRÍLICO.....	62
6.1.4.- PESO DE LOS BLOQUES FABRICADOS CON PET.....	63
6.2.- ABSORCIÓN DE HUMEDAD.....	64
6.2.1.- ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE BLOQUES CON FIBRA DE POLIÉSTER.....	65
6.2.2.- ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE BLOQUES CON FIBRA DE POLIPROPILENO.	66

6.2.3.- ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE BLOQUES CON FIBRA DE ACRÍLICO (PAC).	67
6.2.4.- ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE BLOQUES CON FIBRA DE PET.	68
6.3.1.- COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON POLIÉSTER.	71
6.3.2.- COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON POLIPROPILENO.	72
6.3.3.- COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON ACRÍLICO (PAC).	73
6.3.4.- COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON PET.	74
6.4.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.	75
6.4.1.- EQUIPO UTILIZADO.	76
6.4.2.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.	79
6.4.2.1.- MÓDULO DE ROTURA.	80
6.4.2.2.- CARGA MÁXIMA APLICADA.	80
6.4.2.3.- LUZ LIBRE.	80
6.4.2.4.- PROMEDIO DEL ANCHO Y ALTURA EN LA FRACTURA.	80
6.4.3.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE BLOQUES CON FIBRA DE POLIÉSTER.	81
6.4.4.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE BLOQUES CON FIBRA DE POLIPROPILENO.	82
6.4.5.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE BLOQUES CON FIBRA DE ACRÍLICO.	83
6.4.6.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE BLOQUES CON PET.	84
6.5.- ANÁLISIS DE BLOQUE FRAGUADO EN SU CORTE TRANSVERSAL.	86
6.5.1.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON POLIÉSTER.	87
6.5.1.1.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON POLIÉSTER CORTE ALGODONERO.	87
6.5.1.2.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON POLIÉSTER CORTE LANERO.	88
6.5.2.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON POLIPROPILENO.	89

6.5.2.1- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON POLIPROPILENO CORTE ALGODONERO.....	89
6.5.2.2.-ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON POLIPROPILENO CORTE LANERO.....	90
6.5.3.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON ACRÍLICO.....	91
6.5.3.1.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON ACRÍLICO CORTE ALGODONERO.....	91
6.5.3.2.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON ACRÍLICO CORTE LANERO.....	92
6.5.4.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON PET.....	92
6.5.4.1.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON PET CORTE ALGODONERO.....	93
6.5.4.2.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON PET CORTE LANERO.....	94
CAPÍTULO VII.....	95
7.- ANÁLISIS DE COSTOS Y CALIDAD.....	95
7.1.- COSTOS DE FABRICACIÓN DE BLOQUES.....	95
7.1.1.- COSTO DE LOS BLOQUES COMUNES.....	95
7.1.1.1.- COSTO DE LOS BLOQUES COMUNES.....	95
7.1.1.1.1.- COSTOS DIRECTOS DE MATERIA PRIMA.....	95
7.1.1.1.1.1.- GRAVA.....	96
7.1.1.1.1.2.- CEMENTO.....	96
7.1.1.1.1.3.- AGUA.....	97
7.1.1.2.- COSTO DE MANO DE OBRA.....	97
7.1.1.3.- COSTOS DIRECTOS FIJOS.....	98
7.1.1.3.1.- ARRIENDO.....	98
7.1.1.3.2.- DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA.....	98
7.1.1.3.2.1.- DEPRECIACIÓN DE LA MEZCLADORA.....	99
7.1.1.3.2.2.- DEPRECIACIÓN DE LA BLOQUERA.....	100

7.1.1.3.3.- APORTES IESS.....	100
7.1.1.4.- COSTOS VARIABLES.....	101
7.1.1.4.1.- COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	101
7.1.1.4.1.1.- COSTO ENERGÉTICO DE LA MEZCLADORA.....	101
7.1.1.4.1.2.- COSTO ENERGÉTICO DE LA BLOQUERA.....	102
7.1.1.4.2.- MANTENIMIENTO.....	102
7.1.1.5.- COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.....	103
7.1.1.5.1.- PUBLICIDAD Y OTROS COSTOS.....	103
7.1.1.6.- COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO.....	103
7.1.1.7.- PORCENTAJE DE UTILIDAD Y PRECIO DE VENTA.....	105
7.1.2.- COSTO DE BLOQUES FABRICADOS CON FIBRAS SINTÉTICAS.....	105
7.1.2.1.- COSTO DE PRODUCCIÓN DE BLOQUES ELABORADOS CON FIBRAS SINTÉTICAS.....	105
7.1.2.1.1.- COSTO DE LAS FIBRAS DE DESPERDICIO.....	106
7.1.2.1.2.- COSTO DE CORTE.....	106
7.1.2.2.- PORCENTAJE DE UTILIDAD Y PRECIO DE VENTA DE LOS BLOQUES CON FIBRA.....	108
7.1.2.3.- COSTO DE PRODUCCIÓN, UTILIDAD Y PRECIO DE VENTA DE LOS BLOQUES FABRICADOS CON FIBRAS DE POLIÉSTER, POLIPROPILENO, ACRÍLICO Y PET.....	110
7.1.2.3.1.- COSTO DE PRODUCCIÓN, UTILIDAD Y PRECIO DE VENTA DE BLOQUES ELABORADOS CON POLIÉSTER.....	110
7.1.2.3.2.- COSTO DE PRODUCCIÓN Y VENTA DE BLOQUES ELABORADOS CON POLIPROPILENO.....	111
7.1.2.3.3.- COSTO DE PRODUCCIÓN Y VENTA DE BLOQUES ELABORADOS CON ACRÍLICO.....	111
7.1.2.3.4.- COSTO DE PRODUCCIÓN Y VENTA DE BLOQUES ELABORADOS CON PET.....	112
7.2.- ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS.....	113

7.2.1.- ANÁLISIS Y COMPARACIÓN COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	113
7.2.2.- ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE UTILIDADES.....	114
7.2.3.- ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DEL PRECIO DE VENTA.....	115
7.3.- ANÁLISIS DE CALIDAD.	116
7.3.1.- REQUISITOS DE CALIDAD.	116
7.3.1.1.- DIMENSIONES, ESPESOR Y PESO.....	116
7.3.1.2.- ABSORCIÓN DE HUMEDAD.	116
7.3.1.3.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.	117
7.3.1.4.- COMBUSTIBILIDAD.	117
7.3.2.- ANÁLISIS DE CALIDAD DE BLOQUES CON POLIÉSTER.....	117
7.3.3.- EVALUACIÓN DE CALIDAD DE BLOQUES CON POLIPROPILENO.	118
7.3.4.- EVALUACIÓN DE CALIDAD DE BLOQUES CON ACRÍLICO.	119
7.3.5.- EVALUACIÓN DE CALIDAD BLOQUES CON PET.....	120
CAPÍTULO VIII	122
8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
8.1.- CONCLUSIONES.....	122
8.3.- RECOMENDACIONES.....	126
BIBLIOGRAFÍA.....	127
LINKOGRAFÍA.....	127
ANEXOS.....	129
ANEXO 1: DESPERDICIO DE POLIÉSTER.....	129
ANEXO 2: DESPERDICIO DE POLIPROPILENO.	129
ANEXO 3: DESPERDICIO DE ACRÍLICO.	130
ANEXO 4: DESPERDICIO DE PET.....	130
ANEXO 5: BALANZA EMPLEADA EN LA INVESTIGACIÓN.	131
ANEXO 6: ELABORACIÓN DE BLOQUES.....	131
ANEXO 7: MÁQUINA MEZCLADORA.	132

ANEXO 8: MÁQUINA BLOQUERA.....	132
ANEXO 9: FIBRA DE POLIÉSTER EN LA MEZCLA DE CONCRETO.	133
ANEXO 1: FABRICACIÓN DE BLOQUES CON FIBRA DE POLIÉSTER.	133
ANEXO 2: BLOQUE INCONSISTENTE FABRICADO CON EL 0.6% DE ACRÍLICO CORTE ALGODONERO.....	134
ANEXO 3: BLOQUE INCONSISTENTE ELABORADOS CON EL 1.2% DE POLIÉSTER CORTE ALGODONERO.....	134
ANEXO 4: BLOQUE INCONSISTENTE ELABORADO CON EL 0.6% DE ACRÍLICO CORTE LANERO.	135
ANEXO 5: BLOQUE ELABORADO CON EL 0.4 % DE POLIPROPILENO.....	135
ANEXO 15: BLOQUE ELABORADO CON EL 0.6% DE PET CORTE LANERO.....	136
ANEXO 6: CURADO DE LOS BLOQUES CON FIBRA.....	136
ANEXO 7: OBTENCIÓN DE PESOS DE LOS BLOQUES CON FIBRA.	137
ANEXO 8: BLOQUES CON PET CORTE LANERO SUMERGIDOS EN AGUA DURANTE 24 HORAS.....	137
ANEXO 9: ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE BLOQUES CON FIBRA.	138
ANEXO 10: COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON FIBRA DE POLIESTER.	138
ANEXO 11: COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON ACRÍLICO.	139
ANEXO 12: COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON PET.	139
ANEXO 13: COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON POLIPROPILENO.	140
ANEXO 14: PRENSA HIDRÁULICA DE MOTOR NEUMÁTICO.	140
ANEXO 15: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LOS BLOQUES CON POLIÉSTER. .	141
ANEXO 16: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LOS BLOQUES CON ACRÍLICO.	141
ANEXO 17: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LOS BLOQUES CON PET.	142
ANEXO 18: CORTE TRASVERSAL DE LOS BLOQUES CON POLIÉSTER.	142
ANEXO 19: CORTE TRANSVERSAL DE LOS BLOQUES CON POLIPROPILENO...	143
ANEXO 20: CORTE TRANSVERSAL DE LOS BLOQUES CON ACRÍLICO.	143
ANEXO 21: CORTE TRANSVERSAL DE LOS BLOQUES CON PET.	144

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Fibra de poliéster.	11
FIGURA 2: Obtención del PES mediante PTA y EG.....	12
FIGURA 3: Obtención del PES mediante DMT y EG.	13
FIGURA 4: Fibras de polipropileno.	18
FIGURA 5: Polimerización.....	19
FIGURA 6: Formas isométricas del polipropileno.	19
FIGURA 7: Formula del acrilonitrilo.	21
FIGURA 8: Poliacrilonitrilo.	22
FIGURA 9: Proveedores de resinas de PET en los últimos años.....	27
FIGURA 10: Obtención del PET.	28
FIGURA 11: Proceso de obtención de fibras PET desde botellas.....	29
FIGURA 12: Cortadora rotativa.	35
FIGURA 13: Cuartos de almacenaje automáticos.	36
FIGURA 14: Diablo deshilachador.....	36
FIGURA 15: Bloque multicámara.....	38
FIGURA 16: Bloques de carga.	39
FIGURA 17: Bloques armados.	40
FIGURA 18: Bloque cara vista.....	40
FIGURA 19: Máquina mezcladora.....	44
FIGURA 20: Máquina bloquera.	45
FIGURA 21: Resistencias más altas de los bloques fabricados con fibras.....	86
FIGURA 22: Análisis y comparación del Costo de producción.....	113
FIGURA 23: Análisis y comparación de Utilidades.	114
FIGURA 24: Análisis y comparación del precio de venta.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Propiedades del poliéster.	15
TABLA 2: Propiedades del Polipropileno	20
TABLA 3: Propiedades del acrílico.....	24
TABLA 4: Usos de los desperdicios textiles.	32
TABLA 5: Tipos de bloques.	37
TABLA 6: Dimensiones de los bloques de hormigón.....	38
TABLA 7: Tipos de cementos.	41
TABLA 8: Granulometría.....	43
TABLA 9: Características y procedencia de las fibras sintéticas.	47
TABLA 10: Cantidad de fibra agregada.....	50
TABLA 11: Bloques con poliéster corte algodónero.	51
TABLA 12: Bloques con poliéster corte lanero.	51
TABLA 13: Bloques con Polipropileno corte algodónero.	52
TABLA 14: Bloques con Polipropileno corte lanero.....	53
TABLA 15: Bloques con Acrílico de corte algodónero.	54
TABLA 16: Bloques con Acrílico de corte lanero.....	55
TABLA 17: Bloques con PET corte algodónero.....	56
TABLA 18: Bloques con PET corte lanero.	57
TABLA 19: Tiempo de Curado de los bloques con fibras de longitud algodónera.	59
TABLA 20: Tiempo de Curado de los bloques con fibras de longitud lanera.	59
TABLA 21: Peso de los bloques con poliéster.....	61
TABLA 22: Peso de los bloques con polipropileno.	62
TABLA 23: Peso de los bloques con acrílico.....	62
TABLA 24: Peso de los bloques con PET.	63
TABLA 25: Absorción de humedad de bloques con poliéster corte algodónero.	65
TABLA 26: Absorción de humedad de bloques con poliéster corte lanero.	65

TABLA 27: Absorción de humedad de bloques con polipropileno corte algodónero.	66
TABLA 28: Absorción de humedad de bloques con polipropileno corte lanero.	66
TABLA 29: Absorción de humedad de bloques con Acrílico corte algodónero.	67
TABLA 30: Absorción de humedad de bloques con Acrílico corte lanero.	68
TABLA 31: Absorción de humedad de bloques con PET corte algodónero.	68
TABLA 32: Absorción de humedad de bloques con PET corte lanero.	69
TABLA 33: Combustibilidad de los bloques con poliéster corte algodónero.	71
TABLA 34: Combustibilidad de bloques con poliéster corte lanero.	71
TABLA 35: Combustibilidad de bloques con polipropileno corte algodónero.	72
TABLA 36: Combustibilidad de los bloques con polipropileno corte lanero.	72
TABLA 37: Combustibilidad de los bloques con acrílico corte algodónero.	73
TABLA 38: Combustibilidad de los bloques con acrílico corte lanero.	73
TABLA 39: Combustibilidad de los bloques con PET corte algodónero.	74
TABLA 40: Combustibilidad de los bloques con PET corte lanero.	75
TABLA 41: Resistencia a la flexión de bloques con poliéster corte algodónero.	81
TABLA 42: Resistencia a la flexión de bloques con poliéster corte lanero.	81
TABLA 43: Resistencia a la flexión de bloques con polipropileno corte algodónero.	82
TABLA 44: Resistencia a la flexión de bloques con polipropileno corte lanero.	82
TABLA 45: Resistencia a la flexión de bloques con acrílico corte algodónero.	83
TABLA 46: Resistencia a la flexión de bloques con acrílico corte lanero.	83
TABLA 47: Resistencia a la flexión de bloques con PET corte algodónero.	84
TABLA 48: Resistencia a la flexión de bloques con PET corte lanero.	85
TABLA 49: Costo de producción unitario (Bloque común).	104
TABLA 50: Utilidad y precio de venta de los bloques comunes.	105
TABLA 51: Costo de la fibra empleada.	106
TABLA 52: Costo de corte.	107
TABLA 53: Costo de producción de los bloques con costo de corte.	108

TABLA 54: Costo de producción de los bloques sin costo de corte.....	108
TABLA 55: Utilidad y precio de venta de los bloques con costo de corte.	109
TABLA 56: Utilidad y precio de venta de los bloques sin costo de corte.	109
TABLA 57: C.P, utilidad y P.V de los bloques con poliéster corte algodónero.	110
TABLA 58: C.P, utilidad y P.V de los bloques con poliéster corte lanero.....	110
TABLA 59: C.P., utilidad y P.V de los bloques con polipropileno corte algodónero.	111
TABLA 60: C.P., utilidad y P.V de los bloques con polipropileno corte lanero.	111
TABLA 61: C.P, utilidad y P.V de los bloques con acrílico corte algodónero.	111
TABLA 62: C.P, utilidad y P.V de los bloques con acrílico corte lanero.....	112
TABLA 63: C.P, utilidad y P.V de los bloques con PET corte algodónero.	112
TABLA 64: C.P, utilidad y P.V de los bloques con PET corte lanero.	112
TABLA 65: Evaluación de calidad (Bloques con poliéster corte algodónero).....	117
TABLA 66: Evaluación de calidad (Bloques con poliéster corte lanero).....	118
TABLA 67: Evaluación de calidad (Bloques con polipropileno corte algodónero).....	118
TABLA 68: Evaluación de calidad (Bloques con polipropileno corte lanero).....	119
TABLA 69: Evaluación de calidad (Bloques con acrílico corte algodónero).....	119
TABLA 70: Evaluación de calidad (Bloques con acrílico corte lanero).	120
TABLA 71: Evaluación de calidad (Bloques con PET corte algodónero).	120
TABLA 72: Evaluación de calidad (Bloques con PET corte lanero).	121

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 2: Problemas generados durante la fabricación de bloques con polipropileno.	54
FOTOGRAFÍA 3: Problemas generados durante la fabricación de bloques con Acrílico.....	55
FOTOGRAFÍA 4: Problemas generados durante la fabricación de bloques con PET....	57
FOTOGRAFÍA 5: Balanza empleada para la obtención de pesos.	61
FOTOGRAFÍA 6: Prensa hidráulica con motor neumático.....	76
FOTOGRAFÍA 7: Pistón externo.	78
FOTOGRAFÍA 8: Manómetro de medida.....	79
FOTOGRAFÍA 9: Corte transversal bloque con 0,2 % fibra de poliéster corte algodónero.....	87
FOTOGRAFÍA 10: Corte transversal bloque con 0,8% fibra de poliéster corte algodónero.....	87
FOTOGRAFÍA 11: Corte transversal de un bloque con 0,2% de poliéster corte lanero.	88
FOTOGRAFÍA 12: Corte transversal de un bloque con 0,6% de poliéster corte lanero.	88
FOTOGRAFÍA 13: Corte transversal de un bloque con 0,2% de polipropileno corte algodónero.....	89
FOTOGRAFÍA 14: Corte transversal de un bloque con 0,6% de polipropileno corte algodónero.....	90
FOTOGRAFÍA 15: Corte transversal de un bloque con 0,4% de polipropileno corte lanero.	90
FOTOGRAFÍA 18: Corte transversal de un bloque con 0.4% de acrílico corte lanero. ...	92
FOTOGRAFÍA 19: Fractura de los bloques con PET durante la flexión.....	92
FOTOGRAFÍA 20: Corte transversal de un bloque con 0.2% PET corte algodónero.....	93
FOTOGRAFÍA 21: Corte transversal de un bloque con 0.6 % PET corte algodónero.	93
FOTOGRAFÍA 22: Corte transversal de un bloque con 0.2% de PET corte lanero.....	94
FOTOGRAFÍA 23: Corte transversal de un bloque con 0.8% de PET corte lanero.....	94

RESUMEN

UTILIZACIÓN DE FIBRAS SINTÉTICAS RECICLADAS, EN MEZCLA CON CONCRETO; PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS.

El presente estudio pretendió realizar una investigación, que aporte información relacionada con la utilización de fibras sintéticas recicladas, para fabricar bloques de construcción de viviendas, debido a la poca o nula información que en la actualidad existe en nuestro país acerca de este uso de las fibras de desperdicio con agregados propios de nuestra región, en este caso, procedentes de la cantera ubicada en el Cantón Cotacachi, Provincia de Imbabura y Cemento portland tipo 1.

Se determinaron las propiedades físicas de las fibras sintéticas recicladas a utilizarse, entre ellas; tenacidad, RKM, densidad, risos por centímetro y longitud de fibra. Los desperdicios de fibras utilizadas en este trabajo de investigación son:

- Desperdicios de poliéster obtenidos en las cajas de hilado en forma de filamento continuo.
- Desperdicios de fibras de polipropileno obtenidos en procesos de hilatura de anillos.
- Desperdicios de fibras de acrílico obtenidos en procesos de hilatura de anillos.
- Desperdicios de PET obtenidos en los puchos de las bobinas POY; en forma de filamento continuo.

La mezcla de concreto utilizada, es una mezcla habitual; empleada por las industrias de mampostería para fabricar bloques de construcción de viviendas. Luego se incorporaron por separado a la mezcla, cinco concentraciones distintas de cada desperdicio de fibra; con el objeto de seleccionar aquella que

permita elaborar los bloques sin dificultad alguna y aporte mejoras a las propiedades mecánicas de un bloque de construcción de viviendas.

Los bloques fabricados con desperdicios de fibras sintéticas, son curados durante 28 días; tiempo adecuado para que el bloque alcance su dureza final; una vez culminado este periodo de curado, se determina el peso resultante de los bloques, para luego ser sometidos a pruebas de absorción de humedad, combustibilidad, resistencia a la flexión y un análisis de la fractura en su corte transversal.

Los resultados experimentales finales obtenidos, luego de comparar el comportamiento mecánico del bloque con fibras sintéticas de desperdicio y aquel sin fibra, determinaron que la fibra que proporciona mejores resultados, es el PET de longitud lanera; la concentración idónea de fibra PET con esta longitud es del 0.6% en relación al peso del bloque, es decir 74.4 gr de fibra.

Este trabajo de investigación pretendió, analizar el costo beneficio que implica la utilización de fibras sintéticas de desperdicio, en caso de llevarse a la fabricación del bloque, para uso en la construcción de viviendas.

ABSTRACT

USE OF RECYCLED SYNTHETIC FIBRES, IN CONCRETE MIXES;FOR MAKING HOUSE BUILDING BLOCKS.

The present study is aimed to do a research, to provide information related to the recycled synthetic fibers used for the housing construction blocks manufacturing, due to little or non-information that currently exists in our country about the use of waste fibers with our region own aggregates, in this case, from the quarry located in Cotacachi Town, Imbabura Province and Portland cement type 1.

The recycled synthetic fiber physical properties to be used were identified, amongst them are; tenacity, RKM, density, curls per centimeter and fiber length. Waste fibers used in this investigation are:

- Polyester waste obtained from the boxes spinning continuous filament shaped
- Polypropylene fibers waste obtained in ring spinning processes.
- Acrylic fibers waste obtained in ring spinning processes.
- PET waste obtained in the butts of POY coils; in continuous filament form.

The concrete mixture used is a habitual mix used by masonry industries for the housing construction blocks manufacture Later they separately fitted to the mix, five different concentrations of each fiber waste with the objective of selecting one which allows us to develop the blocks without any difficulty and provide improvements to the mechanical properties of a block house construction.

Blocks made by synthetic fibers waste, are processed for 28 days; suitable time for the block to reach its final state; once the processing period is completed, the weight result of blocks is determined, then submitted for moisture absorption, flammability, flexural resistance and cross section fracture analysis.

The final experimental results obtained after comparing the mechanical behavior of the block with synthetic fiber waste and the ones without a fiber, it was clear that the fiber providing better results is the PET of wool length with a suitable concentration of the PET fiber length is 0.6% relative to the blocks weight, it means 74.4 gr of fiber.

This research is aimed to analyze the cost benefit that involves the synthetic waste fibers used, in case there's a block production, for housing and construction purpose.

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1.- ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Las industrias textiles en la actualidad generan considerables cantidades de desperdicio textil, los cuales; terminan siendo almacenados en bodegas de desperdicio. Estas industrias son consideradas contaminantes por la variedad de desperdicios que se generan en cada proceso productivo. Los desperdicios generados por las industrias textiles, son los residuos que se producen en mayor cuantía y se derivan de la propia actividad productiva, tales como: fibras, hilos y tejidos.

La guía para gestión de residuos peligrosos en el sector textil, dice que:

La gestión de residuos peligrosos es un tema de preocupación mundial. Se ha convertido en un tema prioritario que requiere un manejo obligatorio por parte de las empresas; primero porque deben cumplir con la normativa legal aplicable en el país, segundo porque deben ser conscientes con los impactos ambientales que generan este tipo de residuos y los efectos sobre la salud, seguridad, economía y en la competitividad de la organización; y tercero, porque pueden estar perdiendo la oportunidad de mejorar su eficiencia en la operación, permitiéndose aprovechar este tipo de residuo como recurso y como energía (Miriam Orbea, Edison Naranjo y Glenda Morillo).

El desperdicio generado por una industria textil representa una pérdida de dinero bastante considerable, ya que, se debe tomar en cuenta que “botar desperdicios es botar dinero” (Mirian Orbea; et al., 2008:8). Generar y organizar los desperdicios de fibras sintéticas recicladas, incrementa los costos para la gestión de los residuos, además, incrementa el costo para el cumplimiento de las normativas medioambientales vigentes.

Además; el desperdicio textil ocupa gran espacio dentro de una industria, ya que, estos desperdicios tienen gran volumen aparente, generando desorden. El desorden obliga al empleo de mayor número de personal para la organización del desperdicio y limpieza de las bodegas donde son almacenados.

Los desperdicios textiles no son generados únicamente por industrias de producción textil, sino también; por los usuarios de dichos productos, los cuales; arrojan fibras, hilados y tejidos sintéticos que pueden ser recuperados para la fabricación de nuevos productos.

Cabe mencionar; la ausencia de un estudio enfocado a la utilización de fibras sintéticas recicladas, para la fabricación de bloques de construcción de viviendas; que aporte información al ámbito civil, referente a las características que las fibras sintéticas deben tener para ser utilizadas en la fabricación de bloques, sin que exista dificultad.

Los bloques en la actualidad, exigen ser reforzados con materiales alternativos, con el fin de mejorar las propiedades mecánicas de los mismos, de tal forma que estos puedan resistir fuerzas horizontales (sismos, vientos) y verticales (su propio peso). *“Estas deficiencias detectadas en el desempeño de las estructuras cuando se han visto sometidas a movimientos sísmicos de diferente intensidad, ha originado la necesidad de reparar o rehabilitar sus estructuras”* (José Yauli, 2014:2).

1.2.- JUSTIFICACIÓN.

La elaboración de este trabajo de investigación persigue dar una nueva utilidad a las fibras sintéticas de desperdicio; utilizarlas para fabricar bloques de construcción de viviendas. Además; toma como fundamento, la conservación del medio ambiente, las iniciativas y regulaciones que las entidades de control empiezan a priorizar para las industrias que generan residuos de desperdicio que causan daños al medio ambiente. Así mismo; busca generar ingreso a las industrias textiles con la venta de las fibras sintéticas de desperdicio; minimizar los costos de gestión de los residuos y los costos que implica el cumplimiento de la normativa medioambiental vigente.

De igual forma; este trabajo de investigación, pretende aportar información referente a la utilización de los desperdicios de fibras sintéticas, como material para fabricar bloques de construcción de viviendas; con la finalidad de fomentar una producción limpia, que contribuya con el mejoramiento del manejo de los desperdicios de fibras sintéticas, obtenidos en una industria textil.

La sociedad en su conjunto ha venido adquiriendo, cada vez con mayor fuerza, una conciencia frente al deterioro ambiental, cada vez, los consumidores demandan productos que no generen daños a su salud y que los procesos productivos llevados a cabo para la fabricación de textiles, minimicen en lo posible, los impactos ambientales negativos que se puedan causar. Esta situación lleva a que los productores textiles que deseen ofertar sus productos en los diferentes mercados asuman posiciones más amigables con el medio ambiente, reconvirtiendo, organizando y mejorando sus procesos de producción. Este compromiso adquirido optimiza los ambientes de trabajo, mejora las relaciones con la comunidad, ya que, se generan menos molestias. Además; disminuye la exposición de los trabajadores a la suciedad y los contaminantes.

La utilización de fibras sintéticas recicladas, para la fabricación de bloques de construcción de viviendas, busca aportar información al sector civil; referente a la posibilidad de utilizar fibras sintéticas recicladas para este fin, las características que deben poseer los desperdicios de fibras sintéticas a ser utilizadas en la fabricación de bloques y los beneficios mecánicos que brinda al bloque, la presencia de fibras textiles.

1.3.- OBJETIVOS

1.3.1.- OBJETIVO GENERAL

1.3.1.1.- Utilizar fibras sintéticas recicladas, para la fabricación de bloques de construcción de viviendas.

1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Realizar un diagnóstico de las fibras sintéticas recicladas, no utilizadas en los hilados y utilizadas como materiales en la elaboración de bloques para la construcción de viviendas.

