

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS
MATERIALES



“INFLUENCIA DE LA FIBRA Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE
AZÚCAR EN BLOQUES DE HORMIGÓN ”

Por:

MARIO ALBERTO GALLARDO CORTEZ

Proyecto de Ingeniería civil, presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Diciembre de 2014

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS
MATERIALES**

**“INFLUENCIA DE LA FIBRA Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE
AZÚCAR EN BLOQUES DE HORMIGÓN ”**

Por:

MARIO ALBERTO GALLARDO CORTEZ

Proyecto de Ingeniería civil, presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado académico de Licenciatura en Ingeniería civil.

Diciembre de 2014

TARIJA – BOLIVIA

.....
Ing. Arturo Dubravcic Alaiza
DOCENTE DE CIV-502

.....
MSc. Ing. Ernesto Álvarez Gonzalvez
**DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....
MSc. Ing. Silvana Paz Ramírez
**VICEDECANA DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....
Ing. Alberto Benítez Reynoso

.....
Ing. Benito Quispe Romualdo

.....
Ing. Armando Almendras Saravia

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esto únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA:

El presente estudio lo dedicó a mi madre NORINA CORTEZ RUIZ, a mi padre MARIO GALLARDO MUÑOZ, a mis hermanos MARÍA BELÉN y JOAQUÍN MATEO, a mi futura esposa MAIRA ESPÍNDOLA y a mi hijo THIAGO MATÍAS que en momentos de flaqueza me impulsaron a seguir adelante para culminar esta etapa de mi vida y demostrar que cuando se quiere se puede.

AGRADECIMIENTO:

A Dios por ser el amigo que nunca me ha fallado.

Al Ing. Arturo Dubravcic por los consejos dados en cada momento que los precisé.

Al personal de SOBOCE El Puente, por su apoyo constante. En especial al Ing. Marcelo Ruiz

Al personal de IABSA por su compromiso y colaboración.

A todas las personas que de alguna forma me ayudaron a llevar adelante el presente estudio.

PENSAMIENTO:

“No existe una manera fácil. No importa cuan talentoso seas, tu talento te va a fallar si no lo desarrollas. Si no estudias, si no trabajas duro, si no te dedicas a ser mejor cada día”.

Will Smith

ÍNDICE

Advertencia
Dedicatoria
Agradecimiento
Pensamiento
Resumen

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	Página
1.1 Generalidades	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Descripción del problema	2
1.3.1 Planteamiento	4
1.3.2 Formulación	4
1.3.3 Sistematización	6
1.4 Objetivos	9
1.4.1 Objetivo General	9
1.4.2 Objetivos Específicos	9
1.5 Justificación	10
1.5.1 Académica	10
1.5.2 Teórica	10
1.5.3 Metodológica	10

1.5.4 Práctica	11
1.5.5 Ambiental	11
1.6 Hipótesis	13
1.7 Alcance del Estudio	13
1.7.1 Tamaño de la Muestra	14
1.8 Aspectos metodológicos	18
1.8.1 Tipo de Estudio	20
1.8.2 Identificación de Variables	20
1.8.3 Método de Observación	21
1.8.4 Técnicas y procedimientos de recolección de información	21
1.8.5 Tratamiento de la Información	22

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Bloques de Hormigón	23
2.2 Materiales constituyentes de los Bloques	23
2.2.1 Cemento	23
2.2.1.1 Composición química	24
2.2.2 Agregado Fino (Arena)	26
2.2.2.1 Arena natural	26
2.2.2.2 Arena fabricada	26
2.2.3 Agregado Grueso (Gravilla)	27

2.2.4 Agua	27
2.2.4.1 Agua de amasado	27
2.2.4.2 Agua de hidratación.....	28
2.2.4.3 Agua evaporable.....	28
2.2.4.4 Agua de curado	28
2.3 Propiedades de los materiales constituyentes de los Bloques	28
2.3.1 Características del Cemento Portland	28
2.3.1.1 Peso Específico	28
2.3.1.2 Finura de molido.....	29
2.3.2 Característica de los Agregados Pétreos.....	29
2.3.2.1 Granulometría del Agregado Fino.....	29
2.3.2.2 Granulometría del Agregado Grueso	30
2.3.2.3 Peso Unitario (PU)	31
2.3.2.3.1 Peso Unitario suelto (PUS)	32
2.3.2.3.2 Peso Unitario compactado (PUC).....	32
2.3.2.4 Módulo de finura	33
2.3.2.5 Tamaño Máximo (TM).....	34
2.3.2.6 Tamaño Máximo Nominal (TMN).....	34
2.3.2.7 Peso específico.....	34
2.3.2.8 Porcentaje de Absorción	35
2.3.2.9 Humedad superficial	35
2.4 Materiales sujetos a investigación	37
2.4.1 Fibra de Bagazo	37

