



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil.”

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO:

“ELABORACIÓN DE UN SUSTITUTO DEL LADRILLO DE BARRO, POR
UNO ELABORADO EN PIEDRA PÓMEZ Y MASILLA DE CEMENTO”

AUTOR: LUIS FABIÁN BRITO MANCERO

DIRECTOR: ING. TITO CASTILLO

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título:
“ELABORACIÓN DE UN SUSTITUTO DEL LADRILLO DE BARRO, POR UNO ELABORADO EN PIEDRA PÓMEZ Y MASILLA DE CEMENTO”,
presentado por: Luis Fabián Brito Mancero y dirigida por: Ing. Tito Castillo

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Diego Barahona R.
Presidente del Tribunal

Firma

Ing. Tito Castillo.
Director del Proyecto

Firma

Ing. Alberto Jaramillo
Miembro del Tribunal

Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Luis Fabián Brito Mancero, e Ing. Tito Castillo; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ingeniería que brindo todo el apoyo para la realización de esta investigación.

Al Ing. Oscar Cevallos, que facilitó las instalaciones del laboratorio de Ingeniería Civil, y por su ayuda incondicional para poder desarrollar el tema de investigación.

DEDICATORIA

El presente trabajo le quiero de dicar a Dios que me dio la fuerza necesaria para salir adelante en la vida estudiantil.

A mi madre, que con su esfuerzo y sacrificio diario logró que culminara con mis estudios.

A mis hermanas que siempre han estado a mi lado dándome el apoyo en los momentos difíciles

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	I
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XV
GLOSARIO Y ABREVIATURAS	XVIII
RESUMEN	XXI
SUMMARY	XXII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	2
A. ANTECEDENTES	2
B. CONCEPTOS TEÓRICOS	3
1. LADRILLOS.....	3
2. LADRILLOS MACIZOS	3
3. CLASIFICACIÓN DE LOS LADRILLOS MACIZOS.....	3
4. LADRILLO TIPO A	4
5. LADRILLO TIPO B.....	4
6. LADRILLO TIPO C.....	4
C. CONDICIONES GENERALES.....	4
1. MATERIA PRIMA	4
2. FABRICACIÓN.....	4
3. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL LADRILLO	5
4. MATERIA PRIMA	9
5. USOS	9
6. ENSAYOS QUE DEBEN REALIZAR A LOS LADRILLOS	9
a. Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	9
b. Ensayo de Absorción.....	10

c. Ensayo de aislamiento térmico.....	10
d. Aislamiento acústico.....	11
III METODOLOGÍA	12
A. TIPO DE ESTUDIO	12
1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN	12
B. POBLACIÓN Y MUESTRA	12
1. POBLACIÓN.....	12
2. MUESTRA:	13
C. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	13
1. VARIABLE INDEPENDIENTE:	13
2. VARIABLE DEPENDIENTE:	13
D. PROCEDIMIENTOS	14
E. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	14
III. RESULTADOS.....	17
A. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS A LOS PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCIÓN	17
1. POBLACIÓN.....	17
2. MUESTRA	17
3. GRADO DE UTILIZACIÓN DEL LADRILLO POR LOS PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCIÓN	18
4. PROCEDENCIA DEL MATERIAL QUE UTILIZAN LOS CONSTRUCTORES EN LA ELABORACIÓN DE SUS OBRAS	19
5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL LADRILLO	20
6.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	21
7. COMPORTAMIENTO DEL LADRILLO EN EL MERCADO	22
8. SOLUCIÓN DE LOS CONSTRUCTORES A LA ESCASEZ DEL LADRILLO	23

9. CONSIDERAR UN NUEVO PRODUCTO DE SUSTITUCIÓN AL LADRILLO	24
B. RESULTADO DE LAS ENTREVISTAS.....	25
2. ENTREVISTA A ÁNGEL GUAMÁN MIEMBRO DE LA ASOCIACIÓN CACIQUE ACHAMBA	26
3. ENTREVISTA A SEGUNDO CHOGLIO PAGUAY PRODUCTOR QUE NO ES AGREMIADO	28
4. ENTREVISTA A LUIS RICARDO CARANQUI PRODUCTOR DE LA ASOCIACIÓN SAN JUAN BAUTISTA.....	29
C. HISTÓRICO DE PRECIOS DEL LADRILLO DE CHAMBO EN LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS.	30
1. VARIACIÓN DEL PRECIO DEL LADRILLO EN EL AÑO 2006.....	30
2. VARIACIÓN DEL PRECIO DEL LADRILLO EN EL AÑO 2007	31
3. VARIACIÓN DEL PRECIO DEL LADRILLO EN EL AÑO 2008.....	32
4. VARIACIÓN DEL PRECIO DEL LADRILLO EN EL AÑO 2009.....	33
5. VARIACIÓN DEL PRECIO DEL LADRILLO EN EL AÑO 2010.....	34
D. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA ENCONTRAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO.	35
1. DIMENSIONES Y PESO DE LOS LADRILLOS	35
a. Dimensiones de largo ancho y espesor de los ladrillos a ensayar	35
b. Peso de las diferentes muestras del ladrillo	36
2. ENSAYO A LA COMPRESIÓN.....	38
a. Procedimiento del ensayo	38
b. Cálculos tipo	39
c. Resultado de los ensayos de compresión de los ladrillos	39
1) Fábrica 1	39
2) Fábrica 2	40
3) Fábrica 3	41
4) Fábrica 4	42
5) Fábrica 5	43

6) Fábrica 6	44
7) Fábrica 7	45
8) Fábrica 8	46
3. ABSORCIÓN DE HUMEDAD	47
a. Procedimiento de ensayo	48
b. Cálculos tipo	48
c. Resultado de los ensayos de absorción de los ladrillos	48
1) Fábrica 1	48
2) Fábrica 2	49
3) Fábrica 3	50
4) Fábrica 4	51
5) Fábrica 5	52
6) Fábrica 6	53
7) Fábrica 7	54
8) Fábrica 8	55
4. DENSIDAD EN LOS LADRILOS DE BARRO.....	56
a. Procedimiento de Ensayo.....	57
b. Cálculos tipo	57
c. Resultado de los ensayos de densidad de los ladrillos.....	57
1) Fábrica 1	57
2) Fábrica 2	58
3) Fábrica 3	59
4) Fábrica 4	60
5) Fábrica 5	61
6) Fábrica 6	62
7) Fábrica 7	63
8) Fábrica 8	64
5. ENSAYO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO.....	65
a. Ensayo de absorción de sonido	65
1) Procedimiento de Ensayo.	65

2) Resultado de los ensayos de Absorción de sonido.....	66
b. Ensayo de absorción de calor.....	66
1) Procedimiento de Ensayo.	66
2) Cálculos tipo	67
3) Resultado de los ensayos de Absorción de calor en los ladrillos.....	67
IV. DISCUSIÓN.....	68
A. DISCUSIÓN SOBRE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA A LOS PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCIÓN	68
B. DISCUSIÓN SOBRE LAS ENTREVISTAS A LOS PRODUCTORES DE LADRILLO DE CANTÓN CHAMBO	69
C. DISCUSIÓN SOBRE EL ÍNDICE DE PRECIOS DEL LADRILLO DEL INEN.	71
D. DISCUSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO SOBRE LA CALIDAD DEL LADRILLO	72
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
A. CONCLUSIONES.....	76
B. RECOMENDACIONES	78
VI. PROPUESTA.....	79
A. DISEÑO DEL HORMIGÓN LIGERO PARA ELABORACIÓN DEL BLOQUE MACIZO.	79
1. INTRODUCCIÓN.....	79
2. OBJETIVOS	80
a. General.	80
b. Específicos:	80
3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO –TÉCNICA.....	81
a. Procedimiento para la obtención de datos para el diseño de hormigón liviano.....	81
1) Colorimetría.....	81

a) Procedimiento de ensayo.	81
2) Granulometría.	82
a) Procedimiento de ensayo.	83
b) Cálculos típicos.	83
c) Granulometría característica de agregado fino.	84
d) Granulometría característica de agregado grueso.	85
3) Peso específico (agregado grueso).	86
a) Procedimiento De Ensayo.	87
b) Cálculos tipo.	87
c) Densidad característica de agregado grueso.	88
3) Peso específico (agregado fino).	88
a) Procedimiento De Ensayo.	89
b) Cálculos tipo.	90
c) Densidad característica de agregado fino.	90
4) Capacidad de absorción (agregado grueso y agregado fino).	91
a) Procedimiento De Ensayo.	91
b) Cálculos tipo.	92
c) Capacidad característica de absorción del Agregado Grueso.	92
d) Capacidad característica de absorción del Agregado Fino.	93
5) Masa unitaria suelta (agregado grueso y agregado fino).	93
a) Procedimiento De Ensayo.	94
b) Cálculos tipo.	94
c) Masa unitaria característica suelta de la piedra pómez.	95
d) Masa unitaria característica suelta del agregado fino.	96
6) Masa unitaria compactada (agregado grueso y agregado fino).	96
a) Procedimiento De Ensayo.	97
b) Cálculos tipo.	98
c) Masa unitaria característica compactada de la piedra pómez.	99
d) Masa unitaria característica compactada del agregado fino.	99
7) Densidad óptima.	100

a) Procedimiento De Ensayo.....	100
b) Cálculos tipo.	101
c) Densidad óptima de los agregados.....	102
8) Peso específico del cemento.....	102
a) Procedimiento De Ensayo.....	103
b) Cálculos típicos.....	103
c) Peso específico característico del cemento.....	104
9) Masa unitaria suelta del cemento.....	104
a) Procedimiento De Ensayo.....	105
b) Cálculos tipo.	105
c) Masa unitaria suelta característica del cemento.....	106
10) Masa unitaria compactada del cemento.....	107
a) Procedimiento De Ensayo.....	107
b) Cálculos tipo.	108
c) Masa unitaria compactada característica del cemento.....	109
11) Contenido de humedad (agregado grueso y agregado fino).....	109
a) Procedimiento De Ensayo.....	110
b) Cálculos tipo.	110
c) Contenido de humedad característico de la piedra pómez.....	111
d) Contenido de humedad característico de agregado fino.....	111
b. Preparación de la muestra.	112
1) Procedimiento De Ensayo.	112
a) Procedimiento de ensayo para el asentamiento.....	113
2) Procedimiento de llenado de los moldes.	114
c. Procedimiento de ensayo de compresión de las probetas.	115
d. Preparado de la mezcla.	116
e. Curado de los ladrillos.	116
f. Dosificaciones para la elaboración del sustituto del ladrillo.	117
1) Primera mezcla dosificación 1:3:6.....	117
a) Datos de la primera muestra.	117

b) Resultados del ensayo de compresión.....	118
c) Interpretación gráfica de la curva de compresión	118
2) Segunda mezcla dosificación 1:3:6.....	119
a) Datos de la segunda muestra.....	119
b) Resultados del ensayo de compresión.....	119
c) Interpretación gráfica de la curva de compresión	120
3) Tercera mezcla dosificación 1:2:4	120
a) Datos de la tercera muestra.....	120
b) Resultados del ensayo de compresión.....	121
c) Interpretación gráfica de la curva de compresión	121
4) Cuarta mezcla dosificación 1:1:3:5 más cal	122
a) Datos de la cuarta muestra.....	122
b) Resultados del ensayo de compresión.....	122
c) Interpretación gráfica de la curva de compresión	123
5) Quinta mezcla dosificación 1:2:4 con agregado fino cerro negro cernido.123	
a) Datos de la quinta muestra.....	123
b) Resultados del ensayo de compresión.....	124
c) Interpretación gráfica de la curva de compresión.....	124
6) Sexta mezcla dosificación con agregado fino cerro negro sin cernir 1:2:4.125	
a) Datos de la sexta muestra	125
b) Resultados del ensayo de compresión.....	125
c) Interpretación gráfica de la curva de compresión	126
7) Séptima mezcla dosificación 1:2:4 agregado fino cerro negro cernido. ...	126
a) Datos de la tercera muestra.....	126
b) Resultados del ensayo de compresión.....	127
c) Interpretación gráfica de la curva de compresión	127
8) Octava mezcla dosificación 1:2,5:3 agregado fino cerro negro cernido ...	128
a) Datos de la octava muestra	128
b) Resultados del ensayo de compresión.....	128
c) Interpretación gráfica de la curva de compresión	129

9) Novena mezcla dosificación 1:2:3 agregado fino cerro negro triturado ...	129
a) Datos de la Novena muestra.	129
b) Resultados del ensayo de compresión.	130
c) Interpretación gráfica de la curva de compresión	130
10) Decima mezcla dosificación 1:2:4 agregado fino cerro negro triturado.	130
a) Datos de la decima muestra	131
b) Resultados del ensayo de compresión.	131
c) Interpretación gráfica de la curva de compresión	131
11) Onceava mezcla dosificación 1:2:4 agregado fino cerro negro triturado.	
.....	132
a) Datos de la onceava muestra.....	132
b) Resultados del ensayo de compresión.	132
c) Interpretación gráfica de la curva de compresión.	133
4. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	134
a. Dosificación final	134
b. Dimensiones del ladrillo	135
El ladrillo elaborado tiene dimensiones estándar de 35X15X10 cm	135
c. Peso de las diferentes muestras del ladrillo	135
e. Comparación gráfica de las curvas de resistencia a la compresión.	139
f. Resistencia característica promedio	139
g. Gráfica de la curva de resistencia a la compresión característica.	140
h. Promedio de absorción	140
i. Porcentaje de Absorción promedio	141
j. Densidad promedio	141
k. Aislamiento Acústico y Térmico.....	142
l. Comparación de las características entre el ladrillo y el nuevo producto. ...	144
m. Ventajas y desventajas.....	144
1) Ventajas	144
2) Desventajas	145
n. Conclusión de la propuesta.	145

5. DISEÑO ORGANIZACIONAL.....	145
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	147
VIII. ANEXOS.....	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Factor k de acuerdo a número de ensayos.....	15
Tabla N° 2: Dimensiones de los diferentes ladrillos	35
Tabla N° 3: Pesos de los diferentes ladrillos.....	36
Tabla N° 4: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 1	39
Tabla N° 5: Resistencia característica Fabrica 1	40
Tabla N° 6: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 2	40
Tabla N° 7: Resistencia característica Fabrica 2	41
Tabla N° 8: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 3	41
Tabla N° 9: Resistencia característica Fabrica 3	42
Tabla N° 10: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 4	42
Tabla N° 11: Resistencia característica Fabrica 4	43
Tabla N° 12: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 5	43
Tabla N° 13: Resistencia característica Fabrica 5	44
Tabla N° 14: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 6	44
Tabla N° 15: Resistencia característica Fabrica 5	45
Tabla N° 16: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 7	45
Tabla N° 17: Resistencia característica Fabrica 7	46
Tabla N° 18: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 8	46
Tabla N° 19: Resistencia característica fábrica 8	47
Tabla N° 20: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 1	48
Tabla N° 21: Absorción característica fábrica 1	49
Tabla N° 22: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 2	49
Tabla N° 23: Absorción característica Fabrica 2.....	50
Tabla N° 24: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 3	50
Tabla N° 25: Absorción característica fábrica 3	51
Tabla N° 26: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 4	51
Tabla N° 27: Absorción característica fábrica 3	52
Tabla N° 28: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 5	52

Tabla N° 29: Absorción característica fábrica 5	53
Tabla N° 30: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 6	53
Tabla N° 31: Absorción característica Fabrica 6.....	54
Tabla N° 32: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 7	54
Tabla N° 33: Absorción característica Fabrica 7.....	55
Tabla N° 34: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 7	55
Tabla N° 35: Absorción característica fábrica 8	56
Tabla N° 36: Densidad de los ladrillos de la fábrica 1	57
Tabla N° 37: Densidad característica fábrica 1	58
Tabla N° 38: Densidad de los ladrillos de la fábrica 2	58
Tabla N° 39: Densidad característica fábrica 2.....	59
Tabla N° 40: Densidad de los ladrillos de la fábrica 3	59
Tabla N° 41: Densidad característica fábrica 3.....	60
Tabla N° 42: Densidad de los ladrillos de la fábrica 4	60
Tabla N° 43: Densidad característica fábrica 4.....	61
Tabla N° 44: Densidad de los ladrillos de la fábrica 5	61
Tabla N° 45: Densidad característica fábrica 5.....	62
Tabla N° 46: Densidad de los ladrillos de la fábrica 6	62
Tabla N° 47: Densidad característica fábrica 6.....	63
Tabla N° 48: Densidad de los ladrillos de la fábrica 7	63
Tabla N° 49: Densidad característica fábrica 7.....	64
Tabla N° 50: Densidad de los ladrillos de la fábrica 8	64
Tabla N° 51: Densidad característica fábrica 8.....	65
Tabla N° 52: Absorción de sonido del ladrillo.....	66
Tabla N° 53: Absorción de calor del ladrillo.	67
Tabla N° 54: Comparación de la resistencia según la norma INEN 294-1977-05 74	
Tabla N° 55: Comparación del porcentaje de absorción según la norma INEN 297-1977-05	74
Tabla N° 56 Granulometría del agregado fino	84
Tabla N° 57 Granulometría del Agregado Grueso	85

Tabla N° 58 Densidad característica del Agregado Grueso.....	88
Tabla N° 59 Densidad característica del Agregado Fino.....	90
Tabla N° 60 Capacidad de absorción característica del Agregado Grueso	92
Tabla N° 61 Capacidad de absorción característica del Agregado Fino.....	93
Tabla N° 62 Masa unitaria suelta característica del pómez	95
Tabla N° 63 Masa unitaria suelta característica del Agregado fino	96
Tabla N° 64 Masa unitaria compactada característica del pómez.....	99
Tabla N° 65 Masa unitaria compactada característica del Agregado fino.....	99
Tabla N° 66 Densidad óptima característica de los agregados	102
Tabla N° 67 Peso específico característico del cemento.	104
Tabla N° 68 Masa unitaria suelta característica del cemento.	106
Tabla N° 69 Masa unitaria compactada característica del cemento.	109
Tabla N° 70 Contenido de humedad característica del pómez.....	111
Tabla N° 71 Contenido de humedad característica del agregado fino.....	111
Tabla N° 72 Datos para la primera dosificación a estudiar.....	117
Tabla N° 73 Resultado del ensayo de compresión de la primera mezcla.	118
Tabla N° 74 Datos para la segunda dosificación a estudiar.....	119
Tabla N° 81 Resultado del ensayo de compresión de la segunda mezcla.	119
Tabla N° 76 Datos para la tercera dosificación a estudiar.	120
Tabla N° 77 Resultado del ensayo de compresión de la tercera mezcla.....	121
Tabla N° 78 Datos para la cuarta dosificación a estudiar.	122
Tabla N° 79 Resultado del ensayo de compresión de la cuarta mezcla.....	122
Tabla N° 80 Datos para la quinta dosificación a estudiar.	123
Tabla N° 81 Resultado del ensayo de compresión de la quinta mezcla.	124
Tabla N° 82 Datos para la sexta dosificación a estudiar.....	125
Tabla N° 83 Resultado del ensayo de compresión de la sexta mezcla.	125
Tabla N° 84 Datos para la séptima dosificación a estudiar.....	126
Tabla N° 85 Resultado del ensayo de compresión de la séptima mezcla.....	127
Tabla N° 86 Datos para la séptima dosificación a estudiar.....	128
Tabla N° 87 Resultado del ensayo de compresión de la octava mezcla.....	128