El diagnóstico se llevará a cabo, a partir de la selección de los desperdicios de fibras sintéticas recicladas, que van a ser utilizadas en este trabajo de investigación y sus características físicas, entre ellas: risos por centímetro, longitud de fibra, tenacidad, higroscopicidad y densidad. Así también, será llevada a cabo, mediante la observación del proceso de disgregación de las fibras sintéticas durante la elaboración y homogenización de la mezcla a emplearse para la fabricación de un bloque; y la determinación de la cantidad de fibra que es posible agregar a la mezcla para llevar a cabo la fabricación de bloques sin que exista inconveniente.

Utilizar fibras sintéticas recicladas, entre ellas; poliéster, polipropileno, acrílico, PET y proceder a la fabricación de bloques de construcción de viviendas.

Los desperdicios de fibras sintéticas seleccionados, serán introducidos a la mezcla de agregados pétreos y cemento portland tipo 1, necesaria para fabricar un bloque, se agregará los desperdicios de fibras sintéticas en diferentes porcentajes; porcentajes establecidos en relación al peso máximo de un bloque común y se procederá a la fabricación de los mismos.

Realizar pruebas de absorción de humedad, resistencia a la flexión, combustión; medir el peso de los bloques resultantes y hacer un análisis del bloque en su corte transversal.

Las pruebas de absorción de humedad y resistencia a la flexión serán llevadas a cabo, en base a los criterios establecidos en normas ecuatorianas de calidad INEN; para bloques huecos de hormigón y una viga con carga en los puntos tercios de su luz libre.

Las pruebas de combustibilidad de los bloques fabricados con desperdicios de fibras sintéticas, se lleva a cabo mediante el método de observación; utilizando un soplete a gas doméstico. El fuego es aplicado directamente sobre los bloques fabricados con desperdicios de fibras sintéticas.

Por otra parte, para medir el peso de los bloques resultantes del proceso de fabricación con fibras sintéticas, se empleara una balanza, con la cual, se determinará el peso de los bloques con fibra, para luego ser comparado con el peso de los bloques comunes.

Para el análisis del corte transversal de los bloques con fibra, se utilizara el método de observación. Este análisis se lo lleva a cabo una vez fracturado el bloque, después de la prueba de resistencia a la flexión.

Hacer un análisis costo beneficio del producto elaborado.

El análisis costo beneficio del producto elaborado, será llevado a cabo, en base a los costos que intervienen en la producción de un bloque común, costo al cual; serán sumados los costos que implica el uso y la adecuación de los desperdicios de fibras sintéticas, al ser utilizadas como materiales para la fabricación de bloques de construcción de viviendas.

1.4.- ALCANCE.

En el presente estudio, se pretende utilizar diversos desperdicios de fibras sintéticas recicladas, entre ellas: poliéster, polipropileno, acrílico y PET (polietilentereftalato); para fabricar bloques de construcción de viviendas tipo C; también, introducir en la mezcla varias cantidades de desperdicio de fibras sintéticas recicladas y proceder a la fabricación de los bloques; empleando como maquinaria, una mezcladora y una bloquera de vibro compactado.

Los bloques serán fabricados con desperdicios de fibras sintéticas recicladas de varios títulos y dos longitudes, entre ellas; una longitud algodónera, no superior a los 28mm y una longitud lanera, no superior a los 70mm. Los bloques serán elaborados con cemento Portland tipo 1 y agregados pétreos procedentes de la mina ubicada en la ciudad de Cotacachi, Provincia de Imbabura.

Los desperdicios de fibras sintéticas utilizados en este trabajo de investigación, para llevar a cabo la fabricación de bloques, provienen de los procesos productivos para la obtención de filamentos continuos o hilatura de anillos.

Este estudio pretende realizar diversas pruebas, entre ellas: absorción de humedad, resistencia a la flexión, combustibilidad; además, medir el peso de los bloques resultantes, hacer un análisis del bloque en su corte transversal; compara los resultados obtenidos y determinar si los bloques resultantes, son aptos para la construcción de viviendas.

Además, se aspira, obtener bloques de fácil manipulación, que cumplan con las dimensiones y espesor requeridos, para ser considerados bloques de construcción de viviendas tipo C.

CAPÍTULO II

2.- FIBRAS SINTÉTICAS

Son fibras textiles que se obtiene por síntesis orgánica de diversos productos derivados del petróleo. Las fibras artificiales no son consideradas como fibras sintéticas, ya que; proceden de materiales básicamente celulosa o proteína, la expresión (fibras químicas) se utiliza para referirse a las fibras artificiales y a las fibras sintéticas en conjunto.

Con la aparición y desarrollo de las fibras sintéticas en la industria textil, se ha conseguido hilos que satisfacen la demanda de la industria textil y los consumidores.

2.1.- USOS.

Las fibras sintéticas pueden emplearse en la fabricación de textiles, ya sean; tejidos o no tejidos; por tal motivo, están relacionadas con el mundo de la moda y la indumentaria. Estas fibras también tiene usos industriales, como: paracaídas, velas de barcos, cordelería y construcción.

2.1.1.- USOS DE LAS FIBRAS SINTÉTICAS DE ACUERDO AL HILADO A FABRICAR.

Las fibras sintéticas son obtenidas en forma de filamento continuo, pero pueden ser cortadas para obtener varias longitudes, dependiendo del hilado a producirse y el uso del mismo. Además; estas fibras permiten modificar su sección transversal para mejorar el brillo y la finura, en función de las necesidades del producto final.

Para medir la finura de una fibra o filamento sintético, utilizamos el denier; el cual es definido como: el peso en gramos de 9000 metros de fibra o filamento. Los filamentos sintéticos, se agrupan en números diversos y forman hilados.

2.1.2.- USOS DE LAS FIBRAS SINTÉTICAS DE ACUERDO AL ARTÍCULO FINAL.

En la actualidad, las fibras sintéticas son utilizadas en la fabricación de diversos artículos textiles; dependiendo el uso que el artículo va a recibirse, se selecciona la fibra sintética más idónea, es decir; si un artículo necesita soportar fuerzas, desgaste o resistencia al ambiente, las fibras más óptimas para la elaboración de este artículo serán aquellas de denier elevado.

Cuando una fibra posee una finura inferior a 1 denier, son denominadas microfibras, las microfibras son 2 veces más finas que la seda; 3 veces más finas que el algodón y 100 veces más finas que el cabello humano. Esta característica ofrece a los tejidos propiedades superiores.

2.2.- CLASIFICACIÓN.

La clasificación de las fibras sintéticas, se basa en la forma de obtención de la molécula del polímero; esta puede ser:

2.2.1.- POLIMERIZACIÓN POR CONDENSACIÓN:

Llamamos polimerización por condensación, si parte de la molécula de monómero se pierde cuando esta pasa a formar parte del polímero. Esa parte que se pierde es por lo general una molécula pequeña como agua o HCl. Por este método se obtienen las fibras de poliamida (fibra de nylon) y las fibras de poliéster.

2.2.2.- POLIMERIZACIÓN POR ADICIÓN:

Se dice que una polimerización es por adición, si la molécula entera de monómero pasa a formar parte del polímero. Los monómeros forman un enlace covalente, agrupándose químicamente y formando polímeros. Por este método se obtienen las fibras acrílicas, las fibras de poliolefinas y las fibras de elastómeros.

2.3.- IMPORTANCIA E HISTORIA DE LAS FIBRAS QUÍMICAS.

“La historia de las fibras químicas se inició en el año 1913, cuando Fritz Klatte requirió la patente para fabricar fibras con cloruro de polivinilo” (Theodor Erhardt; Adolf Blumcke; Walter Burger; Max Marklin; Gottfried Quinzler; 1980: 7). Este avance impulsó el desarrollo en el campo de la investigación y la economía de textil.

Las fibras sintéticas poseen propiedades ventajosas, de las que carecen las fibras naturales, sin embargo; existe duda de que siguen siendo inferiores a las fibras naturales en algunos aspectos. Mediante investigaciones se han ido eliminando estos inconvenientes, para producir materiales textiles mucho más valiosos; en el campo de las fibras sintéticas se procura perfeccionar las propiedades de las fibras ya existentes y desarrollar nuevas fibras. Además; la industria de las fibras sintéticas, es una gran fuente de empleo para millares de personas, el volumen de la producción de estas fibras, puede ser aumentado a voluntad y el precio de los artículos textiles mantenidos en un nivel adecuado.

Estos hechos condujeron la industria textil y la industria química, a desarrollar fibras sintéticas similares a las fibras naturales, mediante procesos especiales de tratamiento.

Las fibras sintéticas tienen excelentes propiedades físicas y químicas, la cuales; permiten el uso en diferentes campos de aplicación, por ejemplo:

- Larga duración y resistencia a los agentes externos.
- Cuidado fácil: lavado y planchado.
- Alta resistencia a la rotura.
- Reducido poder de absorción de humedad.
- Estabilidad dimensional durante el tratamiento de la humedad.
- Alta solidez a la luz.

- Fácil de tratar.
- Resistente a insectos.
- Resistencia a la acción del moho.
- Resistencia a bacterias.

Las fibras sintéticas también poseen desventajas en relación con las naturales, todo depende del uso al que se las destine. Arrastran los siguientes inconvenientes:

- Poseen poco poder absorbente.
- Pueden producir alergias al entrar en contacto con pieles sensibles.
- Fácil combustión.

2.3.1.- INFORMACIÓN HISTÓRICA SOBRE EL DESARROLLO DE LAS FIBRAS QUÍMICAS.

Después del avance tecnológico producido en 1913 por Fritz Katlle, Carothers, desarrolló la producción de Nylon (nylon 66) y el químico alemán Schlack la del perlón (nylon 6). La empresa Du Pont de Estados Unidos comenzó a vender nylon en gran escala en el mercado norteamericano, para lo cual; era necesario construir instalaciones para producir fibras sintéticas; el químico alemán Schlack, construyó la primera instalación para producir perlón.

En Inglaterra durante el año de 1941 Whinfield y Dickson descubrieron las fibras de poliéster, a las mismas que se les dio el nombre de Terylene , así mismo; la primera fibra de poliéster que se fabricó en Estados Unidos se la conoció como dacron. Por otra parte; en 1942 el químico alemán Rein fabri

có fibras sintéticas de poliacrilonitrilo simultáneamente; tras este descubrimiento la Du Pont registró la patente en Estados Unidos. Las fibras poliacrílicas se conocieron con los nombres de orlón, dolán, dralón o acrilán, según el fabricante que las produzca.

2.4.- FIBRAS DE POLIÉSTER.



FIGURA 1: Fibra de poliéster.

Fuente: <http://portuguese.alibaba.com/product-free-img/fibra-de-poli-ster-de-sucata-108493301.html>

El poliéster es un material plástico derivado del petróleo, cuya fórmula corresponde a la de un poliéster aromático; se denomina como polietilentereftalato. Este pertenece al grupo de los materiales sintéticos denominados poliésteres. En 1946 se lo empezó a utilizar industrialmente como fibra y su uso textil ha proseguido hasta el presente, pero la aplicación que significó su principal mercado fue en envases rígidos.

El poliéster es un polímero hidrofóbico termoplástico, propiedad que permite un secado rápido y la fabricación de prendas inarrugables resistente a la acción de agentes oxidantes. La mayoría de la producción de poliéster en el mundo está destinada para fabricación de fibras sintéticas de uso textil y tan solo una pequeña parte para la fabricación de envases plásticos.

En el contexto de las aplicaciones textiles; las siglas “PES” se refieren a las fibras de poliéster empleadas en la industria textil, mientras que las siglas “PET” se utiliza generalmente en relación con los envases plásticos. El poliéster constituye alrededor del 18% de la producción de polímeros en el mundo y es el polímero tercero más producido, polietileno (PE) y polipropileno (PP) son primeros y segundos, respectivamente” (Ing. Oswaldo Guzmán, manual de procesos 2013: 6).

2.4.1.- OBTENCIÓN DEL POLIÉSTER.

Existen dos formas para obtener poliéster mediante el proceso de policondensación, la primera mediante la reacción del Dimetil-tereftalato (DMT) con el etilenglicol (EG) y la segunda, por la reacción entre el etilenglicol (EG) y el ácido tereftálico (PTA); con la primer reacción, se obtiene como subproducto el metanol y en la segunda se obtiene agua. La polimerización para la obtención del poliéster se realiza en dos etapas; en la primera ocurre un proceso la transesterificación, en el cual; se forma el monómero y en la segunda etapa se produce la policondensación, en la cual; los monómeros forman cadenas poliméricas de 120 unidades (molécula del poliéster). En forma industrial el polímero de poliéster "PES", se obtiene por policondensación del dimetil tereftalato (DMT) con el etilenglicol (EG). A través de la transesterificación del DMT y el EG se forma el "dietilenglicol tereftalato", el cual; sufre una condensación posterior produciéndose entonces el tereftalato de polietileno, llamado comúnmente "poliéster" y conocido por las siglas "PES" en la industria textil. Este proceso se lo realiza en reactores de alta temperatura.

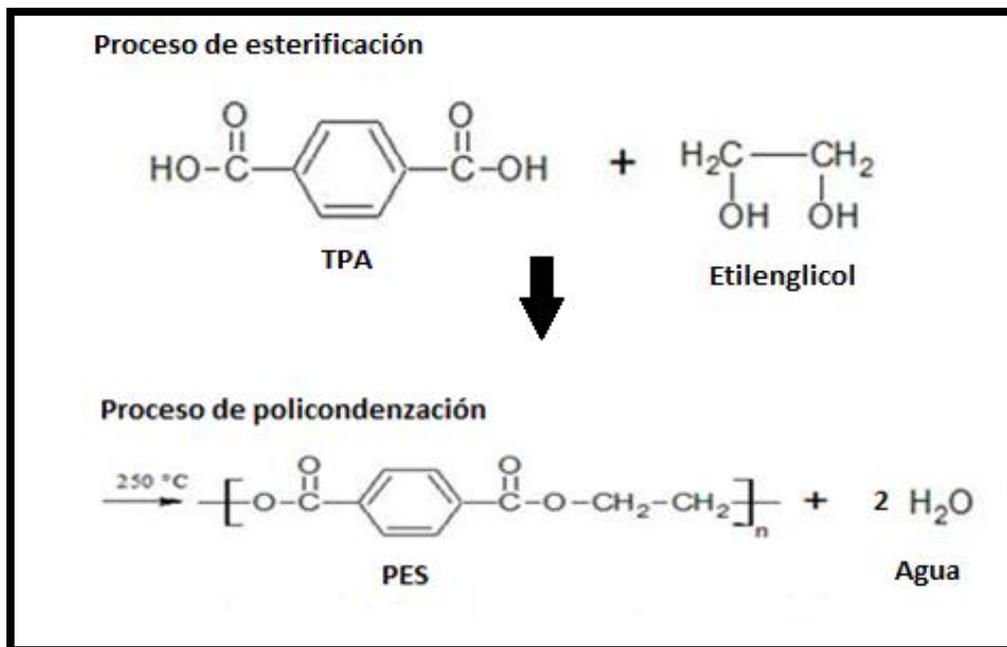


FIGURA 2: Obtención del PES mediante PTA y EG.

Fuente: <http://todosobrelasfibrassinteticas.blogspot.com/2013/02/fibras-sinteticas-y-especialesel.html>

El estiramiento del poliéster se efectúa generalmente a temperaturas de aproximadamente 90 °C. Esto disminuye la elongación de rotura y la tendencia al encogimiento pero aumenta la tenacidad de los filamentos. A causa del estiramiento producido, los filamentos alcanzan más del triple de su longitud original.

Las propiedades adquiridas por el estiramiento de los filamentos se fijan mediante la termo fijación, este proceso es indispensable después de cada proceso que les dé una nueva forma. En caso contrario; existiría encogimiento y dobleces de los filamentos durante la tintura. El manual de procesos de Enkador nos dice que los hilos obtenidos a diferentes velocidades de estiramiento se clasifican en:

- *LOY: (Low Oriented Yarn), velocidad de embobinado: 1000 a 1400m/min.*
- *MOY: (Medium Oriented Yarn), velocidad de embobinado: 2000m/min.*
- *POY: (Pre Oriented Yarn), velocidad de embobinado: 3000 a 3500 m/min.*
- *HOY: (High Oriented Yarn), velocidad de embobinado: 4000 a 5000 m/min.*
- *FOY: (Full Oriented Yarn), velocidad de embobinado: 6000 a 7000 m/min. (Oswaldo Guzmán, manual de procesos 2013:33)*

“En la producción de fibras para hilados, los filamentos reciben en primer lugar la ondulación (o rizado) y a continuación se cortan a la longitud deseada” (Theodor Erhardt et al., 1980: 13).

2.4.2.-PROPIEDADES DEL POLIÉSTER.

1. Alta elasticidad y estabilidad de forma.
2. Son termoplásticas.
3. Resistentes a la rotura y al desgaste.
4. Solidez en estado húmedo, es igual a su solidez en estado seco.

5. Alta resistencia a las influencias de la luz y condiciones climatológicas.
6. Alta resistencia a los insectos nocivos y a la formación de moho.
7. Resistencia a ácidos débiles, a ebullición y fuertes en frío.

Presentan además:

1. Reducido poder de absorción de humedad.
2. Las fibras para hilados tienen una gran tendencia a formar apilamientos.

TABLA 1: Propiedades del poliéster.

Nombre	Poliéster (PES)
Conservación del calor	Texturizadas: óptimas No texturizadas: deficientes
Extensibilidad	En seco: <ul style="list-style-type: none"> • Hilos normales: 18 a 30 % • Hilos de alta resistencia: 8 a 15 % • Fibras: 23 a 24 % Con humedad: igual que en seco.
Resistencia	En seco: <ul style="list-style-type: none"> • Hilos normales: 38 a 45 km • Hilos de alta resistencia: 58 a 72 km • Fibras: 22 a 42 km Con humedad: 100%
Elasticidad	Óptima pero inferior a las de las fibras de poliamida
Densidad	1.22 a 1.38 g/cm ³
Higroscopicidad	0.3 a 0.4 %
Absorción de humedad e hinchamiento	0.3 a 0.5% menor que la fibra de poliamida.
Teñido	Se puede teñir con colorantes dispersos, en una tina al naftol y con desarrollo, después del tratamiento con agentes de hinchamiento o bajo presión con temperaturas de 120 °C .

	La dificultad de tintura aumenta con el grado de estiramiento.
Lavabilidad y solidez a la cocción	Lavabilidad óptima, resistentes a la cocción. Durante el lavado, las temperaturas no deben superar los 60°C, puesto que el movimiento del mismo puede causar apelmazamiento.
Comportamiento ante el calor	Buena consistencia ante el calor seco, a 150°C ; sensibles al calor húmedo, consistencia térmica momentánea hasta 200°C ablandamiento de 230 a 249 °C y desintegración a partir de los 300°C. La acción prolongada de vapor es perjudicial para el poliéster.
Estabilidad de forma	Óptima
Prueba de combustión	Bajo la acción de una llama estas fibras se vuelven parduscas y se derriten, con tendencia a gotear, y producen mucho hollín. Después de retirar la llama, dejan de arder. Dejan un residuo en forma de perla dura y color grisáceo.
Comportamiento ante insectos nocivos	No son atacadas por insectos y ofrecen una buena resistencia a la putrefacción.
Comportamiento ante ácidos	Sólidas frente a ácidos minerales.
Comportamiento ante lejías	Resistentes a las lejías de baño. Las lejías frías concentradas y las lejías calientes diluidas las atacan. El amoníaco resulta nocivo la temperatura ambiente.
Solidez ante las condiciones atmosféricas	Óptima

Fuente: Theodor Erhardt; Adolf Blumcke; Walter Burger; Max Marklin; Gottfried Quinzler; 1980:

2.4.3.- PRINCIPALES APLICACIONES.

Las fibras para hilados se mezclan puras o con otras fibras para elaborar tejidos de ropas masculinas o femeninas, ropas deportivas y artículos de mallas y punto. Además, las fibras PES se utilizan como materiales de relleno de colchas y almohadas. Los filamentos tienen una gran aplicación en tejidos para ropa de mujer, gabardinas, tejidos con pliegues permanentes, corbatas, mantas, cortinas y artículos de mallas y punto, de todos los tipos. También se las emplea para usos industriales como: filtros para aire caliente, revestimientos, redes de pescar, no tejidos y tejidos adicionales.

2.5.- FIBRAS DE POLIPROPILENO.

El polipropileno es un termoplástico inerte, semicristalino, totalmente reciclable; su incineración no tiene ningún efecto contaminante y su tecnología de producción es la de menor impacto ambiental. Además; es considerado uno de los termoplásticos de mayor desarrollo en el futuro, lo cual; lo hace más atractivo frente a materiales alternativos.

La polimerización catalítica del propileno fue descubierta por el italiano Giulio Natta en 1954, el cual; obtuvo un polímero con una alineación ordenada de sus moléculas. Su desarrollo comercial comenzó en 1957, cuando la empresa italiana Montecatini obtuvo la patente, años más tarde; las empresas I.C.I. y Shell fabricaron también dicho polímero. La acogida del polipropileno, ha estado directamente relacionada con su versatilidad, sus excelentes propiedades físicas y la competitividad económica de sus procesos de producción.



FIGURA 4: Fibras de polipropileno.

Fuente: <http://www.ve.all.biz/fibras-de-polipropileno-g4655>

2.5.1- OBTENCIÓN DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO.

El polipropileno es producido a partir del propileno, el cual, se lo puede obtener de una extensa variedad de métodos. Los más comunes son: por la deshidratación de la n-propanol y por destilación del gas licuado de petróleo (GLP).

Mediante la deshidratación de 1-propanol y el 2 propanol, empleando un ácido mineral; el grupo alcohólico rompe los enlaces y se separa de la cadena de carbonos, formando el propileno (alqueno), el cual; mediante catalizadores de sulfato de aluminio da origen al polipropileno. Por otra parte; el proceso de obtención del polipropileno mediante la destilación del GLP, se compone de una serie de pasos, que van separando los componentes más livianos y los no deseados, hasta obtener propileno.

En primer lugar; se separan componentes tales como: Anhídrido carbónico o Mercaptanos existentes en el GLP, luego; mediante una columna de destilación se separan los componentes más livianos tales como metano, etano o nitrógeno. Después llega el paso más difícil, que es el de separar el propileno del propano, ya que, estos dos poseen un peso específico muy similar, por lo tanto; es necesaria una columna de destilación muy larga, con gran cantidad de platos. Para finalizar, se eliminan los últimos componentes residuales, como la arsina, y se obtiene el propileno listo para polimerizar.

2.5.2.- PROPIEDADES DE LAS FIBRAS POLIPROPILENICAS.

TABLA 2: Propiedades del Polipropileno

Propiedades Físicas	
Absorción de Agua - Equilibrio (%)	0,03
Densidad (g cm ⁻³)	0,9
Índice Refractivo	1,49
Índice de Oxígeno Límite (%)	18
Inflamabilidad	Combustible
Resistencia a los Ultra-violetas	Aceptable
Propiedades Mecánicas	
Alargamiento a la Rotura (%)	150 - 300
Dureza - Rockwell	R80 - 100
Resistencia a la Tracción (gr/Den)	5
Elongación	40% a 60%
Propiedades Térmicas	
Temperatura Máxima de Utilización (C)	90 - 120
Temperatura Mínima de Utilización (C)	-10 a -60
Temperatura de deflección en Caliente - 0.45MPa (C)	100 - 105
Temperatura de deflección en Caliente - 1.8MPa (C)	60 - 65
Resistencia Química	
Ácidos - concentrados	Buena
Ácidos - diluidos	Buena
Álcalis	Buena
Alcoholes	Buena
Cetonas	Buena
Grasas y Aceites	Aceptable

Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/polipropileno.html>

2.5.3.- PRINCIPALES APLICACIONES.

El polipropileno se lo puede utilizar como plástico y como fibra. Como plástico se utiliza para hacer envases para alimentos, ya que; el polipropileno no se funde por debajo de 160° C y como fibra; se lo utiliza en la fabricación de hilados puros o en mezcla con otras fibras, también es utilizado para hacer alfombras de interior y exterior, canchas de mini-golf y fútbol. Funciona bien para alfombras al aire libre, ya que, el polipropileno, no absorbe agua.

2.6.- FIBRAS DE ACRÍLICO (PAC).

Una fibra acrílica es un polímero constituido por una cadena de macromoléculas lineales, la cuales, contiene un mínimo 85% de acrilonitrilo; este fue descubierto en 1893 por el químico francés Charles Maureu. El acrilonitrilo fue propuesto para sustituir al caucho natural durante la segunda guerra mundial, sin embargo; la restauración del comercio después de la guerra, hizo que el abastecimiento del caucho natural se incremente, haciendo que el caucho sintético fuera menos ventajoso. Los desarrollos en las fibras elaboradas a partir de acrilonitrilo, fueron lentos hasta que se descubrieron los solventes apropiados para la obtención de fibras, lo que permitió a las fibras ser formadas mediante un hilado en seco o un hilado en húmedo.

Las fibras elaboradas a partir del acrilonitrilo, reciben el nombre técnico de fibras poliacrílicas, las cuales, fueron comercializadas a partir del año de 1950 y recibieron el nombre comercial de orlón.

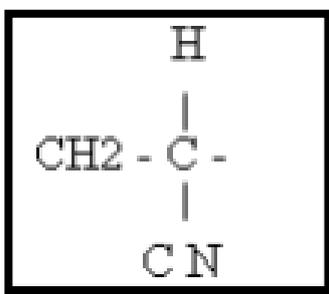


FIGURA 7: Formula del acrilonitrilo.

Fuente:<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/735/3/04%20IT%20094%20CAPITULO%20I%20FIBRAS%20ACRILICAS.pdf>

Las fibras acrílicas poseen son las más parecidas a la lana. Debido a sus propiedades de baja densidad y volumen, estas fibras proporcionan calor siendo ligeras, son más suaves y su cuidado es mucho más simple.

2.6.1.- OBTENCIÓN DEL ACRÍLICO.

El monómero acrilonitrilo, o cianuro de vinilo, “se obtiene en la industria a partir del amoniaco, propileno y oxígeno, mediante los productos intermedios, tales como el gas acetileno y el ácido cianhídrico” (Theodor Erhardt et al., 1980: 23). Los filamentos poliacrilicos no pueden ser hilados mediante extrucion del polímero fundido, ya que; se descompone en su punto de ablandamiento; a temperaturas de 235°C a 320°C.

Como solvente para la formación de filamentos, se usa en general dimetilformamida. La solución de hilado obtenida, puede ser hilada por el método de hilado en húmedo o el hilado en seco.



FIGURA 8: Poliacrilonitrílo.

Fuente: <http://www.pslc.ws/spanish/pan.htm>

2.6.1.1.- MÉTODO DE HILADO EN SECO

Después de la extrusión a través de la hilera; el disolvente empleado, se evapora del filamento mediante un proceso de secado con aire caliente. Posteriormente los filamentos son recogidos en la base de la cámara de secado y solidificados mediante el empleo de agua fría; este detiene la evaporación y elimina el resto de solvente residual. Para finalizar; los filamentos reciben ensilaje, el cual facilita los procesos posteriores. A causa de las altas temperaturas necesarias para la evaporación del disolvente, la hilatura en seco obliga a tomar precauciones especiales contra las explosiones y penetración de vapores tóxicos en las áreas de trabajo.

2.6.1.2.- MÉTODO DE HILADO EN HÚMEDO

Este método emplea equipos de hilatura tipo piscina, la solución es extruida a través de las hileras, las cuales, están sumergidas en un baño de coagulación. El baño de coagulación consiste en una disolución del disolvente, del cual depende la calidad del filamento obtenido. Cuando la temperatura del baño de coagulación es superior a 10°C, los filamentos precipitados son opacos, poco tenaces y no tiene buena orientación.

El estiramiento de los filamentos obtenidos mediante cualquier método, se lo realiza a temperaturas de 160°C a 180 °C, los filamentos se alargan de ocho a doce veces la longitud original. Con ello; mejora su tenacidad y finura, su capacidad de elongación y la tendencia a encogerse frente al calor disminuyen. Para obtener fibras para hilados, se reúnen varios filamentos en un solo cabo, al que se le da el rizo y la longitud deseada.

Por otra parte; el poder de encogimiento de las fibras acrílicas, es aprovechado para la fabricación de hilados de alto volumen, mediante el empleo de fibras con contracción, las cuales; pierden el 20% de su longitud, al ser sometidas a procesos de vaporizado o ebullición. Los artículos hechos con este tipo de fibra, permanecen voluminosos y demuestran efectos de encogimiento en proporciones iguales al diseño.