2.4.1.1 Composición Física	39
2.4.1.2 Composición Química	39
2.4.1.3 Estructura	40
2.4.1.4 Extracción de la fibra	40
2.4.1.5 Tratamiento de la Fibra	42
2.4.1.6 Ensayos a los que se someterán las fibras	43
2.4.1.6.1 Granulometría	43
2.4.1.6.2 Peso específico	43
2.4.1.6.3 Porcentaje de Absorción	44
2.4.1.7. Utilización	44
2.4.2 Ceniza de Bagazo	44
2.4.2.1 Composición Química	45
2.4.2.2 Proceso de Calcinación	46
2.4.2.3 Preparación de la ceniza	47
2.4.2.4 Ensayos a los que se someterá la Ceniza	47
2.4.2.4.1 Peso Específico	47
2.4.2.4.2 Módulo de finura	47
2.5 Dosificación de Bloques de Hormigón Método ACI-211.1	47
2.6 Proceso de Fabricación de Bloques	55
2.7 Características de los Bloques	63
2.7.1 Ventajas	64
2.7.2 Utilización	65

CAPÍTULO III
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Caracterización de los Agregados	68
3.1.1 Agregado Grueso	68
3.1.1.1 Granulometría del Agregado Grueso	68
3.1.1.2 Peso Unitario del Agregado Grueso	77
3.1.1.2.1 Peso Unitario Suelto	77
3.1.1.2.2 Peso Unitario Compactado	78
3.1.1.3 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso	78
3.1.2 Agregado Fino	79
3.1.2.1 Granulometría del Agregado Fino	79
3.1.2.2 Peso Unitario del Agregado Fino	82
3.1.2.2.1 Peso Unitario Suelto	82
3.1.2.2.2 Peso Unitario Compactado	83
3.1.2.3 Peso Específico del Agregado Fino	83
3.2 Cemento	84
3.2.1 Peso Específico del Cemento	84
3.2.2 Superficie Específica de Blaine o Finura	86
3.2.3 Rechazos en malla 200 y 325	87
3.3 Fibra de Bagazo de Caña de Azúcar (FB)	87
3.3.1 Extracción de la FB	87
3.3.2 Granulometría de la FB	88

3.3.3 Tratamiento de la FB	90
3.3.4 Peso Específico de la FB	91
3.3.5 Absorción de la FB	91
3.3.6 Humedad de la FB	93
3.4 Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CB)	94
3.4.1 Granulometría de la CB	94
3.4.2 Preparación de la CB	95
3.4.3 Peso Específico del Cemento	96
3.3.4 Superficie Específica de Blaine o Finura	97
3.4.5 Rechazos en Malla 200 y 325	98
3.5 Dosificación de Bloques de Hormigón	99
3.5.1 Resumen de la caracterización de los agregados y adiciones	100
3.5.2 Dosificación Patrón	102
3.5.3 Dosificación con Fibra de Bagazo (FB)	103
3.5.4 Dosificación con Ceniza de Bagazo (CB)	110
3.6 Fabricación de los Bloques de Hormigón	116
3.6.1 Mezclado	117
3.6.2 Asentamiento de la Mezcla	118
3.6.3 Vaciado y Vibrado de los Bloques	120
3.6.4 Curado y Almacenamiento	124
3.7 Determinación de las Propiedades Físico Mecánicas de los Bloques	126
3.7.1 Análisis Dimensional	126
3.7.2 Peso Volumétrico	133

3.7.3 Porcentaje de Absorción de Agua	138
3.7.4 Resistencia a Compresión	142

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 Análisis de las propiedades de los Bloques de Hormigón	157
4.1.1 Resultados del Análisis Dimensional	157
4.1.2 Resultados del Peso Volumétrico	159
4.1.3 Resultados del Porcentaje de Absorción de Agua	165
4.1.4 Resultados de la Resistencia a Compresión	171
4.1.5 Clasificación de los Bloques Ensayados	182
4.1.6 Análisis Económico	183
4.1.7 Análisis Ambiental	185

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5 Conclusiones y Recomendaciones	188
BIBLIOGRAFÍA	196