Tabla N° 88 Datos para la novena dosificación a estudiar.	129
Tabla N° 89 Resultado del ensayo de compresión de la novena mezcla.	130
Tabla N° 90 Datos para la decima dosificación a estudiar.	131
Tabla N° 91 Resultado del ensayo de compresión de la decima mezcla.	131
Tabla N° 92 Datos para la undécima dosificación a estudiar.....	132
Tabla N° 93 Resultado del ensayo de compresión de la undécima mezcla.	133
Tabla N° 94 Datos para la dosificación final.	134
Tabla N° 95: Pesos de los diferentes ladrillos.....	135
Tabla N° 96 Resistencia a la compresión de las probetas.....	138
Tabla N° 97 Resistencia promedio característica de los ensayo de compresión.	139
Tabla N° 98 Absorción característica promedio de 5 ladrillos.	140
Tabla N° 99 Absorción característica promedio de 5 ladrillos.	141
Tabla N° 100 Densidad característica promedio de 5 ladrillos.....	141
Tabla N° 101 Densidad característica promedio de 5 ladrillos.....	142
Tabla N° 102: Absorción de sonido del ladrillo sustituto.....	142
Tabla N° 103 Absorción de Calor en el ladrillo de pómez.	143
Tabla N° 104 Comparación entre el ladrillo y el nuevo producto.....	144

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfica N° 1 Forma de un ladrillo	3
Gráfica N° 2 Horno para la cocción del ladrillo.....	5
Gráfica N° 3 Extracción de la arcilla	5
Gráfica N° 4 Preparación de la pasta con aserrín y agua.....	6
Gráfica N° 5 Proceso de amasado de la pasta manual.....	6
Gráfica N° 6 Máquina para el proceso de amasado de la pasta.	7
Gráfica N° 7 Proceso de moldeado del ladrillo	7
Gráfica N° 8 Secado del ladrillo, tendido y por hileras	8
Gráfica N° 9 Proceso de cocción del ladrillo	8
Gráfica N° 10 Ensayo de resistencia a la compresión	9
Gráfica N° 11 Secado del ladrillo para el ensayo de absorción	10
Gráfica N° 12 Curva y función para obtener el valor de k	16
Gráfica N° 13 ¿Utiliza usted ladrillo en la construcción de sus obras?.....	18
Gráfica N° 14 ¿Los ladrillos que utiliza son elaborados en el cantón Chambo?..	19
Gráfica N° 15 ¿Cree usted que el tamaño del ladrillo fabricado en Chambo es el adecuado?.....	20
Gráfica N° 16 ¿Según su experiencia las características del ladrillo de Chambo son las adecuadas?	21
Gráfica N° 17 ¿Cree que existen suficientes ladrillos en el mercado durante todo el año?	22
Gráfica N° 18 ¿Soluciona usted la escasez del ladrillo con otro producto para el cumplimiento de sus obras de vivienda?.....	23
Gráfica N° 19 ¿Cree usted necesario la fabricación de un nuevo producto que sustituya al ladrillo de barro?	24
Gráfica N° 20 Variación del precio del ladrillo del año 2006.....	30
Gráfica N° 21 Variación del precio del ladrillo del año 2007.....	31
Gráfica N° 22 Variación del precio del ladrillo del año 2008.....	32
Gráfica N° 23 Variación del precio del ladrillo del año 2009.....	33

Gráfica N° 24 Variación del precio del ladrillo del año 2010.....	34
Gráfica N° 25 Cantidad de ladrillos por metro cuadrado	36
Gráfica N° 26 Ladrillo después del ensayo de compresión	38
Gráfica N° 27 Proceso de curado y secado del Ladrillo en el horno.....	47
Gráfica N° 28 Ensayo de densidad del ladrillo	56
Gráfica N° 29 Ensayo para conocer la capacidad de aislamiento acústico y térmico	65
Gráfica N° 30 Dispersión del largo de las muestras de ladrillo	72
Gráfica N° 31 Dispersión del ancho de las muestras de ladrillo	72
Gráfica N° 32 Dispersión del espesor de las muestras de ladrillo.....	73
Gráfica N° 33 Dispersión del peso de las muestras de ladrillo	73
Gráfica N° 34 Ensayo de colorimetría de los agregados	81
Gráfica N° 35 Serie de colores para identificar contenido orgánico	82
Gráfica N° 36 Ensayo de Granulometría	82
Gráfica N° 37 Curva granulométrica del Agregado Fino	85
Gráfica N° 38 Curva Granulométrica del Agregado Grueso	86
Gráfica N° 39 Preparación de la piedra pómez para el peso específico	86
Gráfica N° 40 Preparación del agregado fino para el peso específico	88
Gráfica N° 41 Preparación del agregado grueso y agregado fino para la capacidad de absorción.....	91
Gráfica N° 42 Preparación del agregado grueso y agregado fino para la Masa Unitaria Suelta	93
Gráfica N° 43 Preparación del agregado grueso y agregado fino para la Masa Unitaria Compactada	96
Gráfica N° 44 Preparación del agregado grueso y agregado fino para densidad óptima.....	100
Gráfica N° 45 Peso específico del cemento.	102
Gráfica N° 46 Masa unitaria suelta del cemento.....	104
Gráfica N° 47 Masa unitaria compactada del cemento.....	107
Gráfica N° 48 Contenido de humedad de agregado fino y grueso.....	109

Gráfica N° 49 Mezcla de los agregados para preparar la muestra.	112
Gráfica N° 50 Ensayo de asentamiento.	113
Gráfica N° 51 Proceso de llenado del molde.	115
Gráfica N° 52 Gráfica de la resistencia a la compresión de la primera mezcla. .	118
Gráfica N° 53 Gráfica de la resistencia a la compresión de la segunda mezcla. .	120
Gráfica N° 54 Gráfica de la resistencia a la compresión de la tercera mezcla....	121
Gráfica N° 55: Gráfica de la resistencia a la compresión de la cuarta mezcla. ..	123
Gráfica N° 56 Gráfica de la resistencia a la compresión de la quinta mezcla. ...	124
Gráfica N° 57 Gráfica de la resistencia a la compresión de la sexta mezcla.	126
Gráfica N° 58 Gráfica de la resistencia a la compresión de la séptima mezcla. .	127
Gráfica N° 59 Gráfica de la resistencia a la compresión de la octava mezcla. ...	129
Gráfica N° 60 Gráfica de la resistencia a la compresión de la novena mezcla. ..	130
Gráfica N° 61 Gráfica de la resistencia a la compresión de la decima mezcla. ..	132
Gráfica N° 62 Gráfica de la resistencia a la compresión de la undécima mezcla.	133
Gráfica N° 63 Cantidad de ladrillos por metro cuadrado	135
Gráfica N° 64 Ensayo de resistencia a la compresión.	138
Gráfica N° 65 Gráfica de la resistencia a la compresión de la de las diferentes probetas.	139
Gráfica N° 66 Gráfica de la resistencia característica a la compresión.	140
Gráfica N° 67 Organigrama funcional de la propuesta.....	146

GLOSARIO Y ABREVIATURAS

a	Área.
a/c	relación agua cemento
Af	Árido fino.
Ag	Árido Grueso.
b	Ancho.
CH	Contenido de humedad.
cm³	Centímetros cúbicos.
DC	Densidad del cemento
d	Densidad.
da	densidad aparente
dop	Densidad optima
fi- fm	diferencia de número de muestra por la muestra promedio
g	Gramos
h	Altura
HP	Humedad del pómez.
INEC	Instituto Nacional Estadísticas y Censos
IPCO	Índices de precios Histórico
i	es la precisión o error.
K	Factor de mayoración.
Kg	Kilogramos.
Li	Muestra de ladrillos.
LFi	Número de muestra de ladrillo de la fábrica.
m	Masa.
MAC	Masa árido compactado.
MAS	Masa unitaria suelta
Magr	Masa del agregado
Mf	Modulo de finura.

MIDUVI	Ministerio de urbanismo y vivienda.
ml	Mililitros.
MPa	Mega Pascales.
MPa/s	Mega Pascales por segundo.
mm	Milímetros.
Mreci	Masa del recipiente.
MCC	Masa compactada del cemento.
MSC	Masa suelta del cemento.
MUC	Masa unitaria compactada.
MUS	Masa unitaria suelta.
NaOH	Sosa cáustica.
N	Newton.
<i>N</i>	Tamaño de la muestra.
<i>n</i>	Tamaño de la población.
<i>P</i>	es la variabilidad positiva.
PAS	Promedio árido suelto.
PAC	Promedio árido Compactado.
PCC	Promedio compactado del cemento
Pi	Número de peso.
<i>Pf</i>	Fuerza de rotura.
Prom	Promedio.
Prom Real	Promedio Real.
PSC	Promedio suelto del cemento.
Q	Variabilidad negativa.
S	Desviación estándar.
SSS	Superficie saturada seca
TN	Tamaño nominal.
U	Unidad.
V	Volumen.

Z	Nivel de confianza.
% Abs	Porcentaje de Absorción.
δF	Esfuerzo a la compresión.

RESUMEN

El proceso de elaboración artesanal del ladrillo, la materia prima que se utiliza en su fabricación, las condiciones en las que se realiza el proceso la cocción, el uso de madera como combustible, las condiciones climáticas, son la principales causas que afectan la calidad del ladrillo a más que no existe una cultura de control de calidad en el producto ya terminado, es por eso, que varios profesionales de la construcción no se encuentran conformes con los ladrillos fabricados en el cantón Chambo.

Ésta investigación se la realizo en el Cantón Chambo de la provincia de Chimborazo y en el Laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo durante el año 2010.

El objetivo general de ésta investigación es conocer las deficiencias en la calidad que tiene el ladrillo, para el efecto se investigaron, el nivel de aceptabilidad del ladrillo dentro de los profesionales de la construcción, El sentir de los productores de ladrillo por lo que el producto tiene deficiencias y qué normas técnicas incumple el producto que le afectan a la calidad del mismo.

Se sospecha que la deficiencia en la calidad del ladrillo de Chambo depende de los procesos de producción artesanal, proceso de elaboración que se han sido transmitidos en forma hereditaria de generación en generación, desde la época de la colonia. Se desea dar una alternativa nueva la cual cubra las deficiencias de la calidad del ladrillo de barro, para que los consumidores de este producto se sientan conformes al dar uso a un nuevo producto.

SUMMARY

The process of craft elaboration, the raw material that is used in his manufacturing, the conditions of the cooking process, the wooden use like fuel, the weather conditions, are the main causes to affected the quality of the brick, in addition does not exist a culture of quality control in the product finished off, for this reason, many professionals of the construction is professionals are find in agreeable with the bricks manufactured in Chambo town.

This investigation was realized in Chambo town Chimborazo province and in the Laboratory of Civil Engineering of National University of Chimborazo during 2010.

The general objective of this investigation is knowing the deficiencies of the quality of the brick, for that effect the survey was made about, the level of acceptability of the brick inside the professionals of the construction, feeling of the producers of brick and this product has deficiencies and disobeys technical standards of the product that are affected to the quality of their product.

It is suspected that deficiency in the quality of Chambo's brick depends on the processes of craft production, process of elaboration have been transmitted in hereditary form from father to son, from cologne era. The wish is to give a new alternative which cover up the deficiencies of the quality of the mud brick, in order that the consumers of this product feel satisfied when use give a new product.

I. INTRODUCCIÓN

En la provincia Chimborazo, la construcción de vivienda se ha basado en la elaboración de mampostería, hecha con ladrillos de barro cocido producido en el cantón Chambo, que es una de las principales actividades económicas de dicho sector. La elaboración de los ladrillos se la realiza en forma artesanal por medianos y pequeños productores desde la época de la colonia.

Por la utilización de tierra cultivable como materia prima en la elaboración de ladrillos, además, de la lamentable oferta y el crecimiento en la demanda del producto, ha hecho esto que incremente su precio y disminuya la calidad en su proceso de fabricación, reflejándose en la reducción del tamaño, haciéndolo más irregular, lo que ha elevado el precio en la construcción de las mamposterías, por lo que se necesita más cantidad de ladrillos por metro cuadrado, al igual que se emplea más material en la realización de los enlucidos. Sumándole que por el uso de tierra cultivable esto le ocasiona un daño permanente al suelo del cantón Chambo. A más que debido al bajo nivel tecnológico y a la ineficiencia de los hornos que se emplean en estas fábricas, se utilizan en la cocción de los ladrillos grandes volúmenes de leña, lo que trae como consecuencia la deforestación. La leña es el combustible más utilizado por los productores artesanales en las fábricas pequeñas y medianas, lo cual influye en la baja oferta del producto en el mercado en época de invierno, incidiendo de esta forma en su precio.

La presente investigación va encaminada a ver cuáles son las falencias del ladrillo para que disminuya su calidad, y tenga una gran variabilidad en su precio. Para poder dar nuevas alternativas, en la elaboración de mampostería para edificaciones.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A. ANTECEDENTES

Chambo está ubicado a 8 Km. de la ciudad de Riobamba, capital de la provincia de Chimborazo, a las faldas de los Montes Quilimás y Cubillínes de la Cordillera Oriental, a orillas del río que lleva su nombre. Tiene un clima benigno que favorece a la producción agrícola.

Cabecera cantonal: la ciudad de Chambo.

Fecha de Cantonización: 18 de Marzo de 1988

Altitud: va desde los 2.400 a 4.730m., límite de las nieves perpetuas de los Cubillínes.

Ubicación: El cantón se localiza en las siguientes coordenadas geográficas 01^a 42' 32" de latitud Sur y 78^a 35'32" de longitud occidental.

Población:

Urbana: 4,672hab.

Rural: 6,769hab.

Temperatura: 13°C

Parroquias Urbanas: Chambo.

Parroquias Rurales: Chambo.

Limites:

Norte: con la quebrada de Puchulcahuán.

Sur: el río Daldal, afluente del río Chambo, y las parroquias Pungalá y Licto del cantón Riobamba.

Este: la provincia de Morona Santiago que se halla al otro lado de la cordillera central de los Andes

Oeste: el río Chambo, parroquia San Luis y Licto

Noroeste: con el cantón Riobamba.

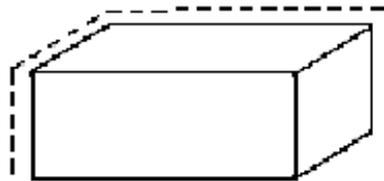
Superficie: Posee 161.1 km² que representan el 2.5% de la superficie de la provincia de Chimborazo. A pesar de contar con una superficie pequeña, su

importancia radica en la ubicación geográfica, en la diversidad de pisos climáticos y en la rica producción. En Chambo existen cinco asociaciones de ladrilleros distribuidos de la siguiente forma: Asociación “Señor de la justicia”, con 42 miembros; Asociación de ladrilleros “El Chambeñito”, con 32 miembros; Asociación “Casique Ychamba”, con 29 miembros; Asociación de “Artesanos de Chambo”, con 58 miembros; Asociación con 39 miembros.

B. CONCEPTOS TEÓRICOS

1. LADRILLOS.

“Es una pieza de arcilla moldeada y cocida, en formado paralelepípedo o prisma regular, que se emplea en albañilería”- Norma INEN 293-1977-05.¹



Gráfica N° 1 Forma de un ladrillo

Fuente: Howtopedia - español

2. LADRILLOS MACIZOS

“Es el ladrillo fabricado a mano o a máquina sin perforaciones en su interior, o con perforaciones celulares que pueden llegar hasta el 20% de su volumen.” Norma INEN 293-1977-05.¹

3. CLASIFICACIÓN DE LOS LADRILLOS MACIZOS

“Los ladrillos macizos se clasifican en tres tipos: tipo A, Tipo B, Tipo C.” Norma INEN 293-1977-05.¹

¹ Anexo 1: Normas INEN para Ladrillos

4. LADRILLO TIPO A

“Será ladrillo reprensado, de color rojizo uniforme, con ángulos rectos y aristas rectas. No tendrá manchas, eflorescencias, quemados ni desconchados aparentes en caras y aristas” Norma INEN 297-1977-05.¹

5. LADRILLO TIPO B

“Será ladrillo de máquina, de color rojizo, con ángulos rectos y aristas rectas, diferenciándose del tipo A en que puede tener pequeñas imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 5mm” Norma INEN 297-1977-05.¹

6. LADRILLO TIPO C

“Será semejante al tipo B, diferenciándose de él en que, además, ser fabricado a mano y tener imperfecciones en sus exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 8mm” Norma INEN 297-1977-05.¹

C. CONDICIONES GENERALES.

1. MATERIA PRIMA

“Los ladrillos deben fabricarse de arcilla o tierra arcillosa, a veces con adición de otros materiales, de suficiente plasticidad o consistencia para que puedan tomar forma permanente y secarse sin presentar grietas, nódulos o deformaciones. No debe contener material que pueda causar eflorescencia de carácter destructivo o manchas permanente en el acabado” Norma INEN 293-1977-05.¹

2. FABRICACIÓN

Los ladrillos se fabrican por el procedimiento de cocción al rojo, a una temperatura mínima de 800°C. Una vez cocidos, deben tener una masa homogénea de resistencia uniforme. Deben tener un color rojizo, cuando se golpean con un material duro, deben emitir un sonido metálico” Norma INEN 293-1977-05.¹

¹ Anexo 1 Normas INEN para Ladrillos



Gráfica N° 2 Horno para la cocción del ladrillo

Elaborado por: Luis Brito

3. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL LADRILLO

El proceso de producción del ladrillo de barro consta de los siguientes pasos:

a. Extracción de la materia prima

Los depósitos de arcillas se encuentran en las tierras agrícolas, en las tierras cercanas a los ríos o cercanas a las colinas. Se realiza excavación manual a una profundidad no mayor a dos metros. Aunque en algunas ocasiones se ha realizado extracción por medios mecánicos, llegando a obtener mayor profundidad de excavación.



Gráfica N° 3 Extracción de la arcilla

Elaborado por: Luis Brito

b. Preparación de la pasta:

Una vez obtenida la materia prima, se procede a realizar un amasado con agua y como desgrasante arena, ceniza de procedencia vegetal, aserrín o carbón. Posteriormente se procede a triturar esta masa mediante el pisoteo de animales o molinos de cilindro o rulos. Por medio de suspensión en agua se separa la arcilla de productos no deseados como productos vegetales, arenas etc.