2.6.2.- PROPIEDADES DEL ACRÍLICO.

- Son superiores a la lana en sus propiedades de fácil cuidado y conservación.
- No son alergénicas.
- Las fibras acrílicas son suaves, calientes, ligeras y elásticas.
- Son resistentes a la luz solar y a la intemperie.
- Fácil de lavar y buena estabilidad dimensional.
- Resistencia a los daños por las polillas, moho, insectos y las sustancias químicas.
- Excelente estabilidad del color y capacidad de teñido en brillantes colores.
- Tiene una buena estabilidad térmica. Cuando se expone a temperaturas superiores a 175 °C durante períodos prolongados alguna decoloración tiene lugar.
- Tiene una buena resistencia a los ácidos minerales.
- La resistencia a los álcalis débiles es bastante buena; si éstos son calientes la deterioran.
- Poseen una resistencia a la rotura bastante alta para artículos textiles.
- Reducida absorción de humedad e hinchamiento.

TABLA 3: Propiedades del acrílico.

Grupos	Fibras PAC puras	Fibras PAC con mezclas de hasta el 15 %
Nombres	Dralón	Orlón, creslán, crilene, dolán, acrilán, etc...
Conservación de Calor	Altísima en especial para hilos de hilado.	
Extensibilidad	Normal En seco: 25 a 35% Con humedad: 25 a 35%	Muy resistente En seco: 16 a 22% Con humedad: 16 a 25%
Resistencia	En seco: 22 a 29km Con humedad: 80 a 100%	En seco: 36 a 50km Con humedad: 80 a 100%

Elasticidad	Óptima semejante a la del orlón y el nylon	
Densidad	1.17 g/cm ³	
Higroscopicidad	Débil, más o menos del 1%	
Absorción de humedad e hinchamiento	Reducida inferior a 2%	
Teñido	Difíciles de teñir Para fines técnicos suelen utilizarse con su color natural.	Se pueden teñir con colorantes básicos, dispersos, naftoles, y ácidos.
Lavabilidad y solidez a la cocción	La suciedad se puede eliminar a baja temperatura, son fibras resistentes a la cocción, pero es preferible lavarlas con agua tibia, ya que a temperaturas más altas el movimiento la puede deformar. La limpieza química es posible sin complicaciones.	
Comportamiento térmico	Firmes hasta un calor continuo de 140°C	Un tanto inferior a las fibras PAC puras
Temperatura para planchado	No deben sobrepasar los 150°C, úsese paños húmedos para realizarlo	
Plasticidad	Con calor húmedo son fáciles de moldear, como la lana. Las fibras que alcanzaron el máximo de encogimiento y fijadas, tienen una gran estabilidad de forma y no encojen fuertemente ante el calor. Este comportamiento es explotado en la fabricación de hilados con gran volumen.	
Prueba de combustión	Se queman y carbonizan dejando bolitas duras y negras	
Comportamiento ante insectos	No son atacadas por insectos, bacterias de descomposición ni mohos.	
Comportamiento ante ácidos y lejías	Gran poder de resistencia.	

Fuente: Theodor Erhardt; Adolf Blumcke; Walter Burger; Max Marklin; Gottfried Quinzler;
1980:25-26

2.6.3.- PRINCIPALES APLICACIONES.

Los productos 100% PAC se utilizan para fabricar artículos con alta estabilidad de temperatura y acidez. Los productos PAC con mezclas se emplean para confeccionar cortinas, toldos, tejidos para tiendas, velas de barcos, tejidos y artículos de mallas para vestidos, mantas para dormir y alfombras.

Las fibras para hilados se elaboran en estado puro y mezclado con lana, para producir tejidos de ropa externa, medias largas y cortas.

2.7.- FIBRAS PET.

El PET (polietilentereftalato) es un polímero de color transparente, derivado del petróleo, cuya fórmula pertenece a un poliéster aromático, el cual; es empleado en la producción de botellas para bebidas gaseosas; este polímero es de bajo costo, resistente y durable. La no retornabilidad de este polímero ha provocado una excesiva contaminación del ambiente, con lo que, el reciclaje de envases PET se ha vuelto una actividad necesaria.

La resina para la elaboración de envases PET proviene principalmente de Estados Unidos (43%) y Taiwán (41%). Otros países proveedores en menor escala son China, Korea, Hong Kong y Colombia.

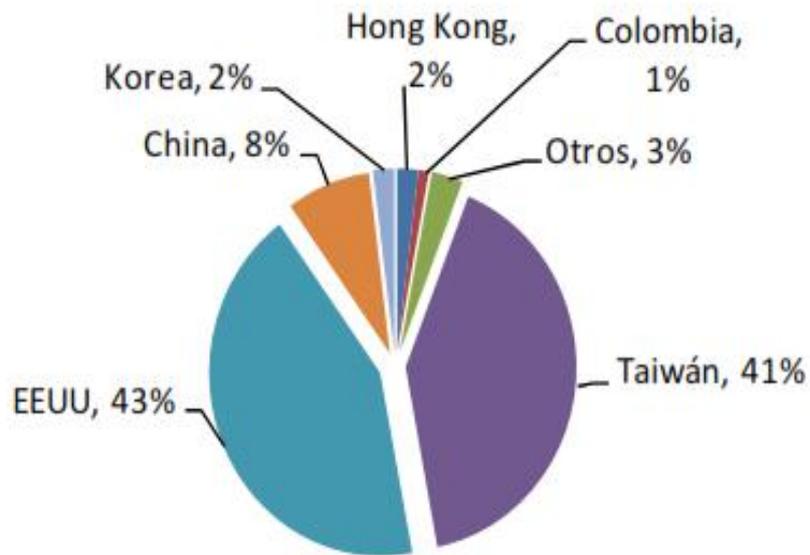


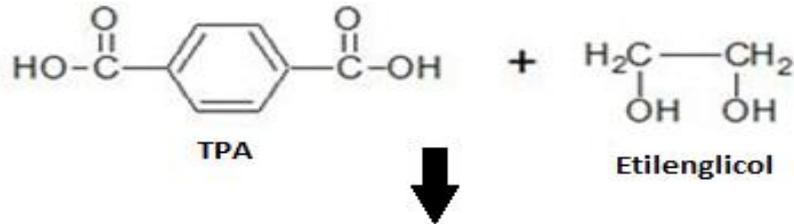
FIGURA 9: Proveedores de resinas de PET en los últimos años.

Fuente: Sunat Maximixe.

2.7.1.- OBTENCIÓN DEL PET.

El PET es un polímero que se obtiene de igual forma que el polímero PES; mediante la reacción química del ácido tereftálico (PTA) y el etilenglicol (EG), cuyo residuo es agua, o a su vez; mediante la reacción química del Dimetil tereftalato (DMT) con el etilenglicol (EG), cuyo residuo es metanol. El PET se diferencia del PES por ser más viscoso, lo cual; está directamente ligado con la longitud de las cadenas poliméricas y el contenido de dióxido de titanio (TiO_2) empleado durante el proceso de fundido y extrusión del polímero. Este reactivo, opaca el brillo de los filamentos.

Proceso de esterificación



Proceso de policondensación

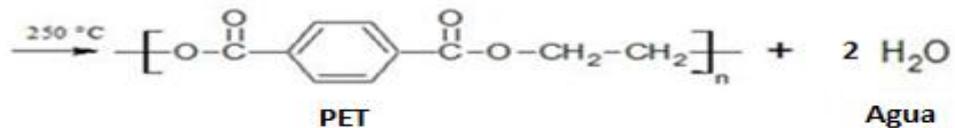


FIGURA 10: Obtención del PET.

Fuente: <http://www.textoscientificos.com/polimeros/pet/produccion-pet>.

2.7.1.1.- PROCESO DE CONVERSIÓN DE BOTELLAS PET A FIBRA CORTA DE POLIÉSTER.

Las botellas PET recolectadas, se clasifican por color y se apilan en forma de pacas. Para que las botellas PET puedan ser trituradas, es necesario retirar las tapas y etiquetas de los envases, con esto se separa el plástico ajeno. Producto de la trituración se obtiene escamas (scrap) de PET transparente. Este insumo también se lo puede adquirir directamente con los proveedores.

La escama de PET pasa por un proceso de limpieza, el cual, separa las impurezas existentes; la escama limpia, es secada mediante aire caliente y almacenada en sacos, para luego ser fundida y convertida en chip.

El chip de PET es sometido a un proceso de secado, para luego ser fundido, filtrado y finalmente extruido por las cajas de hilado, donde se dan forma a los filamentos de PET; estos filamentos se enfrían y endurecen mediante aire de soplado. Posteriormente; los filamentos son estirados y recogidos en paquetes (Bobinas PET).

El estirado cristaliza y orienta las moléculas del filamento, influye directamente con la resistencia a la abrasión, el porcentaje de elongación, la absorción de humedad, así como la afinidad de la fibra a los colorantes dispersos. Posteriormente se le da el rizado, el cual; aumenta la cohesión interfilamento, la resistencia a la abrasión, la elasticidad, el volumen, la conservación del calor y la absorbencia. Una vez obtenido el rizo, el filamento puede ser cortado en las longitudes deseadas.

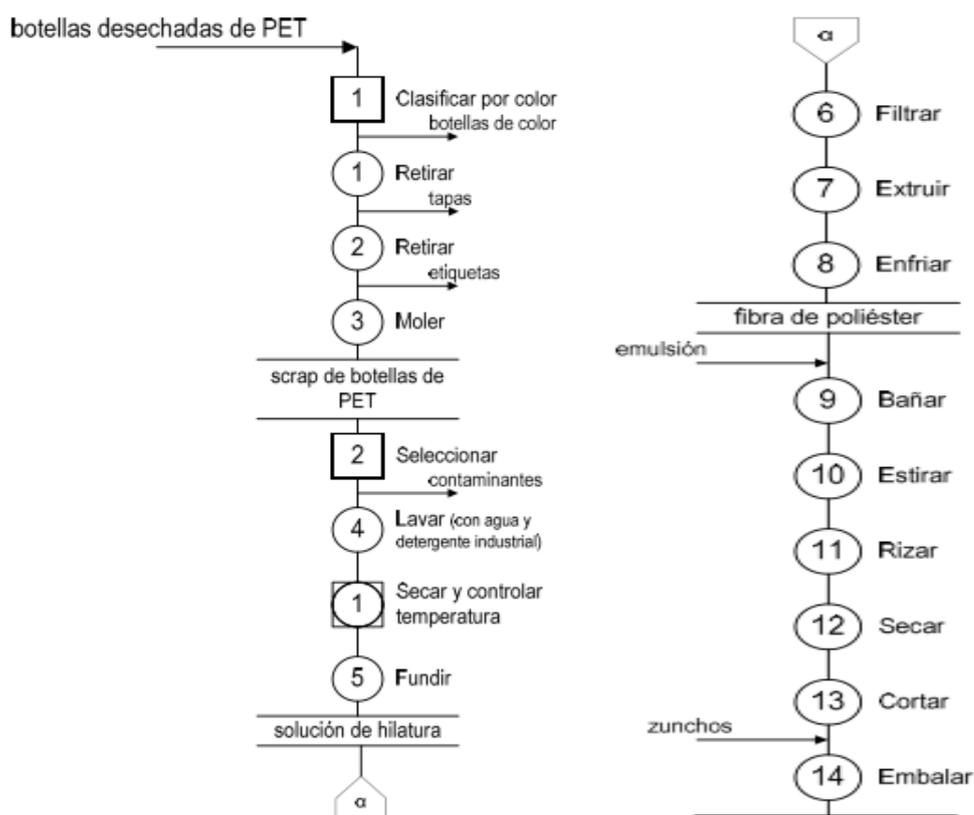


FIGURA 11: Proceso de obtención de fibras PET desde botellas.

Fuente: (Ruiz Ruiz, Marcos. Estudio de pre factibilidad para la elaboración de fibra de poliéster a partir de botellas desechadas de bebidas gaseosas. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad de Lima, 2001).

2.7.2.- PROPIEDADES DEL PET.

- Cristalinidad y transparencia, aunque admite cargas de colorantes
- Buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes
- Alta resistencia al desgaste
- Absorción de humedad del 0.02 %.
- Tenacidad: 2 gf/den
- Elongación: 20%
- Buena resistencia química
- Buenas propiedades térmicas
- Totalmente reciclable
- Alta rigidez y dureza
- Altísima resistencia a los esfuerzos permanentes
- Muy buenas características eléctricas y dieléctricas.
- Alta resistencia a los agentes químicos y estabilidad a la intemperie.

2.7.3.- PRINCIPALES APLICACIONES.

Las aplicaciones más frecuentes de este polímero son, la fabricación de botellas para la industria de bebidas gaseosas y agua mineral; así como para cosméticos, medicinas, aceites y frascos de todo tipo. También se fabrican cintas de video y audio, bandejas para microondas, geo-textiles y fibras para la industria textil.

CAPÍTULO III

3.- FIBRAS DE DESPERDICIO.

Al desperdicio lo podemos definir como: sobrante, residuo, excedente, desecho, que causa suciedad o desorganización y no es fácil deshacerse de ellos al depositarlo en la basura. En todas las empresas existe el desperdicio, el cual, se hace presente en diferentes maneras, de acuerdo, a lo que produzca la empresa y a la manera como se usan los materiales.

Las empresas fabricantes de fibras sintéticas textiles y las fábricas de hilatura, obtienen mensualmente cantidades grandes de fibras o filamentos de desperdicio, los cuales; pueden ser reutilizados en la fabricación de un nuevo producto; recuperando gran parte del valor de textil.

3.1.- CAUSAS DEL DESPERDICIO.

Existen varias causas del desperdicio, entre ellas se puede mencionar las siguientes:

1. Organización deficiente.
2. Desequilibrio en el trabajo.
3. Trabajo estandarizado no implementado.
4. Exceso de inspección
5. Producto demasiado complejo.
6. Normas desconocidas o no claras para los operadores.
7. Especificaciones del cliente.

Algunas fábricas se dedican a la compra de desperdicios textiles, para utilizarlos en la elaboración de otros bienes; algunas de las fibras o filamentos sintéticos de desperdicio que se comercializan son las siguientes:

- Poliéster (filamento y fibra corta para relleno)
- Polipropileno
- Nylon 6 y 66
- Acrílico
- Rayón
- Desperdicios de cable (estirada, sin estirar, con rizo, sin rizo)
- Acetato
- Aramida

3.2.- USOS DE LAS FIBRAS DE DESPERDICIO.

Las fibras de desperdicio se usan en numerosas industrias, más aun; en las que fabrican no tejidos, cojines, colchonetas y artículos con relleno. Algunos de los mercados más grandes, y los productos que se hacen, se pueden observar en la siguiente tabla.

TABLA 4: Usos de los desperdicios textiles.

USO	PRODUCTO FINAL	FIBRAS
AUTOMOTRIZ	Forro de porta equipaje	Fibras sintéticas recicladas
MOBILIARIO	Relleno para tapicería	Filamento sintético reciclado
ALFOMBRAS	Forro para bajo alfombras	Desperdicios recalados de hilos de recorte de alfombras
COLCHONERO	Fieltros de algodón	Desperdicio de cardas limpias
	Forro para aislar	Reciclaje de recortes y filamentos sintéticos
HILATURA	Pabulo	Desperdicios de hilos ya abiertos
	Hilos para tapicería	Desperdicios de cardas ya limpiados
	Edredones	Cable de poliéster reciclado
	Almohadas	Fibra cortada de poliéster

MUEBLES PARA EL HOGAR		Desperdicios de hilo blanco reciclado
QUIRÚRGICO	Fibra blanqueada	Peinadora
		Desperdicios de cardas ya limpiadas
		Desperdicios de hilo de algodón recicladas
NO TEJIDOS	Filtros	Desperdicio de hilos reciclados
	Frazadas, mantos, forros para absorción de líquidos	Desperdicios de poliéster reciclados
CONFECCIÓN PROTECTOR	Chaquetas para bomberos	Desperdicios de poliéster
		Desperdicios de polipropileno
		Desperdicios de nylon 6 y 66

Fuente: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/11980/Capitulo4.pdf> pag.51

3.2.1.- COMERCIALIZACIÓN Y PORCENTAJES DE FIBRAS DE DESPERDICIO.

Las industrias durante el la producción de sus artículos, producen grandes cantidades de desperdicios, que posteriormente son comercializados como materia prima, para la elaboración de nuevos productos o prendas de vestir; esta materia prima se la comercializa en un costo inferior al de la materia prima nueva, ya que; es un material que ha sido desechado. Grandes empresas de filamentos sintéticos, obtienen alrededor de un 4% de desperdicio de su producción total, materia prima que es aprovechada por varias industrias productivas.

3.3.- IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR FIBRAS SINTÉTICAS.

No cabe duda de que la contaminación ambiental es uno de los grandes problemas del mundo actual; comprenderla es la clave para poder asumir la situación en la que nos encontramos. El hombre siempre ha ido descubriendo y mejorando lo ya inventado; sin embargo; a lo largo de los años, las limitaciones impuestas por la naturaleza superan el avance de la tecnología, todo lo que se obtuvo como resultado siempre ha tenido algún tipo de impacto, tanto sobre el medio ambiente, así como sobre el hombre.

La producción de fibras sintéticas daña al ambiente. No solo el producto posee una base de carbono; también se utilizan grandes cantidades de agua en el proceso productivo. El agua empleada se extrae de fuentes locales, lo que hace que los ríos se sequen, haciendo que las plantas, animales y seres humanos sufran los daños. Además; se consume gran cantidad de energía y químicos. La industria de los filamentos sintéticos textiles, emplea un gran número de maquinaria, la cual, genera ruido que puede superar los niveles permitidos, por esta razón: la elaboración de fibras sintéticas, provoca contaminación acústica.

Por todos estos efectos negativos de los textiles en el medio ambiente, varias industrias empezaron a mostrar una mayor responsabilidad ambiental, fabricando productos amigables con el ambiente, tratando las aguas residuales y ahorrando energía eléctrica.

3.4.- RECICLAJE DE FIBRAS SINTÉTICAS.

Actualmente se cuenta con maquinaria especializada para el reciclaje de desperdicios textiles, capaz de producir un producto textil de calidad y con características específicas como:

- Color
- Longitud de la fibra
- Grado de apertura
- Contenido de fibra

Los filamentos o fibras de desperdicio pueden ser procesadas, sin dificultad, independientemente de las características que estas posean; estas pueden ser : largas, cortas, con muchos pedazos de hilos o sin pedazos de hilos.

3.4.1.- PROCESO DE RECICLADO DE FIBRAS.

Las fibras o filamentos de desperdicio antes de ser reciclados, necesitan ser clasificados de acuerdo al color y al material de los que están constituidos; para ser reciclado, el desperdicio clasificado, necesita ser sometido a los siguientes procesos.

3.4.1.1.- Corte y preparación: los desperdicios pueden tener muy distintos tamaños, para lo cual se les da una longitud un tanto homogénea, con el propósito de poder manejarlos de mejor manera. Algunos materiales como el poliéster, necesitan ser macerados con a vivajes para ser procesados. Además; en esta etapa se realiza una primera mezcla de los materiales a reciclar, en caso de tratarse de una mezcla de diferentes materiales sintéticos..



FIGURA 12: Cortadora rotativa.

Fuente:http://www.margasa.com/wpcontent/uploads/2012/10/cat_reciclado.pdf

3.4.1.2.- Transporte, almacenamiento y carga: los residuos textiles una vez cortados son transportados neumáticamente hasta los silos de almacenaje, donde el material reposa antes de pasar a los alimentadores del diablo deshilachado.



FIGURA 13: Cuartos de almacenaje automáticos.

Fuente:http://www.margasa.com/wpcontent/uploads/2012/10/cat_reciclado.pdf

3.4.1.3.- Desfibrado: este proceso convierte a los desperdicios en fibras que pueden tener un nuevo uso. Esto se realiza mediante cilindros guarnecidos con clavos de acero, que actúan contra grupos entradores formados por cilindros y cuchillas.



FIGURA 14: Diablo deshilachador.

Fuente:http://www.margasa.com/wpcontent/uploads/2012/10/cat_reciclado.pdf

Las velocidades de los cilindros y la galga del diablo abridor; pueden ser variadas de acuerdo a las características del desperdicio, Estas máquinas tienen un sistema de reciclaje interno, permitiendo al material no procesado ser realimentado al inicio del proceso.

3.4.1.4.- Embalado: Las fibras recicladas mediante el proceso de desfibrado, se embalan a alta presión, en fardos que hacen manejable su transporte y comercialización.

CAPÍTULO IV

4.- BLOQUES COMUNES UTILIZADOS EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS.

Un bloque de concreto es un mampuesto prefabricado, elaborado con cementos finos y morteros, utilizado en la construcción de muros y paredes. Estos tienen forma prismática y dimensiones normalizadas.

4.1.- TIPOS DE BLOQUES DE CONCRETO.

De acuerdo a la norma INEN 638, existen varios tipos de bloques de concreto; de acuerdo a su uso, estos se clasifican en cinco tipos;

TABLA 5: Tipos de bloques.

TIPO	USO
A	<ul style="list-style-type: none">• Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
B	<ul style="list-style-type: none">• Paredes exteriores de carga, con revestimiento.• Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.
C	<ul style="list-style-type: none">• Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.
D	<ul style="list-style-type: none">• Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.• Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.
E	<ul style="list-style-type: none">• Losas alivianadas de hormigón armado.

Fuente: Norma INEN 638.

“El espesor de las paredes de los bloques no debe ser menor de 25 mm, en los bloques tipo A y B, y de 20 mm, en los bloques tipo C, D y E” (Norma INEN 638, 1993:2). Las dimensiones de los bloques de hormigón varían según el tipo de bloque.

TABLA 6: Dimensiones de los bloques de hormigón.

DIMENSIONES NOMINALES				DIMENSIONES REALES		
TIPO	largo	ancho	alto	largo	ancho	alto
A, B	40	20,15,10	20	39	19,14,09	19
C, D	40	10,15,20	20	39	09,14,19	19
E	40	10,15,20,25	20	39	09,14,19,24	20

Fuente: Norma INEN 638.

Sin embargo; existe una diversa variedad de bloques de concreto, los mismos que son empleados como elementos estructurales, en la construcción de estructuras arquitectónicas cuyos requisitos de construcción son mayores.

4.1.1.- BLOQUES MULTICÁMARA: estos bloques se caracterizan por sus huecos internos compartimentados, las divisiones internas aíslan el aire en cámaras distintas, por lo que; aumenta el aislamiento de la pared.



FIGURA 15: Bloque multicámara.

Fuente: <http://www.arliblock.es/tipo-bloque/50-bloque-arliblock-multicamara-10>.

4.1.2.-BLOQUES DE CARGA ESTRUCTURAL

Son más macizos, y se emplean cuando el muro tiene funciones estructurales, esto es: cuando soporta el forjado superior.

Bloque italiano de carga.



Carga: Ideal para muros de carga
Se fabrica en grava caliza

MEDIDAS	Unid palet	Peso
20X20X50 carga	50	1050
25X20X50 carga	48	1100

Bloque doble cámara carga.



MEDIDAS	Unid palet	Peso
15x20x50 Doble Cámara	70	1260
20x20x50 Doble Cámara	60	1075

FIGURA 16: Bloques de carga.

Fuente: <http://www.prefabricatscarbonell.es/productos.php>.

4.1.3.- BLOQUES DE MAMPOSTERÍA ARMADA

Diseñados con orificios, los cuales; permiten el paso de elementos de acero que sirven como apoyo en la construcción de muros macizos de hormigón.



FIGURA 17: Bloques armados.

Fuente: <http://www.leceaga.com/productos/bloque%20armado/2.htm>.

4.1.4.-BLOQUES CARA VISTA

Son bloques que tienen al menos una de sus caras especialmente preparadas para no necesitar revestimiento.



FIGURA 18: Bloque cara vista.

Fuente: <http://www.almacenesnoroeste.es/catalogo/Catalog/show/bloque-gris-split-40x20x20-286>

4.2.- COMPONENTES.

Los bloques de concreto empleados en la construcción de viviendas, se componen de varias materias primas, tales como: cemento, agua, grava (chispa de piedra), además; se puede emplear varios aditivos para cambiar el color o darles otras propiedades.

4.2.1.- CEMENTO.

Es un conglomerante formado a partir la mezcla de piedra caliza y arcilla calcinada molida, la cual; se endurece al contacto con el agua, adquiriendo consistencia pétreo, su uso está muy generalizado en construcción e ingeniería civil.

4.2.1.1.- TIPOS DE CEMENTO.

Existen diversos tipos de cemento, estos se clasifican según su composición, por sus distintos usos y sus propiedades de resistencia y durabilidad.

TABLA 7: Tipos de cementos.

DENOMINACIÓN DEL CEMENTO	DESIGNACIÓN	
	TIPO	CLASE DE CEMENTO
PÓRTLAND	CEM I	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
PÓRTLAND CON ESCORIA	CEM II/A-S	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
	CEM II/B-S	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
PORTLAND CON HUMO DE SÍLICE	CEM II/A-D	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
PÓRTLAND CON PUZOLANA	CEM II/A-P	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
	CEM II/B-P	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
PÓRTLAND CON CENIZA VOLANTE	CEM II/A-V	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
	CEM II/B-V	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
PÓRTLAND CON CALIZA	CEM II/A-L	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
PÓRTLAND MIXTO	CEM II/A-M	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
	CEM II/B-M	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
DE ALTO HORNO	CEM III/A	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
	CEM III/B	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
PUZOLÁNICO	CEM IV/A	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
	CEM IV/B	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
COMPUESTO	CEM V/A	32.5-32.5R-42.5-42.5R-52.5-52.5R
PÓRTLAND BLANCO	BL I	22.5-42.5-42.5R-52.5
PÓRTLAND BLANCO CON ADICIONES	BL II	22.5-42.5-42.5R-52.5
PÓRTLAND BLANCO PARA SOLADOS	BL V	22.5-42.5-42.5R-52.5
PARA USOS ESPECIALES	ESP VI-1	22.5-32.5-42.5
	ESP VI-2	22.5-32.5-42.5
DE ALUMINATO DE CALCIO	CAC/R	

Fuente: <http://www.uhu.es/javier.pajon/apuntes/HORMIGON%20BLOQUE%20I%20MATERIALES.pdf>

4.2.1.1.1.- CEMENTO PORTLAND.

Es el cemento más utilizado como aglomerante para la preparación del hormigón. Este producto se obtiene por la pulverización del clinker portland (caliza y arcilla) y sulfato de calcio. Cuando el cemento portland toma contacto con el agua, se obtiene un producto con propiedades adherentes, que se solidifica en pocas horas y endurece progresivamente en pocas semanas hasta adquirir su resistencia final. El proceso de solidificación se debe a un proceso químico llamado reacción de hidratación.

4.2.1.1.2.- CEMENTOS PORTLAND ESPECIALES.

Los cementos portland especiales se obtienen de la misma forma que el cemento portland, sin embargo; estos tienen características y propiedades diferentes, a causa de variaciones en el porcentaje de los componentes que lo conforman.

4.2.2.- GRAVA (CHISPA DE PIEDRA).

Son partículas granulares de material pétreo (es decir, piedras) de tamaño variable. Este material pétreo se origina por fragmentación de las distintas rocas ya sea en forma natural o artificial; en la fragmentación artificial intervienen los procesos de chancado o triturado utilizados en las plantas de áridos. El material que fragmenta corresponde a minerales de caliza, granito, arenisca y cuarzo.

4.2.3.- ARENA.

Se denomina arena al conjunto de partículas de rocas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 milímetros. El componente fundamental de la arena es el sílice, el cual; se encuentra en forma de cuarzo. La composición depende de la localidad en la que se encuentre.

Dentro de la clasificación granulométrica de las partículas del suelo, las arenas ocupan el siguiente lugar.

TABLA 8: Granulometría.

Granulometría	
Partícula	Tamaño
Arcillas	< 0,0039 mm
Limos	0,0039-0,0625 mm
Arenas	0,0625-2 mm
Gravas	2-64 mm
Cantos rodados	64-256 mm
Bloques	>256 mm

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Arena>

4.2.4.- AGUA.

Es una sustancia incolora e inodora, cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Es el líquido esencial para la supervivencia de todas las formas de vida. Puede también hallarse en la naturaleza en forma sólida llamada hielo y en forma gaseosa llamada vapor. El agua se la encuentra principalmente en los océanos, ríos, glaciales y casquetes polares, cubriendo de esta forma el 71% de la superficie terrestre.