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 2.1 Cemento Portland</i>	26
<i>Figura 2.2 Condiciones de humedad en los Agregados</i>	36
<i>Figura 2.3 Proceso de Calcinación del Bagazo para la obtención de la Ceniza</i>	46
<i>Figura 3.1 Dimensiones de los Bloques</i>	68
<i>Figura 3.2 Método Faury – Efecto Pared</i>	71
<i>Figura 3.3 Radio Medio de Moldaje más desfavorable</i>	73
<i>Figura 3.4 Muestra de Agregado Grueso</i>	75
<i>Figura 3.5 Equipo para determinar la Granulometría del Agregado Grueso</i>	75
<i>Figura 3.6 Equipo para determinar el Peso Unitario del Agregado Grueso</i>	77
<i>Figura 3.7 Equipo para determinar el Peso Específico del Agregado Grueso</i>	78
<i>Figura 3.8 Muestra de Agregado Fino</i>	80
<i>Figura 3.9 Equipo para determinar la Granulometría del Agregado Fino</i>	80
<i>Figura 3.10 Equipo para determinar el Peso Unitario del Agregado Fino</i>	82
<i>Figura 3.11 Equipo para determinar el Peso Específico del Agregado Fino</i>	83
<i>Figura 3.12 Muestra de Cemento</i>	85
<i>Figura 3.13 Frasco de Le Chatelier para determinar el Peso Específico del Cemento</i>	85
<i>Figura 3.14 Permeabilímetro de Blaine para determinar la Finura del Cemento</i>	86
<i>Figura 3.15 Malla 200 y 325 para determinar la Finura del Cemento</i>	87
<i>Figura 3.16 Muestra de Fibra de Bagazo (FB)</i>	88

<i>Figura 3.17 Equipo para determinar la Granulometría de la Fibra de Bagazo (FB)</i>	88
<i>Figura 3.18 Tratamiento de la Fibra de Bagazo (FB)</i>	90
<i>Figura 3.19 Equipo para determinar la Granulometría de la Ceniza de Bagazo (CB)</i>	93
<i>Figura 3.20 Preparación de la CB en el Molino de Bolas</i>	95
<i>Figura 3.21 Muestra de Ceniza de Bagazo (FB)</i>	95
<i>Figura 3.22 Frasco de Le Chatelier para determinar el Peso Específico de la Ceniza de Bagazo (CB)</i>	96
<i>Figura 3.23 Permeabilímetro de Blaine para determinar la Finura de la Ceniza de Bagazo (CB)</i>	97
<i>Figura 3.24 Malla 200 y 325 para determinar la Finura de la Ceniza de Bagazo (CB)</i>	98
<i>Figura 3.25 Mural de la Fábrica de Bloques REMIME</i>	117
<i>Figura 3.26 Mezclado – Máquina Mezcladora</i>	117
<i>Figura 3.27 Asentamiento – Cono de Abrams</i>	118
<i>Figura 3.28 Asentamiento – Pastas a Ensayar</i>	119
<i>Figura 3.29 Vaciado y Vibrado – Máquina Bloquera</i>	120
<i>Figura 3.30 Vaciado y Vibrado – Partes de la Máquina Bloquera</i>	121
<i>Figura 3.31 Vaciado y Vibrado – Bloques de Hormigón con FB</i>	122
<i>Figura 3.32 Vaciado y Vibrado – Bloques de Hormigón con CB</i>	123
<i>Figura 3.33 Curado y Almacenamiento – Rociador de Agua a Presión</i>	124
<i>Figura 3.34 Curado y Almacenamiento – Curado de Bloques</i>	125

<i>Figura 3.35 Curado y Almacenamiento – Protección después del Curado</i>	
<i>P/Mantener la Humedad</i>	125
<i>Figura 3.36 Análisis Dimensional – Flexómetro</i>	127
<i>Figura 3.37 Análisis Dimensional – Esquema Dimensional Bloque</i>	
<i>HORMIBLOCK</i>	128
<i>Figura 3.38 Análisis Dimensional – Esquema Dimensional Bloque</i>	
<i>CONCRETEC</i>	129
<i>Figura 3.39 Análisis Dimensional – Esquema Dimensional Bloque</i>	
<i>REMIME</i>	130
<i>Figura 3.40 Porcentaje de Absorción – Bloque sumergido en agua</i>	138
<i>Figura 3.41 Resistencia a Compresión – Placas Metálicas</i>	142
<i>Figura 3.42 Resistencia a Compresión – Refrentado de Bloques</i>	143
<i>Figura 3.43 Resistencia a Compresión – Ensayo en Prensa Hidráulica</i>	144
<i>Figura 4.1 Mampostería con Bloques de Hormigón</i>	178
<i>Figura 4.2 Mampostería con Ladrillos 6 Huecos</i>	178