Gráfica N° 4 Preparación de la pasta con aserrín y agua

Elaborado por: Luis Brito

c. Amasado

Este proceso se lo realiza en las eras de manera rustica mediante el pisado de caballos o ganados, mediante rastrillos se va homogenizando la pasta de arcilla hasta obtener la consistencia deseada. En algunas fábricas emplean molino cilíndrico de rastrillos giratorios que agilitan este proceso. En este paso se coloca aserrín que va a servir en el proceso de cocción.



Gráfica N° 5 Proceso de amasado de la pasta manual.

Elaborado por: Luis Brito



Gráfica N° 6 Máquina para el proceso de amasado de la pasta.

Elaborado por: Luis Brito

d. Moldeado:

Una vez obtenida la pasta de arcilla se procede a colocar en moldes de madera llamados gradillas, el operario hace presión de la masa con la mano y con un rasero elimina el exceso de material. El molde o gradilla debe tener mayores dimensiones ya que en el proceso de secado y cocción sufre una contracción lineal de 1/10 al 1/17 de su volumen original.



Gráfica N° 7 Proceso de moldeado del ladrillo

Elaborado por: Luis Brito

e. Desecado

Este proceso tiene por objeto de eliminar el agua que se utilizó en el amasado, este paso se lo realiza por exposición al ambiente de manera lenta y gradual para evitar resquebrajaduras. Primero se tiende el ladrillo de plano durante 2 días, luego se coloca de canto, posteriormente se coloca apoyados de dos en dos por dos aristas y finalmente se apilan al cabo de 2 o tres días formando rejales de cinco o seis hiladas.



Gráfica N° 8 Secado del ladrillo, tendido y por hileras

Elaborado por: Luis Brito

f. Cocción:

En este proceso se le somete al fuego a la arcilla moldeada y seca llevándolo a una vitrificación adecuada. El calor de los hornos se lo va incrementando progresivamente, que es lo que le va dando las principales características a la masa, y evitar el agrietamiento del mismo.



Gráfica N° 9 Proceso de cocción del ladrillo

Elaborado por: Luis Brito

4. MATERIA PRIMA

La arcilla con la que se elabora los ladrillos es un material sedimentario de partículas muy pequeñas de silicatos hidratados de alúmina, además de otros minerales como el caolín, la montmorillonita y la illita. Se considera el adobe como el precursor del ladrillo, puesto que se basa en el concepto de utilización de barro arcilloso para la ejecución de muros, aunque el adobe no experimenta los cambios físico-químicos de la cocción. El ladrillo es la versión irreversible del adobe, producto de la cocción a altas temperaturas.

5. USOS

Los ladrillos son utilizados en construcción en cerramientos, fachadas y particiones. Se utiliza principalmente para construir muros o tabiques. Aunque se pueden colocar *a hueso*, lo habitual es que se reciban con mortero. La disposición de los ladrillos en el muro se conoce como aparejo, existiendo gran variedad de ellos.

6. ENSAYOS QUE DEBEN REALIZAR A LOS LADRILLOS

a. Ensayo de Resistencia a la Compresión

“Se basa en la aplicación de una carga progresiva de compresión a una muestra de ladrillo, hasta determinar su resistencia máxima admisible”. Norma INEN 294-1977-05.¹



Gráfica N° 10 Ensayo de resistencia a la compresión

Elaborado por: Luis Brito

¹ Anexo 1 Normas para Ladrillos

b. Ensayo de Absorción

“Es determinar la masa de una muestra de ladrillo antes y después de ser sumergida en agua, estableciéndose la diferencia entre las dos masas como base para conocer el valor de la absorción de la humedad”. Norma INEN 296-1977-05.¹



Gráfica N° 11 Secado del ladrillo para el ensayo de absorción

Elaborado por: Luis Brito

c. Ensayo de aislamiento térmico.

El aislamiento térmico no es otra cosa que la resistencia al paso de calor, es decir, el valor recíproco de la conductancia técnica.

La capacidad calorífica de un cuerpo es el cociente entre la cantidad de energía calorífica transferida a un cuerpo o sistema en un proceso cualquiera y el cambio de temperatura que experimenta. En una forma menos formal es la energía necesaria para aumentar 1 K la temperatura de una determinada cantidad de una sustancia, (usando el SI). Indica la mayor o menor dificultad que presenta dicho cuerpo para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor. Puede interpretarse como una medida de inercia térmica. Es una propiedad extensiva, ya que su magnitud depende, no solo de la sustancia, sino también de la cantidad de materia del cuerpo o sistema; por ello, es característica de un cuerpo o

¹ Normas INEN para Ladrillos

sistema particular. Por ejemplo, la capacidad calorífica del agua de una piscina olímpica será mayor que la de un vaso de agua. En general, la capacidad calorífica depende además de la temperatura.

d. Aislamiento acústico.

Esta es la propiedad de un determinado material de poner más o menos resistencia al paso de una onda sonora a través de él.

El ensayo consiste básicamente en emitir mediante un generador de audio frecuencia una onda sonora de intensidad y frecuencia conocida, un parlante amplificador la hace incidir sobre la probeta en estudio y se mide la intensidad de la onda transmitida a través de ella. La diferencia de intensidad entre la onda incidente y a onda transmitida nos da la atenuación acústica del material.

III METODOLOGÍA

A. TIPO DE ESTUDIO

1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

Método de investigación.- En la presente investigación se aplicará el método deductivo, ya que a partir de los datos generalizados de elaboración del ladrillo, se pasará a la interpretación sobre la calidad de los mismos.

Tipo de Investigación.- Documental, experimental, descriptivo.

Documental: Porque se recopilará datos informativos acerca de la elaboración del ladrillo en Chambo, y el grado de aceptación del producto.

Experimental: Se va a realizar una serie de ensayos para obtener datos necesarios y conocer la calidad del producto fabricado en Chambo.

Descriptivo: Porque se debe explicar los procedimientos que se van a utilizar en la recolección de datos del método de elaboración del ladrillo de barro, la variabilidad en su costo, y el grado de aceptación del producto en el campo de la construcción.

B. POBLACIÓN Y MUESTRA

1. POBLACIÓN

Existen 200 productores de ladrillos en el cantón Chambo, se procedió a determinar la muestra correspondiente para realizar los ensayos como determina la norma.

2. MUESTRA:

Para determinar la población se utilizó la siguiente fórmula:

$$N = \frac{Z^2 P Q}{(i^2(n - 1) + (Z^2 P Q))}$$

$$N = 8$$

donde:

N es el tamaño de la muestra. De 8 ladrilleras se estudiarán las características principales de su producto.

n es el tamaño de la población 200 fábricas

Z es el nivel de confianza: su valor para este caso se tomará de 1.96

P es la variabilidad positiva; 90%

Q es la variabilidad negativa; 10%

i es la precisión o error. 0.2

De acuerdo a la muestra establecida se analizará el producto de las 8 fábricas, de cuales se tomará 5 unidades como determina la norma INEN 254 (Anexo 11), para determinar: resistencia a la compresión, absorción de humedad, y densidad.

C. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

1. VARIABLE INDEPENDIENTE:

Metodología de elaboración del ladrillo

2. VARIABLE DEPENDIENTE:

Calidad del ladrillo

D. PROCEDIMIENTOS

De acuerdo a la investigación que se está desarrollando, se realiza encuestas a los profesionales que se dedican al campo de la construcción de viviendas de la provincia de Chimborazo, para saber su opinión acerca de una de las materias primas que utilizan; conocer si están conformes o no con sus principales características, con su precio y el comportamiento del producto en el mercado local.

Entrevista a los productores de ladrillos del cantón Chambo para conocer por el lado del productor las dificultades que tiene al fabricar el ladrillo, los pros y contras desde el lado del fabricante y ensayos de resistencia a la compresión, densidad, absorción de humedad en el laboratorio de la escuela de Ingeniería Civil.

Las técnicas que utilizo son la observación y experimentación, se recopilaron todos los resultados mediante informes tabulados en una hoja de cálculo para su debida interpretación.

E. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Se recopilara información primaria mediante encuestas para ver la aceptación del ladrillo entre los constructores, según la muestra establecida anteriormente, se aplicó las encuestas a los profesionales de la construcción, luego la información obtenida se tabuló para la correspondiente interpretación gráfica y análisis teórico.

Se tomo información primaria a los productores del ladrillos mediante entrevistas en varias fábricas, además se recolectó información en la Municipalidad del cantón y en varias entidades que han realizados estudios sobre la producción del ladrillo y sus consecuencias.

Análisis de precios por medio de fuentes secundarias de información se obtendrá los índices de precios de los últimos 5 años.

Se realizará ensayos de laboratorio para obtener la calidad del ladrillo fabricado en el cantón Chambo. Cada uno de los resultados se tabularan y mediante procesos estadísticos se obtendrán los resultados para la apreciación de las pruebas realizadas y se representaran en gráficas para su análisis

1.- Cálculo del promedio general X.

$$X = \frac{\sum x_i}{N}$$

2.- Cálculo de la Desviación Estándar δ .

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum x_i - \frac{\sum x_i}{N}}{N-1}}$$

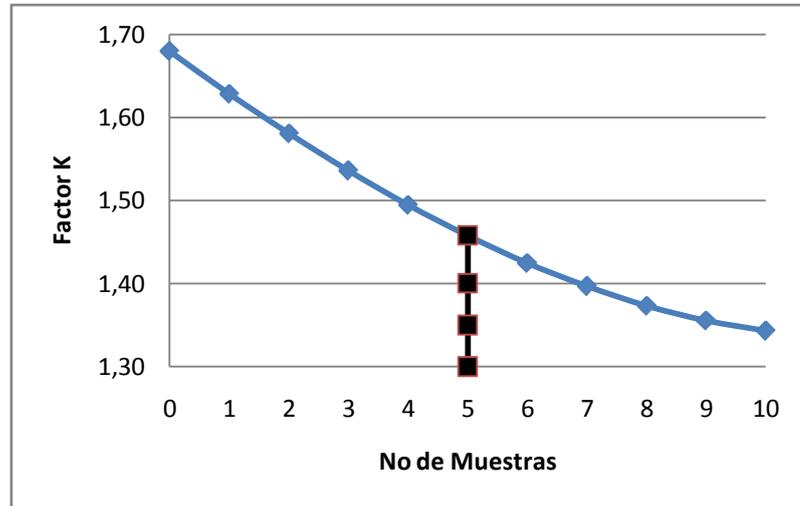
3.- Cálculo del factor k de mayoración

Tabla N° 1: Factor k de acuerdo a número de ensayos

Número total de ensayos Considerados	Factor k para incrementar la desviación estándar
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 o más	1

Fuente: Norma INEN 1855-2:2002

Se requiere un factor (k) de mayoración, cuyos números de ensayos están fuera del rango tabulado se calcula mediante la siguiente curva:



Gráfica N° 12 Curva y función para obtener el valor de k

Elaborado por: Luis Brito

4.- Se obtiene el promedio real, mediante la siguiente fórmula.

$$f'c = f'_{cr} - 1,34 * k * \delta$$

Donde:

X = \bar{f}_{cr} . Promedio general de los ensayos

x_i Son los resultados de cada ensayo

N Es el total de ensayos

δ Desviación estándar

K Factor de mayoración

III. RESULTADOS

A. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS A LOS PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCIÓN

Esta primera parte de la investigación va encaminada a recoger criterios de los profesionales en la construcción, acerca del uso del ladrillo en la elaboración de sus obras de vivienda. Se desea despejar las interrogantes como el nivel de uso del producto, el criterio de los profesionales acerca de las características físicas y técnicas, los posibles problemas que los constructores tienen al emplear el ladrillo como materia prima en la fabricación de mampostería, y los conflictos que se tiene en el mercado.

1. POBLACIÓN

La población que se va a tomar en cuenta son los profesionales afiliados a la Cámara de la Construcción que son 637 miembros.

2. MUESTRA

Según la población anterior se empleará la siguiente fórmula determinar el número de encuestas a realizar los profesionales.

$$N = \frac{Z^2 P Q}{(i^2(n - 1) + (Z^2 P Q))}$$

$$N = 56 \text{ profesionales}$$

N es el tamaño de la muestra. De 56 profesionales se estudiarán las características principales de su producto.

n es el tamaño de la población 637 profesionales de la construcción

Z es el nivel de confianza: su valor para este caso se tomará de 1.96

P es la variabilidad positiva; 80%

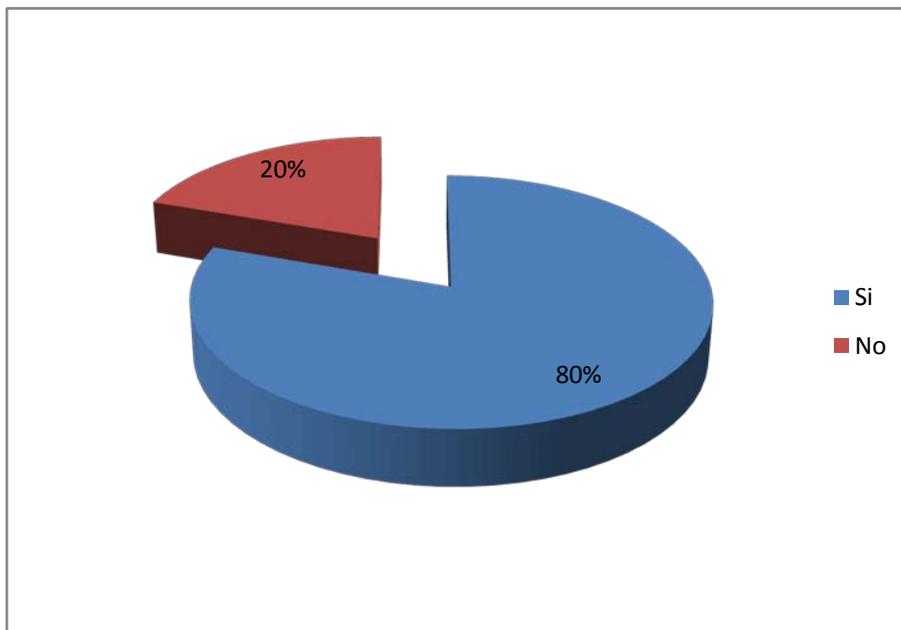
Q es la variabilidad negativa; 10%

i es la precisión o error. 0.1

Objetivo.- Determinar si los constructores están satisfechos con el ladrillo existente en el mercado¹.

3. GRADO DE UTILIZACIÓN DEL LADRILLO POR LOS PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCIÓN

Se desea conocer el grado de utilización del ladrillo por los profesionales de la construcción en la provincia de Chimborazo.



Gráfica N° 13 ¿Utiliza usted ladrillo en la construcción de sus obras?

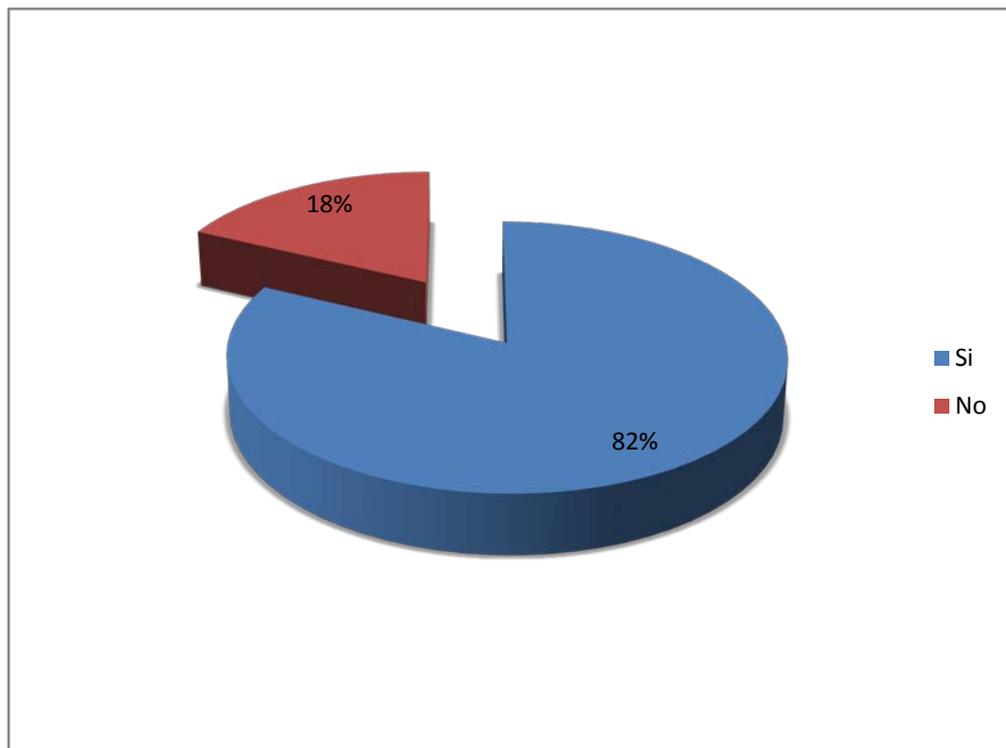
Elaborado por: Luis Brito

¹ Anexo 2 Encuesta

ANÁLISIS: Al consultar a los constructores sobre la materia prima para la ejecución de sus obras el 80% de los encuestados afirman que utilizan el ladrillo. Mientras que el 20% utiliza otro material. Esto quiere decir que 45 del los 56 profesionales encuetados usan al ladrillo como materia prima para la elaboración de las obas de vivienda.

4. PROCEDENCIA DEL MATERIAL QUE UTILIZAN LOS CONSTRUCTORES EN LA ELABORACIÓN DE SUS OBRAS

Se desea conocer la procedencia de la materia prima empleada por los constructores en las obras



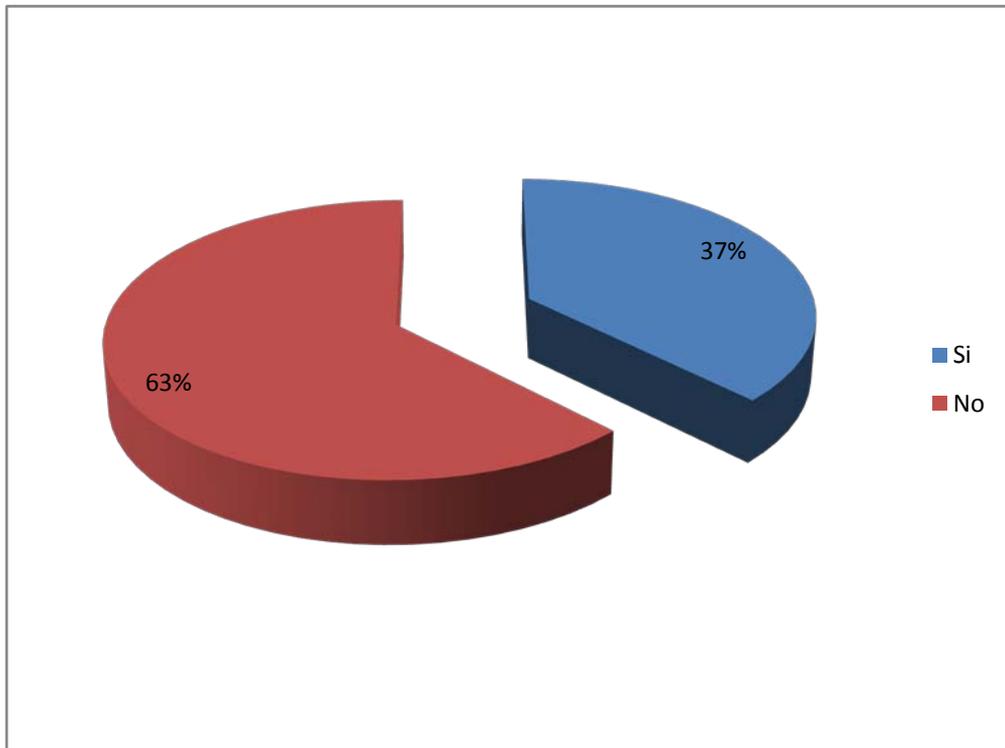
Gráfica N° 14 ¿Los ladrillos que utiliza son elaborados en el cantón Chambo?