4.3.- PROCESO DE FABRICACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN.

Los bloques de hormigón se fabrican mezclando cemento, arena, agregados pétreos y agua; la mezcla formada se vierte en moldes metálicos, donde sufren un proceso de vibrado y se compactan. Además; durante la mezcla, pueden agregarse aditivos que modifican las propiedades de resistencia, color o textura. La resistencia de cada tipo de bloque está sujeta a las normas de construcción de cada país; por ello es importante el proceso de dosificación óptimo.

4.3.1.- MAQUINARIA PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES.

Para fabricar bloques de hormigón es necesario emplear diversas herramientas y maquinaria, la cual facilita el proceso de fabricación, aumenta la producción y la calidad de los bloques.

4.3.1.1.- MÁQUINA MEZCLADORA.

Esta máquina consta de un recipiente metálico de forma redonda, dotado con espas de mezcla con diferente radio, las cuales; giran a diversas velocidades y homogenizan la mezcla de concreto para fabricar bloques.



FIGURA 19: Máquina mezcladora.

Fuente: <http://www.industriasjaramillo.amawebs.com>.

4.3.1.2.- MÁQUINA BLOQUERA.

Estas máquinas son el corazón del proceso de fabricación de bloques para la industria de la construcción, pueden ser operadas mediante 1 a 3 personas; estas máquinas constan de moldes, con los cuales, se da forma a los diversos tipos de bloques; el sistema de producción se maximiza y por lo tanto se incrementa la capacidad de trabajo.



FIGURA 20: Máquina bloquera.

Fuente: <http://www.cmb-nealtican.com/Maquinas%20Bloqueras.htm>.

4.3.2.- DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO.

Las materias primas son transportadas a un sistema de pesado, para asegurar la consistencia del granulo deseado. Las materias primas, se mezclan en seco durante varios minutos en cilindros con aspas de mezclado, luego se agrega agua a la mezcla garantizando la consistencia semi seca, en este paso pueden ser agregados varios aditivos.

4.3.3.- MOLDEADO.

Después de que la mezcla de concreto está hecha, esta es vertida en los moldes de la máquina productora de los bloques, conocida como bloquera, Los moldes de la maquina bloquera pueden ser cambiados fácilmente, según el tipo de bloque que se va a fabricar, la calibración de los moldes de la maquina puede variar después de algunas horas o días de trabajo.

La mezcla de concreto es compactada y consolidada, empleando una combinación de presión y vibración durante un determinado periodo de tiempo. Los bloques compactados son retirados de la máquina y transportados al área de fraguado. Algunas máquinas bloqueras, son capaces de producir hasta seis bloques tamaño estándar por ciclo.

4.3.4.- FRAGUADO.

Siempre será preferible el agua potable, sin sabor u olor, también pueden aprovecharse cierto tipo de aguas no potables que no contengan demasiados elementos que afecten el tiempo de fraguado, la corrosión y la resistencia del concreto.

El agua con menos de dos mil partes de millón de sólidos disueltos totales, puede ser utilizada de manera satisfactoria para el fraguado del concreto. En esta etapa, se da origen a una reacción de hidratación, con la cual, el bloque adquiere mayor rigidez en pocas semanas.

4.3.5.- ADECUADO ESTACIONAMIENTO HASTA ALCANZAR LA RESISTENCIA ÚLTIMA.

Los bloques de concreto pasan a playas de stock donde permanecen húmedos durante 24 días, aquí alcanzan la resistencia adecuada para que puedan ser manipulados y no ocasionen problemas de fisuras durante su utilización. La cantidad de agua rociada sobre los bloques depende de las condiciones climáticas en las que se encuentren.

4.5.- PROPIEDADES DE LOS BLOQUES.

- Excelente capacidad de resistencia sísmica.
- Un menor costo, frente al ladrillo.
- Facilidad de uso en soluciones constructivas simples o estructurales.
- Aislación térmica y acústica.
- Buena resistencia al fuego.
- Baja absorción de humedad.
- Resistente al clima, especialmente extremos y bajas temperaturas.

CAPÍTULO V

5.- ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES.

Este capítulo, establece el método de fabricación de los bloques, el porcentaje de fibra que se puede emplear, según el material textil de desperdicio, el número de bloques fabricados con cada fibra y su proceso de curado. Además, indica las características y la procedencia de las fibras empleadas en este trabajo de investigación.

5.1.- FIBRAS SINTÉTICAS USADAS EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES.

Las fibras a ser utilizadas para la elaboración de estos bloques de cemento, provienen de los desperdicios que se obtienen en las fábricas textiles, que aún pueden ser empleadas en la elaboración de nuevos productos, siendo seleccionadas por sus diferentes propiedades, entre ellas: tenacidad, RKM, resistencia al ambiente, al moho, su baja higroscopicidad, elongación, rizo y las diferentes longitudes de fibra posibles.

Las características y la procedencia de cada fibra empleada en este estudio, se indican a continuación:

TABLA 9: Características y procedencia de las fibras sintéticas.

FIBRA	CARACTERÍSTICAS
<i>Poliéster</i>	<ul style="list-style-type: none">➤ Higroscopicidad de 0.4%➤ Elongación hasta 5 veces en poliéster sin Estiraje.➤ Densidad de 1.22 a 1.38 g/cm³➤ Finura: 240 Den➤ Risos por centímetro: 0
Procedencia: Filamento obtenido en las cajas de hilado.	

Polipropileno	
Procedencia: Desperdicios obtenidos de hilatura de anillos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Densidad de 0.91 g/cm³ ➤ Absorción de humedad de 0.03%. ➤ RKM de 150-300 km. ➤ Elongación de 15 % a 40% ➤ Finura: 5 Den. ➤ Risos por centímetro: 11 ➤ Longitud: 5 cm
Acrílico (PAC)	
Procedencia: Desperdicios obtenidos de hilatura de anillos. Longitud: 9cm.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Densidad: 1,18 g/cm³ ➤ Higroscopicidad: 1.3 a 3% ➤ Recuperación elástica : 92% 99% ➤ Alargamiento antes de la ruptura 30% 45%. ➤ Risos por centímetro:8 ➤ Finura: 3,3 dctx. ➤ Tenacidad: De 2.6 a 2.1 g/dctx ➤ Resistencia a la abrasión Buena
Polietilentereftalato (PET)	
Procedencia: Filamentos obtenidos del corte de bobinas POY	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Densidad: 1.39 g/cm³ ➤ Elongación: 50%. ➤ Tenacidad: de 25 a 45 cN/tex ➤ Alargamiento a la rotura:70% ➤ Absorción de agua: 0.02% ➤ Risos por centímetro: 0 ➤ Finura: 3 Den ➤ Estabilidad en la intemperie

Fuente: Santiago Ballesteros

5.2.- MÉTODO DE ELABORACIÓN DE BLOQUES.

Existen varios métodos de fabricación de bloques de cemento, los cuales son:

- Prensados.
- Vibrados.
- Vibro compactados.

Para la elaboración de bloques en este trabajo, se empleará una bloquera de vibro compactado, ésta cuenta con una plancha de cinco moldes, con las dimensiones establecidas para la fabricación de bloques tipo C de 15x20x40, los cuales no son aptos para soportar cargas.

La mezcla utilizada corresponde a una empleada en una bloquera común; la cual es de 1/15 cemento y grava respectivamente. El cemento cumple con los requisitos de la norma INEN 152. El árido utilizado proviene de una cantería de origen aluvial, ubicada en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. El árido no supera los 9,5 mm (Tamiz 3/8”), tal como lo indica la norma INEN 638 y 872. La forma de las partículas deberá ser esférica o cubica, evitando las formas planas o alargadas.

La cantidad de agua agregada, será la necesaria hasta que la mezcla alcance una consistencia adecuada para que el bloque mantenga su forma. Una vez homogénea la mezcla, es vaciada y almacenada a los pies de la mezcladora; los bloques son formados de a tres a la vez, siendo utilizados los bloques del centro. Primero se fabrican tres bloques comunes y luego se aparta la mezcla de estos tres; posteriormente se regresa la mezcla de los tres bloques a la maquina mezcladora y se agrega el material textil. Una vez realizada esta acción, la mezcla de los tres bloques se homogeniza.

Luego se los vuelve a fabricar empleando el molde central de la boquera; pero en esta ocasión de uno a la vez. Luego son llevados al área de fraguado.

5.3.- ELABORACIÓN DE BLOQUES CON FIBRAS SINTÉTICAS RECICLADAS.

Para establecer la cantidad y longitud de fibra que se puede utilizar en la fabricación de bloques, se procede a fabricar varios bloques con cada tipo de fibra y en diferentes cantidades. Las cantidades a trabajarse se encuentran expresadas en porcentaje y son: 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%,1% y 1,2% en relación al peso del bloque común, el cual oscila entre 11kg y 12,4 kg. Para llevar a cabo la adición de fibras sintéticas, según los porcentajes mencionados; se toma en cuenta el peso máximo de un bloque; estas cantidades de fibra se las emplea al trabajar fibra sintéticas de corte algodónero no mayor a 2,8 cm y fibras sintéticas de corte lanero no mayor a 7 cm de longitud. El cemento utilizado es portland tipo I.

El peso de la fibra sintética empleada según los porcentajes establecidos corresponde a:

TABLA 10: Cantidad de fibra agregada.

% de Fibra	Peso (kg)	Peso (gr)
0.2	0.0248	24.8
0.4	0.0496	49.6
0.6	0.0744	74.4
0.8	0.0992	99.2
1	0.124	124
1.2	0.1488	144.8

5.3.1.- BLOQUES CON FIBRAS DE POLIÉSTER.

Los bloques con fibra de poliéster, que se puede fabricar exitosamente con cada uno de los porcentajes de fibra determinados para este trabajo de investigación, se muestran a continuación.

TABLA 11: Bloques con poliéster corte algodnero.

Prueba N°	% FIBRA	PESO (k) DE FIBRA	Unidades fabricadas	Resultado del proceso de fabricación.
1	0,2	0,0248	3	Positivo
2	0,4	0,0496	3	Positivo
3	0,6	0,0744	3	Positivo
4	0,8	0,0992	3	Positivo
5	1	0,124	3	Positivo
6	1,2	0,1488	0	Negativo
Unidades fabricadas: 15				
<i>Fuente: Santiago Ballesteros.</i>				

Al emplear fibra de poliéster con longitud algodnora y sin rizo, esta se disgrega sin mayor esfuerzo en la mezcla de concreto. Sin embargo; esta fibra, permite fabricar sin dificultad bloques con porcentajes de hasta el 1% de fibra de poliéster con estas características. Al emplear el 1,2 % de fibra de poliéster de corte algodnoro, los apelmazamientos de fibra dentro del bloque, producto de una mala disgregación durante la homogenización de la mezcla, generan bloques inconsistentes y no manipulables, además de dificultar la alimentación de la bloquera.

TABLA 12: Bloques con poliéster corte lanero.

Prueba N°	% FIBRA	PESO (k) DE FIBRA	Unidades fabricadas	Resultado del proceso de fabricación.
1	0,2	0,0248	3	Positivo
2	0,4	0,0496	3	Positivo
3	0,6	0,0744	3	Positivo
4	0,8	0,0992	0	Negativo
5	1	0,124	0	Negativo
6	1,2	0,1488	0	Negativo
Unidades fabricadas:9				
<i>Fuente: Santiago Ballesteros.</i>				

Al agregar fibra de poliéster sin riso y de corte lanero a la mezcla de concreto, los apelmazamientos de fibra se producen incluso con pequeños porcentajes de la misma. Estos apelmazamientos de fibra en la mezcla de concreto, generan bloques inconsistentes y no manipulables, interrumpen la alimentación normal de la bloquera; no obstante, se puede fabricar sin dificultad; bloques hasta con un 0,6 % de fibra de corte lanero, al superar este porcentaje de fibra se presentan los problemas mencionados.



FOTOGRAFÍA 1: Problemas generados durante la fabricación de bloques con poliéster.

Fuente: Santiago Ballesteros.

5.3.2.- BLOQUES CON FIBRA DE POLIPROPILENO.

Los bloques fabricados con fibra de polipropileno, que se pueden fabricar exitosamente con cada uno de los porcentajes y longitud de fibra determinados para este trabajo de investigación, se muestran a continuación.

TABLA 13: Bloques con Polipropileno corte algodónero.

Prueba N°	% FIBRA	PESO(k) DE FIBRA	Unidades fabricadas	Resultado del proceso de fabricación.
1	0,2	0,0248	3	Positivo
2	0,4	0,0496	3	Positivo
3	0,6	0,0744	0	Negativo
4	0,8	0,0992	0	Negativo
5	1	0,124	0	Negativo
6	1,2	0,1488	0	Negativo
Unidades fabricadas:6				
<i>Fuente: Santiago Ballesteros.</i>				

El rizo que posee esta fibra, dificulta la disgregación de la misma en la mezcla de concreto; los apelmazamientos de fibra, producto de la mala disgregación, generan bloques inconsistentes y no manipulables. Además; obstaculizan la alimentación de la bloquera. Se puede fabricar sin dificultad, bloques que contengan hasta un 0,4% de fibra de polipropileno de corte algodónero, si se supera este porcentaje de fibra, se hacen presentes los problemas antes mencionados.

TABLA 14: Bloques con Polipropileno corte lanero.

Prueba N°	% FIBRA	PESO(k) DE FIBRA	Unidades fabricadas	Resultado del proceso de fabricación.
1	0,2	0,0248	3	Positivo
2	0,4	0,0496	3	Positivo
3	0,6	0,0744	0	Negativo
4	0,8	0,0992	0	Negativo
5	1	0,124	0	Negativo
6	1,2	0,1488	0	Negativo
Unidades fabricadas: 6				
<i>Fuente: Santiago Ballesteros.</i>				

El rizo y la longitud lanera de esta fibra, no permiten la disgregación de la misma en la mezcla de cemento; los apelmazamientos de fibra producto de una disgregación deficiente, generan bloques muy inconsistentes. Además; dificultan la alimentación de la bloquera. Se pueden fabricar bloques que contengan hasta un 0,4% de fibra de polipropileno con esta longitud, sin que se produzcan los problemas mencionados.



FOTOGRAFÍA 2: Problemas generados durante la fabricación de bloques con polipropileno.

Fuente: Santiago Ballesteros

5.3.3.- BLOQUES CON FIBRA ACRÍLICA (PAC).

Los bloques con fibra acrílica que se pueden fabricar exitosamente, con cada porcentaje y longitud de fibra, determinados para este trabajo de investigación, se muestran a continuación.

TABLA 15: Bloques con Acrílico de corte algodónero.

Prueba N°	% FIBRA	PESO(k) DE FIBRA	Unidades fabricadas	Resultado del proceso de fabricación.
1	0,2	0,0248	3	Positivo
2	0,4	0,0496	3	Positivo
3	0,6	0,0744	0	Negativo
4	0,8	0,0992	0	Negativo
5	1	0,124	0	Negativo
6	1,2	0,1488	0	Negativo
Unidades fabricadas: 6				
<i>Fuente: Santiago Ballesteros.</i>				

El rizo que posee esta fibra, dificulta la disgregación de la misma en la mezcla de concreto; aun cuando se emplea pequeños porcentajes de fibra. Los apelmazamientos de fibra a causa de una disgregación deficiente, generan bloques inconsistentes y no manipulables. Además, obstaculiza la alimentación de la bloquera.

Se puede fabricar sin dificultad bloques que contengan hasta un 0,4% de fibra acrílica de corte algodónero, al emplear el 0,6% de fibra acrílica de esta longitud, se hacen presentes los problemas antes mencionados.

TABLA 16: Bloques con Acrílico de corte lanero.

Prueba N°	% FIBRA	PESO(k) DE FIBRA	Unidades fabricadas	Resultado del proceso de fabricación.
1	0,2	0,0248	3	Positivo
2	0,4	0,0496	3	Positivo
3	0,6	0,0744	0	Negativo
4	0,8	0,0992	0	Negativo
5	1	0,124	0	Negativo
6	1,2	0,1488	0	Negativo
Unidades fabricadas: 6				
<i>Fuente: Santiago Ballesteros.</i>				

El rizo y la longitud lanera de esta fibra no permiten la disgregación de la misma en la mezcla de concreto; los apelmazamientos, producto de una disgregación deficiente, generan bloques muy inconsistentes, los apelmazamientos de fibra dificultan la alimentación de la bloquera al momento de la fabricación; siendo permisible fabricar únicamente bloques hasta con 0,4% de fibra sin que se produzcan los problemas mencionados.



FOTOGRAFÍA 3: Problemas generados durante la fabricación de bloques con Acrílico.

Fuente: Santiago Ballesteros.

5.3.4.- BLOQUES CON FIBRAS PET.

Los bloques con fibras PET que se pueden fabricar exitosamente, con los porcentajes y longitudes de fibra determinados para este trabajo de investigación, se muestran a continuación.

TABLA 17: Bloques con PET corte algodónero.

Prueba N°	% FIBRA	PESO(k) DE FIBRA	Unidades fabricadas	Resultado del proceso de fabricación.
1	0,2	0,0248	3	Positivo
2	0,4	0,0496	3	Positivo
3	0,6	0,0744	3	Positivo
4	0,8	0,0992	3	Positivo
5	1	0,124	3	Positivo
6	1,2	0,1488	0	Negativo
Unidades fabricadas: 15				
<i>Fuente: Santiago Ballesteros.</i>				

La disgregación de la fibra PET de corte algodónero y sin riso en la mezcla de concreto, disminuye conforme aumenta el porcentaje de fibra empleada. Los apelmazamientos de fibra a causa de una disgregación deficiente, generan bloques inconsistentes y no manipulables. Además dificulta la alimentación de la bloquera.

Sin embargo; se puede fabricar exitosamente bloques con PET, que contengan hasta el 1% de fibra de corte algodónero. Al emplear el 1,2 % de fibra de corte algodónero se presentan los problemas mencionados.

TABLA 18: Bloques con PET corte lanero.

Prueba N°	% FIBRA	PESO(k) DE FIBRA	Unidades fabricadas	Resultado del proceso de fabricación.
1	0,2	0,0248	3	Positivo
2	0,4	0,0496	3	Positivo
3	0,6	0,0744	3	Positivo
4	0,8	0,0992	3	Positivo
5	1	0,124	0	Negativo
6	1,2	0,1488	0	Negativo
Unidades fabricadas:12				
<i>Fuente: Santiago Ballesteros.</i>				

Al agregar fibra PET de longitud lanera y sin rizo en la mezcla de concreto, los apelmazamientos de fibra a causa de una disgregación deficiente, interrumpen la alimentación de la bloquera. Además, generan bloques inconsistentes y no manipulables; no obstante, se puede fabricar sin dificultad bloques que contengan hasta un 0,8 % de fibra PET de longitud lanera. Al superar este porcentaje de fibra se presentan los problemas antes mencionados.



FOTOGRAFÍA 4: Problemas generados durante la fabricación de bloques con PET.

Fuente: Santiago Ballesteros.

Al utilizar fibras sintéticas para fabricar bloques; es necesario tener presente: el porcentaje de fibra a utilizarse, la longitud y el rizo de la misma.

Los bloques elaborados con fibra de poliéster o PET de longitud algodонера y sin rizo, son fáciles de fabricar; las características de la fibra facilitan la disgregación de la misma en la mezcla de concreto. Fibras sintéticas con estas características, permiten fabricar bloques que contengan como máximo el 1% de fibra sintética. Al emplear mayor porcentaje de esta fibra, los bloques resultantes son inconsistentes y no se los puede manipular.

Los bloques elaborados con fibras sintéticas de Poliéster o PET de longitud lanera y sin rizo, son más arduos de fabricar; la longitud que posee esta fibra, dificulta la disgregación de la misma en la mezcla de concreto, generando apelmazamientos. Se puede fabricar exitosamente bloques que no contengan más del 0,6% o el 0,8% de fibra sintéticas con estas características.

Los bloques con fibra de polipropileno o acrílico tienen fibra rizada, esta característica impide a la fibra una disgregación eficiente en la mezcla de concreto, con lo cual, genera mayor cantidad de apelmazamientos de fibra. Se puede fabricar bloques que no contengan más del 0,4% de fibra sintética rizada. Ya sea de corte algodonero o lanero. Al emplear fibras rizadas en porcentajes superiores, los bloques fabricados son inconsistentes y no se los puede manipular. Fibras con estas características no son aptas para elaboración de bloques.

5.4.- CURADO.

Los bloques después de ser fabricados, pasan a un proceso de endurecimiento; este proceso es húmedo, para lo cual los bloques necesitan ser mojados con frecuencia, la humectación de los bloques se la realiza mediante un sistema de rociado con agua potable. Durante el tiempo de curado los bloques deben ser mojados de dos a tres veces en el día, todo dependerá de la temperatura del ambiente. A continuación se muestra el tiempo de curado de los bloques fabricados con cada fibra, según el porcentaje y longitud de la misma.

TABLA 19: Tiempo de Curado de los bloques con fibras de longitud algodонера.

N°	% FIBRA	Bloques(Unidades)				Longitud	CURADO (Tiempo)	TIPO DE CEMENTO
		Pes	PAC	PET	PP			
0	Común					0	28 DIAS	Portland tipo 1
1	0,2	3	3	3	3	Co	28 DIAS	Portland tipo 1
2	0,4	3	3	3	3	Co	28 DIAS	Portland tipo 1
3	0,6	3	0	3	0	Co	28 DIAS	Portland tipo 1
4	0,8	3	0	3	0	Co	28 DIAS	Portland tipo 1
5	1	3	0	3	0	Co	28 DIAS	Portland tipo 1
Total de unidades fabricadas:42								
<i>Fuente: Santiago Ballesteros.</i>								

TABLA 20: Tiempo de Curado de los bloques con fibras de longitud lanera.

N°	% FIBRA	Bloques(Unidades)				Longitud	CURADO (tiempo)	TIPO DE CEMENTO
		Pes	PAC	PET	PP			
0	Común					0	28 DIAS	Portland tipo 1
1	0,2	3	3	3	3	Wo	28 DIAS	Portland tipo 1
2	0,4	3	3	3	3	Wo	28 DIAS	Portland tipo 1
3	0,6	3	0	3	0	Wo	28 DIAS	Portland tipo 1
4	0,8	0	0	3	0	Wo	28 DIAS	Portland tipo 1
Unidades fabricadas: 33								
<i>Fuente: Santiago Ballesteros.</i>								

El número de bloques fabricados con fibras sintéticas es de 75 unidades. Los datos de esta tabla representan únicamente el tiempo de curado final de cada uno de los bloques fabricados con fibra, de acuerdo al tiempo recomendado en las normas ecuatorianas de calidad INEN 643 (28 días).

CAPÍTULO VI

6.- PRUEBAS DE FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES.

En este capítulo se muestran las pruebas de fabricación a las cuales son sometidos los bloques con fibra, una vez terminado su período de curado. Se indica además, el método de ensayo de cada prueba y el equipo empleado para cada una.

Las pruebas realizadas son:

1. Medición del peso resultante
2. de los bloques con fibra.
3. Absorción de humedad.
4. Combustibilidad.
5. Resistencia a la flexión.
6. Análisis del corte transversal del bloque fabricado.

6.1.- PESO DE LOS BLOQUES CON FIBRA.

Para realizar esta prueba es necesario emplear una balanza, la cual nos permite obtener el peso de cada bloque fabricado. Esta prueba es realizada a los 13 días después de la fabricación de los bloques, para lo cual los bloques deben ser secados totalmente. El secado se lo hace al aire libre.



FOTOGRAFÍA 5: Balanza empleada para la obtención de pesos.

Fuente: Santiago Ballesteros.

Se obtiene el peso de las tres unidades fabricadas con cada porcentaje, tipo y longitud de fibra, para luego obtener una media del peso de los bloques elaborados con cada cantidad. El peso medio obtenido es comparado con el peso de un bloque común, el cual pesa entre 11kg 12,4 kg. Los pesos obtenidos están expresados en kilos (Kg).

6.1.1.- PESO DE LOS BLOQUES FABRICADOS CON POLIÉSTER.

TABLA 21: Peso de los bloques con poliéster.

Prueba N°	% de Fibra empleado	Peso bloques con poliester (Kg)			
		Corte (co)	Peso medio	Corte (wo)	Peso medio
1	0,2	12,5	12,5	11,9	11,8
		12,6		11,9	
		12,4		11,7	
2	0,4	12,6	12,5	11,9	11,7
		12,4		11,5	
		12,4		11,6	
3	0,6	11,9	11,8	11,9	11,8
		11,7		11,8	
		11,9		11,8	
4	0,8	11,9	11,8	0	0
		11,8		0	
		11,8		0	
5	1	11,9	11,8	0	0
		11,9		0	
		11,7		0	

Fuente: Santiago Ballesteros.

Los bloques fabricados fibra de poliéster con corte algodónero y sin rizo, no disminuyen su peso; estos bloques mantienen un peso similar al que poseen los bloques comunes. De igual forma; los bloques fabricados con fibras de poliéster corte lanero, tampoco disminuyen su peso considerablemente.

6.1.2.- PESO DE LOS BLOQUES FABRICADOS CON POLIPROPILENO.

TABLA 22: Peso de los bloques con polipropileno.

Prueba N°	% de Fibra empleado	Peso bloques con polipropileno (Kg)			
		Corte (co)	Peso medio	Corte (wo)	Peso medio
		11,8	11,8	11,8	11,7
1	0,2	11,9		11,9	
		11,7		11,5	
		11,3	11,3	11,9	11,8
2	0,4	11,5		11,7	
		11,2		11,8	

Fuente: Santiago Ballesteros.

Los bloques fabricados con fibras de polipropileno de corte algodónero, no presentan una disminución de peso considerable al que poseen los bloques comunes; Así mismo; los bloques fabricados con fibra de polipropileno de corte lanero; tampoco disminuyen su peso.

6.1.3.- PESO DE LOS BLOQUES FABRICADOS CON ACRÍLICO.

TABLA 23: Peso de los bloques con acrílico.

Prueba N°	% de Fibra empleado	Peso bloques con acrílico (Kg)			
		Corte (co)	Peso medio	Corte (wo)	Peso medio
		12	12,1	12,2	12,1
1	0,2	12,2		12,2	
		12		12	
		11	11,1	11,3	11,2
2	0,4	11,1		11,1	
		11,3		11,3	

Fuente: Santiago Ballesteros.

Al fabricar bloques de construcción, empleando fibra acrílica de longitud lanera; el peso de los mismos no disminuye en comparación al peso de un bloque común, los bloques fabricados con fibra acrílica de corte algodonoero, no presentan disminución considerable de su peso en comparación al peso que poseen los bloques comunes.

6.1.4.- PESO DE LOS BLOQUES FABRICADOS CON PET.

TABLA 24: Peso de los bloques con PET.

Prueba N°	% de Fibra empleado	Peso bloques con PET (Kg)			
		Corte (co)	Peso medio	Corte (wo)	Peso medio
1	0,2	13,2	13,1	12,2	12,1
		13		12	
		13		12,1	
		13,4		12,4	
2	0,4	13,6	13,5	12,2	12,3
		13,4		12,2	
		12,4		12	
		12,4		12,1	
3	0,6	12,3	12,4	11,9	12,0
		12,8		12	
		12,6		11,9	
		12,6		12	
4	0,8	11,8	12,7	0	12,0
		12,4		0	
		12,2		0	
		12,2		0	

Fuente: Santiago Ballesteros.

Los bloques fabricados con el 0,2%; 0,4% y 0,8% de fibras PET sin rizo y longitud algodonoera, son más pesados, en comparación al peso de un bloque común. Estos bloques aumentan el 5.64 %; 8.8 % y 2,41% de su peso respectivo. El peso los bloques fabricados a partir del 0,6 % de esta fibra, es similar al peso de un bloque común. Por otra parte; el peso de los bloques fabricados con PET de longitud lanera no presenta una disminución considerable de su peso. El peso sigue siendo similar al peso de un bloque común.

En comparación a un bloque común, los bloques fabricados con fibras sintéticas no presentan una disminución considerable de su peso.

6.2.- ABSORCIÓN DE HUMEDAD.