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1.1 Cantidad de Residuos Industriales</i>	7
<i>Cuadro 1.2 Tamaño de la Muestra - Valores Estandarizados en función al Grado de Confiabilidad</i>	15
<i>Cuadro 1.3 Tamaño de la Muestra - Valores de “q” en función al número de Estratos</i>	15
<i>Cuadro 1.4 Tamaño de la Muestra</i>	17
<i>Cuadro 1.5 Diagrama de Flujo de las Actividades del Proyecto</i>	19
<i>Cuadro 1.6 Identificación de Variables</i>	21
<i>Cuadro 2.1 Constituyentes del Cemento</i>	24
<i>Cuadro 2.2 Componentes Mineralógicos del Clinker</i>	25
<i>Cuadro 2.3 Requisitos de la Norma ASTM para Agregado Fino</i>	29
<i>Cuadro 2.4 Granulometría de la Norma ASTM C-33 Para el Agregado Fino</i>	30
<i>Cuadro 2.5 Requisitos de la Norma ASTM para Agregado Grueso</i>	30
<i>Cuadro 2.6 Granulometría de la Norma ASTM para Agregado Grueso (Gravilla)</i>	31
<i>Cuadro 2.7 Clasificación de las Fibras</i>	38
<i>Cuadro 2.8 Composición Física del Bagazo de Caña de Azúcar</i>	39
<i>Cuadro 2.9 Composición Química del Bagazo de Caña de Azúcar</i>	40
<i>Cuadro 2.10 Composición Química de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar</i>	45
<i>Cuadro 2.11 Punto de Fusión de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar</i>	46
<i>Cuadro 2.12 Consideraciones Básicas sobre Dosificación de Hormigones</i>	48

<i>Cuadro 2.13 Requerimiento Para la Dosificación de Bloques de Hormigón</i>	49
<i>Cuadro 2.14 Determinación de la Razón Agua/Cemento</i>	50
<i>Cuadro 2.15 Asentamiento de Cono para diferentes Tipos de Construcción</i>	51
<i>Cuadro 2.16 Determinación de la Dosis de Agua</i>	52
<i>Cuadro 2.17 Determinación de la Dosis de Grava</i>	53
<i>Cuadro 2.18 Requisitos para la Resistencia a Compresión y la Absorción en Bloques de Hormigón</i>	58
<i>Cuadro 2.19 Categoría de Aplicación (AP)</i>	59
<i>Cuadro 2.20 Resistencia a compresión según la categoría de aplicación</i>	59
<i>Cuadro 2.21 Acabado Superficial</i>	60
<i>Cuadro 2.22 Peso Volumétrico (PV)</i>	60
<i>Cuadro 2.23 Peso Volumétrico (PV)</i>	61
<i>Cuadro 2.24 Flujograma de Producción</i>	62
<i>Cuadro 3.1 Esquema del Desarrollo de la Investigación</i>	67
<i>Cuadro 3.2 Método Faury – Determinación del Tamaño Máximo</i>	72
<i>Cuadro 3.3 Granulometría del Agregado Grueso</i>	76
<i>Cuadro 3.4 Curva Granulométrica del Agregado Grueso</i>	76
<i>Cuadro 3.5 Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso</i>	77
<i>Cuadro 3.6 Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso</i>	78
<i>Cuadro 3.7 Peso Específico del Agregado Grueso</i>	79
<i>Cuadro 3.8 Granulometría del Agregado Fino</i>	81
<i>Cuadro 3.9 Curva Granulométrica del Agregado Fino</i>	81
<i>Cuadro 3.10 Peso Unitario Suelto del Agregado Fino</i>	82

<i>Cuadro 3.11</i>	<i>Peso Unitario Compactado del Agregado Fino</i>	83
<i>Cuadro 3.12</i>	<i>Peso Específico del Agregado Fino</i>	84
<i>Cuadro 3.13</i>	<i>Peso Específico del Cemento</i>	86
<i>Cuadro 3.14</i>	<i>Superficie Específica del Cemento</i>	86
<i>Cuadro 3.15</i>	<i>Rechazos del Cemento en Malla 200 y 325</i>	87
<i>Cuadro 3.16</i>	<i>Granulometría de la Fibra de Bagazo (FB)</i>	89
<i>Cuadro 3.17</i>	<i>Curva Granulométrica de la Fibra de Bagazo (FB)</i>	89
<i>Cuadro 3.18</i>	<i>Peso Específico de la Fibra de Bagazo (FB)</i>	91
<i>Cuadro 3.19</i>	<i>Absorción de la Fibra de Bagazo (FB) Sin Tratamiento</i>	92
<i>Cuadro 3.20</i>	<i>Absorción de la Fibra de Bagazo (FB) Con Tratamiento</i>	92
<i>Cuadro 3.21</i>	<i>Humedad de la Fibra de Bagazo (FB) Sin Tratamiento</i>	93
<i>Cuadro 3.22</i>	<i>Humedad de la Fibra de Bagazo (FB) Con Tratamiento</i>	93
<i>Cuadro 3.23</i>	<i>Granulometría de la Ceniza de Bagazo (CB)</i>	94
<i>Cuadro 3.24</i>	<i>Curva Granulométrica de la Ceniza de Bagazo (CB)</i>	95
<i>Cuadro 3.25</i>	<i>Peso Específico del Cemento</i>	97
<i>Cuadro 3.26</i>	<i>Superficie Específica de Blaine de la Ceniza de Bagazo (CB)</i>	98
<i>Cuadro 3.27</i>	<i>Rechazos de la Ceniza de Bagazo (CB) en Malla 200 y 325</i>	99
<i>Cuadro 3.28</i>	<i>Características del Agregado Grueso</i>	100
<i>Cuadro 3.29</i>	<i>Características del Agregado Fino</i>	100
<i>Cuadro 3.30</i>	<i>Características del Cemento</i>	101
<i>Cuadro 3.31</i>	<i>Características de la Fibra de Bagazo de Caña de Azúcar (FB)</i>	101
<i>Cuadro 3.32</i>	<i>Características de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CB)</i>	101
<i>Cuadro 3.33</i>	<i>Dosificación Patrón – Diseño en Volumen</i>	102