Elaborado por: Luis Brito

ANÁLISIS: El 82% de los constructores utilizan el ladrillo producido en Chambo que son 46 profesionales del total de encuestados. Mientras que el 18% no utiliza esta materia prima. Esto nos quiere decir que 8 de cada 10 profesionales

emplean dicho producto como materia prima en la elaboración de sus mampuestos.

5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL LADRILLO

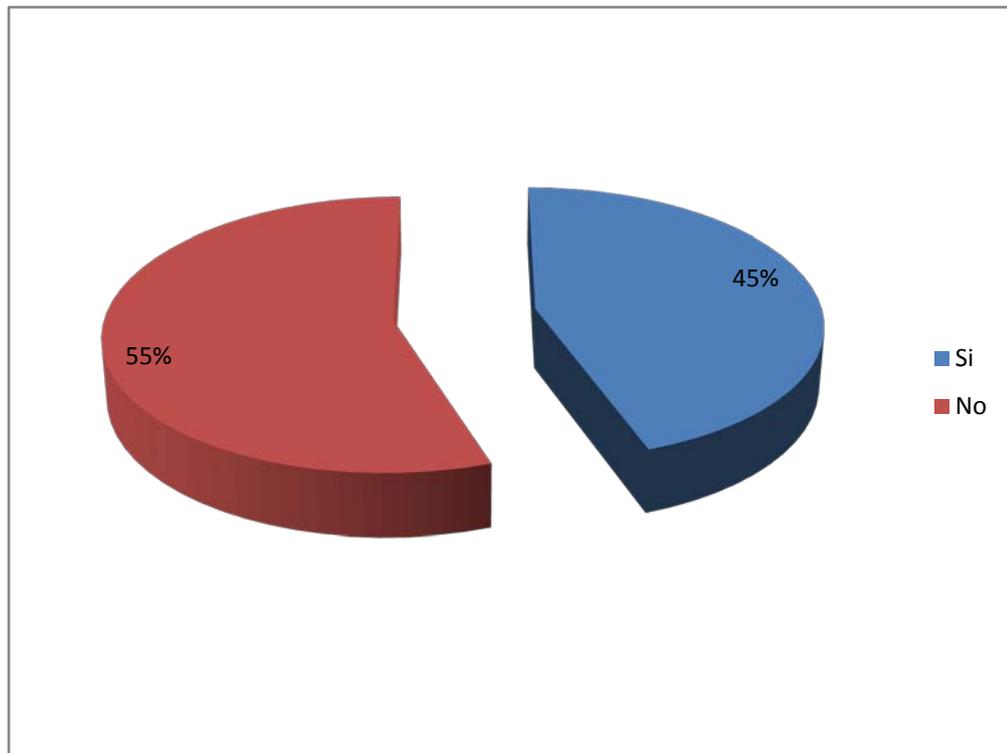


Gráfica N° 15 ¿Cree usted que el tamaño del ladrillo fabricado en Chambo es el adecuado?

Elaborado por: Luis Brito

Análisis: Con respecto a si están conformes con el tamaño del ladrillo tenemos que 21 de los 56 encuetados están conformes con el tamaño, que es un 37% de los encuetados. Pero 35 personas están inconformes con el mismo, esto es un 63% de profesionales de la construcción. Encontrándose disconformidades en el ladrillo

6.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

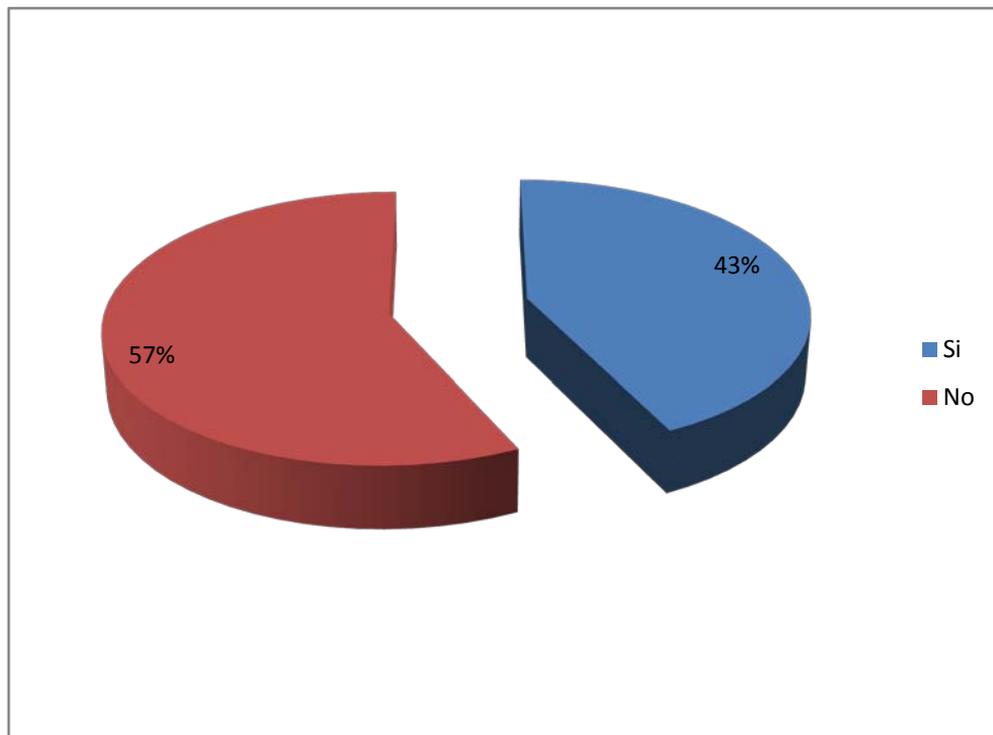


Gráfica N° 16 ¿Según su experiencia las características del ladrillo de Chambo son las adecuadas?

Elaborado por: Luis Brito

Análisis: Del total de los profesionales encuestados 25 profesionales, que es el 45% están conformes con las características del ladrillo. El 55% que son 31 constructores, encuentra falencias en las características

7. COMPORTAMIENTO DEL LADRILLO EN EL MERCADO

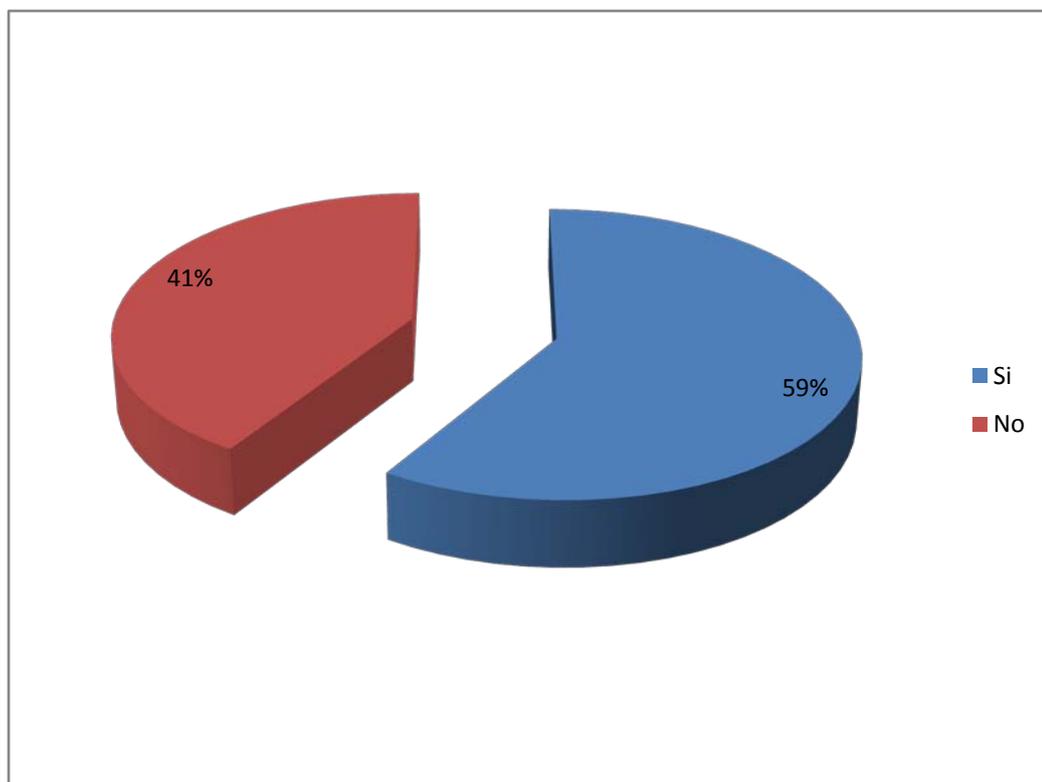


Gráfica N° 17 ¿Cree que existen suficientes ladrillos en el mercado durante todo el año?

Elaborado por: Luis Brito

Análisis: De acuerdo con los resultados de la encuesta, 24 encuestados que representa el 43% afirman tener suficiente materia prima. Mientras que 32 encuestados que es el 57% no encuentran el producto en el mercado por diferentes causas, en ciertas temporadas. Más de la mitad de los encuestados tienen conflictos en encontrar suficiente producto en el mercado.

8. SOLUCIÓN DE LOS CONSTRUCTORES A LA ESCASEZ DEL LADRILLO

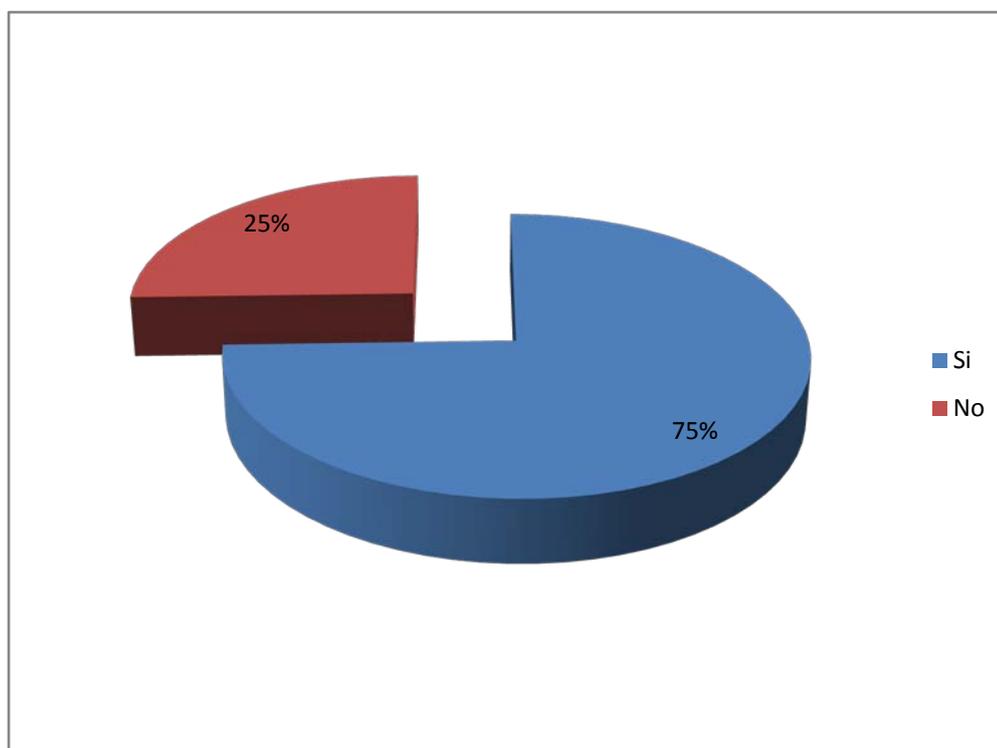


Gráfica N° 18 ¿Soluciona usted la escasez del ladrillo con otro producto para el cumplimiento de sus obras de vivienda?

Elaborado por: Luis Brito

Análisis: De acuerdo por lo contestado por los encuestados 33 profesionales que representa el 59%, afirman que solucionan la escasez del ladrillo con otro producto. En cambio que 23 encuestados que representa el 41% del total dicen que utilizan de preferencia el ladrillo. Esto significa que los profesionales de la construcción buscan alternativas al uso del ladrillo en caso de escasez.

9. CONSIDERAR UN NUEVO PRODUCTO DE SUSTITUCIÓN AL LADRILLO



Gráfica N° 19 ¿Cree usted necesario la fabricación de un nuevo producto que sustituya al ladrillo de barro?

Elaborado por: Luis Brito

Análisis: Según lo recopilado en la encuesta 41 personas que representa el 75%, están de acuerdo con un nuevo producto que reemplace al ladrillo. Y 15 encuestados que representa el 25 %, seguirán utilizando al ladrillo como materia prima. Esto significa que 3 de cada 4 constructores están dispuestos a utilizar un nuevo producto que sustituya al ladrillo.

B. RESULTADO DE LAS ENTREVISTAS

Se realizó un análisis de campo, acercándose a los productores de ladrillo a lo cual manifestaron su inconformidad con cualquier tipo de investigación acerca del tema, ya que se han desarrollado varios proyectos que van en contra a la forma artesanal de elaboración del ladrillo, que según los mismos les ha perjudicado sobre todo en sus ingresos económicos, a demás manifestaron que no han recibido algún beneficio de estos estudios.

1. ENTREVISTA A FERNANDO IGCHILEMA MIEMBRO DE LA ASOCIACIÓN SEÑOR DE LA JUSTICIA¹

¿Cómo aprendió a realizar el ladrillo?

Yo trabajaba desde pequeño con mis abuelos, mis padres y mis tíos, trabajábamos para los señores Donoso que tenían una fábrica de ladrillos y tejas, y yo me dedicaba a llevar el material batido para que ponga en los moldes, también ayudaba en el proceso de llenado del horno y cuando se cargaba el carro para llevar a la venta, así poco a poco se fue aprendiendo hasta hoy tener mi propio horno.

¿Ha realizado alguna modificación de la forma que aprendió la elaboración del ladrillo?

No, realizo de la misma forma que aprendí ya hace algunos años

¿Cuáles son los problemas que han tenido en elaboración del ladrillo, qué ha hecho que se incremente el precio del producto?

Los precios de la tierra, ya que antes se la conseguía gratis en cada terreno donde se elaboraba el ladrillo, pero una ordenanza municipal que prohíbe la explotación dentro de la zona urbana del cantón. Ahora tenemos que comprar volquetas de tierra que nos cuesta entre 45 y 60 dólares, veces a más precio,

¹ Anexo 3 Modelo de entrevista

dependiendo del lugar de donde la traigan. A eso le sumamos que antes se consumía los desechos de los aserraderos, como son el aserrín y los desperdicios de la madera, y los desperdicios que dejaban los que se dedicaban a la explotación de bosques, y ellos no cobraban ya que hacíamos una labor de limpieza en estos sitios, pero ahora cobran de todo; por ejemplo se paga entre 200 y 300 dólares por la mula de aserrín y actualmente se compra este material en el oriente, la carga de leña se la compra entre 20 y 40 dólares, que es el único combustible que sirve para la quema del ladrillo.

¿Por qué se ha disminuido las dimensiones del ladrillo?

Por los precios que ahora tiene los materiales con los que se elabora el ladrillo que antes eran prácticamente gratis, y hoy, ya no.

¿Sabe usted por qué expido la municipalidad una ordenanza que impide el uso de suelo dentro de la zona urbana?

Desde que la BSC organismo que se encarga de certificar productos orgánicos ha comentado a las autoridades que en la zona urbana del cantón se ha consumido de entre 4 y 6 m de la capa cultivable, eso nos ha perjudicado a las personas que nos dedicamos a esta forma de trabajo.

¿Cree usted que la actividad artesanal de elaboración del ladrillo está por desaparecer?

Al parecer con la ordenanza¹, con los precios que suben de los materiales que se emplean en la fabricación del ladrillo, y la competencia, ésta actividad va ir desapareciendo en pocos años

2. ENTREVISTA A ÁNGEL GUAMÁN MIEMBRO DE LA ASOCIACIÓN CACIQUE ACHAMBA

¿Cómo aprendió a realizar el ladrillo?

Como es un negocio familiar desde mis abuelos se ha trabajado haciendo teja y ladrillo

¹ Anexo 4 Ordenanza Municipal

¿Ha realizado alguna modificación de la forma que aprendió la elaboración del ladrillo?

Por unos estudiantes de mecánica, en la cual hicieron una tesis se adoptó un molino que le ayuda en la mezcla del barro de una mejor manera.

¿Cuáles son los problemas que han tenido en elaboración del ladrillo, qué ha hecho que se incremente el precio del producto?

Por las regulaciones que impone la municipalidad ya no se puede utilizar tierra y poco a poco ya se está disminuyendo el uso de materia prima por ello es que estimo que tal vez en unos 15 años ya desaparecerá el ladrillo.

En si el precio no ha subido como se debe, en este instante el ladrillo tiene la mitad del precio que debería tener, solo sube cuando llegan las lluvias o cuando hubo la demanda de las casas del MIDUVI.

¿Por qué se ha disminuido las dimensiones del ladrillo?

Porque entra más material en la elaboración del ladrillo y el consumidor final no quiere pagar más, para tener ganancias se tuvo que disminuir el volumen.

¿Sabe usted por qué expido la municipalidad una ordenanza que impide el uso de suelo dentro de la zona urbana?

No, según comentarios creo que es por el daño al medio ambiente.

¿Cree usted que la actividad artesanal de elaboración del ladrillo está por desaparecer?

Como ya le comenté por las autoridades municipales que no dejan trabajar, se nos es difícil conseguir tierra y el costo es elevado. En algunos sectores de la zona rural ya se están haciendo mezclas para tratar de mejorar el ladrillo, aparentemente si.

3. ENTREVISTA A SEGUNDO CHOGLIO PAGUAY PRODUCTOR QUE NO ES AGREMIADO

¿Cómo aprendió a realizar el ladrillo?