Para realizar estas pruebas se emplea, el método establecido en la norma INEN 642. Los bloques luego de ser pesados en seco, son introducidos en agua durante 24 horas, tiempo adecuado para que el bloque absorba agua al máximo. Posteriormente los bloques se escurren durante 10 minutos al aire libre, se puede utilizar un paño para secar la superficie del bloque. A continuación son pesados nuevamente; este proceso se realiza con cada bloque fabricado.

La norma INEN mencionada, establece que los bloques fabricados no deben superar el 15 % de absorción. Una vez obtenidos los datos, se emplea la siguiente fórmula para proceder al cálculo de absorción de humedad.

$$\%Absorción = \left(\frac{A - B}{B} \right) * 100$$

Dónde:

A = Peso húmedo.

B=Peso seco.

Con los porcentajes de absorción de cada bloque, se obtiene una media de absorción de humedad.

6.2.1.- ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE BLOQUES CON FIBRA DE POLIÉSTER.

TABLA 25: Absorción de humedad de bloques con poliéster corte algodonero.

N°	% Fibra	Corte	Ensayo	Peso(K)		% Absorción individual	%Absorción	Edad de ensayo
				Seco	Húmedo			
0	0	B. Común	1	12,3	14	13,82	13,67	15 días
			2	12,4	14,1	13,71		15 días
			3	12,6	14,3	13,49		15 días
1	0,2	Co	1	12,5	13,4	7,20	7,74	15 días
			2	12,6	13,5	7,14		15 días
			3	12,4	13,5	8,87		15 días
2	0,4	Co	1	12,6	13,7	8,73	7,75	15 días
			2	12,4	13,4	8,06		15 días
			3	12,4	13,2	6,45		15 días
3	0,6	Co	1	11,9	13	9,24	9,87	15 días
			2	11,7	13,1	11,97		15 días
			3	11,9	12,9	8,40		15 días
4	0,8	Co	1	11,9	13,1	10,08	10,14	15 días
			2	11,8	13	10,17		15 días
			3	11,8	13	10,17		15 días
5	1	Co	1	11,9	12,9	8,40	8,46	15 días
			2	11,9	12,7	6,72		15 días
			3	11,7	12,9	10,26		15 días

Fuente: Santiago Ballesteros.

Se observa un límite de absorción mínimo, que corresponde a los bloques fabricados con el 0,2% de fibra de poliéster lisa y corte algodonero, estos bloques absorben un 7.74% de humedad. El porcentaje de absorción de estos bloques es 43.37% menor que el porcentaje de absorción de un bloque común, el cual; absorbe el 13.67% de humedad. El porcentaje de absorción de estos bloques, es 48.4% menor que el valor establecido en la norma.

TABLA 26: Absorción de humedad de bloques con poliéster corte lanero.

N°	% Fibra	Corte	Ensayo	Peso(K)		% Absorción individual	%Absorción	Edad de ensayo
				Seco	Húmedo			
0	0	B. Común	1	12,3	14	13,82	13,67	15 días
			2	12,4	14,1	13,71		15 días
			3	12,6	14,3	13,49		15 días
1	0,2	Co	1	11,9	12,9	8,40	7,89	15 días
			2	11,9	12,7	6,72		15 días
			3	11,7	12,7	8,55		15 días
2	0,4	Co	1	11,9	13	9,24	12,61	15 días
			2	11,5	13,2	14,78		15 días
			3	11,6	13,2	13,79		15 días
3	0,6	Co	1	11,9	12,9	8,40	8,45	15 días
			2	11,8	12,7	7,63		15 días
			3	11,8	12,9	9,32		15 días

Fuente: Santiago Ballesteros.

Existe un porcentaje de absorción mínimo, que corresponde a los bloques con 0,2% de fibra de poliéster liso y corte lanero, los cuales; absorben 7.89% de humedad. Estos bloques absorben 42.28% menos humedad que un bloque común. Además; el porcentaje de absorción de estos bloques, es 47,4% menor que el valor establecido en la norma.

6.2.2.- ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE BLOQUES CON FIBRA DE POLIPROPILENO.

TABLA 27: Absorción de humedad de bloques con polipropileno corte algodnero.

N°	% Fibra	Corte	Ensayo	Peso(K)		% Absorción individual	%Absorción	Edad de ensayo
				Seco	Húmedo			
0	0	B. Común	1	12,3	14	13,82	13,67	15 días
			2	12,4	14,1	13,71		15 días
			3	12,6	14,3	13,49		15 días
1	0,2	Co	1	11,8	12,8	8,47	7,91	15 días
			2	11,9	12,7	6,72		15 días
			3	11,7	12,7	8,55		15 días
2	0,4	Co	1	11,3	12,2	7,96	7,95	15 días
			2	11,5	12,3	6,96		15 días
			3	11,2	12,2	8,93		15 días

Fuente: Santiago Ballesteros.

El porcentaje mínimo de absorción humedad, correspondiente a los bloques fabricados con el 0,2% de fibras de polipropileno rizadas y de corte algodnero; estos bloques absorben el 7.91% de humedad. Este porcentaje de absorción de humedad es 42.13 % menor que el porcentaje de absorción de un bloque común y 47,26 % menor que el valor establecido en la norma.

TABLA 28: Absorción de humedad de bloques con polipropileno corte lanero.

N°	% Fibra	Corte	Ensayo	Peso(K)		% Absorción individual	%Absorción	Edad de ensayo
				Seco	Húmedo			
0	0	B. Común	1	12,3	14	13,82	13,67	15 días
			2	12,4	14,1	13,71		15 días
			3	12,6	14,3	13,49		15 días
1	0,2	Wo	1	11,8	12,8	8,47	8,54	15 días
			2	11,9	12,7	6,72		15 días
			3	11,5	12,7	10,43		15 días
2	0,4	Wo	1	11,9	12,9	8,40	9,61	15 días
			2	11,7	12,9	10,26		15 días
			3	11,8	13	10,17		15 días

Fuente: Santiago Ballesteros.

Existe un porcentaje de absorción mínimo, correspondiente a los bloques fabricados con el 0,4% de fibra de polipropileno rizada y de corte lanero, el porcentaje de absorción de humedad de estos bloques, equivale al 8.54 %. Este porcentaje de absorción de humedad es 37.52% menor que el porcentaje de absorción de un bloque común y 43.06 % menor que el valor de absorción que establece la norma.

6.2.3.- ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE BLOQUES CON FIBRA DE ACRÍLICO (PAC).

TABLA 29: Absorción de humedad de bloques con Acrílico corte algodónero.

N°	% Fibra	Corte	Ensayo	Peso(K)		% Absorción individual	%Absorción	Edad de ensayo
				Seco	Húmedo			
0	0	B. Común	1	12,3	14	13,82	13,67	15 días
			2	12,4	14,1	13,71		15 días
			3	12,6	14,3	13,49		15 días
1	0,2	Co	1	12	13,4	11,67	10,78	15 días
			2	12,2	13,4	9,84		15 días
			3	12	13,3	10,83		15 días
2	0,4	Co	1	11	12,7	15,45	13,79	15 días
			2	11,1	12,6	13,51		15 días
			3	11,3	12,7	12,39		15 días

Fuente: Santiago Ballesteros.

El porcentaje mínimo de absorción de humedad, corresponde a los bloques fabricados con el 0,2% de fibra acrílica rizada y de corte algodónero, estos bloques absorben el 10.78% de humedad. Este porcentaje de absorción de humedad es 21.14% menor que el porcentaje de absorción de un bloque común y 28.13% menor al valor de absorción que establece la norma. Sin embargo, los bloques fabricados con el 0.4% de fibra acrílica con estas características, absorben el 13.79% de humedad; estos bloques absorben 0.87% más humedad que un bloque común y son 8.06 % menos absorbentes que el valor establecido en la norma.

TABLA 30: Absorción de humedad de bloques con Acrílico corte lanero.

N°	% Fibra	Corte	Ensayo	Peso(K)		% Absorción individual	%Absorción	Edad de ensayo
				Seco	Húmedo			
0	0	B. Común	1	12,3	14	13,82	13,67	15 días
			2	12,4	14,1	13,71		15 días
			3	12,6	14,3	13,49		15 días
1	0,2	Wo	1	12,2	13,5	10,66	10,72	15 días
			2	12,2	13,4	9,84		15 días
			3	12	13,4	11,67		15 días
2	0,4	Wo	1	11,3	13,1	15,93	14,84	15 días
			2	11,1	12,9	16,22		15 días
			3	11,3	12,7	12,39		15 días

Fuente: Santiago Ballesteros.

El porcentaje de absorción de humedad mínimo, corresponde a los bloques fabricados con 0,2% de fibra acrílica rizada y de corte lanero, estos bloques absorben el 10.72% de humedad. Este porcentaje de absorción de humedad es menor que el valor de absorción de un bloque común y 28,53% menor al valor que establece la norma. Sin embargo, los bloques fabricados con el 0.4% de fibra acrílica con estas características, absorben el 14.84% de humedad; estos bloques absorben 8.55% más humedad que un bloque común y son 1.06% menos absorbentes que el valor establecido en la norma.

6.2.4.-ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE BLOQUES CON FIBRA DE PET.

TABLA 31: Absorción de humedad de bloques con PET corte algodnero.

N°	% Fibra	Corte	Ensayo	Peso(K)		% Absorción individual	%Absorción	Edad de ensayo
				Seco	Húmedo			
0	0	B. Común	1	12,3	14	13,82	13,67	15 días
			2	12,4	14,1	13,71		15 días
			3	12,6	14,3	13,49		15 días
1	0,2	Co	1	13,2	14,3	8,33	8,16	15 días
			2	13	14	7,69		15 días
			3	13	14,1	8,46		15 días
2	0,4	Co	1	13,4	14,5	8,21	8,66	15 días
			2	13,6	14,8	8,82		15 días
			3	13,4	14,6	8,96		15 días
3	0,6	Co	1	12,4	13,6	9,68	9,71	15 días
			2	12,4	13,5	8,87		15 días
			3	12,3	13,6	10,57		15 días
4	0,8	Co	1	12,8	13,6	6,25	7,64	15 días
			2	12,6	13,8	9,52		15 días
			3	12,6	13,5	7,14		15 días
5	1	Co	1	11,8	13	10,17	9,36	15 días
			2	12,4	13,3	7,26		15 días
			3	12,2	13,5	10,66		15 días

Fuente: Santiago Ballesteros.

El porcentaje de absorción de humedad mínimo, corresponde a los bloques fabricados con 0,8% de fibras PET sin rizo y de corte algodnero, estos bloques absorben el 7,64% de humedad. Estos bloques absorben 44.11% menos humedad que un bloque común, además; absorben 46.06% % menos que el valor establecido en la norma.

TABLA 32: Absorción de humedad de bloques con PET corte lanero.

N°	% Fibra	Corte	Ensayo	Peso(K)		% Absorción individual	%Absorción	Edad de ensayo
				Seco	Húmedo			
0	0	B. Común	1	12,3	14	13,82	13,67	15 días
			2	12,4	14,1	13,71		15 días
			3	12,6	14,3	13,49		15 días
1	0,2	Co	1	12,2	13,5	10,66	10,75	15 días
			2	12	13,4	11,67		15 días
			3	12,1	13,3	9,92		15 días
2	0,4	Co	1	12,4	13,4	8,06	8,70	15 días
			2	12,2	13,4	9,84		15 días
			3	12,2	13,2	8,20		15 días
3	0,6	Co	1	12	13,1	9,17	8,89	15 días
			2	12,1	13,1	8,26		15 días
			3	11,9	13	9,24		15 días
4	0,8	Co	1	12	12,7	5,83	6,96	15 días
			2	11,9	12,7	6,72		15 días
			3	12	13	8,33		15 días

Fuente: Santiago Ballesteros.

El porcentaje de absorción de humedad mínimo, corresponde a un bloque con 0,8% de fibra PET sin rizo y corte lanero, este porcentaje de absorción de humedad es 49.08% menor que el porcentaje de absorción de un bloque común, además absorben 53.6 % menos humedad que el valor establecido en la norma.

El porcentaje de absorción de humedad, disminuye en la mayoría de los bloques fabricados con fibras sintéticas. Los bloques fabricados con el 0,8 % de fibras PET de longitud lanera, absorben mínimo el 6,96% de humedad, por lo tanto; estos bloques absorben 49.08% menos humedad que los bloques comunes. Así mismo; los bloques fabricados con el 0.8 % de fibras PET de corte algodnero, absorben mínimo 7.64% de humedad; este porcentaje de absorción de humedad es 44.11% menor, que el porcentaje de absorción de humedad de un bloque común. Estos son los bloques menos absorbentes, en comparación con los bloques fabricados con fibras de poliéster, polipropileno o acrílico.

Los bloques fabricados con el 0,2% de fibras de poliéster de corte algodnero absorben mínimo el 7.89% de humedad, estos bloques absorben 43.47% menos humedad que un bloque común. De igual forma; los bloques fabricados con el 0,2% de fibras de poliéster de corte lanero, absorben mínimo el 7.74% de humedad, estos bloques absorben 42.28% menos humedad que un bloque común.

Así mismo; los bloques fabricados con el 0,2% de fibras de polipropileno de longitud algodnora, absorben mínimo el 7.91% de humedad. Los bloques fabricados con el 0,2% de fibra de polipropileno de longitud lanera, absorben 8.54% de humedad. Estos bloques absorben respectivamente 42.13% y 37.52% menos humedad que un bloque común.

Por otra parte; los bloques fabricados con 0,2% de fibras acrílicas de longitud algodnora, absorben mínimo el 10.78% de humedad; estos bloques absorben 21.14% menos humedad que un bloque común. De igual forma; los bloques fabricados con el 0,2% de fibras acrílicas de corte lanero, absorben mínimo el 10.72% de humedad; estos bloques absorben 21.48 % menos humedad que un bloque común. Sin embargo; al emplear el 0.4% de fibras acrílicas, de longitud algodnora o de longitud lanera; los bloques, absorben un mínimo de 13.79% y 14.84% de humedad. Además; estos bloques absorben 0,87% y 8.55% más humedad que un bloque común.

6.3.- COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES.

Para llevar a cabo este proceso, se utiliza un soplete a gas doméstico, el cual, se aplica prolongadamente sobre los bloques durante varios minutos. Mientras la flama combustiona, al material textil, se analiza la intensidad de la flama según el tipo de fibra y la longitud de ésta, también se observa las características del material fundido.

6.3.1.- COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON POLIÉSTER.

TABLA 33: Combustibilidad de los bloques con poliéster corte algodnero.

N°	% FIBRA	EXPOSICIÓN A LA LLAMA
		OBSERVACIONES
0	Común	RESISTE A LA LLAMA
1	0,2	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando pequeñas bolas de material fundido.
2	0,4	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando pequeñas bolas de material fundido.
3	0,6	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando pequeñas bolas de material fundido.
4	0,8	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando pequeñas bolas de material fundido.
5	1	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando pequeñas bolas de material fundido.

Fuente: Santiago Ballesteros.

TABLA 34: Combustibilidad de bloques con poliéster corte lanero.

N°	% FIBRA	EXPOSICIÓN A LA LLAMA
		OBSERVACIONES
0	Común	RESISTE A LA LLAMA
1	0,2	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque.
2	0,4	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque.
3	0,6	Se queman las fibras que sobresalen del bloque, con mucha más intensidad, formando bolas duras de material fundido y ceniza en el bloque.
4	0,8	Se queman las fibras que sobresalen del bloque, con mucha más intensidad, formando bolas duras de material fundido y ceniza en el bloque.

Fuente: Santiago Ballesteros.

Los bloques resisten la exposición a la flama, quemándose únicamente la fibra que sobresale del bloque, mientras más alta es la longitud y el porcentaje de fibra empleado en el bloque, la intensidad de la flama que se genera aumenta.

6.3.2.- COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON POLIPROPILENO.

TABLA 35: Combustibilidad de bloques con polipropileno corte algodónero.

N°	% FIBRA	EXPOSICIÓN A LA LLAMA
		OBSERVACIONES
0	Común	RESISTE A LA LLAMA
1	0,2	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando bolas duras de material fundido en las zonas donde se encuentran apelmazadas las fibras.
2	0,4	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando bolas duras de material fundido en las zonas donde se encuentran apelmazadas las fibras.

Fuente: Santiago Ballesteros.

TABLA 36: Combustibilidad de los bloques con polipropileno corte lanero.

N°	% FIBRA	EXPOSICIÓN A LA LLAMA
		OBSERVACIONES
0	Común	RESISTE A LA LLAMA
1	0,2	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando bolas duras de material fundido en las zonas donde se encuentran apelmazadas las fibras.
2	0,4	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando bolas duras de material fundido en las zonas donde se encuentran apelmazadas las fibras.

Fuente: Santiago Ballesteros.

Estos bloques resisten la exposición a la flama; debido a los apelmazamientos de fibra existentes en las paredes de los bloques, generan mayor intensidad de quemado, la intensidad de la flama aumenta conforme al porcentaje y la longitud de la fibra empleada en el bloque.

6.3.3.- COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON ACRÍLICO (PAC).

TABLA 37: Combustibilidad de los bloques con acrílico corte algodónero.

N°	% FIBRA	EXPOSICIÓN A LA LLAMA
		OBSERVACIONES
0	Común	RESISTE A LA LLAMA
1	0,2	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, dejando material fundido color café.
2	0,4	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, dejando material fundido color café.

Fuente: Santiago Ballesteros.

TABLA 38: Combustibilidad de los bloques con acrílico corte lanero.

N°	% FIBRA	EXPOSICION A LA LLAMA
		OBSERVACIONES
0	Común	RESISTE A LA LLAMA
1	0,2	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, dejando bolas de material fundido color café.
2	0,4	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, dejando bolas de material fundido color café.

Fuente: Santiago Ballesteros.

Estos bloques resisten a la exposición a la flama, mientras mayor es el porcentaje y la longitud de la fibra utilizada en la fabricación del bloque, la intensidad de quemado aumenta.

6.3.4.- COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON PET.

TABLA 39: Combustibilidad de los bloques con PET corte algodnero.

N°	% FIBRA	EXPOSICIÓN A LA LLAMA
		OBSERVACIONES
0	Común	RESISTE A LA LLAMA
1	0,2	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando bolas duras de material fundido, desprendiendo un olor a plástico quemado.
2	0,4	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando bolas duras de material fundido, desprendiendo un olor a plástico quemado.
3	0,6	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando bolas duras de material fundido, desprendiendo un olor a plástico quemado.
4	0,8	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando bolas duras de material fundido, desprendiendo un olor a plástico quemado.
5	1	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, formando bolas duras de material fundido, desprendiendo un olor a plástico quemado.

Fuente: Santiago Ballesteros.

TABLA 40: Combustibilidad de los bloques con PET corte lanero.

N°	% FIBRA	EXPOSICIÓN A LA LLAMA
		OBSERVACIONES
0	Común	RESISTE A LA LLAMA
1	0,2	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, con mayor intensidad, formando bolas duras de material fundido, desprendiendo un olor a plástico quemado.
2	0,4	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, con mayor intensidad, formando bolas duras de material fundido, desprendiendo un olor a plástico quemado.
3	0,6	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, con mayor intensidad, formando bolas duras de material fundido, desprendiendo un olor a plástico quemado
4	0,8	Se queman únicamente las fibras que sobresalen del bloque, con mayor intensidad, formando bolas duras de material fundido, desprendiendo un olor a plástico quemado

Fuente: Santiago Ballesteros.

Todos los bloques fabricados con fibra, resisten la exposición a la llama, quemándose únicamente la fibra que sobresale del bloque; la intensidad de quemado aumenta en relación a la longitud y porcentaje de material textil empleado en cada bloque. El material no genera una combustión continua, con lo cual los bloques son seguros frente al fuego.

6.4.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

Para determinar la resistencia a la flexión de los bloques fabricados, se emplea la fórmula establecida en la norma INEN 2554:2011(Determinación de la resistencia a la flexión del hormigón). Los bloques deben ser sometidos a esta prueba, al finalizar su período de curado y en húmedo.

6.4.1.- EQUIPO UTILIZADO.

La máquina de prueba ha sido modificada con un manómetro hidráulico de medida; además, aplica una carga constante a una velocidad adecuada, para medir la resistencia a la flexión de los bloques; funciona con un motor neumático, el flujo de aire puede ser modificado para mayor rapidez.



FOTOGRAFÍA 6: Prensa hidráulica con motor neumático

Fuente: Santiago Ballesteros.

Para la calibración se tiene presente los MPa/min que aplica la máquina en su marcha más lenta, el valor de la fuerza en Newtons (N), este dato se lo obtiene haciendo pruebas de presión en la máquina, este equipo tiene una velocidad de presión de 600 Psi/min en su marcha más lenta, esta velocidad es cuatro veces más a lo que dice la norma, la cual establece una velocidad máxima de 124 a 162Psi/min; por lo que se modificó el área del pistón externo, reduciendo la velocidad de presión. Al desarmar la prensa se obtienen los siguientes datos:

El valor del área del pistón interno se lo obtiene mediante la fórmula:

$$A = \pi r^2$$

El pistón interno tiene un radio de 2,75 cm, lo que al reemplazar se obtiene:

$$A = 3.1416 (2,75\text{cm})^2$$

$$A = 23,75\text{cm}^2$$

Entonces:

$$1\text{m}^2 = 10000\text{cm}^2$$

$$A = 2,375 \times 10^{-3}\text{m}^2$$

Para obtener la fuerza ejercida por la prensa, se aplica lo siguiente:

$$1\text{Psi} = 6896.62\text{Pa} \text{ (Pascales)}$$

$$600\text{Psi} = 4137972$$

Entonces:

$$Pa = \frac{N}{m^2}$$

Se despeja la carga en(N):

$$N = Pa \times m^2$$

Y se reemplaza:

$$N = 4137972 (2,375 \times 10^{-3})$$

$$N = 9827.68$$

Al aumentar el área del pistón exterior, la fuerza por unidad de área es menor, haciendo que la presión también lo sea. Como la velocidad de presión del equipo utilizado es de cuatro veces más, se dice:

$$23.75\text{cm}^2 \times 4 \text{ veces} = 95\text{cm}^2 = 9.5 \times 10^{-3}\text{m}^2 \text{ (área del pistón externo)}$$

Al emplear esta área, la presión es:

$$Pa = \frac{N}{m^2} \quad Pa = \frac{9827.68 N}{9.5 \times 10^{-3} m^2} \quad Pa = 1034492.63$$
$$= 149.9 Psi$$

Ya que:

$$1Psi = 6896.62 Pa$$

Para el cálculo del diámetro del radio del pistón exterior a colocar, se emplea la siguiente fórmula: $A = \pi r^2$

Y se reemplaza:

$$95cm^2 = 3.1416(r^2)$$

Se despeja el radio:

$$r^2 = \frac{95cm^2}{3.1416} = r = \sqrt{30.23cm^2} = 5.49cm$$



FOTOGRAFÍA 7: Pistón externo.

Fuente: Santiago Ballesteros.

La prensa tiene dos resortes, que sirven para el regreso del pistón interno, con lo que se emplea una presión de 3 bares, únicamente para expandir a los resortes durante la prueba, obligando a bajar 3 bares de presión al valor que muestra el manómetro.



FOTOGRAFÍA 8: Manómetro de medida.

Fuente: Santiago Ballesteros

Los bloques para este tipo de prueba deben poseer todos sus bordes completos, y resistir la manipulación. Cuando un bloque no está a nivel, se emplean láminas de metal para corregir el desnivel.

6.4.2.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

La norma INEN 2554:2011 especifica el proceso a seguir, para encontrar el módulo de rotura.

Para lo cual se emplea la siguiente fórmula:

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$

Dónde:

R = Módulo de rotura (MPa)

P= Carga máxima aplicada (N)

L= Luz libre (mm)

b= Promedio del ancho del bloque en la fractura (mm)

d= Promedio de la altura del bloque en la fractura (mm)

Si la fractura se produce en la superficie de tracción fuera del tercio medio de la luz libre, pero no más allá del 5% de la luz libre, calcular el módulo de rotura de la siguiente forma:

$$R = \frac{3Pa}{bd^2}$$

Dónde:

a = Distancia media entre la línea de fractura y el apoyo más cercano medido en la superficie de tracción (mm)

6.4.2.1.- MÓDULO DE ROTURA

Es conocida también como la resistencia a la rotura de un material.

6.4.2.2.- CARGA MÁXIMA APLICADA

Para obtenerla, se utiliza el valor de la máquina de prueba; el cual, está dado en Bares (BAR) y transformado a Pascales (Pa).

6.4.2.3.- LUZ LIBRE

Es la distancia que existe entre los puntos de apoyo inferiores de los bloques durante la prueba, esta distancia es de 35 cm.

6.4.2.4.- PROMEDIO DEL ANCHO Y ALTURA EN LA FRACTURA

Son los valores de la altura y el ancho de la fractura en la superficie de tracción.

6.4.3.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE BLOQUES CON FIBRA DE POLIÉSTER.

Los valores de las tablas indican los datos obtenidos del equipo de prueba: el ancho y la altura en la fractura, la carga de rotura, el módulo de rotura de cada bloque fabricado con poliéster y una media del módulo de rotura de los bloques, según el porcentaje de fibra empleado.

TABLA 41: Resistencia a la flexión de bloques con poliéster corte algodnero.

N°	%FIBRA	BLOQUE	VALOR PRENSA	PASCALES	CARGA DE ROTURA	ANCHO EN LA FRACTURA	ALTURA EN LA FRACTURA	MODULO DE ROTURA	MEDIA
			(BAR)	(Pa)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)
0	COMÚN	1	11	1100000	2612.5	3	190	8.443	6.499
		2	11	1100000	2612.5	5	190	5.066	
		3	13	1300000	3087.5	5	190	5.987	
1	0,2	1	25	2500000	5937.5	90	190	0.640	1.834
		2	20	2000000	4750.0	20	190	2.303	
		3	20	2000000	4750.0	18	190	2.558	
2	0,4	1	18	1800000	4275.0	5	200	7.481	5.335
		2	19	1900000	4512.5	8	200	4.936	
		3	19	1900000	4512.5	11	200	3.589	
3	0,6	1	18	1800000	4275.0	20	200	1.870	2.401
		2	16	1600000	3800.0	15	200	2.217	
		3	18	1800000	4275.0	12	200	3.117	
4	0,8	1	14	1400000	3325.0	11	190	2.931	3.035
		2	14	1400000	3325.0	11	180	3.265	
		3	14	1400000	3325.0	10	200	2.909	
5	1	1	15	1500000	3562.5	9	180	4.276	4.857
		2	15	1500000	3562.5	10	180	3.848	
		3	14	1400000	3325.0	5	190	6.447	

Fuente: Santiago Ballesteros.

La resistencia a la flexión más alta, la presentan los bloques con el 0,4% de fibra de poliéster, éstos tienen un módulo de rotura de 5,335 MPa. Sin embargo, esta resistencia a la flexión es 17,89 % menor al de un bloque común.

TABLA 42: Resistencia a la flexión de bloques con poliéster corte lanero.

N°	%FIBRA	BLOQUE	VALOR PRENSA	PASCALES	CARGA DE ROTURA	ANCHO EN LA FRACTURA	ALTURA EN LA FRACTURA	MODULO DE ROTURA	MEDIA
			(BAR)	(Pa)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)
0	COMÚN	1	11	1100000	2612.5	3	190	8.443	6.499
		2	11	1100000	2612.5	5	190	5.066	
		3	13	1300000	3087.5	5	190	5.987	
1	0,2	1	25	2500000	5937.5	9	190	6.396	6.031
		2	20	2000000	4750.0	9	190	5.117	
		3	20	2000000	4750.0	7	190	6.579	
2	0,4	1	18	1800000	4275.0	7	200	5.344	4.305
		2	17	1700000	4037.5	14	200	2.523	
		3	17	1700000	4037.5	7	200	5.047	
3	0,6	1	13	1300000	3087.5	24	200	1.126	1.296
		2	17	1700000	4037.5	24	200	1.472	
		3	18	1800000	4275.0	29	200	1.290	

Fuente: Santiago Ballesteros.

La resistencia máxima alcanzada, corresponde a un bloque con un 0,2 % de fibra de poliéster, cuyo módulo de rotura es de 6,031 MPa; este valor de resistencia a la flexión es 7.19% menor al de un bloque común.