<i>Cuadro 3.34 Dosificación Patrón – Diseño en Estado Seco</i>	102
<i>Cuadro 3.35 Dosificación Patrón – Diseño en Estado Húmedo</i>	102
<i>Cuadro 3.36 Dosificación Patrón Para 6 Bloques</i>	103
<i>Cuadro 3.37 Dosificación con FB 10% - Diseño en Volumen</i>	103
<i>Cuadro 3.38 Dosificación con FB 10% - Diseño en Estado Seco</i>	103
<i>Cuadro 3.39 Dosificación con FB 10% - Diseño en Estado Húmedo</i>	104
<i>Cuadro 3.40 Dosificación con FB 10% para 6 Bloques</i>	104
<i>Cuadro 3.41 Dosificación con FB 20% - Diseño en Estado Húmedo</i>	104
<i>Cuadro 3.42 Dosificación con FB 20% - Diseño en Estado Seco</i>	105
<i>Cuadro 3.43 Dosificación con FB 20% - Diseño en Estado Húmedo</i>	105
<i>Cuadro 3.44 Dosificación con FB 20% para 6 Bloques</i>	105
<i>Cuadro 3.45 Dosificación con FB 30% - Diseño en Volumen</i>	106
<i>Cuadro 3.46 Dosificación con FB 30% - Diseño en Estado Seco</i>	106
<i>Cuadro 3.47 Dosificación con FB 30% - Diseño en Estado Húmedo</i>	106
<i>Cuadro 3.48 Dosificación con FB 30% para 6 Bloques</i>	107
<i>Cuadro 3.49 Dosificación con FB 40% - Diseño en Volumen</i>	107
<i>Cuadro 3.50 Dosificación con FB 40% - Diseño en Estado Seco</i>	107
<i>Cuadro 3.51 Dosificación con FB 40% - Diseño en Estado Húmedo</i>	108
<i>Cuadro 3.52 Dosificación con FB 40% para 6 Bloques</i>	108
<i>Cuadro 3.53 Dosificación con FB 50% - Diseño en Estado Húmedo</i>	108
<i>Cuadro 3.54 Dosificación con FB 50% - Diseño en Estado Seco</i>	109
<i>Cuadro 3.55 Dosificación con FB 50% - Diseño en Estado Húmedo</i>	109
<i>Cuadro 3.56 Dosificación con FB 20% para 6 Bloques</i>	109

<i>Cuadro 3.57 Dosificación con CB 5% - Diseño en Volumen</i>	110
<i>Cuadro 3.58 Dosificación con CB 5% - Diseño en Estado Seco</i>	110
<i>Cuadro 3.59 Dosificación con CB 5% - Diseño en Estado Húmedo</i>	110
<i>Cuadro 3.60 Dosificación con CB 5% para 6 Bloques</i>	111
<i>Cuadro 3.61 Dosificación con CB 10% - Diseño en Volumen</i>	111
<i>Cuadro 3.62 Dosificación con CB 10% - Diseño en Estado Seco</i>	111
<i>Cuadro 3.63 Dosificación con CB 10% - Diseño en Estado Húmedo</i>	112
<i>Cuadro 3.64 Dosificación con CB 10% para 6 Bloques</i>	112
<i>Cuadro 3.65 Dosificación con CB 15% - Diseño en Volumen</i>	112
<i>Cuadro 3.66 Dosificación con CB 15% - Diseño en Estado Seco</i>	113
<i>Cuadro 3.67 Dosificación con CB 15% - Diseño en Estado Húmedo</i>	113
<i>Cuadro 3.68 Dosificación con CB 15% para 6 Bloques</i>	113
<i>Cuadro 3.69 Dosificación con CB 20% - Diseño en Volumen</i>	114
<i>Cuadro 3.70 Dosificación con CB 20% - Diseño en Estado Seco</i>	114
<i>Cuadro 3.71 Dosificación con CB 20% - Diseño en Estado Húmedo</i>	114
<i>Cuadro 3.72 Dosificación con CB 20% para 6 Bloques</i>	115
<i>Cuadro 3.73 Dosificación con CB 25% - Diseño en Volumen</i>	115
<i>Cuadro 3.74 Dosificación con CB 25% - Diseño en Estado Seco</i>	115
<i>Cuadro 3.75 Dosificación con CB 25% - Diseño en Estado Húmedo</i>	116
<i>Cuadro 3.76 Dosificación con CB 25% para 6 Bloques</i>	116
<i>Cuadro 3.77 Asentamiento – Forma de Compactación</i>	118
<i>Cuadro 3.78 Asentamiento – Pasta con Fibra de Bagazo (FB)</i>	119
<i>Cuadro 3.79 Asentamiento – Pasta con Ceniza de Bagazo (CB)</i>	119