Mi padre nos enseñó desde pequeños a mis hermanos y a mí.

¿Ha realizado alguna modificación de la forma que aprendió la elaboración del ladrillo?

No, desde que nos enseñaron seguimos trabajando de la misma forma.

¿Cuáles son los problemas que han tenido en elaboración del ladrillo, qué ha hecho que se incremente el precio del producto?

El problema es que la tierra que se utiliza ya se está terminando en Chambo, y ahora nos toca ir por sectores donde se encuentre buen material como es el caso de Alausí, o a la costa para poder seguir con lo que se ha aprendido.

Otro factor es que, como es un negocio familiar y no se paga mano de obra no se tiene conocimiento de contabilidad y no se hace un relación de gastos con los ingresos, por ese motivo los fabrican de mala forma y esto hace que se bajen en los precios y mucho de ellos no se dan cuenta que tienen pérdidas económicas, como los consumidores no piden calidad si no menor precio.

¿Por qué se ha disminuido las dimensiones del ladrillo?

Como el constructor no pide calidad, sino que le, compra al que más bajo precio le ofrece, los fabricantes para tener algo de ganancia acorta las dimensiones, con eso, con el mismo volumen de mezcla elabora más ladrillos y tiene la posibilidad de bajarse en el precio ofertado inicialmente.

¿Sabe usted por qué expido la municipalidad una ordenanza que impide el uso de suelo dentro de la zona urbana?

No, solo sé que ya no dejan usar tierra dentro del cantón.

¿Cree usted que la actividad artesanal de elaboración del ladrillo está por desaparecer?

Como ya se lo indique, ya varias personas han ido por otras partes a elaborar ladrillo para poder seguir trabajando. Creo que si va terminar la fabricación del ladrillo en Chambo

4. ENTREVISTA A LUIS RICARDO CARANQUI PRODUCTOR DE LA ASOCIACIÓN SAN JUAN BAUTISTA

¿Cómo aprendió a realizar el ladrillo?

Trabajando desde niño se fue aprendiendo el oficio

¿Ha realizado alguna modificación de la forma que aprendió la elaboración del ladrillo?

No, pero deseo adquirir el molino para realizar la mezcla

¿Cuáles son los problemas que han tenido en elaboración del ladrillo, qué ha hecho que se incremente el precio del producto?

Hay muchos factores que influyen, pero no solo en el alza del precio sino también en la baja. Uno de los principales es el mal trabajo de las personas que por sacar a la venta lo más pronto posible no realizan bien su trabajo. El uso de materiales de mala calidad, que eso hace que realicen mezclas de tierras eso eleva los precios.

¿Por qué se ha disminuido las dimensiones del ladrillo?

Por lo que le indique anteriormente, por el mal trabajo, para poder obtener mayor ganancia necesitan hacer más cantidad con menor uso de materia prima.

¿Sabe usted por qué expidió la municipalidad una ordenanza que impide el uso de suelo dentro de la zona urbana?

Como es una ordenanza nueva creada en el 2008, creo que es por el medio ambiente y como se puede observar Chambo está quedando hecho hueco

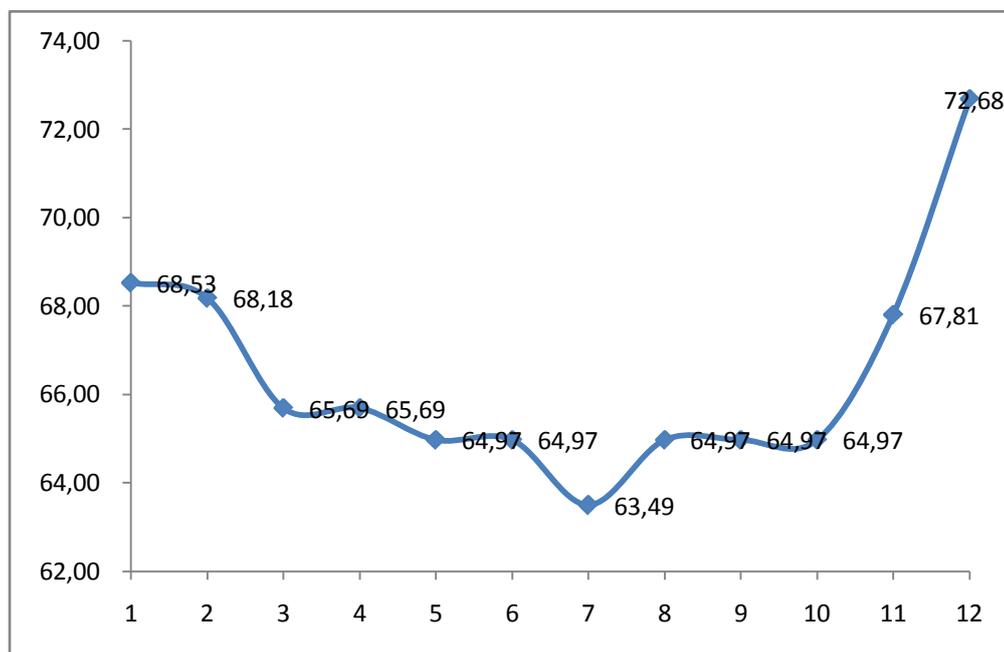
¿Cree usted que la actividad artesanal de elaboración del ladrillo está por desaparecer?

No creo porque tierra hay en todo el canto

C. HISTÓRICO DE PRECIOS DEL LADRILLO DE CHAMBO EN LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS.

Según datos obtenidos en IPCO¹ de los datos históricos de precios de los materiales de construcción del INEC, en la provincia del Chimborazo ha existido una variación considerable del precio del ladrillo fabricado en el cantón Chambo dentro de un mismo año. Aquí un análisis de la variación de los índices de precios de los últimos 5 años.

1. VARIACIÓN DEL PRECIO DEL LADRILLO EN EL AÑO 2006



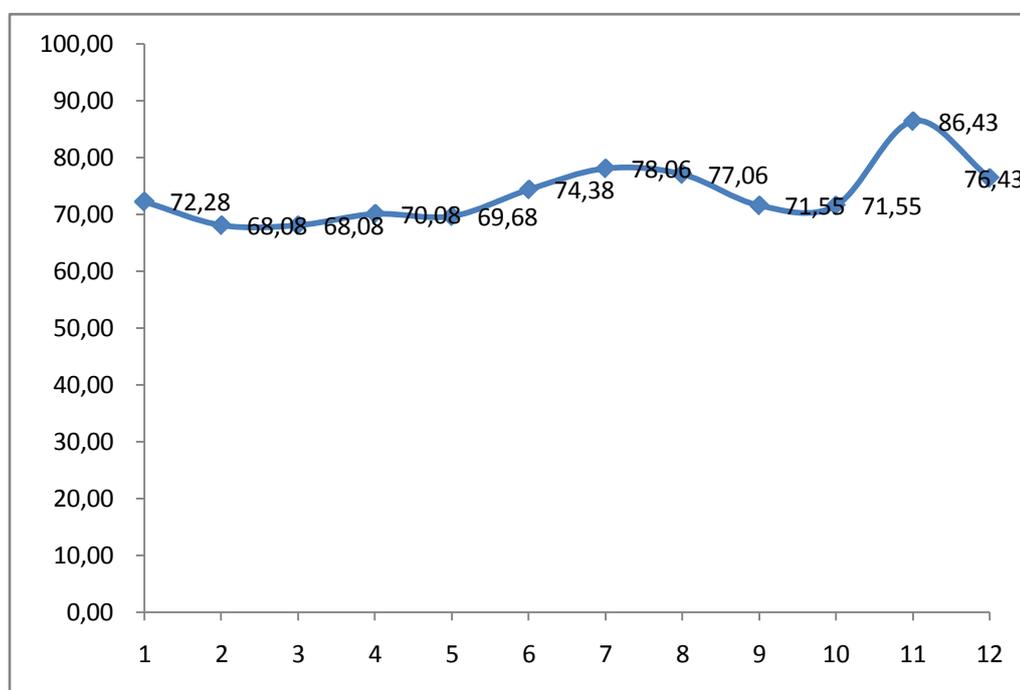
Gráfica N° 20 Variación del precio del ladrillo del año 2006

Elaborado por: Luis Brito

¹ Anexo 5 Serie Histórica de precios del ladrillo

Análisis: En la gráfica se observa una gran variación del precio del ladrillo durante el año 2006. En los primeros meses se mantiene el precio, pero baja drásticamente hasta el séptimo mes, retoma un asenso considerable hasta finales de años. El precio más bajo de 63,49 dólares el millar de ladrillos, se dio en el mes de julio; y el precio más alto de 72,68 dólares en el mes de diciembre. Existiendo una variación de 9,19 dólares en 5 meses.

2. VARIACIÓN DEL PRECIO DEL LADRILLO EN EL AÑO 2007

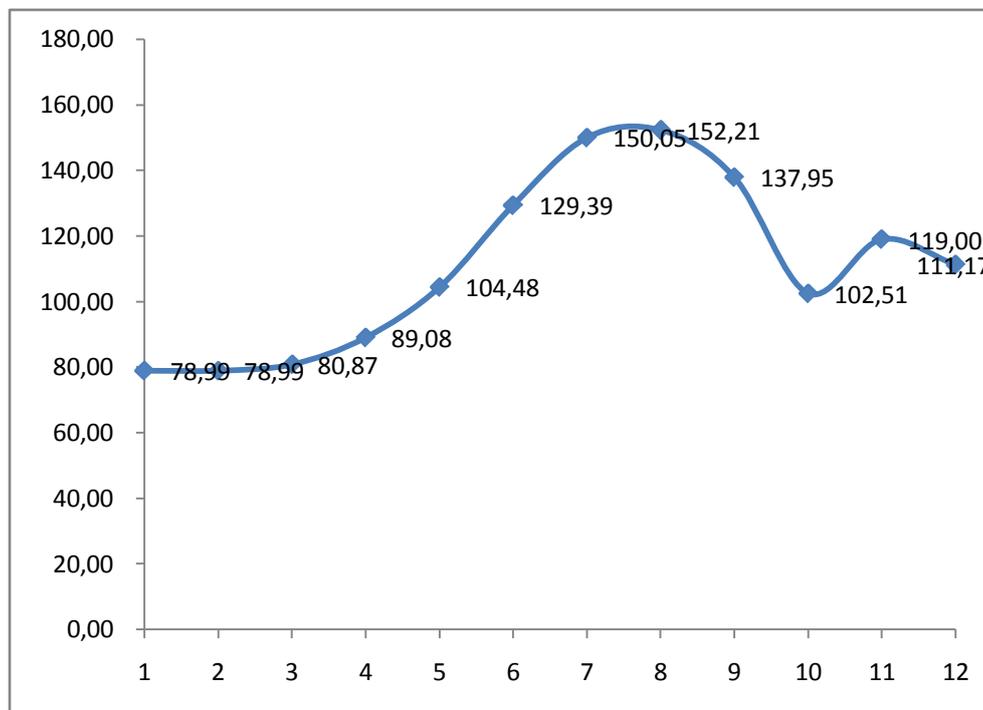


Gráfica N° 21 Variación del precio del ladrillo del año 2007

Elaborado por: Luis Brito

Análisis: En la gráfica se observa que existe una tendencia regular en el primer semestre del año, pero en el segundo semestre existe una gran variación del precio del ladrillo. El precio más bajo de 68,08 dólares el millar de ladrillos, se dio en los meses de febrero y marzo; y el precio más alto de 86,43 dólares en el mes de noviembre. Existiendo una variación de 18,35 dólares en 8 meses.

3. VARIACIÓN DEL PRECIO DEL LADRILLO EN EL AÑO 2008

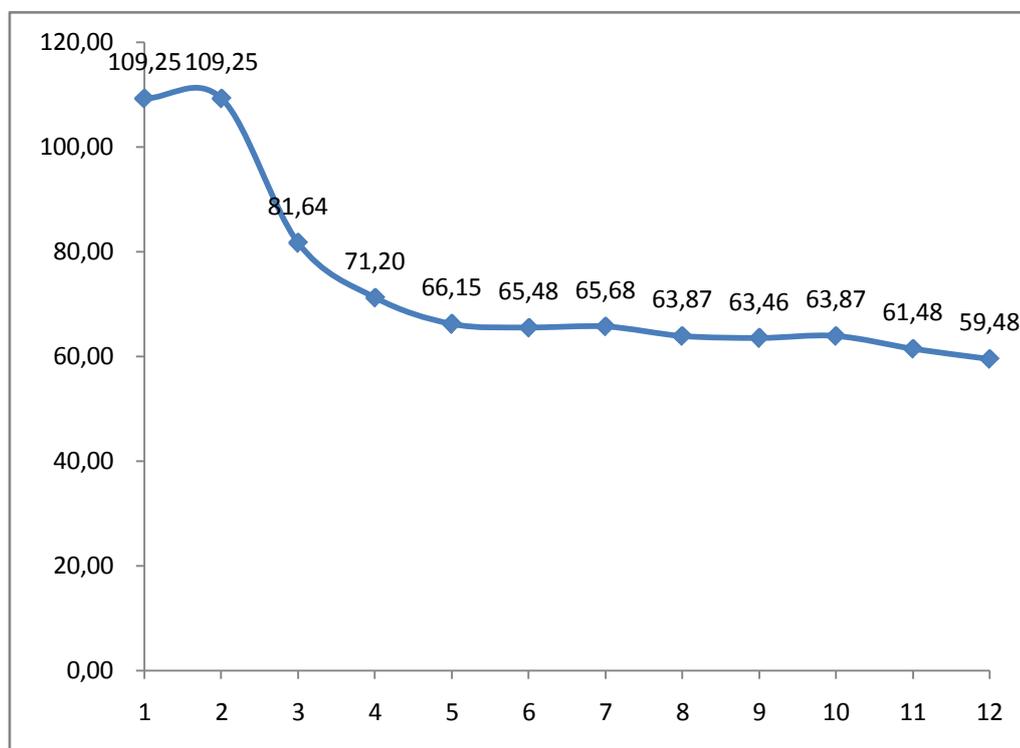


Gráfica N° 22 Variación del precio del ladrillo del año 2008

Elaborado por: Luis Brito

Análisis: En la grafica se aprecia un considerable incremento en el precio teniendo un pico elevado en el octavo mes, y una considerable baja hasta el decimo mes, retomando una ligera alza. El precio más bajo de 78,99 dólares el millar de ladrillos, se dio en los meses de enero y febrero; y el precio más alto de 152,21 dólares en el mes de agosto. Existiendo una variación de 73,23 dólares en 6 meses.

4. VARIACIÓN DEL PRECIO DEL LADRILLO EN EL AÑO 2009

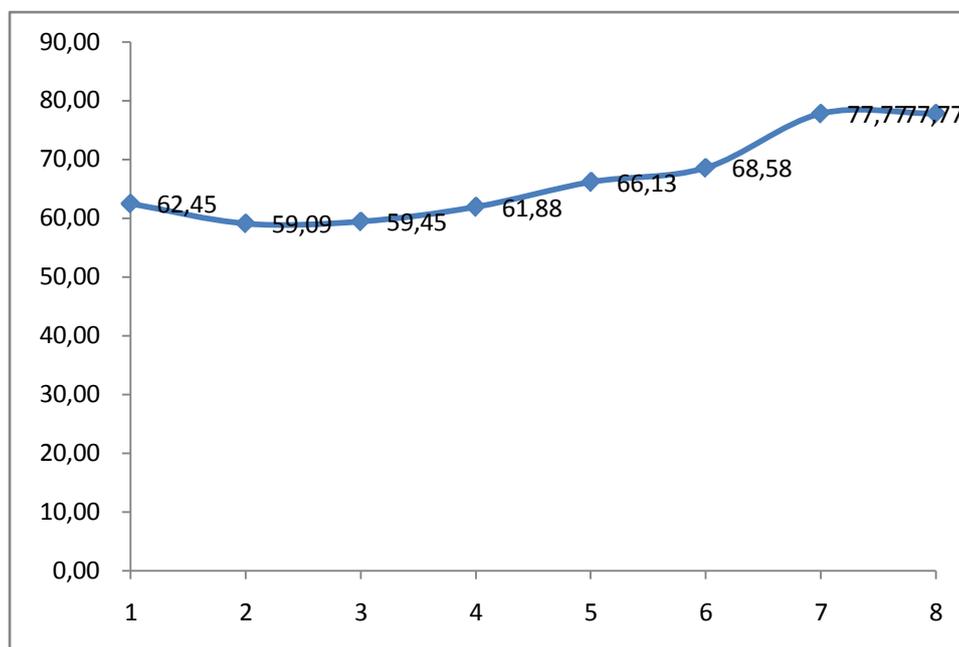


Gráfica N° 23 Variación del precio del ladrillo del año 2009

Elaborado por: Luis Brito

Análisis: Como se puede observar en la gráfica este año es atípico por que existe un decrecimiento considerable en el precio del ladrillo hasta el cuarto mes, de ahí en adelante se mantiene estable el precio hasta el fin de año. El precio más bajo de 59,48 dólares el millar de ladrillos, se dio en el mes de diciembre; y el precio más alto de 109,25 dólares en los mes de enero y febrero. Existiendo una variación de 49,77 con una tendencia considerable a la baja.

5. VARIACIÓN DEL PRECIO DEL LADRILLO EN EL AÑO 2010



Gráfica N° 24 Variación del precio del ladrillo del año 2010

Elaborado por: Luis Brito

Análisis: La gráfica indica que se mantiene una tendencia al alza en el precio del ladrillo en lo que va del año. El precio más bajo de 59,09 dólares el millar de ladrillos, se dio en el mes de febrero; y el precio más alto de 77,77 dólares en el mes de agosto. Existiendo una variación de 18,68 dólares en 5 meses.

D. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA ENCONTRAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL LADRILLO.

Se realizó ensayos para determinar las características principales del ladrillo de barro que se elabora en el cantón Chambo. Estos ensayos se los efectuó en base a lo que establece la norma INEN de requisitos mínimos que debe cumplir.

Estos ensayos nos permitirán conocer si las fábricas examinadas elaboran y producto aceptable o en que normas están fallando al fabricar el ladrillo.