6.4.4.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE BLOQUES CON FIBRA DE POLIPROPILENO.

Las tablas indican los datos obtenidos del equipo de prueba: el ancho y la altura en la fractura, el módulo de rotura de cada bloque fabricado con polipropileno y una media del módulo de rotura de los bloques.

TABLA 43: Resistencia a la flexión de bloques con polipropileno corte algodnero.

N°	%FIBRA	BLOQUE	VALOR PRENSA	PASCALES	CARGA DE ROTURA	ANCHO EN LA FRACTURA	ALTURA EN LA FRACTURA	MODULO DE ROTURA	MEDIA
			(BAR)	(Pa)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)
		1	11	1100000	2612.5	3	190	8.443	
0	COMÚN	2	11	1100000	2612.5	5	190	5.066	6.499
		3	13	1300000	3087.5	5	190	5.987	
		1	12	1200000	2850.0	9	180	3.421	
1	0,2	2	13	1300000	3087.5	9	200	3.002	3.566
		3	13	1300000	3087.5	7	190	4.276	
		1	14	1400000	3325.0	5	200	5.819	
2	0,4	2	11	1100000	2612.5	7	200	3.266	3.952
		3	12	1200000	2850.0	9	200	2.771	

Fuente: Santiago Ballesteros.

El módulo de rotura máximo es de 3,952 MPa y corresponde a bloques con 0,4% de fibra de polipropileno, sin embargo este valor es menor un 39,5% comparado con el valor de resistencia a la flexión de un bloque común.

TABLA 44: Resistencia a la flexión de bloques con polipropileno corte lanero.

N°	%FIBRA	BLOQUE	VALOR PRENSA	PASCALES	CARGA DE ROTURA	ANCHO EN LA FRACTURA	ALTURA EN LA FRACTURA	MODULO DE ROTURA	MEDIA
			(BAR)	(Pa)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)
		1	11	1100000	2612.5	3	190	8.443	
0	COMÚN	2	11	1100000	2612.5	5	190	5.066	6.499
		3	13	1300000	3087.5	5	190	5.987	
		1	12	1200000	2850.0	10	200	2.494	
1	0,2	2	11	1100000	2612.5	9	190	2.814	2.878
		3	13	1300000	3087.5	9	190	3.326	
		1	13	1300000	3087.5	8	200	3.377	
2	0,4	2	14	1400000	3325.0	8	190	4.030	3.439
		3	14	1400000	3325.0	10	200	2.909	

Fuente: Santiago Ballesteros.

La máxima resistencia a la flexión la poseen los bloques con 0,4% de fibra de polipropileno, cuyo módulo de rotura es de 3,439 MPa; sin embargo, este valor es 52.91% menor al valor de resistencia de un bloque común.

6.4.5.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE BLOQUES CON FIBRA DE ACRÍLICO.

Los valores de la prensa, la carga de rotura, el ancho y la altura en la fractura, el módulo de rotura de cada bloque y la media del módulo de rotura se dan a conocer.

TABLA 45: Resistencia a la flexión de bloques con acrílico corte algodónero.

N°	%FIBRA	BLOQUE	VALOR PRENSA	PASCALES	CARGA DE ROTURA	ANCHO EN LA FRACTURA	ALTURA EN LA FRACTURA	MODULO DE ROTURA	MEDIA
			(BAR)	(Pa)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)
0	COMÚN	1	11	1100000	2612.5	3	190	8.443	6.499
		2	11	1100000	2612.5	5	190	5.066	
		3	13	1300000	3087.5	5	190	5.987	
1	0,2	1	16	1600000	3800.0	10	180	4.105	3.532
		2	14	1400000	3325.0	10	200	2.909	
		3	14	1400000	3325.0	9	190	3.582	
2	0,4	1	12	1200000	2850.0	3	200	8.313	6.973
		2	11	1100000	2612.5	3	200	7.620	
		3	12	1200000	2850.0	5	200	4.988	

Fuente: Santiago Ballesteros.

La máxima resistencia a la flexión la tienen los bloques con un 0,4% de fibra de acrílico, cuyo módulo de rotura es de 6,973 MPa; este valor supera con un 7,3 % a la resistencia que tienen los bloques comunes.

TABLA 46: Resistencia a la flexión de bloques con acrílico corte lanero.

N°	%FIBRA	BLOQUE	VALOR PRENSA	PASCALES	CARGA DE ROTURA	ANCHO EN LA FRACTURA	ALTURA EN LA FRACTURA	MODULO DE ROTURA	MEDIA
			(BAR)	(Pa)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)
0	COMÚN	1	11	1100000	2612.5	3	190	8.443	6.499
		2	11	1100000	2612.5	5	190	5.066	
		3	13	1300000	3087.5	5	190	5.987	
1	0,2	1	16	1600000	3800.0	10	180	4.105	3.871
		2	14	1400000	3325.0	9	200	3.233	
		3	13	1300000	3087.5	7	190	4.276	
2	0,4	1	12	1200000	2850.0	8	200	3.117	2.886
		2	12	1200000	2850.0	9	200	2.771	
		3	12	1200000	2850.0	9	200	2.771	

Fuente: Santiago Ballesteros.

El módulo de resistencia máximo la tienen los bloques con un 0,2% de fibra de acrílico, cuyo valor es de 3,871 MPa; este valor es menor un 40,42 % a la resistencia que tienen los bloques comunes.

6.4.6.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE BLOQUES CON PET.

Las tablas indican los valores obtenidos de la máquina, el ancho y la altura en la fractura, el módulo de rotura de cada bloque y una media del módulo de rotura según el porcentaje de fibra empleado.

TABLA 47: Resistencia a la flexión de bloques con PET corte algodónero.

N°	%FIBRA	BLOQUE	VALOR	PASCALES	CARGA DE	ANCHO EN	ALTURA EN	MODULO	MEDIA
			PRENSA		ROTURA	LA	LA		
			(BAR)	(Pa)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)
		1	11	1100000	2612.5	3	190	8.443	
0	COMÚN	2	11	1100000	2612.5	5	190	5.066	6.499
		3	13	1300000	3087.5	5	190	5.987	
		1	23	2300000	5462.5	6	190	8.827	
1	0,2	2	25	2500000	5937.5	6	180	10.690	9.883
		3	22	2200000	5225.0	5	190	10.132	
		1	24	2400000	5700.0	6	180	10.262	
2	0,4	2	27	2700000	6412.5	10	190	6.217	8.180
		3	28	2800000	6650.0	8	190	8.059	
		1	17	1700000	4037.5	3	180	14.538	
3	0,6	2	20	2000000	4750.0	1	180	51.312	31.058
		3	19	1900000	4512.5	2	170	27.325	
		1	22	2200000	5225.0	2	190	25.329	
4	0,8	2	23	2300000	5462.5	2	180	29.504	28.968
		3	25	2500000	5937.5	2	180	32.070	
		1	15	1500000	3562.5	1	160	48.706	
5	1	2	15	1500000	3562.5	2	170	21.572	30.617
		3	15	1500000	3562.5	2	170	21.572	

Fuente: Santiago Ballesteros.

El módulo de rotura máximo pertenece a bloques fabricados con el 0,6 % de fibra PET lisa de corte algodónero, cuyo valor es de 31,058 MPa; este valor supera con un 377,92 % el valor de resistencia a la flexión de un bloque común. De igual forma; los demás bloques fabricados con esta fibra, también superan el valor de resistencia de un bloque común.

TABLA 48: Resistencia a la flexión de bloques con PET corte lanero.

N°	%FIBRA	BLOQUE	VALOR PRENSA	PASCALES	CARGA DE ROTURA	ANCHO EN LA FRACTURA	ALTURA EN LA FRACTURA	MODULO DE ROTURA	MEDIA
			(BAR)	(Pa)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)
0	COMÚN	1	11	1100000	2612.5	3	190	8.443	6.499
		2	11	1100000	2612.5	5	190	5.066	
		3	13	1300000	3087.5	5	190	5.987	
1	0,2	1	16	1600000	3800.0	5	190	7.368	10.396
		2	18	1800000	4275.0	5	180	9.236	
		3	19	1900000	4512.5	3	190	14.583	
2	0,4	1	23	2300000	5462.5	3	180	19.669	13.925
		2	25	2500000	5937.5	5	190	11.513	
		3	23	2300000	5462.5	5	190	10.592	
3	0,6	1	18	1800000	4275.0	3	180	15.394	31.642
		2	24	2400000	5700.0	1	180	61.574	
		3	14	1400000	3325.0	2	180	17.959	
4	0,8	1	14	1400000	3325.0	3	190	10.746	21.113
		2	13	1300000	3087.5	2	180	16.676	
		3	14	1400000	3325.0	1	180	35.918	
5	1	1	15	1500000	3562.5	1	160	48.706	30.617
		2	15	1500000	3562.5	2	170	21.572	
		3	15	1500000	3562.5	2	170	21.572	

Fuente: Santiago Ballesteros.

El módulo de rotura máximo pertenece a bloques con 0,6 % de fibra PET de corte lanero, cuyo valor es de 31,642 MPa; superando con el 386,91% el valor de resistencia de un bloque común. Así mismo; los demás bloques fabricados con fibras PET de esta longitud, superan el valor de resistencia de un bloque común.

Los valores de las resistencias a la flexión más altas obtenidas en la práctica se reflejan en el siguiente gráfico.

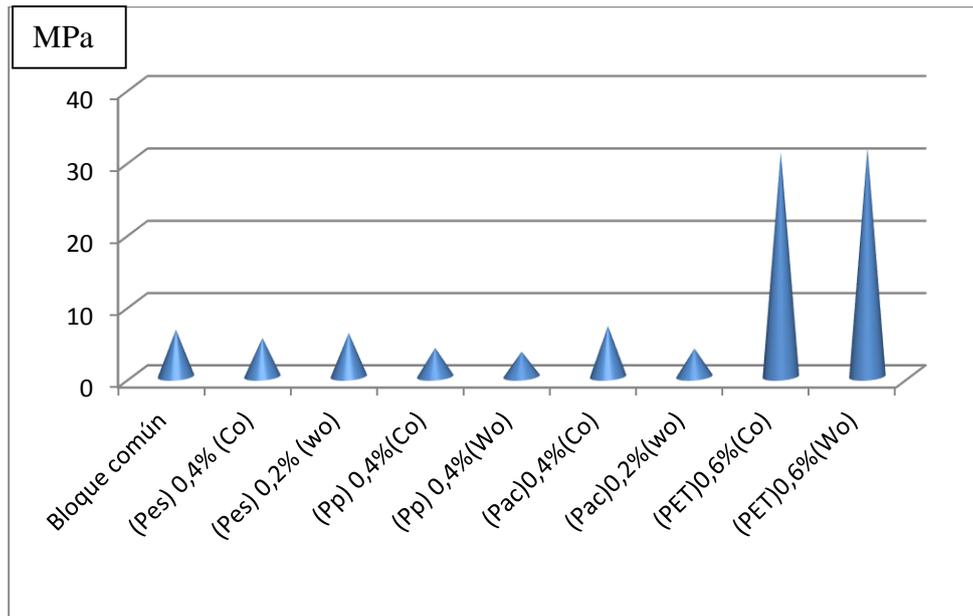


FIGURA 21: Resistencias más altas de los bloques fabricados con fibras.

Fuente: Santiago Ballesteros.

Los bloques con mayor resistencia a la flexión, son aquellos fabricados con el 0,6% de fibras PET de longitud lanera, la resistencia a la flexión de estos bloques superan 3,8 veces al valor de resistencia a la flexión de un bloque común. Así mismo, los bloques fabricados con el mismo porcentaje de fibras PET de corte algodnero, superan hasta 3,7 veces la resistencia a la flexión de un bloque común; los bloques con fibras PET de longitud lanera, superan en un 1,8% la resistencia a la flexión de los bloques fabricados con PET de corte algodnero.

Los bloques con el 0,4% de acrílico corte algodnero, mejoran la resistencia a la flexión de los bloques un 7,3%.

6.5.- ANÁLISIS DE BLOQUE FRAGUADO EN SU CORTE TRANSVERSAL.

Mediante el corte transversal de los bloques con fibras sintéticas, se puede observar cómo están ubicadas las fibras en el interior del bloque y como resulta el material textil después de la fractura.

6.5.1.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON POLIÉSTER.

Se lo hace después de la prueba de resistencia a la flexión, después de la fractura; luego se realiza una observación de la fibra de poliéster en el interior del bloque.

6.5.1.1.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON POLIÉSTER CORTE ALGODONERO.

Las fibras están disgregadas en el interior del bloque y dan a notar resequedad; la cantidad de fibra dentro del bloque aumenta conforme al porcentaje de fibra de poliéster empleado, los apelmazamientos de fibra en el interior también aumentan.



FOTOGRAFÍA 9: Corte transversal bloque con 0,2 % fibra de poliéster corte algodónero.

Fuente: Santiago Ballesteros.



FOTOGRAFÍA 10: Corte transversal bloque con 0,8% fibra de poliéster corte algodónero.

Fuente: Santiago Ballesteros.

6.5.1.2.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON POLIÉSTER CORTE LANERO.

Las fibras están disgregadas en el interior del bloque y dan a notar resequeidad; los apelmazamientos de fibra en el interior del boque, aumentan conforme al porcentaje de fibra empleado.



FOTOGRAFÍA 11: Corte transversal de un bloque con 0,2% de poliéster corte lanero.

Fuente: Santiago Ballesteros.



FOTOGRAFÍA 12: Corte transversal de un bloque con 0,6% de poliéster corte lanero.

Fuente: Santiago Ballesteros.

6.5.2.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON POLIPROPILENO.

Este análisis se lo hace después de la prueba de resistencia a la flexión, después de la fractura, luego se observa la fibra de polipropileno en el interior del bloque.

6.5.2.1- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON POLIPROPILENO CORTE ALGODONERO.

Las fibras de polipropileno de esta longitud, presentan problemas de disgregación en el interior del bloque; debido al rizo que posee la fibra, se generan apelmazamientos, aun empleando pequeños porcentajes de fibra.



FOTOGRAFÍA 13: Corte transversal de un bloque con 0,2% de polipropileno corte algodón.

Fuente: Santiago Ballesteros.



FOTOGRAFÍA 14: Corte transversal de un bloque con 0,6% de polipropileno corte algodónero.

Fuente: Santiago Ballesteros.

6.5.2.2.-ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON POLIPROPILENO CORTE LANERO.

Las fibras de polipropileno en el interior del bloque presentan problemas de disgregación, debido a la longitud y el rizo que posee. Los apelmazamientos de fibra dentro del bloque, aparecen aún al emplear pequeños porcentajes de fibra.



FOTOGRAFÍA 15: Corte transversal de un bloque con 0,4% de polipropileno corte lanero.

Fuente: Santiago Ballesteros.

6.5.3.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON ACRÍLICO.

Se lo hace después de la prueba de resistencia a la flexión; una vez fracturado el bloque, luego se observa la fibra de acrílico en el interior del bloque.

6.5.3.1.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON ACRÍLICO CORTE ALGODONERO.

Las fibras de acrílico en el interior del bloque presentan problemas de disgregación; el rizo de la fibra, genera apelmazamientos incluso al emplear pequeños porcentajes de fibra.



FOTOGRAFÍA 16: Corte transversal de un bloque con 0.2% de acrílico corte algodónero

Fuente: Santiago Ballesteros.



FOTOGRAFÍA 17: Corte transversal de un bloque con 0.4% de acrílico corte algodónero.

Fuente: Santiago Ballesteros.

6.5.3.2.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON ACRÍLICO CORTE LANERO.

Las fibras de acrílico en el interior del bloque, presentan problemas de disgregación; los apelmazamientos de fibra, se presentan incluso al emplear pequeños porcentajes de la misma; el rizo y la longitud de la fibra, impiden la disgregación.



FOTOGRAFÍA 18: Corte transversal de un bloque con 0.4% de acrílico corte lanero.

Fuente: Santiago Ballesteros.

6.5.4.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON PET.

Se lo hace después de la prueba de resistencia a la flexión, una vez fracturado el bloque; luego se observa la fibra de PET en el interior del bloque. Estos bloques necesitan ser quebrados por completo, ya que; sufren una fractura mínima durante la prueba de flexión. Las fibras de PET forman una fina malla entrelazada, la cual está distribuida en todo el interior del bloque, impidiendo la fractura completa del mismo.



FOTOGRAFÍA 19: Fractura de los bloques con PET durante la flexión

Fuente: Santiago Ballesteros.

6.5.4.1.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON PET CORTE ALGODONERO.

Las fibras de esta longitud, están disgregadas en el interior del bloque; los apelmazamientos de fibra aumentan con forme al porcentaje de fibra empleada.



FOTOGRAFÍA 20: Corte transversal de un bloque con 0.2% PET corte algodónero.

Fuente: Santiago Ballesteros.



FOTOGRAFÍA 21: Corte transversal de un bloque con 0.6 % PET corte algodónero.

Fuente: Santiago Ballesteros.

6.5.4.2.- ANÁLISIS DEL CORTE TRANSVERSAL DE BLOQUES CON PET CORTE LANERO.

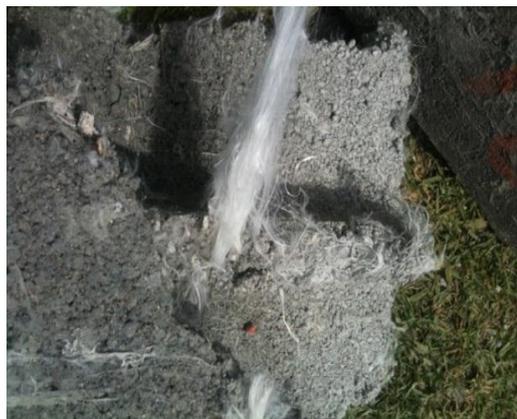
De igual forma, estos bloques necesitan ser quebrados por completo, debido a la resistencia que ofrece la fibra en su interior.

Las fibras PET se encuentran disgregadas en el interior del bloque; los apelmazamientos de fibra, son más obvios a medida que aumenta el porcentaje de fibra empleado.



FOTOGRAFÍA 22: Corte transversal de un bloque con 0.2% de PET corte lanero.

Fuente: Santiago Ballesteros.



FOTOGRAFÍA 23: Corte transversal de un bloque con 0.8% de PET corte lanero.

Fuente: Santiago Ballesteros.

CAPÍTULO VII

7.- ANÁLISIS DE COSTOS Y CALIDAD.

En este capítulo se establecen los costos que intervienen en la fabricación de bloques comunes, así como, los costos que se obtienen al fabricar bloques con diferentes fibras. Además, se analizan y comparan los costos obtenidos al fabricar bloques comunes, con los costos resultantes de la fabricación de bloques con fibra.

7.1.- COSTOS DE FABRICACIÓN DE BLOQUES.

Se establece los costos que intervienen en la fabricación de bloques comunes y los costos de fabricar bloques con fibras sintéticas, además; se describen los métodos para la obtención de cada uno de los costos que intervienen al producir una unidad.

7.1.1.- COSTO DE LOS BLOQUES COMUNES.

Para determinar el costo unitario de bloques comunes, se utiliza el método del número de unidades producidas; para lo cual, se tiene presente: los costos directos de material y mano de obra, costos directos fijos, costos variables y costos indirectos de fabricación.

7.1.1.1.- COSTOS DIRECTOS DE MATERIA PRIMA.

Para determinar este costo, se toma en cuenta todos los materiales necesarios para la elaboración de la mezcla. El costo de la grava y del cemento, se lo hace de acuerdo a la cantidad de material necesario para fabricar 36 bloques, con una relación de material de 1/15, de cemento y grava respectivamente; en cambio, el costo del agua por unidad producida, se determina de acuerdo al costo diario de este servicio, en relación a las unidades de producción diaria.

7.1.1.1.1.- GRAVA.

8m³ de grava cuestan: 55\$

$$8m^3 = 12000k = 55\$$$

Se necesita 375K de grava para fabricar 36 bloques comunes.

$$375k = 0.25m^3 = 36 \text{ bloque.}$$

Se obtiene el valor de la grava empleada en 36 bloques y luego se obtiene el costo de la grava empleada en un bloque.

$$0,25m^3 \text{ de grava} = 1.71\$$$

Entonces:

$$\frac{1,71\$}{36} = \frac{0,04\$}{\text{bloque}}$$

7.1.1.1.2.- CEMENTO.

El saco de cemento de 50 kg tiene un costo de 7,75\$. El cual se adiciona a la mezcla con una relación1/15.

Para fabricar 36 bloques se necesita:

$$\text{Grava} = 375k = 36\text{bloques}$$

$$\text{Cemento} = 25k = 36\text{bloques}$$

Una vez obtenido el peso del cemento necesario para fabricar 36 bloques, se obtiene el costo del cemento en un bloque.

$$25k = \frac{3,87\$}{36} = \frac{0,10\$}{\text{bloque}}$$

7.1.1.1.3.- AGUA.

Para obtener el costo del agua por bloque producido se hace referencia al consumo normal de una fábrica de bloques durante 1 mes. Donde se producen 1000 bloques diarios, trabajando 22 días al mes.

$$\text{Consumo mensual de agua} = 75m^3 = 64,5\$$$

El precio del metro cubico de agua es:

$$1m^3 = 1000L = 0,86\$$$

$$\text{Costo de agua diario} = \frac{64,5}{22 \text{ días}} = 2,93\$$$

Luego se determina el costo de agua que implica producir un bloque.

$$\text{Costo de agua por unidad producida} = \frac{2,93}{1000 \text{ bloques}} = \frac{0,0029\$}{\text{bloque}}$$

Total costo de materia prima: 0,14\$.

7.1.1.2.- COSTO DE MANO DE OBRA.

El sistema de pago con el trabajador es de 2,5 dólares por saco de cemento, trabajado (SCT). Se toma en cuenta el número de sacos necesarios para fabricar 1000 unidades diarias. Tomando en cuenta, que se hacen necesarios dos trabajadores para producir este número de unidades.

$$1SCT = 50K = 2,5\$ (\text{remuneración})$$

$$25K \text{ decemento} = 36 \text{ bloques}$$

$$694,4K = 1000 \text{ bloques} = 13,8 SCT$$

$$13,8 SCT = \frac{34,5\$}{\text{día (remuneración)}} - 3,97\$ (IESS)$$

$$\frac{30,5\$}{1000 \text{ bloques}} = \frac{0,03\$}{\text{bloque}}$$

$$0,03\$ \times 2 \text{ trabajadores} = \frac{0,06\$}{\text{bloque}}$$

Costo total de mano de obra: 0,06 \$

7.1.1.3.- COSTOS DIRECTOS FIJOS.

Para determinar estos costos, se toma en cuenta aquellos costos que no varían en el mes, y se hacen indispensables para la fabricación de bloques. Para ello, se tiene en cuenta el costo de arriendo del terreno, la depreciación anual de la maquinaria y el aporte mensual al IESS del 11.15%.

7.1.1.3.1.- ARRIENDO.

El costo de arriendo mensual del lugar de trabajo es de 250\$, Por lo tanto se obtiene el costo de arriendo diario.

$$\text{Arriendo diario} = \frac{250\$}{22} = \frac{11,36\$}{\text{día}}$$

Entonces el costo del arriendo por bloque producido es:

$$C.A.UP = \frac{11,36\$}{1000 \text{ bloques}} = 0,01\$$$

7.1.1.3.2.- DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA.

Para determinar la depreciación de la maquinaria empleada, para la fabricación de boques se utilizó el método de depreciación de línea recta, siendo este el método más común y simple. En este método, el valor de depreciación anual es constante “los años de vida útil de la maquinaria es de 10 años y tienen un valor de salvamento del 20%.”(<http://www.sri.gob.ec/web/guest/depreciacion-acelarada-de-activos-fijos>. pag.1)

Para lo cual, se emplea:

$$D = \frac{A - B}{C}$$

Dónde:

A= Precio de compra de la maquinaria

B= Valor de salvamento

C= Vida útil (años)

Maquinas empleadas:

1. Mezcladora
2. Bloquera

Aplicando la fórmula para cada máquina:

7.1.1.3.2.1.- DEPRECIACIÓN DE LA MEZCLADORA.

La máquina mezcladora tiene un precio de compra de:

$$A = 5500\$$$

Su valor de salvamento es:

$$B = 1100\$$$

Años de vida útil:

$$C = 10$$

Aplicando la formula se tiene la depreciación anual se obtiene:

$$D = \frac{440\$}{\text{año}}$$

Luego se determina el costo de depreciación diario de la máquina.

Entonces:

$$\frac{440\$}{12 \text{ meses}} = \frac{36,66\$}{22 \text{ dias}} = 1.66 \$ \text{ diarios}$$

Finalmente se obtiene el costo de depreciación de la máquina por bloque fabricado.

$$\frac{1,66\$}{1000 \text{ bloques}} = \frac{0,0016\$}{\text{bloque}}$$

7.1.1.3.2.2.- DEPRECIACIÓN DE LA BLOQUERA.

La máquina bloquera tiene un precio de compra de:

$$A = 4000\$$$

El valor de salvamento corresponde a:

$$B = 800\$$$

Años de vida útil.

$$C = 10$$

Aplicando la fórmula de depreciación se tiene:

$$D = \frac{4000-800}{10} \qquad D = 320\$ \textit{ anuales}.$$

Luego se determina la depreciación diaria de la máquina.

Entonces:

$$\frac{320\$}{12\text{meses}} = 26.6\$ \textit{ mensuales.} \qquad \frac{26.6\$}{22\text{días}} = 1.20\$ \textit{ diarios}.$$

Finalmente se obtiene el costo de depreciación de la máquina por cada bloque fabricado.

$$\frac{1,20\$}{1000 \textit{ bloques}} = 0,0012\$ \textit{ bloque}$$

Total depreciación de máquinas: 0,0016\$ + 0,0012\$ = 0.0028\$.

7.1.1.3.3.- APORTES IESS.

El aporte al IESS es del 11.15% de la remuneración. La remuneración mensual que recibe el trabajador es de 759 \$ mensuales, y son necesarios dos trabajadores para fabricar mil bloques.

Aporte mensual IESS= 84,62\$.

Luego se determina el costo del aporte al IESS por bloque fabricado.

Entonces:

$$\frac{84,62\$}{22 \text{ dias}} = \frac{3,84\$}{\text{día}} \frac{3,84\$}{1000 \text{ bloques}} = 0,0038\$ \times 2 \text{ trabajadores} = \frac{0,0076}{\text{bloque}}$$

Total costos directos fijos: 0,02\$.

7.1.1.4.- COSTOS VARIABLES.

Para obtener estos costos, se tiene presente los costos, que están directamente relacionados con el número de unidades producidas, tales como: energía eléctrica y mantenimiento, el cual se lo realiza siempre que la maquinaria lo necesite.

7.1.1.4.1.- COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Para determinar el costo eléctrico por unidad producida, se ha partido de los Hp de la maquinaria empleada, para después ser transformada a KW:

7.1.1.4.1.1.- COSTO ENERGÉTICO DE LA MEZCLADORA.

La máquina posee un motor de 7,5Hp = 5.59 KW, la máquina trabaja 6 horas diarias y el costo del kWh es de 0,08\$.

Entonces se obtiene los kWh diarios que utiliza la máquina:

$$5,59KW \times 6h = 33,54 \text{ kWh diarios}$$

Luego se determina el costo energético diario de la máquina.

$$33,54KWh \times 0.08\$ = 2.68\$ \text{ diarios.}$$

Finalmente, se obtiene el costo energético de la maquina por cada bloque fabricado.

$$\frac{2,68\$}{1000 \text{ bloques}} = 0,0026\$/\text{bloque}$$

7.1.1.4.1.2.- COSTO ENERGÉTICO DE LA BLOQUERA.

La máquina posee un motor de $5Hp = 3,73 KW$ y máquina trabaja 6 horas diarias; el costo del kWh es de 0,08\$.

Entonces se obtiene los kWh diarios que utiliza la maquina:

$$3,73KW \times 6h = 22,38KWh$$

Luego se determina el costo energético diario de la máquina.

$$22,38KWh \times 0.08\$ = 1,79\$ \text{ diarios}$$

Finalmente, se obtiene el costo energético de la maquina por cada bloque fabricado.

$$\frac{1,79\$}{1000 \text{ bloques}} = 0.0017\$$$

$$\underline{\text{Total energía eléctrica} = 0,0026\$ + 0,0017\$ = 0,0043\$/\text{bloque}}$$

7.1.1.4.2.- MANTENIMIENTO.