<i>Cuadro 3.80 Análisis Dimensional – Bloque “HORMIBLOCK”</i>	131
<i>Cuadro 3.81 Análisis Dimensional – Bloque “CONCRETEC”</i>	131
<i>Cuadro 3.82 Análisis Dimensional – Bloque Patrón “REMIME”</i>	132
<i>Cuadro 3.83 Análisis Dimensional – Bloque con Adición de FB “REMIME”</i>	132
<i>Cuadro 3.84 Análisis Dimensional – Bloque con Adición de CB “REMIME”</i>	133
<i>Cuadro 3.85 Peso Volumétrico – Bloque “HORMIBLOCK”</i>	133
<i>Cuadro 3.86 Peso Volumétrico – Bloque “CONCRETEC”</i>	134
<i>Cuadro 3.87 Peso Volumétrico – Bloque Patrón “REMIME”</i>	134
<i>Cuadro 3.88 Peso Volumétrico – Bloque con Adición de FB 10% “REMIME”</i>	134
<i>Cuadro 3.89 Peso Volumétrico – Bloque con Adición de FB 20% “REMIME”</i>	135
<i>Cuadro 3.90 Peso Volumétrico – Bloque con Adición de FB 30% “REMIME”</i>	135
<i>Cuadro 3.91 Peso Volumétrico – Bloque con Adición de FB 40% “REMIME”</i>	135
<i>Cuadro 3.92 Peso Volumétrico – Bloque con Adición de FB 50% “REMIME”</i>	136
<i>Cuadro 3.93 Peso Volumétrico – Bloque con Adición de CB 5% “REMIME”</i>	136
<i>Cuadro 3.94 Peso Volumétrico – Bloque con Adición de CB 10% “REMIME”</i>	136

<i>Cuadro 3.95 Peso Volumétrico – Bloque con Adición de CB 15%</i>	
“REMIME”	137
<i>Cuadro 3.96 Peso Volumétrico – Bloque con Adición de CB 20%</i>	
“REMIME”	137
<i>Cuadro 3.97 Peso Volumétrico – Bloque con Adición de CB 25%</i>	
“REMIME”	137
<i>Cuadro 3.98 Porcentaje de Absorción – Bloque “HORMIBLOCK”</i>	138
<i>Cuadro 3.99 Porcentaje de Absorción – Bloque “CONCRETEC”</i>	139
<i>Cuadro 3.100 Porcentaje de Absorción – Bloque Patrón “REMIME”</i>	139
<i>Cuadro 3.101 Porcentaje de Absorción – Bloque con Adición de FB 10%</i>	
“REMIME”	139
<i>Cuadro 3.102 Porcentaje de Absorción – Bloque con Adición de FB 20%</i>	
“REMIME”	139
<i>Cuadro 3.103 Porcentaje de Absorción – Bloque con Adición de FB 30%</i>	
“REMIME”	140
<i>Cuadro 3.104 Porcentaje de Absorción – Bloque con Adición de FB 40%</i>	
“REMIME”	140
<i>Cuadro 3.105 Porcentaje de Absorción – Bloque con Adición de FB 50%</i>	
“REMIME”	140
<i>Cuadro 3.106 Porcentaje de Absorción – Bloque con Adición de CB 5%</i>	
“REMIME”	140
<i>Cuadro 3.107 Porcentaje de Absorción – Bloque con Adición de CB 10%</i>	
“REMIME”	141