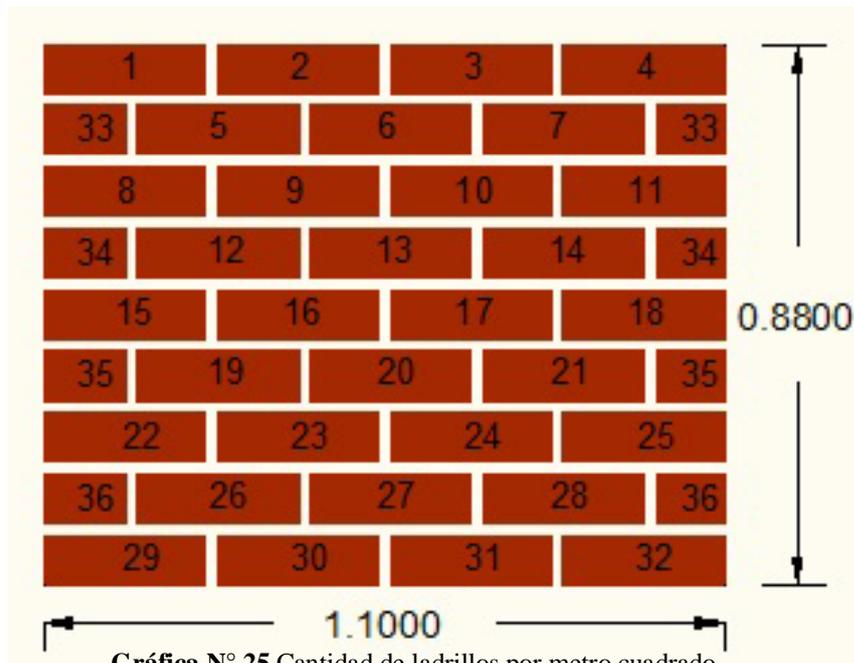
1. DIMENSIONES Y PESO DE LOS LADRILLOS

a. Dimensiones de largo ancho y espesor de los ladrillos a ensayar

Tabla N° 2: Dimensiones de los diferentes ladrillos

Largo	Ancho	Espesor	Largo	Ancho	Espesor
202	100	78	280	106	85
208	101	78	280	106	85
209	101	78	280	106	86
210	103	78	280	106	86
212	104	78	281	106	86
254	104	79	281	108	86
255	104	80	283	108	86
256	104	81	283	108	86
260	104	82	284	108	87
260	104	82	284	108	87
270	104	82	284	109	87
272	105	83	284	109	87
274	105	84	284	109	87
277	105	84	285	110	88
278	105	84	285	110	90
279	105	84	285	110	90
279	105	85	285	110	91
280	105	85	285	110	92
280	105	85	285	112	94
280	105	85	285	114	95

Elaborado por: Luis Brito



Elaborado por: Luis Brito

b. Peso de las diferentes muestras del ladrillo

Tabla N° 3: Pesos de los diferentes ladrillos

Pesos F1 y F2	Pesos F3 y F4	Pesos F5 y F6	Pesos F7 y F8
4436	4542	4394	4238
4995	4897	4917	4575
4557	4711	4660	4481
4707	4492	4271	4570
4487	4231	4510	4474
4184	4281	4833	4789
4241	4496	5106	4241
3966	4723	4483	4480
4702	4565	4526	4501
4029	4834	4964	4243

Elaborado por: Luis Brito

Peso promedio 4573

Peso por metro cuadrado=4,573*36

Peso por metro cuadrado=163,20Kg*m²

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Mampostería de ladrillo

UNIDAD: m2

EQUIPOS

A.-	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta menor	0,05	3,60	0,18	1,00	0,18
	Andamios	1,00	0,20	0,20	0,50	0,10
						-
						-
						-
SUBTOTAL						0,28

MANO DE OBRA

B.-	DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Peón - I	1,00	2,13	2,13	0,750	1,60
	Albañil - III	1,00	2,13	2,13	0,750	1,60
	Maestro de obra - IV	1,00	2,13	2,13	0,190	0,40
						-
						-
						-
SUBTOTAL						3,60

MATERIALES

C.-	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	COSTO
	ladrillo	u	36,00	0,13	4,68
	Mortero 1:3	m3	0,02	74,65	1,49
					-
					-
					-
SUBTOTAL					6,17

TOTAL COSTO DIRECTO	10,05
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%	2,51
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12,57
VALOR OFERTADO	12,57

2. ENSAYO A LA COMPRESIÓN



Gráfica N° 26 Ladrillo después del ensayo de compresión

Elaborado por: Luis Brito

a. Procedimiento del ensayo

- Tomar y registrar las dimensiones de las mismas (largo, ancho, espesor).
- Determinar el estado de las probetas.
- Calcular y registrar el área bruta (área de ensayo).
- Colocar las probetas en la máquina de compresión, utilizando los accesorios correspondientes para cada una de ella (placas y triplex para mampuestos)
- Las muestras a ensayarse se las centrará de manera que la carga de aplique en la misma dirección en que se vaya a utilizar en obra.
- Ajustar el control de velocidad de carga de acuerdo a la probeta que se va a ensayar 0.35Mpa/s para mampuestos.
- Encender la máquina de compresión y proceder a cargar.
- Encender el control de velocidad de carga rápida hasta que la probeta esté en contacto con la placa superior y una vez visualizado esta, lo apagamos inmediatamente.
- Aplicar la carga gradualmente sin manipular ninguna parte de la máquina durante la ejecución del mismo.

- Registra la carga de rotura.
- Calcular y registrar el esfuerzo de rotura de las probetas.

b. Cálculos tipo

$$a = bxh$$

$$area = 110 \times 270 = 29700 \text{mm}^2$$

$$\delta F = \frac{Pf}{a}$$

$$\delta F = \frac{208497 \text{N}}{29700 \text{mm}^2} = 7.02 \text{MPa}$$

c. Resultado de los ensayos de compresión de los ladrillos

1) Fábrica 1

Tabla N° 4: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 1

No	Elemento Material	Dimensiones (mm)			Sección mm ²	Pmáx N	δ máx MPa	Observaciones
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo1 LF1	270	110	80	29700	208497	7,02	
2	Ladrillo2 LF1	274	105	79	28770	296204	10,30	
3	Ladrillo3 LF1	280	100	83	28000	245627	8,77	
4	Ladrillo4 LF1	283	105	87	29715	50582	1,70	
5	Ladrillo5 LF1	284	104	85	29536	212477	7,19	
						Prom	7,00	

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 5: Resistencia característica Fabrica 1

N=	5	Muestra	Resistencia	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	7,02	0,02	0,0005
		L2	10,30	3,30	10,8818
		L3	8,77	1,78	3,1526
		L4	1,70	-5,29	28,0327
		L5	7,19	0,20	0,0388
		Suma=	34,984		42,1065
		Prom=	6,997		

S=	3,244
Prom Real=	2,29 MPa

Elaborado por: Luis Brito

2) Fábrica 2

Tabla N° 6: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 2

No	Elemento Material	Dimensiones (mm)			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo 1LF2	278	109	84	30302	137251	4,529	
2	Ladrillo2 LF2	279	101	85	28179	105000	3,726	
3	Ladrillo3 LF2	281	106	85	29786	55596	1,867	
4	Ladrillo4 LF2	281	110	81	30910	153076	4,952	
5	Ladrillo5 LF2	284	105	84	29820	267694	8,977	
						Prom	4,81	

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 7: Resistencia característica Fabrica 2

N=	5	Muestra	Resistencia	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	4,53	-0,28	0,0789
		L2	3,73	-1,08	1,1753
		L3	1,87	-2,94	8,6658
		L4	4,95	0,14	0,0202
		L5	8,98	4,17	17,3615
		Suma=	24,05		27,3016
		Prom=	4,81		

S=	2,613
Prom Real=	1,02 Mpa

Elaborado por: Luis Brito

3) Fábrica 3

Tabla N° 8: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 3

No	Elemento Material	Dimensiones			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		(mm)						
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo1 LF3	260	104	82	27040	128160	4,74	
2	Ladrillo2 LF3	254	104	84	26416	192552	7,29	
3	Ladrillo3 LF3	255	104	82	26520	155885	5,88	
4	Ladrillo4 LF3	260	104	84	27040	90847	3,36	
5	Ladrillo5 LF3	256	104	82	26624	100900	3,79	
						Prom	5,01	

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 9: Resistencia característica Fabrica 3

N=	5	Muestra	Resistencia	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	4,74	-0,27	0,0738
		L2	7,29	2,28	5,1890
		L3	5,88	0,87	0,7512
		L4	3,36	-1,65	2,7276
		L5	3,79	-1,22	1,4920
		Suma=		25,06	
Prom=		5,01			

S=	1,600
Prom Real=	2,69 MPa

Elaborado por: Luis Brito

4) Fábrica 4

Tabla N° 10: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 4

No	Elemento Material	Dimensiones			Sección mm ²	Pmáx N	δ máx MPa	Observaciones
		(mm)						
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo1 LF4	210	101	78	21210	205600	9,69	
2	Ladrillo2 LF4	202	109	78	22018	73000	3,32	
3	Ladrillo3 LF4	208	110	78	22880	234100	10,23	
4	Ladrillo4 LF4	209	112	78	23408	152300	6,51	
5	Ladrillo5 LF4	212	105	78	22260	227600	10,22	
						Prom	7,99	

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 11: Resistencia característica Fabrica 4

N=	5	Muestra	Resistencia	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	9,69	1,70	2,8874
		L2	3,32	-4,68	21,8916
		L3	10,23	2,24	5,0056
		L4	6,51	-1,49	2,2141
		L5	10,22	2,23	4,9742
		Suma=	39,97		36,9730
		Prom=	7,99		

S=	3,040
Prom Real=	3,59 Mpa

Elaborado por: Luis Brito

5) Fábrica 5

Tabla N° 12: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 5

No	Elemento Material	Dimensiones			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		(mm)						
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo1 LF5	280	110	900	30800	159080	5,16	
2	Ladrillo2 LF5	280	109	940	30520	68180	2,23	
3	Ladrillo3 LF5	283	108	910	30564	143080	4,68	
4	Ladrillo4 LF5	285	114	950	32490	159070	4,90	
5	Ladrillo5 LF5	280	108	900	30240	153470	5,08	
						Prom	4,41	

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 13: Resistencia característica Fabrica 5

N=	5	Muestra	Resistencia	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	5,16	0,75	0,5696
		L2	2,23	-2,18	4,7363
		L3	4,68	0,27	0,0735
		L4	4,90	0,49	0,2359
		L5	5,08	0,66	0,4420
		Suma=	22,051		6,0572
		Prom Real=	4,410		

S=	1,231
Prom Real=	2,63 MPa

Elaborado por: Luis Brito

6) Fábrica 6

Tabla N° 14: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 6

No	Elemento Material	Dimensiones			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		(mm)						
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo1 LF6	279	108	850	30132	163616	5,43	
2	Ladrillo2 LF6	280	108	850	30240	168165	5,56	
3	Ladrillo3 LF6	272	106	860	28832	254529	8,83	
4	Ladrillo4 LF6	277	110	870	30470	240896	7,91	
5	Ladrillo5 LF6	280	108	920	30240	136352	4,51	
						Prom	6,45	

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 15: Resistencia característica Fabrica 5

N=	5	Muestra	Resistencia	f_l-f_m	(f_l-f_m)²
K=	1,45	L1	5,43	-1,02	1,0339
		L2	5,56	-0,89	0,7846
		L3	8,83	2,38	5,6701
		L4	7,91	1,46	2,1293
		L5	4,51	-1,94	3,7551
		Suma=	32,23		13,3731
		Prom Real=	6,45		

S=	1,828
Prom Real=	3,80 MPa

Elaborado por: Luis Brito

7) Fábrica 7

Tabla N° 16: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 7

No	Elemento Material	Dimensiones			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		(mm)						
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo1 LF7	284	106	85	30104	173261	5,76	
2	Ladrillo2 LF7	285	106	86	30210	70889	2,35	
3	Ladrillo3 LF7	285	105	86	29925	78644	2,63	
4	Ladrillo4 LF7	285	106	86	30210	233809	7,74	
5	Ladrillo5 LF7	284	105	88	29820	84495	2,83	
						Prom	4,26	

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 17: Resistencia característica Fabrica 7

N=	5	Muestra	Resistencia	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	5,76	1,49	2,2345
		L2	2,35	-1,91	3,6636
		L3	2,63	-1,63	2,6652
		L4	7,74	3,48	12,1025
		L5	2,83	-1,43	2,0366
		Suma=	21,30		22,7024
		Prom Real=	4,26		

S=	2,382
Prom Real=	0,81 Mpa

Elaborado por: Luis Brito

8) Fábrica 8

Tabla N° 18: Resultado de resistencia a la compresión de la fábrica 8

No	Elemento Material	Dimensiones			Sección mm ²	Pmáx N	δ máx MPa	Observaciones
		(mm)						
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo1 LF8	285	103	87	29355	110244	3,76	
2	Ladrillo2 LF8	280	104	86	29120	65325	2,24	
3	Ladrillo3 LF8	285	105	87	29925	211937	7,08	
4	Ladrillo4 LF8	284	105	86	29820	171169	5,74	
5	Ladrillo5 LF8	285	105	87	29925	77977	2,61	
						Prom	4,29	

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 19: Resistencia característica fábrica 8

N=	5	Muestra	Resistencia	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	3,76	-0,53	0,2807
		L2	2,24	-2,04	4,1701
		L3	7,08	2,80	7,8226
		L4	5,74	1,45	2,1161
		L5	2,61	-1,68	2,8212
		Suma=	21,43		17,2107
		Prom Real=	4,29		

S=	2,074
Prom Real=	1,28 MPa

Elaborado por: Luis Brito

3. ABSORCIÓN DE HUMEDAD



Gráfica N° 27 Proceso de curado y secado del Ladrillo en el horno

Elaborado por: Luis Brito

a. Procedimiento de ensayo

- Sumergir las probetas en la piscina de curado durante 24 horas, hasta que se hayan saturado.
- Dejar secar las probetas durante un minuto.
- Eliminar el agua superficial con un con un paño húmedo.
- Determinar la masa de las muestras.
- Enviar las probetas al horno durante un período de 24 horas.
- Retirar las probetas del horno a las 24 horas.
- Pesar los ladrillos retirados del horno y tabular su masa.
- Calcular y registrar la ABSORCIÓN DE AGUA.

b. Cálculos tipo

$$\% Abs = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100$$

$$\% Abs = \frac{(4436 - 3272)g}{3272g} \times 100 = 35.57\%$$

c. Resultado de los ensayos de absorción de los ladrillos

1) Fábrica 1

Tabla N° 20: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 1

Muestra	% de Abs	U
L1	35,57	g
L2	34,78	g
L3	35,54	g
L4	33,56	g
L5	36,08	g
Suma=	175,53	g
Promedio=	35,11	%

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 21: Absorción característica fábrica 1

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	35,57	0,47	0,2194
		L2	34,78	-0,33	0,1081
		L3	35,54	0,44	0,1896
		L4	33,56	-1,55	2,3968
		L5	36,08	0,97	0,9471
		Suma=	175,53		3,8610
		Promedio=	35,11		

S=	0,982
Prom Real=	33,68

Elaborado por: Luis Brito

2) Fábrica 2

Tabla N° 22: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 2

Muestra	% de Abs	U
L1	34,85	g
L2	30,81	g
L3	25,07	g
L4	25,59	g
L5	27,75	g
Suma=	144,06	g
Promedio=	28,81	%

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 23: Absorción característica Fabrica 2

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	34,85	6,04	36,4508
		L2	30,81	1,99	3,9745
		L3	25,07	-3,75	14,0251
		L4	25,59	-3,22	10,3936
		L5	27,75	-1,06	1,1282
		Suma=	144,06		65,9722
		Promedio=	28,81		

S=	4,061
Prom Real=	22,92

Elaborado por: Luis Brito

3) Fábrica 3

Tabla N° 24: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 3

Muestra	% de Abs	U
L1	17,95	g
L2	19,24	g
L3	31,65	g
L4	24,68	g
L5	29,28	g
Suma=	122,82	g
Promedio=	24,56	%

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 25: Absorción característica fábrica 3

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	17,95	-6,61	43,7440
		L2	19,24	-5,32	28,2861
		L3	31,65	7,09	50,2702
		L4	24,68	0,12	0,0148
		L5	29,28	4,72	22,2848
		Suma=	122,82		144,5999
		Promedio=	24,56		

S=	6,012
Prom Real=	15,85

Elaborado por: Luis Brito

4) Fábrica 4

Tabla N° 26: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 4

Muestra	% de Abs	U
L1	20,38	g
L2	28,62	g
L3	24,64	g
L4	27,06	g
L5	35,57	g
Suma=	136,27	g
Promedio=	27,25	%

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 27: Absorción característica fábrica 3

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	20,38	-6,88	47,2693
		L2	28,62	1,36	1,8573
		L3	24,64	-2,61	6,8309
		L4	27,06	-0,19	0,0376
		L5	35,57	8,32	69,2232
		Suma=	136,27		125,2184
		Promedio=	27,25		

S=	5,595
Prom Real=	19,14

Elaborado por: Luis Brito

5) Fábrica 5

Tabla N° 28: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 5

Muestra	% de Abs	U
L1	34,78	g
L2	35,54	g
L3	33,56	g
L4	36,08	g
L5	30,97	g
Suma=	170,93	g
Promedio=	34,19	%

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 29: Absorción característica fábrica 5

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	20,38	-6,88	47,2693
		L2	28,62	1,36	1,8573
		L3	24,64	-2,61	6,8309
		L4	27,06	-0,19	0,0376
		L5	35,57	8,32	69,2232
		Suma=	136,27		125,2184
		Prom=	27,25		

S=	5,595
Prom Real=	19,14

Elaborado por: Luis Brito

6) Fábrica 6

Tabla N° 30: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 6

Muestra	% de Abs	U
L1	35,03	g
L2	32,07	g
L3	32,27	g
L4	34,76	g
L5	35,11	g
Suma=	169,24	g
Promedio=	33,85	%

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 31: Absorción característica Fabrica 6

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	35,03	1,18	1,3963
		L2	32,07	-1,78	3,1590
		L3	32,27	-1,58	2,4844
		L4	34,76	0,91	0,8226
		L5	35,11	1,26	1,6001
		Suma=	169,24		9,4623
		Promedio=	33,85		

S=	1,538
Prom Real=	31,62

Elaborado por: Luis Brito

7) Fábrica 7

Tabla N° 32: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 7

Muestra	% de Abs	U
L1	35,03	g
L2	33,45	g
L3	34,52	g
L4	34,49	g
L5	30,62	g
Suma=	168,11	g
Promedio=	33,62	%

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 33: Absorción característica Fabrica 7

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	35,03	1,41	1,9845
		L2	33,45	-0,17	0,0287
		L3	34,52	0,89	0,8002
		L4	34,49	0,87	0,7505
		L5	30,62	-3,00	9,0014
		Suma=	168,11		12,5653
		Promedio=	33,62		

S=	1,772
Prom Real=	31,05

Elaborado por: Luis Brito

8) Fábrica 8

Tabla N° 34: Porcentaje de absorción de los ladrillos de la fábrica 7

Muestra	% de Abs	U
L1	33,32	g
L2	35,60	g
L3	37,96	g
L4	33,97	g
L5	35,14	g
Suma=	175,99	g
Promedio=	35,20	%

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 35: Absorción característica fábrica 8

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	33,32	-1,87	3,5132
		L2	35,60	0,40	0,1604
		L3	37,96	2,76	7,6337
		L4	33,97	-1,23	1,5133
		L5	35,14	-0,06	0,0035
		Suma=	175,99		12,8241
		Promedio=	35,20		