El costo de mantenimiento aproximado es de 50 dólares al mes. Para lo cual, se determina el costo de mantenimiento diario.

$$\frac{50\$}{22 \text{ días}} = 2,27\$ \text{ diarios}$$

Luego se obtiene el costo de mantenimiento que implica producir un bloque.

$$\frac{2.27\$}{1000 \text{ bloques}} = 0,0022\$/\text{bloque}$$

Total costos variables: 0,0065 \$.

7.1.1.5.- COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.

Para determinar estos costos, se tiene en cuenta la publicidad y costos varios, que se realizan pocas veces, y no tienen relación directa con la fabricación de bloques.

7.1.1.5.1.- PUBLICIDAD Y OTROS COSTOS.

Se presume un costo de 100 dólares anuales en publicidad y otros costos.

Entonces:

$$\frac{100\$}{12\text{meses}} = \frac{8,33\$}{\text{mes}} = \frac{8,33\$}{22\text{ días}} = \frac{0,37\$}{\text{día}}$$

Finalmente se determina el costo publicitario que implica fabricar un bloque.

$$\frac{0,37\$}{1000\text{ bloques}} = \frac{0,00037\$}{\text{bloque}}$$

Total costos indirectos de fabricación: 0,00037\$.

7.1.1.6.- COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO.

Sumando los costos de: materia prima, mano de obra, costos directos fijos, costos variables y costos indirectos de fabricación, se obtiene el costo de producción de un bloque común.

TABLA 49: Costo de producción unitario (Bloque común).

Elementos del costo	\$ / Bloque
Costos de Materia Prima	
Grava- Arena	0,04
Cemento	0,1
Agua	0,0029
Costo total de materia prima	0,14
Total mano de obra directa	0,06
Costos directos de fabricación	
Arriendo	0,01
Depreciación de maquinaria	0,0028
Aporte IESS	0,0076
Total costos directos de fabricación	0,02
Costos variables	
Energía eléctrica	0,0043
Mantenimiento	0,0022
Total costos variables	0,0065
Costos Indirectos de fabricación	
Publicidad y Otros costos	0,00037
Total costos indirectos de fabricación	0,00037
COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO	0,22997

Fuente: Santiago Ballesteros.

7.1.1.7.- PORCENTAJE DE UTILIDAD Y PRECIO DE VENTA.

El precio de venta de un bloque común, se obtiene aumentando un 25% de utilidad al costo de producción unitario.

TABLA 50: Utilidad y precio de venta de los bloques comunes.

Elementos del costo	\$ / bloque
Costo de producción unitario	0,2299
Utilidad 25 %	0,057
Precio de venta	0,287

Fuente: Santiago Ballesteros.

El precio de venta de un bloque común es de 0,29\$.

7.1.2.- COSTO DE BLOQUES FABRICADOS CON FIBRAS SINTÉTICAS.

Para establecer el costo de fabricación de los bloques con fibras sintéticas; se tiene presente el costo de producción de cada bloque con fibra, los cinco porcentajes de fibra empleados en este trabajo de investigación y se aumenta un porcentaje de utilidad del 25%, para determinar el precio de venta de los bloques.

7.1.2.1.- COSTO DE PRODUCCIÓN DE BLOQUES ELABORADOS CON FIBRAS SINTÉTICAS.

Para obtener el costo de producción de los bloques con fibra; al costo de producción de un bloque común, se le incrementa el costo del porcentaje de fibra empleada en cada bloque. En el caso de utilizar filamentos y fibras largas, se aumenta el costo del proceso de corte.

7.1.2.1.1.- COSTO DE LAS FIBRAS DE DESPERDICIO.

Este costo, se lo determina de acuerdo al porcentaje de fibra utilizado en cada bloque; al fabricar bloques con cinco diferentes porcentajes, existen cinco costos de fibra diferentes.

El precio de las cuatro fibras sintéticas empleadas en este trabajo de investigación es de 1,50\$/k, de modo que:

$$\text{Costo de fibra} = \text{Peso del porcentaje de fibra empleada} \times 1,50\$.$$

La tabla muestra el costo de la fibra, de acuerdo al peso de la fibra empleada según el porcentaje.

TABLA 51: Costo de la fibra empleada.

% Fibra	Peso(K)	Costo (\$)
0,2	0,0248	0,04
0,4	0,0496	0,07
0,6	0,0744	0,11
0,8	0,0992	0,15
1	0,124	0,19

Fuente: Santiago Ballesteros.

A medida que el porcentaje de fibra utilizado se incrementa en un 0,2%, el costo de fibra aumenta alrededor de 0,04\$.

7.1.2.1.2.- COSTO DE CORTE.

Cuando el desperdicio es un filamento o una fibra larga, se hace presente la necesidad de cortar la fibra; por lo cual, el costo de producción de los bloques con fibra se incrementa. El costo de corte, se lo obtiene de acuerdo al porcentaje de fibra utilizado en cada bloque; al fabricar bloques con cinco

porcentajes diferentes, se hacen presentes cinco costos de corte diferentes. El costo de procesar un kilo de desperdicio es de 0,80\$, de modo que:

$$\text{Costo de corte} = \text{Peso del porcentaje de fibra empleada} \times 0,80\$.$$

Cuando la fibra utilizada, no necesita un proceso de corte, este costo es igual a cero.

La tabla muestra el costo, que implica procesar los diferentes porcentajes de fibra empleados en la fabricación de los bloques.

TABLA 52: Costo de corte.

% Fibra	Peso(K)	Costo de corte (\$)
0,2	0,0248	0,01984
0,4	0,0496	0,03968
0,6	0,0744	0,05952
0,8	0,0992	0,07936
1	0,124	0,0992

Fuente: Santiago Ballesteros.

A medida que, el porcentaje de fibra aumenta en un 0,2%, el costo de corte se incrementa alrededor de 0,02\$.

Al sumarse; el costo de la fibra, el costo del proceso de corte y el costo de producción de un bloque común, se obtiene el costo de producción de los bloques con fibra. La tabla muestra el costo de producción de los bloques comunes, el costo del porcentaje de fibra empleada, el costo de corte en el caso de obtener fibras largas o filamentos y el costo de producción de los bloques con fibra.

TABLA 53: Costo de producción de los bloques con costo de corte.

% Fibra	CP.B.Común (\$)	Costo Desp.(\$)	Costo Corte (\$)	Costo. Prod (\$)
0,2	0,23	0,04	0,02	0,29
0,4	0,23	0,07	0,04	0,34
0,6	0,23	0,11	0,06	0,40
0,8	0,23	0,15	0,08	0,46
1	0,23	0,19	0,1	0,52

Fuente: Santiago Ballesteros.

El empleo de fibra sintética y la necesidad de cortar la misma para poder fabricar bloques con fibras sintéticas, incrementa el costo de producción de los bloques. A medida que el porcentaje de fibra aumenta en un 0,2%, el costo de producción de los bloques con fibra se incrementa alrededor de 0,06\$. Sin embargo, cuando la fibra empleada no necesita un proceso de corte, se obtienen los siguientes costos de producción:

TABLA 54: Costo de producción de los bloques sin costo de corte.

% Fibra	CP.B.Común (\$)	Costo Desp.(\$)	Costo Corte (\$)	Costo. Prod (\$)
0,2	0,23	0,04	0	0,27
0,4	0,23	0,07	0	0,30
0,6	0,23	0,11	0	0,34
0,8	0,23	0,15	0	0,38
1	0,23	0,19	0	0,42

Fuente: Santiago Ballesteros.

Al no existir un costo de corte, el costo de producción de un bloque es mucho menor. A medida que aumenta el porcentaje de fibra en un 0,2%, el costo de producción de los bloques con fibra aumenta alrededor de 0,04\$.

7.1.2.2.- PORCENTAJE DE UTILIDAD Y PRECIO DE VENTA DE LOS BLOQUES CON FIBRA.

Para obtener el precio de venta de los bloques con fibra, se agrega una utilidad del 25% en relación al costo de producción de los bloques fabricados. Las tablas muestran la utilidad y precio de venta de los bloques con y sin costo de corte.

TABLA 55: Utilidad y precio de venta de los bloques con costo de corte.

% Fibra	CP.B.Común (\$)	Costo Desp.(\$)	Costo Corte (\$)	Costo. Prod (\$)	Utilidad(25%)	Precio Venta
0,2	0,23	0,04	0,02	0,29	0,07	0,36
0,4	0,23	0,07	0,04	0,34	0,08	0,42
0,6	0,23	0,11	0,06	0,40	0,10	0,50
0,8	0,23	0,15	0,08	0,46	0,11	0,57
1	0,23	0,19	0,1	0,52	0,13	0,65

Fuente: Santiago Ballesteros.

El costo de cortar la fibra, para que ésta pueda ser empleada en la fabricación de bloques, incrementa el valor de la utilidad, generando un precio de venta mucho mayor. El precio de venta de los bloques con fibra, aumenta conforme a la cantidad de fibra empleada; el precio de venta de los bloques va desde el 0,36 \$ hasta el 0,65 \$, en aquellos con mayor cantidad de fibra.

TABLA 56: Utilidad y precio de venta de los bloques sin costo de corte.

% Fibra	CP.B.Común (\$)	Costo Desp.(\$)	Costo Corte (\$)	Costo. Prod (\$)	Utilidad(25%)	Precio Venta
0,2	0,23	0,04	0	0,27	0,07	0,34
0,4	0,23	0,07	0	0,30	0,07	0,37
0,6	0,23	0,11	0	0,34	0,08	0,42
0,8	0,23	0,15	0	0,38	0,09	0,47
1	0,23	0,19	0	0,42	0,10	0,52

Fuente: Santiago Ballesteros.

Cuando no se somete al material textil a un proceso de corte, el valor de la utilidad es un tanto menor, al eliminar el costo de corte de la fibra, el precio de venta de los bloques disminuye notablemente en comparación al precio de venta de aquellos bloques que necesitan un proceso de corte de su fibra. El precio de venta de los bloques va desde el 0,34 \$ hasta el 0,52 \$ en aquellos con mayor cantidad de fibra.

7.1.2.3.- COSTO DE PRODUCCIÓN, UTILIDAD Y PRECIO DE VENTA DE LOS BLOQUES FABRICADOS CON FIBRAS DE POLIÉSTER, POLIPROPILENO, ACRÍLICO Y PET.

Durante la fabricación de bloques con fibras sintéticas, se estableció el máximo porcentaje de fibra que se puede emplear en la fabricación de bloques, según las características de longitud y rizo que posee cada una. Así mismo, no todas las fibras empleadas en este trabajo de investigación necesitan un proceso de corte. Por lo cual, es necesario indicar el costo de producción, utilidad y precio de venta de los bloques fabricados para este estudio.

7.1.2.3.1.- COSTO DE PRODUCCIÓN, UTILIDAD Y PRECIO DE VENTA DE BLOQUES ELABORADOS CON POLIÉSTER.

TABLA 57: C.P, utilidad y P.V de los bloques con poliéster corte algodónero.

No	% Fibra	CP.B.Común (\$)	Costo Desp.(\$)	Costo Corte (\$)	Costo. Prod (\$)	Utilidad(25%)	Precio Venta
1	0,2	0,23	0,04	0,02	0,29	0,07	0,36
2	0,4	0,23	0,07	0,04	0,34	0,08	0,42
3	0,6	0,23	0,11	0,06	0,40	0,10	0,50
4	0,8	0,23	0,15	0,08	0,46	0,11	0,57
5	1	0,23	0,19	0,1	0,52	0,13	0,65

Fuente: Santiago Ballesteros.

TABLA 58: C.P, utilidad y P.V de los bloques con poliéster corte lanero.

No	% Fibra	CP.B.Común (\$)	Costo Desp.(\$)	Costo Corte (\$)	Costo. Prod (\$)	Utilidad(25%)	Precio Venta
1	0,2	0,23	0,04	0,02	0,29	0,07	0,36
2	0,4	0,23	0,07	0,04	0,34	0,08	0,42
3	0,6	0,23	0,11	0,06	0,40	0,10	0,50

Fuente: Santiago Ballesteros.

Tanto los bloques con poliéster de longitud lanera y algodónera, tienen un costo adicional de corte; ya que, el filamento de poliéster fue cortado en las dos longitudes empleadas en este trabajo de investigación.

7.1.2.3.2.- COSTO DE PRODUCCIÓN Y VENTA DE BLOQUES ELABORADOS CON POLIPROPILENO.

TABLA 59: C.P., utilidad y P.V de los bloques con polipropileno corte algodnero.

No	% Fibra	CP.B.Común (\$)	Costo Desp.(\$)	Costo Corte (\$)	Costo. Prod (\$)	Utilidad(25%)	Precio Venta
1	0,2	0,23	0,04	0,02	0,29	0,07	0,36
2	0,4	0,23	0,07	0,04	0,34	0,08	0,42

Fuente: Santiago Ballesteros

Se incrementa el costo de corte en estos bloques; ya que, el desperdicio tiene 5cm de longitud.

TABLA 60: C.P., utilidad y P.V de los bloques con polipropileno corte lanero.

No	% Fibra	CP.B.Común (\$)	Costo Desp.(\$)	Costo Corte (\$)	Costo. Prod (\$)	Utilidad(25%)	Precio Venta
1	0,2	0,23	0,04	0	0,27	0,07	0,34
2	0,4	0,23	0,07	0	0,30	0,07	0,37

Fuente: Santiago Ballesteros.

Estos bloques no tienen un costo de corte; debido a que, el desperdicio empleado tiene longitud lanera.

7.1.2.3.3.- COSTO DE PRODUCCIÓN Y VENTA DE BLOQUES ELABORADOS CON ACRÍLICO.

TABLA 61: C.P, utilidad y P.V de los bloques con acrílico corte algodnero.

No	% Fibra	CP.B.Común (\$)	Costo Desp.(\$)	Costo Corte (\$)	Costo. Prod (\$)	Utilidad(25%)	Precio Venta
1	0,2	0,23	0,04	0,02	0,29	0,07	0,36
2	0,4	0,23	0,07	0,04	0,34	0,08	0,42

Fuente: Santiago Ballesteros

Se incluye el costo de corte en estos bloques; ya que, el desperdicio tiene 9cm de longitud y es necesario un proceso de corte previo, con lo cual; el costo de producción, la utilidad y el precio de venta aumentan.

TABLA 1: C.P, utilidad y P.V de los bloques con acrílico corte lanero.

No	% Fibra	CP.B.Común (\$)	Costo Desp.(\$)	Costo Corte (\$)	Costo. Prod (\$)	Utilidad(25%)	Precio Venta
1	0,2	0,23	0,04	0	0,27	0,07	0,34
2	0,4	0,23	0,07	0	0,30	0,07	0,37

Fuente: Santiago Ballesteros.

Estos bloques no tienen un costo de corte, ya que, el desperdicio empleado tiene longitud lanera; por lo tanto su costo de producción, utilidad y precio de venta son menores.

7.1.2.3.4.- COSTO DE PRODUCCIÓN Y VENTA DE BLOQUES ELABORADOS CON PET.

TABLA 2: C.P, utilidad y P.V de los bloques con PET corte algodoner.

No	% Fibra	CP.B.Común (\$)	Costo Desp.(\$)	Costo Corte (\$)	Costo. Prod (\$)	Utilidad(25%)	Precio Venta
1	0,2	0,23	0,04	0,02	0,29	0,07	0,36
2	0,4	0,23	0,07	0,04	0,34	0,08	0,42
3	0,6	0,23	0,11	0,06	0,40	0,10	0,50
4	0,8	0,23	0,15	0,08	0,46	0,11	0,57
5	1	0,23	0,19	0,1	0,52	0,13	0,65

Fuente: Santiago Ballesteros.

TABLA 64: C.P, utilidad y P.V de los bloques con PET corte lanero.

No	% Fibra	CP.B.Común (\$)	Costo Desp.(\$)	Costo Corte (\$)	Costo. Prod (\$)	Utilidad(25%)	Precio Venta
1	0,2	0,23	0,04	0,02	0,29	0,07	0,36
2	0,4	0,23	0,07	0,04	0,34	0,08	0,42
3	0,6	0,23	0,11	0,06	0,40	0,10	0,50
4	0,8	0,23	0,15	0,08	0,46	0,11	0,57

Fuente: Santiago Ballesteros.

Tanto los bloques con fibras PET de longitud lanera y algodoner, tienen un costo adicional de corte; ya que, el filamento de PET fue cortado en las dos longitudes empleadas, en este trabajo de investigación.

7.2.- ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS.

Mediante el análisis de la información obtenida, se realiza una comparación de los costos de producción, utilidad y precio de venta de los bloques con fibra, con relación a los costos obtenidos al elaborar bloques comunes.

7.2.1.- ANÁLISIS Y COMPARACIÓN COSTOS DE PRODUCCIÓN.

Para esta comparación y análisis, se tiene presente: el costo que implica el empleo del material textil y el costo de cortar la fibra para que esta pueda ser empleada en la fabricación de bloques. El gráfico contiene en el eje de las X, los cinco porcentajes de fibra empleados y en el eje de las Y, el valor del costo expresado en dólares.

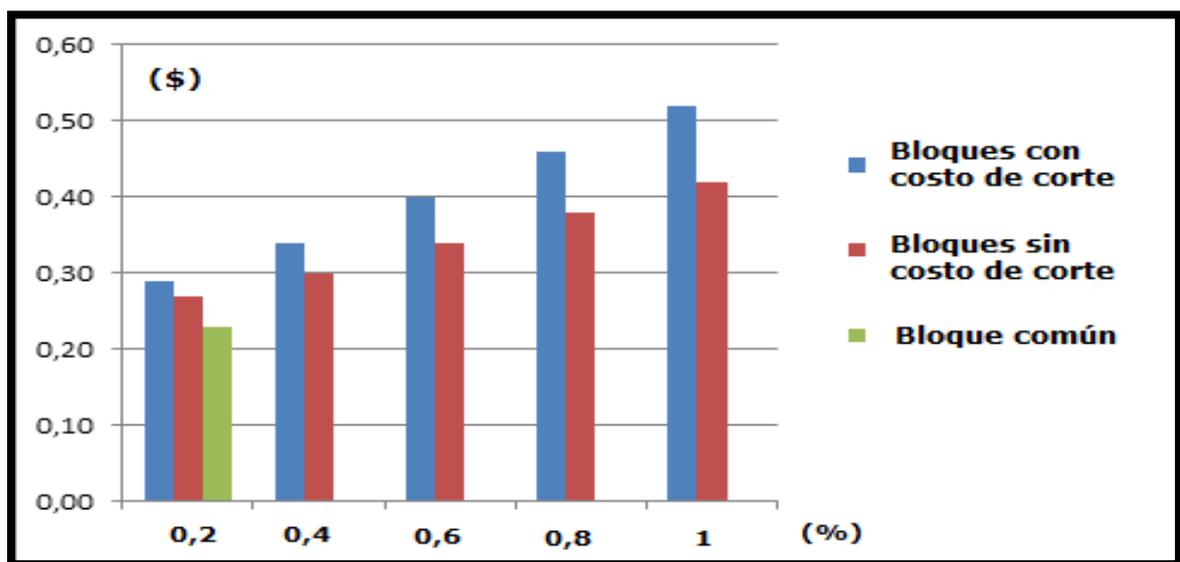


FIGURA 22: Análisis y comparación del Costo de producción.

Fuente: Santiago Ballesteros.

Existe incremento del costo de producción de los bloques, debido al empleo de fibra durante su fabricación. El costo de producción aumenta, conforme a la cantidad de fibra empleada y mucho más, cuando es necesario someter al material textil a un proceso de corte, antes de ser utilizado en el proceso de fabricación de bloques.

A medida que el porcentaje de fibra aumenta en un 0,2%, el costo de producción de los bloques, cuya fibra necesita un proceso de corte, se incrementa alrededor de 0,06\$; si la fibra empleada no necesita de un proceso de corte, el costo de producción de los bloques se incrementa alrededor de 0,04\$.

7.2.2.- ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE UTILIDADES.

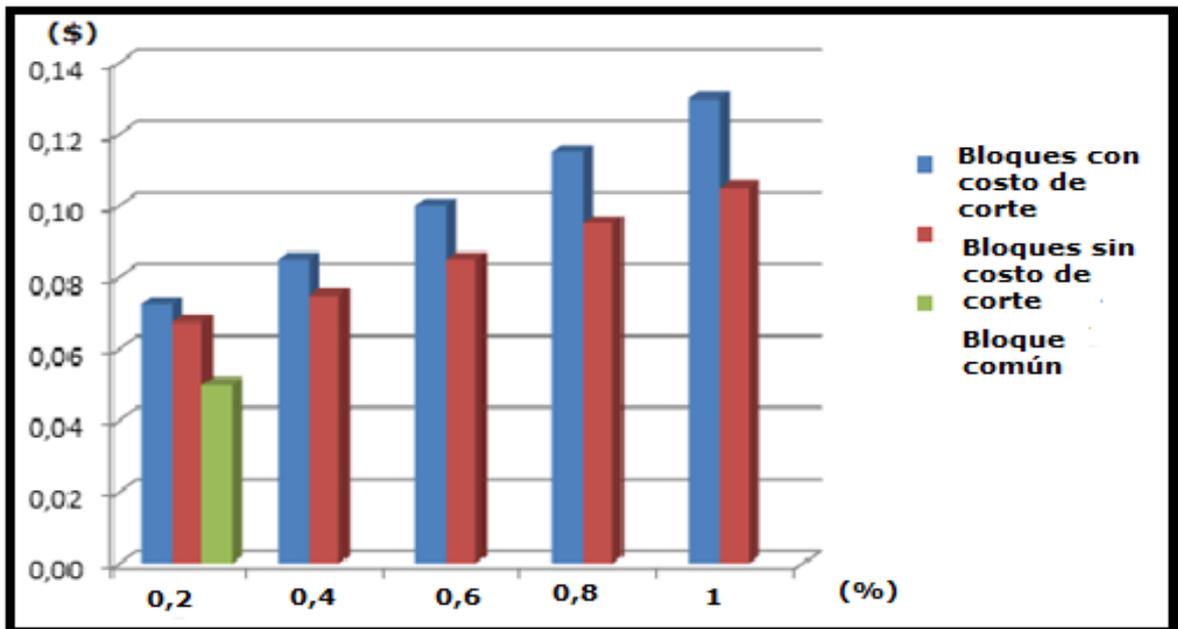


FIGURA 23: Análisis y comparación de Utilidades.

Fuente: Santiago Ballesteros.

Se obtiene utilidades más elevadas en los bloques con mayor porcentaje de fibra sintética, sometida a un proceso de corte. La utilidad obtenida de estos bloques, va desde los 0.07\$ hasta el 0,13 \$. Así también, aquellos bloques elaborados con fibras que no necesitan un proceso de corte, muestran una utilidad menor, que va desde los 0,07\$ hasta los0,11\$.

7.2.3.- ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DEL PRECIO DE VENTA.

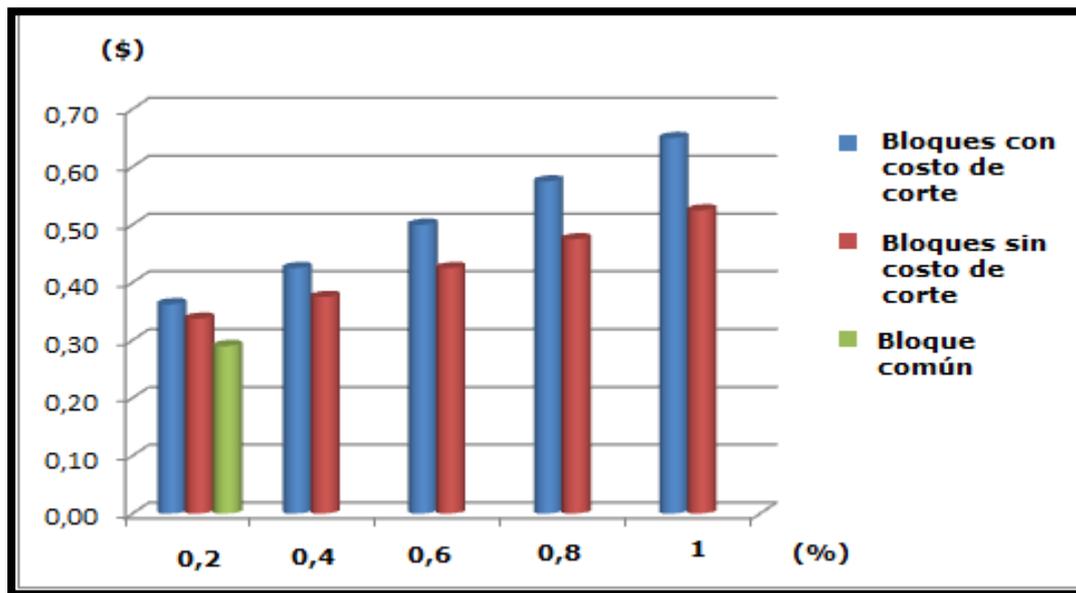


FIGURA 24: Análisis y comparación del precio de venta.

Fuente: Santiago Ballesteros.

El precio de venta de los bloques con fibra, sobrepasa el precio de venta de un bloque común. El precio de los bloques cuyas fibras necesitan un proceso de corte, asciende a un mínimo de 0.36\$ y un máximo de 0.65\$ en aquellos bloques con mayor porcentaje de fibra sintética. Los bloques fabricados sin necesidad de corte de fibra, son más económicos y su precio de venta asciende a un mínimo de 0,34\$ y un máximo de 0,52\$ en aquellos que contienen mayor cantidad de fibra.

Al comparar el precio de venta de los bloques comunes y el precio de venta de los bloques elaborados con fibras sintéticas, se determina qué; existe un incremento mínimo de 0,07\$ en los bloques con menos porcentaje de fibra sintética y un máximo de 0,36\$ en los bloques con mayor cantidad de fibra, cuyo proceso de fabricación requiere un proceso de corte. De igual forma; existe un aumento de 0,05\$ en los bloques con menor porcentaje de fibras sintéticas que no requieren corte y un máximo de 0,23\$ en aquellos bloques con mayor porcentaje de estas fibras.

Los bloques fabricados sin proceso de corte de sus fibras, son mucho más económicos, obteniéndose un costo de producción, utilidad y precio de venta menor.

7.3.- ANÁLISIS DE CALIDAD.

El análisis de calidad de los bloques, consiste en evaluar los resultados obtenidos de las pruebas de fabricación y determinar si estos datos cumplen o no los criterios de calidad establecidos en este estudio.

7.3.1.- REQUISITOS DE CALIDAD.

Los requisitos de calidad que deben cumplir los bloques con fibras, se los establece de acuerdo a requisitos de calidad tomados de las normas ecuatorianas de calidad INEN 638 e INEN 642. Para evaluar la calidad de los bloques fabricados con fibras sintéticas, se establecen los siguientes requisitos de calidad.

7.3.1.1.- DIMENSIONES, ESPESOR Y PESO.

La norma INEN 638 detalla las dimensiones que debe poseer cada tipo de bloque, las dimensiones de los bloques elaborados con fibras sintéticas, corresponden a los bloques tipo C, D, E. Las dimensiones no deben variar más de 5mm. (Ver tabla N°6)

Las paredes de los bloques deberán tener un espesor de 20mm. El peso de los bloques no deberá ser mayor al de los bloques comunes.

7.3.1.2.- ABSORCIÓN DE HUMEDAD.

Este criterio de evaluación se basa de acuerdo a la Norma INEN 642 y no deberá superar el 15% de absorción.

7.3.1.3.- RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

No existe un criterio de evaluación en cuanto a la resistencia a la flexión de bloques vibro prensados; para lo cual se tomará como referencia la resistencia a la flexión de los bloques comunes la cual es de 6.499 MPa.

7.3.1.4.- COMBUSTIBILIDAD.

Se indica, si el bloque resiste el contacto con la flama y no genere una combustión prolongada.

7.3.2.- ANÁLISIS DE CALIDAD DE BLOQUES CON POLIÉSTER.

En el siguiente análisis de calidad, se verifica que los datos obtenidos de las pruebas de fabricación, cumplan con los requisitos de calidad establecidos. . Las siguientes tablas evalúan la calidad de los bloques fabricados con fibras sintéticas; si el bloque cumple con todos los requisitos de calidad establecidos; este pasa el análisis.