<i>Cuadro 3.108 Porcentaje de Absorción – Bloque con Adición de CB 15%</i>	
“REMIME”	141
<i>Cuadro 3.109 Porcentaje de Absorción – Bloque con Adición de CB 20%</i>	
“REMIME”	141
<i>Cuadro 3.110 Porcentaje de Absorción – Bloque con Adición de FB 25%</i>	
“REMIME”	141
<i>Cuadro 3.111 Resistencia a Compresión – Bloque “HORMIBLOCK”</i>	145
<i>Cuadro 3.112 Resistencia a Compresión – Bloque “CONCRETEC”</i>	145
<i>Cuadro 3.113 Resistencia a Compresión – Bloque Patrón “REMIME”</i>	
14 días	146
<i>Cuadro 3.114 Resistencia a Compresión – Bloque Patrón “REMIME”</i>	
28 días	146
<i>Cuadro 3.115 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de FB 10%</i>	
“REMIME” 14 días	147
<i>Cuadro 3.116 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de FB 10%</i>	
“REMIME” 28 días	147
<i>Cuadro 3.117 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de FB 20%</i>	
“REMIME” 14 días	148
<i>Cuadro 3.118 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de FB 20%</i>	
“REMIME” 28 días	148
<i>Cuadro 3.119 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de FB 30%</i>	
“REMIME” 14 días	149

<i>Cuadro 3.120 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de FB 30%</i>	
“REMIME” 28 días	149
<i>Cuadro 3.121 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de FB 40%</i>	
“REMIME” 14 días	150
<i>Cuadro 3.122 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de FB 40%</i>	
“REMIME” 28 días	151
<i>Cuadro 3.123 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de FB 50%</i>	
“REMIME” 14 días	151
<i>Cuadro 3.124 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de FB 50%</i>	
“REMIME” 28 días	151
<i>Cuadro 3.125 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de CB 5%</i>	
“REMIME” 14 días	152
<i>Cuadro 3.126 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de CB 5%</i>	
“REMIME” 28 días	152
<i>Cuadro 3.127 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de CB 10%</i>	
“REMIME” 14 días	153
<i>Cuadro 3.128 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de CB 10%</i>	
“REMIME” 28 días	153
<i>Cuadro 3.129 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de CB 15%</i>	
“REMIME” 14 días	154
<i>Cuadro 3.130 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de CB 15%</i>	
“REMIME” 28 días	154
<i>Cuadro 3.131 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de CB 20%</i>	

“REMIME” 14 días	155
<i>Cuadro 3.132 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de CB 20%</i>	
“REMIME” 28 días	155
<i>Cuadro 3.133 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de CB 25%</i>	
“REMIME” 14 días	156
<i>Cuadro 3.134 Resistencia a Compresión – Bloque con Adición de CB 25%</i>	
“REMIME” 28 días	156
<i>Cuadro 4.1 Análisis Dimensional – Comparación de Resultados de las Dimensiones Principales y los Espesores</i>	157
<i>Cuadro 4.2 Análisis Dimensional – Comparación de Resultados de las Dimensiones de los Huecos, Áreas y Volúmenes</i>	158
<i>Cuadro 4.3 Peso Volumétrico – Comparación de Resultados de los Pesos Volumétricos</i>	159
<i>Cuadro 4.4 Peso Volumétrico – Comparación de Resultados de los Pesos Volumétricos en Bloques Patrón</i>	160
<i>Cuadro 4.5 Peso Volumétrico – Comparación de Resultados de los Pesos Volumétricos en Bloques con Adición de FB</i>	160
<i>Cuadro 4.6 Peso Volumétrico – Influencia del % de Adición de FB en el Peso Volumétrico de los Bloques</i>	161
<i>Cuadro 4.7 Peso Volumétrico – Comparación de Resultados de los Pesos Volumétricos en Bloques con Adición de CB</i>	161
<i>Cuadro 4.8 Peso Volumétrico – Influencia del % de Adición de CB en el Peso Volumétrico de los Bloques</i>	162

<i>Cuadro 4.9 Peso Volumétrico – Comparación de Resultados de los Pesos</i>	163
<i>Cuadro 4.10 Peso Volumétrico – Comparación del Peso entre Bloques</i>	
<i>Patrón</i>	163
<i>Cuadro 4.11 Peso Volumétrico – Comparación del Peso entre Bloque</i>	
<i>Patrón REMIME y Bloques con Adición de FB</i>	164
<i>Cuadro 4.12 Peso Volumétrico – Comparación de PV entre Bloque</i>	
<i>Patrón REMIME y Bloques con Adición de CB</i>	164
<i>Cuadro 4.13 Porcentaje de Absorción de Agua – Comparación de Resultados</i>	
<i>de los Porcentajes de Absorción de Agua</i>	165
<i>Cuadro 4.14 Porcentaje de Absorción – Comparación de Resultados del</i>	
<i>Porcentaje de Absorción en Bloques Patrón</i>	166
<i>Cuadro 4.15 Porcentaje de Absorción – Comparación de Resultados de</i>	
<i>los Porcentaje de Absorción en Bloques con Adición de FB</i>	166
<i>Cuadro 4.16 Porcentaje de Absorción – Influencia del % de Adición de</i>	
<i>FB en el Porcentaje de Adición de los Bloques</i>	167
<i>Cuadro 4.17 Porcentaje de Absorción – Comparación de Resultados del</i>	
<i>Porcentaje de Absorción en Bloques con Adición de CB</i>	167
<i>Cuadro 4.18 Porcentaje de Absorción – Influencia del % de Adición de</i>	
<i>CB en el Porcentaje de Adición de los Bloques</i>	168
<i>Cuadro 4.19 Porcentaje de Absorción – Comparación del % Abs. entre</i>	
<i>Bloques Patrón</i>	169
<i>Cuadro 4.20 Porcentaje de Absorción – Comparación del % Abs. entre</i>	
<i>Bloque Patrón REMIME y Bloques con Adición de FB</i>	169