S=	1,791
Prom Real=	32,60

Elaborado por: Luis Brito

4. DENSIDAD EN LOS LADRILOS DE BARRO



Gráfica N° 28 Ensayo de densidad del ladrillo

Elaborado por: Luis Brito

a. Procedimiento de Ensayo

- Se deja el ladrillo 24 horas antes en la piscina de curado
- Toma el peso del ladrillo en estado SSS.
- Llenamos un recipiente con agua.
- Pesamos la canastilla sumergida en agua.
- Se determina el peso del ladrillo con la canastilla sumergida en agua
- Calculamos la densidad de la probeta.
- Repetir la operación anterior descrita para varias probetas adicionales.

b. Cálculos tipo

$$D = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

$$D = \frac{4711g}{3166cm^3} = 1,49 \frac{g}{cm^3}$$

c. Resultado de los ensayos de densidad de los ladrillos

1) Fábrica 1

Tabla N° 36: Densidad de los ladrillos de la fábrica 1

Muestra	Densidad	U
L1	1,49	g/cm ³
L2	1,51	g/cm ³
L3	1,70	g/cm ³
L4	1,39	g/cm ³
L5	1,47	g/cm ³
Suma=	7,55	g/cm ³
Promedio=	1,51	g/cm ³

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 37: Densidad característica fábrica 1

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	1,49	-0,02	0,0005
		L2	1,51	0,00	0,0000
		L3	1,70	0,18	0,0341
		L4	1,39	-0,12	0,0149
		L5	1,47	-0,04	0,0015
		Suma=	7,55		0,0510
		Promedio=	1,51		

S=	0,113
Prom Real=	1,35

Elaborado por: Luis Brito

2) Fábrica 2

Tabla N° 38: Densidad de los ladrillos de la fábrica 2

Muestra	Densidad	U
L1	1,80	g/cm ³
L2	1,80	g/cm ³
L3	1,81	g/cm ³
L4	1,82	g/cm ³
L5	1,79	g/cm ³
Suma=	9,02	g/cm³
Promedio=	1,80	g/cm³

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 39: Densidad característica fábrica 2

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	1,80	0,00	0,0000
		L2	1,80	0,00	0,0000
		L3	1,81	0,00	0,0000
		L4	1,82	0,01	0,0002
		L5	1,79	-0,02	0,0002
		Suma=	9,02		0,0005
		Promedio=	1,80		

S=	0,011
Prom Real=	1,79

Elaborado por: Luis Brito

3) Fábrica 3

Tabla N° 40: Densidad de los ladrillos de la fábrica 3

Muestra	Densidad	U
L1	1,83	g/cm ³
L2	1,82	g/cm ³
L3	1,82	g/cm ³
L4	1,81	g/cm ³
L5	1,79	g/cm ³
Suma=	9,07	g/cm ³
Promedio=	1,81	g/cm ³

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 41: Densidad característica fábrica 3

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	1,83	0,01	0,0002
		L2	1,82	0,00	0,0000
		L3	1,82	0,00	0,0000
		L4	1,81	0,00	0,0000
		L5	1,79	-0,02	0,0005
		Suma=	9,07		0,0007
		Promedio=	1,81		

S=	0,013
Prom Real=	1,79

Elaborado por: Luis Brito

4) Fábrica 4

Tabla N° 42: Densidad de los ladrillos de la fábrica 4

Muestra	Densidad	U
L1	1,81	g/cm ³
L2	1,80	g/cm ³
L3	1,81	g/cm ³
L4	1,81	g/cm ³
L5	1,79	g/cm ³
Suma=	9,02	g/cm ³
Promedio=	1,80	g/cm ³

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 43: Densidad característica fábrica 4

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	1,81	0,00	0,0000
		L2	1,80	0,00	0,0000
		L3	1,81	0,01	0,0000
		L4	1,81	0,00	0,0000
		L5	1,79	-0,01	0,0001
		Suma=	9,02		0,0002
		Promedio=	1,80		

S=	0,007
Prom Real=	1,79

Elaborado por: Luis Brito

5) Fábrica 5

Tabla N° 44: Densidad de los ladrillos de la fábrica 5

Muestra	Densidad	U
L1	1,81	g/cm ³
L2	1,81	g/cm ³
L3	1,81	g/cm ³
L4	1,80	g/cm ³
L5	1,79	g/cm ³
Suma=	9,03	g/cm ³
Promedio=	1,81	g/cm ³

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 45: Densidad característica fábrica 5

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	1,81	0,00	0,0000
		L2	1,81	0,00	0,0000
		L3	1,81	0,01	0,0000
		L4	1,80	0,00	0,0000
		L5	1,79	-0,01	0,0002
		Suma=	9,03		0,0003
		Promedio=	1,81		

S=	0,008
Prom Real=	1,79

Elaborado por: Luis Brito

6) Fábrica 6

Tabla N° 46: Densidad de los ladrillos de la fábrica 6

Muestra	Densidad	U
L1	2,08	g/cm ³
L2	2,48	g/cm ³
L3	2,17	g/cm ³
L4	1,99	g/cm ³
L5	1,93	g/cm ³
Suma=	10,64	g/cm ³
Promedio=	2,13	g/cm ³

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 47: Densidad característica fábrica 6

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	2,08	-0,05	0,0023
		L2	2,48	0,35	0,1244
		L3	2,17	0,04	0,0013
		L4	1,99	-0,14	0,0196
		L5	1,93	-0,20	0,0404
		Suma=	10,64		0,1880
		Promedio=	2,13		

S=	0,217
Prom Real=	1,81

Elaborado por: Luis Brito

7) Fábrica 7

Tabla N° 48: Densidad de los ladrillos de la fábrica 7

Muestra	Densidad	U
L1	1,91	g/cm ³
L2	1,92	g/cm ³
L3	2,16	g/cm ³
L4	1,91	g/cm ³
L5	1,94	g/cm ³
Suma=	9,84	g/cm ³
Promedio=	1,97	g/cm ³

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 49: Densidad característica fábrica 7

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	1,91	-0,06	0,0035
		L2	1,92	-0,05	0,0026
		L3	2,16	0,19	0,0368
		L4	1,91	-0,05	0,0029
		L5	1,94	-0,03	0,0007
		Suma=	9,84		0,0466
		Promedio=	1,97		

S=	0,108
Prom Real=	1,81

Elaborado por: Luis Brito

8) Fábrica 8

Tabla N° 50: Densidad de los ladrillos de la fábrica 8

Muestra	Densidad	U
L1	1,65	g/cm ³
L2	1,70	g/cm ³
L3	1,95	g/cm ³
L4	1,93	g/cm ³
L5	2,01	g/cm ³
Suma=	9,23	g/cm ³
Promedio=	1,85	g/cm ³

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 51: Densidad característica fábrica 8

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	1,65	-0,15	0,0236
		L2	1,70	-0,11	0,0119
		L3	1,95	0,14	0,0198
		L4	1,93	0,12	0,0147
		L5	2,01	0,20	0,0410
		Suma=		9,23	
Promedio=		1,85			

S=	0,167
Prom Real=	1,60

Elaborado por: Luis Brito

5. ENSAYO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO



Gráfica N° 29 Ensayo para conocer la capacidad de aislamiento acústico y térmico

Elaborado por: Luis Brito

a. Ensayo de absorción de sonido

1) Procedimiento de Ensayo.

- Se coloca el ladrillo dentro del aislador acústico térmico.

- Se toma mediciones de desniveles de volumen dentro del aislador acústico en la sección donde se emite el sonido.
- Se toma mediciones en la sección en la que se recepta el sonido.
- Se realiza las mediciones cada 5 desniveles de volumen, hasta un máximo de 30 desniveles de volumen
- Se toma las lecturas de desniveles.

2) Resultado de los ensayos de Absorción de sonido¹.

Tabla N° 52: Absorción de sonido del ladrillo

Watts de salida	Decibeles transmitidos
83,33	20,89
166,67	26,29
250,00	31,45
333,33	33,93
416,67	35,71
500,00	42,24

Elaborado por: Luis Brito

b. Ensayo de absorción de calor.

1) Procedimiento de Ensayo.

- Se coloca el ladrillo dentro del aislador acústico térmico.
- Se toma mediciones temperatura aislador acústico en la sección donde se emite el calor.
- Se toma mediciones en la sección en la que se recepta la temperatura.
- Se toma temperatura en la sección del ladrillo
- Se realiza las mediciones cada 20°, hasta un máximo de 200°C.

¹ “El nivel de presión acústica del ruido transmitido a las habitaciones principales no debe sobrepasar los 35 dB(A)” Norma ASTM C423

- Se toma las lecturas de Temperatura.
- Se hace la diferencia y se obtiene la capacidad de absorción de calor.

2) Cálculos tipo

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 4.43Kg * 0.20KCal/Kg^{\circ}C(200 - 25)^{\circ}C$$

$$Q = 155.26KCal$$

C es la capacidad calorífica, que en general será función de las variables de estado.

Q es el calor absorbido por el sistema.

ΔT la variación de temperatura

3) Resultado de los ensayos de Absorción de calor en los ladrillos.

Tabla N° 53: Absorción de calor del ladrillo.

Temperatura Entrada en °C	Temperatura Salida en °C	Diferencia de temperatura en el ladrillo	Absorción de calor en Kcal
18,5	18,5	0	0,00
20	20	0	0,00
40	20	20	17,74
60	20	40	35,49
80	20	60	53,23
100	21	79	70,09
120	21	99	87,83
140	22	118	104,69
160	23	137	121,55
180	24	156	138,40
200	25	175	155,26

Elaborado por: Luis Brito

IV. DISCUSIÓN

A. DISCUSIÓN SOBRE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA A LOS PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCIÓN

En la encuesta realizada a los constructores se obtuvo lo siguiente: Un 80% de los profesionales utiliza el ladrillo, el 20% utiliza otro material, como es el bloque como materia prima para la elaboración de mampuestos. Del 80% de profesionales que utiliza el ladrillo el 100% de ellos manifestaron que utilizan el ladrillo porque es un gran aislante térmico y acústico, propiedades que carecen los otros materiales, y por ser la ciudad que tiene temperaturas muy bajas a la gran parte de la población les interesa esas características.

El 82% de los constructores, utiliza el ladrillo elaborado en Chambo, mientras que 18% no utiliza. El 37% de las personas encuestadas están conformes con las dimensiones del ladrillo y al 63% le parece que las dimensiones no son las adecuadas; su inconformidad se basa en que las dimensiones se han reducido.

Un 45% de las personas consultadas creen que el ladrillo no tiene ningún problema en sus características, en cambio el 55% cree que hay falencias en la fabricación del ladrillo.

Un 43% de constructores afirman no tener problemas en el abastecimiento del ladrillo en el mercado, en cambio el 57% se pronunció que en ciertas temporadas del año hay escases del material o en el caso cuando hay mayor demanda por ejecuciones de obra por parte del MIDUVI.

Al ser consultados que si soluciona la escases del ladrillo en el mercado con otro producto el 59% contestó que soluciona al remplazarlo con bloque, en cambio el 41% solo utiliza el ladrillo, este 41 por ciento no cambia porque a sus clientes les interesa tener habitaciones que mantengan el calor en las temporadas frías.

Al consultar que si cambiarían el ladrillo por otro producto que le sustituya el 75% de los encuestados estarían dispuestos, a utilizar el nuevo producto, siempre y cuando conserven las propiedades de aislamiento del calor y del sonido y el 25% se sienten satisfechos con el uso del ladrillo.

B. DISCUSIÓN SOBRE LAS ENTREVISTAS A LOS PRODUCTORES DE LADRILLO DE CANTÓN CHAMBO

Por la negativa de los productores a ser consultados por medio de encuestas, se realizo entrevistas a dirigentes de varias asociaciones de productores de ladrillos.

Informaron que se han acercado varias personas con propósito de hacer estudios pero solo han sido para proyectos personales y que no han recibido ningún tipo de beneficio, sobre todo en lo se refiere a mejoras para la elaboración del producto.

El señor Fernando Igchilema miembro de la Asociación Señor de la justicia, manifiesta que él aprendió de lo que sus familiares le enseñaron cuando trabajaban para una familia que se dedicaba a la elaboración de ladrillos y tejas, hasta hoy en día realiza de la misma forma en la que aprendió. Cuando se le consulto los motivos por lo que aumenta el precio, él contestó, que existe una ordenanza municipal el cual prohíbe el uso del suelo en la zona urbana de cantón. Al parecer un estudio realizado por la BCS entidad certificadora para productos agrícolas orgánicos, en el cual concluye que se han consumido entre 4 y 6 m de capa cultivable del suelo, lo que perjudicó a muchos productores por lo que tiene comprar materia prima y el precio bordea entre 45 y 60 dólares la volqueta de tierra. Esto está haciendo que se pierda con esta actividad del cantón. A más de eso el aserrín otra materia prima que se utiliza en el proceso productivo tiene un precio de 200 a 300 dólares la mula, lo que antes conseguían gratis en los aserraderos. Por lo que el costo de elaboración del ladrillo se incrementado, pero el costo del ladrillo no han subido como debiera por la competencia desleal ya que en el mercado uno se ofrece a un precio y el resto de compañeros se baja considerablemente con tal de vender sus ladrillos inclusive teniendo perdidas.

El señor Ángel Guamán, contesto que él aprendió del negocio familiar, que el abuelo construyo el horno que hasta hoy en día lo utiliza, modificando la elaboración con un molino para mezclar mejor la materia prima. Es miembro de la Asociación Cacique Achamba y comento que con las regulaciones que se tiene actualmente que han elaborado el municipio está en proceso de desaparecer la elaboración artesanal del ladrillo. Él estima que dentro de unos 10 a 15 años existirá producción de ladrillo, ya que la tierra negra que es la materia prima para la fabricación del mismo es más complicada conseguir. Actualmente en varios sectores rurales del cantón se tienen que hacer mezclas de varias tierras para tratar de obtener un producto óptimo para la venta. A eso se suma la falta de un control de calidad del producto que ha hecho, que varios productores no elaboren un ladrillo adecuado. A esto se suma que la competencia desleal por la venta del ladrillo ha influido en que el precio del mismo no sea estable, como, se ha concentrado en un solo sitio la venta del ladrillo por parte de la autoridades de los diferentes cantones de la provincia y que solamente existe un aumento en épocas de invierno en la cual disminuye la producción por que el proceso de secado que resulta más complicado y demorado, por realizarlo a la intemperie. O cuando existió mayor demanda por la construcción de las casas que ofertaba el MIDUVI. Y disminuye considerablemente el valor en las épocas que no hay lluvias.

El señor Segundo Choglio Paguay aprendió por enseñanza de su padre, y hasta hoy seguimos con la forma de elaborar tanto las tejas que ya no se las comercializan, como los ladrillos. El problema es que la materia prima en Chambo ya se está terminando por ese motivo, productores de la zona están migrando para otros sectores, como es el caso del cantón Alausí o a la costa ecuatoriana, donde existe materia prima para la fabricación del ladrillo. Además recalca que pequeños productores del ladrillo no tiene conocimiento de procesos de costos, que por ser negocio familiar no realizan un presupuesto, y cuando salen al mercado, por vender su producto bajan excesivamente el precio inclusive teniendo perdidas, y que varios de los constructores no exigen calidad sino que sea el producto de menor costo, por eso hay un valor agregado en que las dimensiones del ladrillo original han disminuido ostensiblemente; es decir el

ladrillo conserva su precio pero las dimensiones bajan, lo que implica un aumento en el costo y baja de calidad y eso al consumidor no le interesa.

A más de eso manifestaron que la problemática del ladrillo se basa en que los consumidores del ladrillo no se rigen a la calidad, sino al precio. A más que no hay un organismo de control el cual les exija.

Según información recopilada en el Municipio de Chambo y los productores, hay una proyección del uso de la materia prima para la elaboración de ladrillos y tejas de barro de alrededor de 20 años, dependiendo de la demanda en el sector de la construcción, que podría disminuir a unos 15 años aproximadamente, aunque esto es un estimado empírico por lo que no existe un estudio sobre el tema, además se calcula que se ha desgastado la capa fértil en alrededor de entre 4 y 6m. Es por esto ha hecho que las dimensiones del ladrillo disminuyan drásticamente, de un ladrillo original de 36x16x11cm a uno actual de 20x 10x7cm

C. DISCUSIÓN SOBRE EL ÍNDICE DE PRECIOS DEL LADRILLO DEL INEN.

Como se puede observar en las tablas de índices de precios anuales del ladrillo en la provincia de Chimborazo estos son variables. En la investigación realizada, en el año 2006, los meses cuyo costo es el más alto son Enero y Diciembre, en el 2007 fueron los meses de Julio, Agosto, Noviembre, en el año 2008, hay un crecimiento considerable del índice desde el mes de Mayo hasta el mes de Septiembre, originado por la demanda del MIDUVI con su plan de vivienda, en el año 2009 los meses de mayor precio fueron Enero, Febrero, y Marzo, en lo que va del año 2010 los meses que presenta una mayor alza en el precio son los meses de Julio, Agosto, Septiembre.