TABLA 65: Evaluación de calidad (Bloques con poliéster corte algodnero).

% Fibra	Dimensiones	Espesor	Peso (Kg)	Resistencia a la Flexión (MPa)	% Absorción Humedad	Combustibilidad	Resultado
0	20x40x15	2cm	12,4	6.499	13,67	Resiste	Pasa
0,2%	20x40x15	2cm	12,5	1.834	7.74	Resiste	No pasa
0,4%	20x40x15	2cm	12,5	5.335	7.75	Resiste	No pasa
0,6%	20x40x15	2cm	11,8	2.401	9,87	Resiste	No pasa
0,8%	20x40x15	2cm	11,8	3.035	10.14	Resiste	No pasa
1%	20x40x15	2cm	11,8	4.857	8,46	Resiste	No pasa

Fuente: Santiago Ballesteros

Los bloques fabricados con fibra de poliéster de corte algodnero, no cumplen con los requisitos de calidad establecidos. Ya que; a pesar de absorber poca humedad y poseer un peso similar al de un bloque común, la resistencia a la flexión de estos bloques es menor que la resistencia a la flexión de un bloque común, por dicho motivo, no pasan el análisis de calidad.

TABLA 66: Evaluación de calidad (Bloques con poliéster corte lanero).

% Fibra	Dimensiones	Espesor	Peso (Kg)	Resistencia a la Flexión (MPa)	% Absorción Humedad	Combustibilidad	Resultado
0	20x40x15	2cm	12,4	6.499	13,67	Resiste	Pasa
0,2 %	20x40x15	2cm	11.8	6.031	7.89	Resiste	No pasa
0,4 %	20x40x15	2cm	11,7	4.305	12,61	Resiste	No pasa
0,6 %	20x40x15	2cm	11,8	1.296	8,45	Resiste	No pasa

Fuente: Santiago Ballesteros.

Los bloques fabricados con fibra de poliéster de corte lanero, no cumplen con los requisitos de calidad, ya que; la resistencia a la flexión es menor que la de un bloque común. Por otra parte; estos bloques mantienen un peso similar al de un bloque común, resisten la combustión y absorben menos humedad. Además; la resistencia a la flexión de estos bloques es mayor que la resistencia a la flexión de los bloques elaborados con poliéster de corte algodónero.

7.3.3.- EVALUACIÓN DE CALIDAD DE BLOQUES CON POLIPROPILENO.

Los bloques elaborados con fibras de polipropileno, deben cumplir con todos los requisitos de calidad establecidos, si estos requisitos no se cumplen, los bloques no pasan el análisis de calidad.

TABLA 67: Evaluación de calidad (Bloques con polipropileno corte algodónero).

% Fibra	Dimensiones	Espesor	Peso (Kg)	Resistencia a la Flexión (MPa)	% Absorción Humedad	Combustibilidad	Resultado
0	20x40x15	2cm	12,4	6.499	13,67	Resiste	Pasa
0,2 %	20x40x15	2cm	11,8	3.566	7.91	Resiste	No pasa
0,4 %	20x40x15	2cm	11,3	3.952	7.95	Resiste	No pasa

Fuente: Santiago Ballesteros

Ninguno de los bloques fabricados con fibras de polipropileno de corte algodónero pasa el análisis de calidad, ya que; a pesar de absorber menos humedad y mantener un peso similar al de un bloque común; la resistencia a la flexión de estos bloques es menor que la de un bloque normal.

TABLA 68: Evaluación de calidad (Bloques con polipropileno corte lanero).

% Fibra	Dimensiones	Espesor	Peso (Kg)	Resistencia a la Flexión (MPa)	% Absorción Humedad	Combustibilidad	Resultado
0	20x40x15	2cm	12,4	6.499	13.67	Resiste	Pasa
0,2 %	20x40x15	2cm	11,7	2.878	8.54	Resiste	No pasa
0,4 %	20x40x15	2cm	11,8	3.439	9,61	Resiste	No pasa

Fuente: Santiago Ballesteros

Ninguno de los bloques con polipropileno de corte lanero cumple con los requisitos de calidad establecidos, ya que; a pesar de absorber menos humedad, mantener un peso similar al de un bloque común, la resistencia a la flexión de estos bloques es menor.

7.3.4.- EVALUACIÓN DE CALIDAD DE BLOQUES CON ACRÍLICO.

Los bloques elaborados con fibras de acrílico deben cumplir con todos los requisitos de calidad establecidos, si estos requisitos no se cumplen, los bloques no pasan el análisis de calidad.

TABLA 69: Evaluación de calidad (Bloques con acrílico corte algodnero).

% Fibra	Dimensiones	Espesor	Peso (Kg)	Resistencia a la Flexión (MPa)	% Absorción Humedad	Combustibilidad	Resultado
0%	20x40x15	2cm	12,4	6.499	13,67	Resiste	Pasa
0,2%	20x40x15	2cm	12,1	3.532	10,78	Resiste	No pasa
0,4%	20x40x15	2cm	11,1	6.973	13,79	Resiste	Pasa

Fuente: Santiago Ballesteros.

Los bloques con 0,4% de acrílico de corte lanero, cumplen con los requisitos de calidad, estos mantienen un peso similar al de un bloque común, son más resistentes a la flexión que un bloque común, pero su absorción de humedad es similar a la de un bloque normal. Los demás bloques fabricados con fibras de acrílico con esta longitud, no pasan el análisis de calidad, ya que; la resistencia a la flexión de estos bloques es menor a la de un bloque común.

TABLA 70: Evaluación de calidad (Bloques con acrílico corte lanero).

% Fibra	Dimensiones	Espesor	Peso (Kg)	Resistencia a la Flexión (MPa)	% Absorción Humedad	Combustibilidad	Resultado
0	20x40x15	2cm	12,4	6.499	13,67	Resiste	Pasa
0,2 %	20x40x15	2cm	12,1	3.871	10,72	Resiste	No pasa
0,4 %	20x40x15	2cm	11,2	2.886	14,84	Resiste	No pasa

Fuente: Santiago Ballesteros

Los bloques fabricados con fibra de acrílico de longitud lanera, no pasan el análisis de calidad, ya que; que la resistencia a la flexión de estos bloques, es menor que la resistencia a la flexión de un bloque común, mantienen el peso de un bloque común; pero absorben más humedad.

7.3.5.- EVALUACIÓN DE CALIDAD BLOQUES CON PET.

Los bloques deben cumplir con todos los requisitos de calidad establecidos, si estos requisitos no se cumplen, los bloques no pasan el análisis de calidad.

TABLA 71: Evaluación de calidad (Bloques con PET corte algodonero).

% Fibra	Dimensiones	Espesor	Peso (Kg)	Resistencia a la Flexión (MPa)	% Absorción Humedad	Combustibilidad	Resultado
0	20x40x15	2cm	12,4	6.499	13,67	Resiste	Pasa
0,2%	20x40x15	2cm	13,1	9.883	8,16	Resiste	No pasa
0,4%	20x40x15	2cm	13,5	8.180	8,66	Resiste	No pasa
0,6%	20x40x15	2cm	12,4	31.058	9,71	Resiste	Pasa
0,8%	20x40x15	2cm	12,7	28.968	7,64	Resiste	No pasa
1%	20x40x15	2cm	12,1	30.617	9,36	Resiste	Pasa

Fuente: Santiago Ballesteros.

Los bloques fabricados con el 0,6% y 1% de fibras PET de longitud algodонера, cumplen con los requisitos de calidad establecidos, la resistencia a la flexión de estos bloques es mayor que la de un bloque común, además; los bloques absorben menos humedad y mantener un peso similar al de un bloque común. Los demás bloques fabricados con PET corte algodonero no pasan el análisis de calidad por ser muy pesados.

TABLA 72: Evaluación de calidad (Bloques con PET corte lanero).

% Fibra	Dimensiones	Espesor	Peso (Kg)	Resistencia a la Flexión (MPa)	% Absorción Humedad	Combustibilidad	Resultado
0	20x40x15	2cm	12,4	6.499	13,67	Resiste	Pasa
0,2%	20x40x15	2cm	12.1	10.396	10,75	Resiste	Pasa
0,4%	20x40x15	2cm	12,3	13.925	8,70	Resiste	Pasa
0,6%	20x40x15	2cm	12	31.642	8.89	Resiste	Pasa
0,8%	20x40x15	2cm	12	21.113	6,96	Resiste	Pasa

Fuente: Santiago Ballesteros.

Todos los bloques elaborados con fibras PET de corte lanero, cumplen con los requisitos de calidad establecidos, además; la resistencia a la flexión de estos bloques, es mayor que la resistencia a la flexión de un bloque común, absorben menos humedad y su peso es similar al de un bloque común.

Todos los bloques fabricados con fibras PET de corte lanero, cumplen con los requisitos de calidad establecidos, por lo tanto; pasan el análisis de calidad. Los bloques fabricados con el 0,6% y 1 % de fibras PET de corte algodonero, junto con los bloques fabricados con el 0,4% de fibra acrílica de corte algodonero, también pasan el análisis de calidad. Los demás bloques fabricados con fibras sintéticas para este trabajo de investigación, no pasan el análisis de calidad; ya que, pesan más que un bloque común o la resistencia a la flexión es menor.

CAPÍTULO VIII

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, se da a conocer las conclusiones y recomendaciones.

8.1.- CONCLUSIONES.

Sobre el tema de investigación de este trabajo, se concluye que; si se puede fabricar bloques para construcción de viviendas, utilizando fibras sintéticas recicladas. Las fibras sintéticas al ser utilizadas en la fabricación de bloques, mejoran las propiedades físicas de los mismos; los hace más resistentes a la flexión y menos absorbentes de humedad. Sin embargo; el peso de los bloques no representa una disminución considerable, ya que; el peso de los bloques comunes oscila entre los 11kg y 12,4kg.

Para fabricar bloques de construcción de viviendas con fibras sintéticas, es necesario que las fibras empleadas posean una buena tenacidad, sean lisas y de longitudes menores a 7 cm, ya que; el rizo y la longitud de las fibras, impide la disgregación de las mismas durante la preparación de la mezcla de concreto; formando apelmazamientos de fibra que luego derivan en bloques no manipulables y atascos de maquinaria. Por esta razón; las fibras rizadas no son aptas para fabricar bloques de construcción de viviendas; pudiéndose fabricar únicamente bloques de construcción, que contengan máximo el 1% de fibras sintéticas lisas de longitud algodонера y bloques de construcción que contengan máximo el 0,8% de fibras sintéticas lisas de longitud lanera.

El peso de los bloques fabricados con fibras sintéticas, depende de factores como: el peso específico del agregado, su densidad saturada de superficie seca, el tamaño; la mineralogía, la cantidad de agua vertida en la preparación de la mezcla para la fabricación de los bloques, el material textil empleado y sus propiedades. Sin embargo; no cabe duda, que la presencia de fibras sintéticas

en un bloque, no conducen a una disminución del peso de los bloques pero si mejora la resistencia a la flexión de los mismos.

De las pruebas de absorción de humedad de los bloques fabricados con fibras sintéticas, se concluye que; los bloques fabricados con el 0,8% de fibras PET de longitud lanera, absorben mínimo el 6.96% de humedad; este porcentaje de absorción de humedad, es 49.08% menor que el porcentaje de absorción de un bloque común, ya que, este absorbe el 13.67% de humedad. De igual forma; los bloques fabricados con el 0.8% de fibras PET de longitud algodonera, absorben mínimo el 7.64% de humedad; este porcentaje de absorción es 44.11% menor al porcentaje de absorción de un bloque común.

Los bloques fabricados con el 0,2% de fibras de poliéster, de longitud algodonera o longitud lanera, respectivamente absorben un mínimo de 7.74% y 7.89% de humedad; estos bloques absorben 43.47% y 42.28% menos humedad que un bloque común. Así mismo; los bloques fabricados con el 0,2% de fibras de polipropileno, de longitud algodonera o de longitud lanera; absorben un mínimo de 7.91% y 8.54% de humedad; estos bloques respectivamente absorben un 42.13% y un 37.52% menos que un bloque común.

Por otra parte; los bloques fabricados con el 0,2% de fibras acrílicas, de longitud algodonera o de longitud lanera; respectivamente absorben un mínimo de 10.78% y 10.72% de humedad, estos bloques absorben un 21.14% y 24.58% menos humedad que un bloque común. Sin embargo; al emplear el 0.4% de fibras acrílicas, de longitud algodonera o de longitud lanera; estos bloques respectivamente, absorben un mínimo de 13.79% y 14.84% de humedad. Además; absorben 0.87% y 8.55% más humedad que un bloque común.

Por lo tanto; no cabe duda de que las propiedades hidrófobas de las fibras sintéticas, al ser empleadas en la fabricación de bloques de construcción, reducen la absorción de humedad de los mismos. Los bloques fabricados con el 0.8% de fibras PET de longitud algodonera o longitud lanera, son los bloques que menos absorben humedad, en comparación con los bloques fabricados con fibras de poliéster o polipropileno.

De las pruebas de combustibilidad realizadas con los bloques fabricados con fibras sintéticas, se obtienen muy buenos resultados de resistencia al fuego. El material textil dentro del bloque, no genera una combustión continua, haciéndolos seguros frente al fuego.

En las pruebas de resistencia a la flexión de los bloques fabricados con fibras sintéticas, se obtuvo que:

Teniendo en cuenta que el módulo de rotura de un bloque común, equivale a 6.499 MPa, se concluye que; la resistencia a la flexión los bloques fabricados con el 0,6% de fibras PET de longitud lanera, es 3.8 veces mayor; ya que; estos bloques tienen un módulo de rotura de 31.642 MPa. De igual forma; los bloques fabricados con el 0.6% de fibras PET lisas y de longitud algodонера, tienen un módulo de rotura que equivale a 31.058 MPa, por lo cual; su módulo de rotura 3,7 veces mayor que el de un bloque común.

%FIBRA	BLOQUE	VALOR PRENSA	PASCALES	CARGA DE ROTURA	ANCHO EN LA FRACTURA	ALTURA EN LA FRACTURA	MODULO DE ROTURA	MEDIA
		(BAR)	(Pa)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)
	1	11	1100000	2612.5	3	190	8.443	
COMÚN	2	11	1100000	2612.5	5	190	5.066	6.499
	3	13	1300000	3087.5	5	190	5.987	
	1	18	1800000	4275.0	3	180	15.394	
0,6	2	24	2400000	5700.0	1	180	61.574	31.642
	3	14	1400000	3325.0	2	180	17.959	

Por otra parte; los bloques fabricados con el 0,4% de fibra acrílica de longitud algodонера, tienen un módulo de rotura de 6.973 MPa; este módulo mejora un 7.3%; en comparación a la resistencia a la flexión de un bloque común. Sin embargo; los bloques fabricados con fibras de poliéster y los bloques fabricados con fibras de polipropileno, no aportan con ninguna mejora del módulo de rotura de un bloque. El módulo de rotura máximo, alcanzado por estos bloques es de 6.031 MPa y 3.952 MPa, respectivamente. Estos módulos de rotura son 7.19% y 39.5% menores que el módulo de rotura de un bloque común.

Debido al costo de emplear fibras sintéticas para fabricar bloques de construcción, el costo de producción de los bloques fabricados con fibras sintéticas se incrementa; por cada 0,2% de fibra sintética utilizada en la fabricación de un bloque, el costo de producción de este aumenta 0,04\$, más aún; cuando se somete al material textil a un proceso de corte, previo a la fabricación de bloques. El costo de cortar la fibra incrementa el valor del costo de producción de los bloques fabricados con fibras sintéticas, este costo se incrementa 0,06\$ por cada 0,2% de fibra empleada. Por esta razón; el precio de venta de los bloques elaborados con fibras sintéticas también se incrementa. Los bloques fabricados con fibras sintéticas que no necesitan de un proceso de corte previo, incrementan su precio de venta 0,05\$ por

cada 0,2% de fibra empleada en un bloque, mientras que; si se emplea material textil que necesitan de un corte previo, el precio de venta de un bloque se incrementa 0,07\$ por cada 0,2% de fibra sintética empleada en la fabricación.

Por lo tanto; emplear fibras sintéticas que no requieran de un proceso de corte previo para ser empleadas en la fabricación de bloques, reduce el costo de producción y precio de venta de los mismos.

Los bloques con el 0.6% de fibras PET de corte lanero, con un módulo de rotura 3.8 veces mayor al valor del módulo de rotura de un bloque común; tiene un costo de producción de 0.40\$ y un precio de venta de 0.50\$.

Respecto a la calidad de los bloques fabricados con fibras sintéticas, se concluye que; todos los bloques fabricados con fibras PET de longitud lanera, los bloques fabricados con el 0,6 % y 1 % de fibras PET de longitud algodонера y los bloques fabricados con 0,4 % de acrílico de longitud algodонера; son de excelente calidad, ya que; cumplen con todos los requisitos de calidad establecidos. Todos los demás bloques fabricados con fibras PET, acrílico, poliéster o polipropileno, en sus diferentes longitudes; no pasan el análisis de calidad, ya que; son muy pesado o no cumplen los requisitos de resistencia a la flexión exigida.

8.3.- RECOMENDACIONES.

Para fabricar bloques de construcción, empleando fibras sintéticas; se recomienda utilizar fibras sintéticas lisas, de poca absorción de humedad, que no superen los 7cm de longitud, ya que; estas fibras se disgregan con facilidad en la mezcla de concreto, además; no utilizar porcentajes superiores al 1% de fibra sintética, en relación al peso de un bloque común, con lo cual; se evitan atascos de maquinaria y malformación de los bloques.

Para fabricar bloques más resistentes a la flexión, menos absorbentes y de peso similar al de un bloque común, se recomienda emplear fibras PET lisas y de longitud lanera.

Se recomienda investigar resinas o aglomerantes, que ayuden a la cohesión de los desperdicios de fibras sintéticas con el cemento y los agregados, de tal forma, que permitan adicionar mayores cantidades de fibra, o a su vez; que permitan la fabricación de bloques únicamente empleando desperdicios de fibras sintéticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. ERHARDT Theodor. et al. *Tecnología textil básica* 3. Trillas.1980.
2. GUZMÁN, Oswaldo. *Manual de procesos Enkador*. 2013.
3. RUIZ, Marcos. *Estudio de pre factibilidad para la elaboración de fibra de poliéster a partir de botellas desechadas de bebidas gaseosas*. Universidad de Lima. 2001.
4. SCHUSTER Karl. *Materias primas textiles*. Editor José Montesó.1955.
5. RON, María Asunción. *Como cuidar las fibras y los tejidos*. Editorial Alianza. 2003.
6. HOLLEN, Norma; SADDLER Jane y LANGFORD Anna. *Introducción a los textiles*. Editores Noriega. 2002.
7. PEY ESTRANY, Santiago. *Albañilería*. Ceac. 1984.

LINKOGRAFÍA.

1. **Polipropileno:**<http://www.pslc.ws/spanish/pp.htm>.
2. **Bloques de hormigón:**
http://es.wikipedia.org/wiki/Bloque_de_hormig%C3%B3n.
3. **Características generales del polipropileno:**<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso03-04/PP/caracteristicas.html>.
4. **Cemento:**<http://es.wikipedia.org/wiki/Cemento>.
5. **Denominación y clasificación de los cementos:**
<http://www.uhu.es/javier.pajon/apuntes/HORMIGON%20BLOQUE%20MATERIALES.pdf>.
6. **El agua:** <http://es.wikipedia.org/wiki/Agua>.

7. **Factores de la depreciación:**
<http://www.monografias.com/trabajos69/depreciacion-perdida-valor-bien/depreciacion-perdida-valor-bien2.shtml>.
8. **Fibra acrílica:** http://acrilicozei.blogspot.com/2013_04_01_archive.html.
9. **FibrasPET:**<http://www.porex.com/es/technologies/materials/porous-polymer-fibers/pet-pet-fiber/>.
10. **Fibras sintéticas:**<http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/fibras/f-seno/fibras-sinteticas>.
11. **Grava:**<http://es.wikipedia.org/wiki/Grava>.
12. **Introducción a las fibras sintéticas textiles:**
<http://fibrassinteticasjudith.blogspot.com/>.
13. **Obtención del poliéster:**<http://todosobrelasfibrassinteticas.blogspot.com/2013/02/fibras-sinteticas-y-especialesel.html>.
14. **Obtención de polímeros:**<http://askstekno.wordpress.com/category/tipos-de-polimeros/>.
15. **Obtención del polipropileno:**<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/polipropileno.html>.
16. **Reciclado de PET para fibras textiles:**
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Reciclado-De-Pet-Para-Fibras-Textiles/630834.html>.

ANEXOS.

ANEXO 1: DESPERDICIO DE POLIÉSTER.



ANEXO 2: DESPERDICIO DE POLIPROPILENO.



ANEXO 3: DESPERDICIO DE ACRÍLICO.



ANEXO 4: DESPERDICIO DE PET.



ANEXO 5: BALANZA EMPLEADA EN LA INVESTIGACIÓN.



ANEXO 6: ELABORACIÓN DE BLOQUES.



ANEXO 7: MÁQUINA MEZCLADORA.



ANEXO 8: MÁQUINA BLOQUERA.



ANEXO 9: FIBRA DE POLIÉSTER EN LA MEZCLA DE CONCRETO.



ANEXO 1: FABRICACIÓN DE BLOQUES CON FIBRA DE POLIÉSTER.



ANEXO 2: BLOQUE INCONSISTENTE FABRICADO CON EL 0.6% DE ACRÍLICO CORTE ALGODONERO.



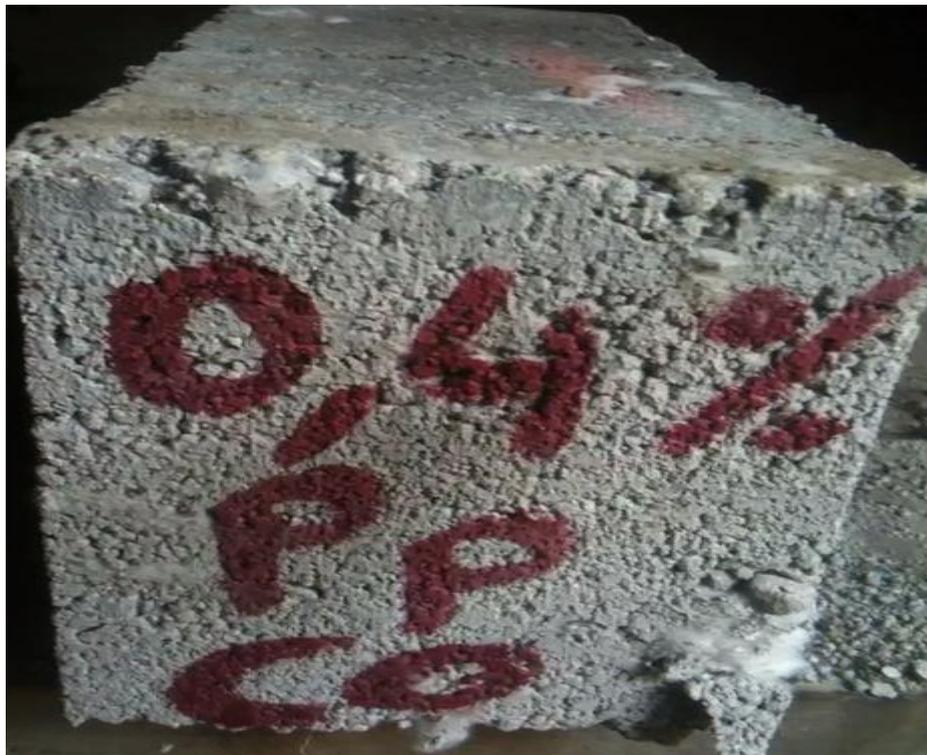
ANEXO 3: BLOQUE INCONSISTENTE ELABORADOS CON EL 1.2% DE POLIÉSTER CORTE ALGODONERO.



ANEXO 4: BLOQUE INCONSISTENTE ELABORADO CON EL 0.6% DE ACRÍLICO CORTE LANERO.



ANEXO 5: BLOQUE ELABORADO CON EL 0.4 % DE POLIPROPILENO.



ANEXO 15: BLOQUE ELABORADO CON EL 0.6% DE PET CORTE LANERO.



ANEXO 6: CURADO DE LOS BLOQUES CON FIBRA.



ANEXO 7: OBTENCIÓN DE PESOS DE LOS BLOQUES CON FIBRA.



ANEXO 8: BLOQUES CON PET CORTE LANERO SUMERGIDOS EN AGUA DURANTE 24 HORAS.



ANEXO 9: ABSORCIÓN DE HUMEDAD DE BLOQUES CON FIBRA.



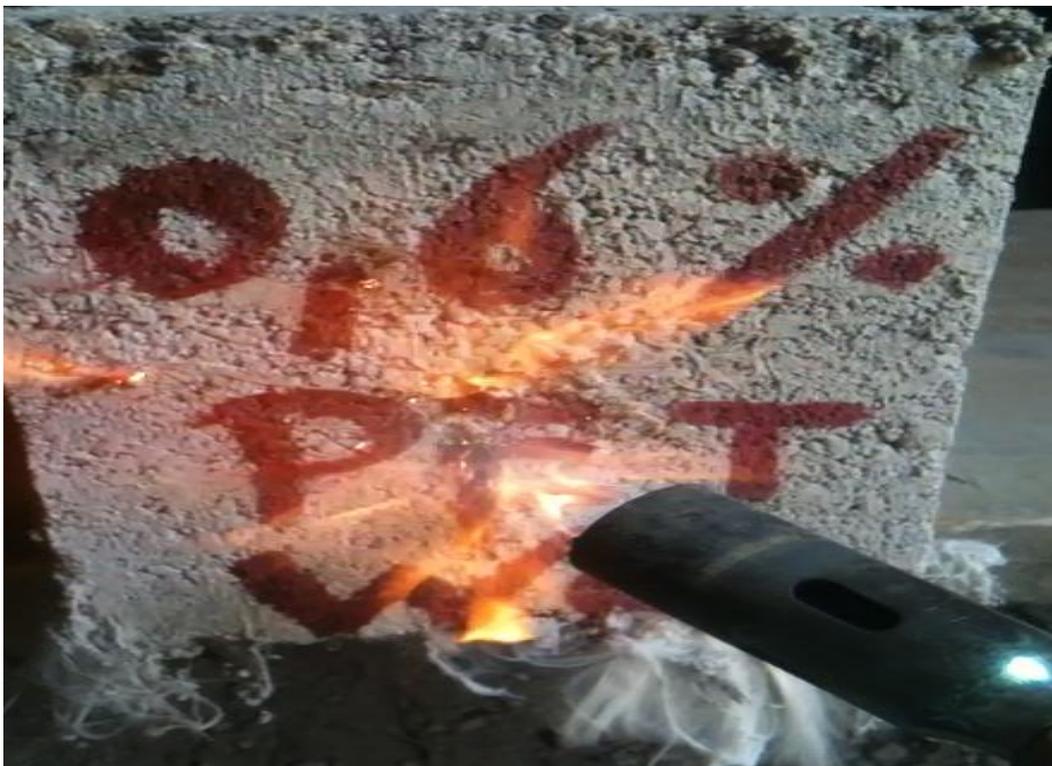
ANEXO 10: COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON FIBRA DE POLIESTER.



ANEXO 11: COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON ACRÍLICO.



ANEXO 12: COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON PET.



ANEXO 13: COMBUSTIBILIDAD DE LOS BLOQUES CON POLIPROPILENO.



ANEXO 14: PRENSA HIDRÁULICA DE MOTOR NEUMÁTICO.



ANEXO 15: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LOS BLOQUES CON POLIÉSTER.



ANEXO 16: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LOS BLOQUES CON ACRÍLICO.



ANEXO 17: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LOS BLOQUES CON PET.



ANEXO 18: CORTE TRASVERSAL DE LOS BLOQUES CON POLIÉSTER.



ANEXO 19: CORTE TRANSVERSAL DE LOS BLOQUES CON POLIPROPILENO.



ANEXO 20: CORTE TRANSVERSAL DE LOS BLOQUES CON ACRÍLICO.



ANEXO 21: CORTE TRANSVERSAL DE LOS BLOQUES CON PET.