<i>Cuadro 4.21 Peso Volumétrico – Comparación de PV entre Bloque Patrón</i>	
<i>REMIME y Bloques con Adición de CB</i>	170
<i>Cuadro 4.22 Resistencia a Compresión – Bloques Patrón</i>	171
<i>Cuadro 4.23 Resistencia a Compresión – Bloques con Adición de FB</i>	172
<i>Cuadro 4.24 Resistencia a Compresión – Bloques con Adición de CB</i>	173
<i>Cuadro 4.25 Resistencia a Compresión – Comparación de la fck. entre</i> <i>Bloques Patrón</i>	175
<i>Cuadro 4.26 Resistencia a Compresión – Comparación de la fck. entre</i> <i>Bloque Patrón REMIME y Bloques con Adición de FB</i>	176
<i>Cuadro 4.27 Resistencia a Compresión – Comparación de la fck entre</i> <i>Bloque Patrón REMIME y Bloques con Adición de CB</i>	177
<i>Cuadro 4.28 Comparación entre Mampostería con Ladrillo y con Bloque</i> <i>de Hormigón – Datos de las Piezas</i>	179
<i>Cuadro 4.29 Comparación entre Mampostería con Ladrillo y con Bloque</i> <i>de Hormigón – Datos del Mortero</i>	179
<i>Cuadro 4.30 Comparación entre Mampostería con Ladrillo y con Bloque</i> <i>de Hormigón – Cálculos para el Mortero</i>	180
<i>Cuadro 4.31 Comparación entre Mampostería con Ladrillo y con Bloque</i> <i>de Hormigón – Cálculos para las Piezas</i>	180
<i>Cuadro 4.32 Comparación entre Mampostería con Ladrillo y con Bloque</i> <i>de Hormigón – Cálculos para el Muro</i>	180
<i>Cuadro 4.33 Comparación entre Mampostería con Ladrillo y con Bloque</i> <i>de Hormigón – Alturas de Muro</i>	181

<i>Cuadro 4.34 Comparación entre Mampostería con Ladrillo y con Bloque de Hormigón – Comparación</i>	181
<i>Cuadro 4.35 Clasificación de Bloques – Datos Preliminares</i>	182
<i>Cuadro 4.36 Clasificación de Bloques – Según Categorías de la NB 1220035</i>	182
<i>Cuadro 4.37 Análisis Económico – Precios actualizados de los Materiales utilizados en Bloques</i>	183
<i>Cuadro 4.38 Análisis Económico – Cantidad de material en 1000 Bloques con adición de FB</i>	183
<i>Cuadro 4.39 Análisis Económico – Precio Total, Diferencia y Ganancias en Bloques con adición de FB</i>	184
<i>Cuadro 4.40 Análisis Económico – Cantidad de material en 1000 Bloques con adición de CB</i>	184
<i>Cuadro 4.41 Análisis Económico – Precio Total, Diferencia y Ganancias en Bloques con adición de CB</i>	185
<i>Cuadro 4.42 Análisis Ambiental – Cantidad de material en 1000 Bloques con adición de FB</i>	186
<i>Cuadro 4.43 Análisis Ambiental – Cantidad de material en 1000 Bloques con adición de CB</i>	186
<i>Cuadro 5.1 Conclusiones – Características de los Mejores Bloques con adición de FB</i>	189
<i>Cuadro 5.2 Conclusiones – Características de los Mejores Bloques con adición de CB</i>	192

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: NB 1220035 y NB 1220036	
Anexo 2: Ensayos Físicos y Químicos de la Ceniza de Bagazo	
Anexo 3: Ensayos de la Fibra y Ceniza de Bagazo	
Anexo 4: Caracterización de los Agregados	
Anexo 5: Dosificación de los Bloques	
Anexo 6: Determinación de las Propiedades Físico- Mecánicas en Bloques de Hormigón	
Anexo 7: Análisis Económico y Ambiental en bloques con adición de FB y CB...	