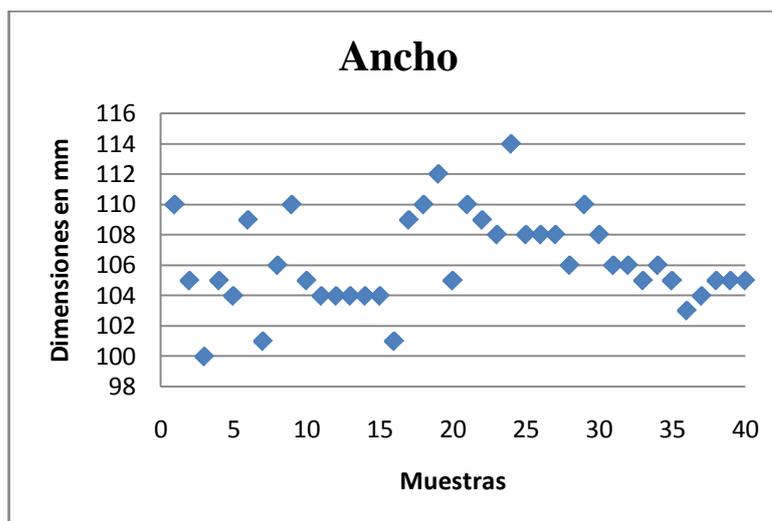
D. DISCUSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO SOBRE LA CALIDAD DEL LADRILLO

Se realizaron varios ensayos para determinar la calidad del ladrillo, las pruebas que se sometió al ladrillo fueron: diferencia en las dimensiones entre cada probeta y entre cada fábrica, la diferencia de densidad, resistencia a la compresión, porcentaje de absorción, que son las principales pruebas que exige la norma INEN¹ para saber en qué estado se los está elaborando



Gráfica N° 30 Dispersión del largo de las muestras de ladrillo

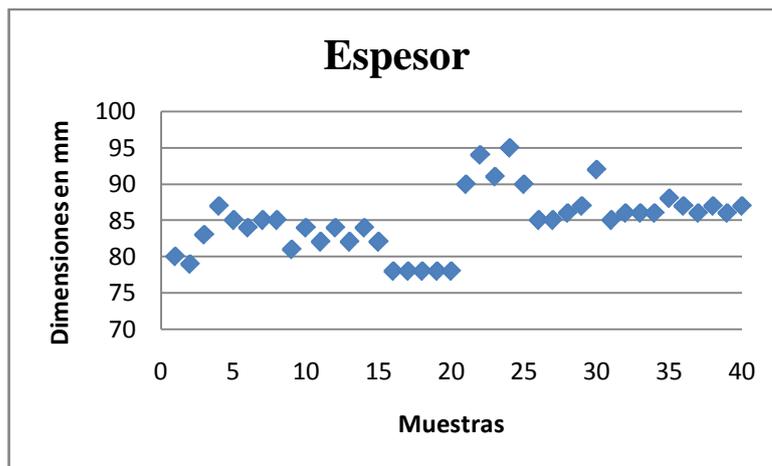
Elaborado por: Luis Brito



Gráfica N° 31 Dispersión del ancho de las muestras de ladrillo

Elaborado por: Luis Brito

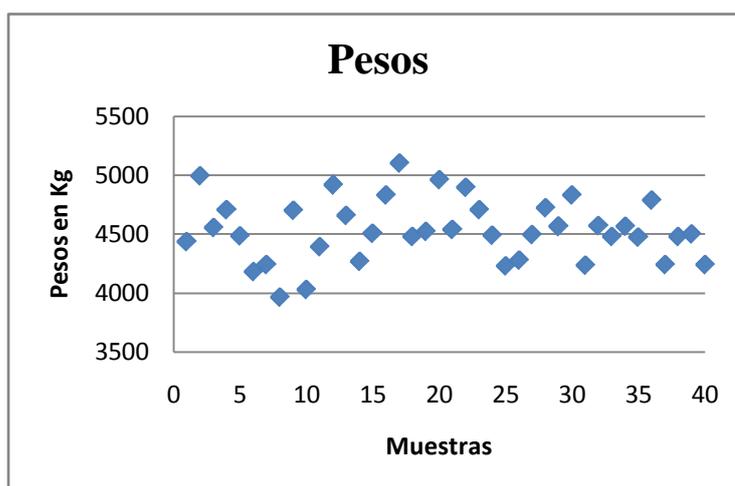
¹ Anexo 1 Norma INEN 293-1977-05



Gráfica N° 32 Dispersión del espesor de las muestras de ladrillo

Elaborado por: Luis Brito

De acuerdo a la gráfica hay una gran dispersión en los datos obtenidos. En lo que respecta al largo 13 de 40 probetas que el 33%, sobrepasa lo que dice la norma, que no debe tener una diferencia no mayor de 8mm, en el ancho 20 de las muestras que representa al 50% no cumple, y el espesor es el más crítico ya no cumple 28 ladrillos que es el 70% de las muestras



Gráfica N° 33 Dispersión del peso de las muestras de ladrillo

Elaborado por: Luis Brito

Con respecto a los pesos como se muestra en la gráfica, existe una gran dispersión en los datos, esto refleja que hay una variedad de tamaños y hay una desviación estándar de 4.

El siguiente cuadro es la comparación de los resultados de la resistencia a la compresión obtenida en laboratorio, de cada una de las fábricas con lo que indica la norma INEN 294-1977-05¹

Tabla N° 54: Comparación de la resistencia según la norma INEN 294-1977-05

Tipo de ladrillo	Resistencia mínima a la compresión en MPa.	Resistencia promedio del ladrillo en cada fábrica en MPa.							
	Promedio 5 unidades	Fáb 1	Fáb 2	Fáb 3	Fáb 4	Fáb 5	Fáb 6	Fáb 7	Fáb 8
Macizo tipo C	8	7	4,81	5,01	7,99	4,41	6,45	4,26	4,29

Elaborado por: Luis Brito

En el cuadro se puede observar que solo la fábrica 4 (Fáb 4), cumple con la resistencia a la compresión de 8Mpa, las demás fábricas no cumplen y varía la resistencia en un rango de 4Mpa a 7Mpa

El siguiente cuadro es la comparación de los resultados a la absorción de humedad obtenida en el laboratorio, cada una de las fábricas con lo que pide la norma INEN 297-1977-05¹

Tabla N° 55: Comparación del porcentaje de absorción según la norma INEN 297-1977-05

Tipo de ladrillo	Absorción máxima de humedad en %	Absorción promedio del ladrillo en cada fábrica en %.							
	Promedio 5 unidades	Fáb 1	Fáb 2	Fáb 3	Fáb 4	Fáb 5	Fáb 6	Fáb 7	Fáb 8
Macizo tipo C	25%	35,11%	28,81%	24,56%	27,25%	34,19%	33,85%	31,05%	35,20%

Elaborado por: Luis Brito

¹ Anexo 1 Normas INEN 294-1977-05 y 297-1977-05 para Ladrillos

En el cuadro podemos ver que al igual que en la resistencia a la compresión tan solo una fábrica se encuentra en el límite establecido por la norma; la fábrica 3 (Fáb 3) tiene 24,56% que es menor de lo que establece la norma de un máximo de 25% el resto de fábricas está en un rango muy grande de entre el 26 % hasta sobrepasa el 35 % de absorción de agua.

En la prueba de absorción de sonido, cada 5 decibeles de volumen, que representa 83,33 watts de salida hasta los 500 watts existe una transmisión de 42,24 decibeles de sonido.

En el ensayo de absorción de calor se realizo mediciones cada 20°C hasta un máximo de 200°C, existiendo una transferencia de calor máxima de 7,5°C. Tomando en cuenta que el ladrillo absorbe 175°C de temperatura, existiendo una absorción de 155,26 Kcal que representa una absorción del 87% de calor generado.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. CONCLUSIONES

- Según la investigación realizada los profesionales de la construcción el 80% utiliza el ladrillo fabricado en Chambo. El 63% de encuestados no están conformes con el tamaño, peso y las características técnicas del ladrillo. Un 59% busca alternativas para reemplazar al ladrillo cuando existe mayor demanda o a su vez cuando hay escases del producto. Mientras que el 75% de los constructores estarían de acuerdo con usar un producto nuevo, el cual cubra las fallas que tiene el ladrillo, en especial que tenga un buen aislamiento térmico y acústico que es el motivo por el cual, la mayoría de consumidores del ladrillo utilizan. Ya que afirman que es lo que se necesita en las ciudades de la serranía.
- Por la escases de la materia prima que ya sienten los productores actualmente, estos se han visto en la obligación de disminuir las dimensiones del ladrillo en un forma considerable, con una tendencia a seguir disminuyendo. El indiscriminado uso se la tierra que ha llevado a una situación crítica ya que en un futuro no muy lejano se terminará esta actividad productiva base de la economía de dicho sector de la provincia. La falta de un organismo de control de calidad ha hecho que el mercado local no se oferte un producto que cumpla especificaciones mínimas en el proceso de elaboración y el consumidor solo se guie por el menor precio en el mercado, existiendo una competencia desleal entre los mismos productores que ofertan el ladrillo inclusive con pérdidas económicas.

Todos estos parámetros afectan al precio final, de acuerdo a los datos obtenidos en INEN, el índice de precios desde el 2006 hasta la presente fecha, no tiene un comportamiento uniforme su precio es variable en función a la oferta-demanda del producto y factores climáticos.

- En los resultados obtenidos en el Laboratorio de Ingeniería Civil se tiene una desviación estándar en los ensayo de los ladrillos extremadamente alta que varía desde 1 hasta 4. Lo que se refleja en una mala calidad del ladrillo. Se tiene una diferencia de dimensiones que varía de 1 a 8 cm en longitud, de 1 a 4cm en el ancho y de 1 a 2cm en el espesor, y la norma indica que no debe ser mayores de 8mm para ladrillos de tipo C, por lo que se emplea de entre 30 a 36 ladrillos por metro cuadrado. En lo que se refiere al peso existe una variación de hasta cerca de dos Kilogramos y el peso es de 163,20Kg por metro cuadrado de pared en promedio. De 40 muestras ensayadas para la resistencia a la compresión 33 probetas que representa el 83% del total de ladrillos ensayados no cumplen con la resistencia mínima requerida de 8Mpa. La resistencia promedio está en el rango de 4 a 6 Mpa, y la resistencia característica de las 8 fábricas es de tan solo 4 Mpa. En la prueba de absorción de humedad, 35 probetas que es el 87% de los ladrillos ensayados tienen una absorción mayor a la que pide la norma de 25%. La absorción de humedad promedio está en el rango de 16% a 34%, y la absorción característica de las 8 fábricas es de 28%. Esto significa que ninguna de las fábricas produce un ladrillo aceptable según los requerimientos de las normas INEN. En la prueba de absorción de sonido el ladrillo deja pasar 42 decibeles de sonido y la norma pide que no deba ser mayor de 35 decibeles. En lo que respecta a la absorción de calor existe una absorción en el ladrillo del 88% del calor máximo generado.

B. RECOMENDACIONES

- Se sugiere la elaboración un nuevo producto que cumpla con las especificaciones técnicas mínimas requeridas por el INEN, mejorando los procesos de elaboración, para obtener un producto con condiciones estables para que no haya una desviación estándar elevada. Y así obtener un producto de calidad.
- La utilización de materiales alternativos en la elaboración de un nuevo producto, lo que evitará la erosión del suelo cultivable del sector, y uso de grandes cantidades de madera, para así mantener un precio estable en el producto de acuerdo a la oferta que se genera en el mercado durante todo el año.

VI. PROPUESTA

A. DISEÑO DEL HORMIGÓN LIGERO PARA ELABORACIÓN DEL BLOQUE MACIZO.

1. INTRODUCCIÓN

La utilización de los recursos naturales para la construcción de viviendas es un tema de constante investigación y desarrollo, dado que el mismo permite el máximo aprovechamiento de los materiales disponibles en la zona.

El suelo – cemento ha sido uno de ellos y hoy cuenta en nuestro país con una experiencia de más de 40 años aplicado en diversos sistemas y niveles de producción, así como también en países como Brasil, Bolivia y Colombia, por citar algunos, donde han desarrollado el mismo con buenos resultados y aceptación por parte del usuario.

Dentro de la técnica de producción del ladrillo se encuentra que la utilización de la capa inicial (humus) desbasta gran cantidad del suelo destinado fundamentalmente a la producción hortícola, generada en las periferias de las concentraciones urbanas, a lo que hay que sumarle la quema para su cocción con la consecuente contaminación ambiental y los períodos de intensas lluvias que impiden su normal fabricación incrementando así su valor por estacionalidad.

Contrariamente a este proceso, el ladrillo de suelo – cemento o de árido y cemento no utiliza suelos aptos y la producción agrícola ni tampoco energía adicional para su “cocción” ya que la misma la aporta el cemento, consiguiendo así un elemento constructivo con un alto valor agregado y de fácil fabricación.

El ladrillo de cemento y árido es un producto totalmente uniforme, de alta calidad y bajo costo, cuyo comportamiento técnico lo hace especialmente apto para ser utilizado en todo tipo de construcciones civiles.

Se caracteriza por presentar: alta resistencia a la compresión, medidas uniformes, forma perfecta, excelente terminación, mínimo índice de fisuras por contracción y bajo costo en relación al ladrillo común.

Desde el punto de vista técnico sus características son: Medidas: Altura: 10 cm; Largo: 35,00 cm; Ancho: 15 cm; Compresión: 80 kg/cm²; Absorción: 19,58%; Flexión: 5,69 kg/cm²; Terminación: Perfecta.

El ladrillo de árido y cemento, presenta una serie de ventajas que lo colocan en posición de satisfacer necesidades actuales del consumidor. Es un producto sustituto del ladrillo común en la totalidad de sus funciones.

La manufactura del ladrillo se logra por medio de la compactación de una mezcla de áridos y cemento mediante la utilización de pisones accionados manualmente por medio de palancas que comprimen esta reacción dentro de los moldes.

2. OBJETIVOS

a. General.

Obtener mediante experimentación, un ladrillo en base de piedra pómez y mortero de cemento que sustituya al ladrillo de barro elaborado en el cantón Chambo de la provincia de Chimborazo

b. Específicos:

- Encontrar una dosificación óptima de piedra pómez y cemento.
- Investigar las características del nuevo producto.
- Comparar la características del nuevo producto con las del ladrillo

3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO –TÉCNICA

Los materiales a utilizar son: cemento portland normal y arena común de granulometría mediana, y agregado grueso piedra pómez

a. Procedimiento para la obtención de datos para el diseño de hormigón liviano.

1) Colorimetría.



Gráfica N° 34 Ensayo de colorimetría de los agregados

Elaborado por: Luis Brito

a) Procedimiento de ensayo¹².

- Pesar 970g. de agua destilada depositarla en un frasco adecuado para preparar reactivo.
- Pesar 30g. de Sosa Cáustica (NaOH), e introducirlo en el frasco que contiene el agua destilada.

¹² Norma INEN 855-1982-12

- Una vez mezclado el agua destilada con el reactivo, esperar hasta que éste se disuelva completamente (aproximadamente 5 minutos)
- Depositar en el frasco Colorimétrico una cierta cantidad de agregado fino (130 – 200ml)
- Inmediatamente llenar el frasco con reactivo hasta la marca de los 300ml.
- Limpiar la parte superior del frasco con un paño, para evitar posteriores daños al mismo.
- Agitar el frasco hasta eliminar el contenido de aire y dejarlo reposar.
- Registrar la coloración producida luego de transcurrida 1 hora.
- Dejar reposar el frasco durante un período de 24 horas, hasta observar la coloración de éste.

amarillo claro	amarillo oscuro	marrón ligero	marrón oscuro	negro
COLOR GARDNER No. 5	COLOR GARDNER No. 8	COLOR GARDNER No. 11	COLOR GARDNER No. 14	COLOR GARDNER No. 16

Gráfica N° 35 Serie de colores para identificar contenido orgánico

Fuente: Serie de colores Gardner.

2) Granulometría.



Gráfica N° 36 Ensayo de Granulometría

Elaborado por: Luis Brito.

a) Procedimiento de ensayo¹³.

- Tomar una muestra representativa del árido al ensayar (aproximadamente 1000 g para árido fino y 5000 para árido grueso),
- Pesar y registrar la masa del recipiente en el que se va a colocar el árido
- Pesar y registrar la masa del recipiente mas el árido (1000g y 5000g aproximadamente).
- Armar los tamices según la serie de gruesos, de mayor a menor, teniendo el cuidado de que los tamices estén limpios.
- Colocar los tamices armados en la tamizadora.
- Verter el agregado a ensayarse, tapan el tamiz y procedes a tamizar por menos 2 minutos por tandada de agregado.
- Desarmar los tamices, y poner la masa de cada uno de los tamices en los recipientes y registrar la masa del recipiente más el agregado.
- Repetir los pasos d, e, f, g, una vez más.
- Calcular y tabular la masa del árido.
- Calcular el promedio de las masas del árido.
- Calcular el retenido acumulado.
- Calcular el porcentaje retenido.
- Calcular el porcentaje que pasa.
- Calcular el Modulo de finura.
- Mediante los límites específicos realizar la gráfica del % que pasa.

b) Cálculos típicos.

$$P_{\text{medio}} = \frac{1^{\text{er}} \text{ analisis} + 2^{\text{do}} \text{ analisis}}{2}$$

$$p_{\text{medio}} = \frac{182 + 173}{2} = 4,5g$$

$$r_{\text{tenidoacu}} = \sum p_{\text{medios}}$$

¹³ Norma INEN 696-1982-12

$$\text{retenidoacu.} = 4,5g + 22,5g = 27g$$

$$\% \text{retenido} = \frac{27 * 100}{1000} = 3\%$$

$$\% \text{pasa} = 100 - \% \text{retenido}$$

$$\% \text{pasa} = 100 - 3 = 97\%$$

$$MF = \frac{3 + 8 + 20 + 49 + 81 + 97}{100} = 2,58$$

$$TM = 3/8''$$

$$TNM = N^{\circ}100$$

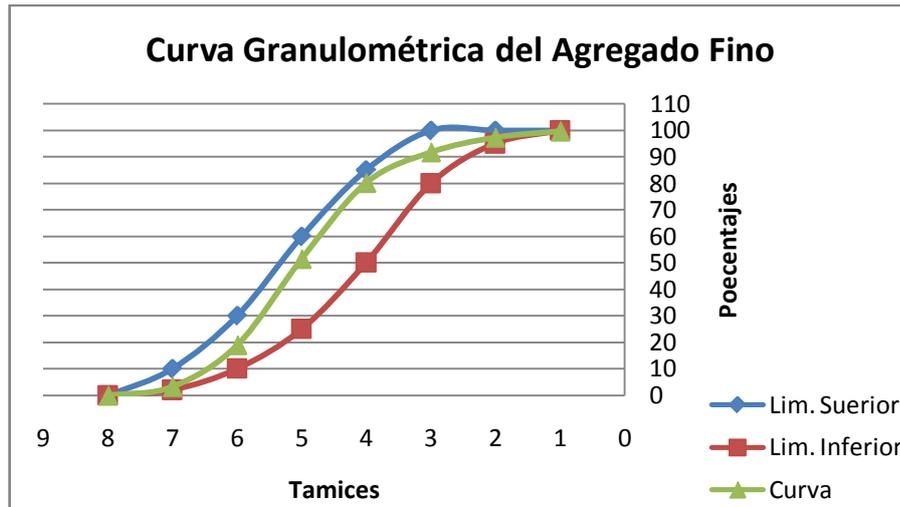
c) Granulometría característica de agregado fino¹⁴.

Tabla N° 56 Granulometría del agregado fino

ANALISIS TAMICES	Magr+Mreci 1	Magr+Mreci 2	Promedio	Magre	RETENIDO PARCIAL (g)	RETENIDO ACUNULADO	% RETENIDO	% PASA	LIMITES ESPECIFICOS
3/8"	182	173	178	5	5	4,5	0	100	100
No 4	194	197	196	23	22,50	27,0	3	97	100-95
No 8	207	252	230	57	56,50	83,5	8	92	100-80
No 16	283	294	289	116	115,50	199,0	20	80	85-50
No 30	466	453	460	287	286,50	485,5	49	51	60-25
No 50	472	525	499	326	325,50	811,0	81	19	30,-10
No 100	382	278	330	157	157,00	968,0	97	3	10,-2
BANDEJA	192	218	205	32	32,00	1000,0	100	0	
173	100				1000	TOTAL	258	Mf=	2,58

Elaborado por: Luis Brito.

¹⁴ Anexo 6 Granulometría Agregado fino



Gráfica N° 37 Curva granulométrica del Agregado Fino

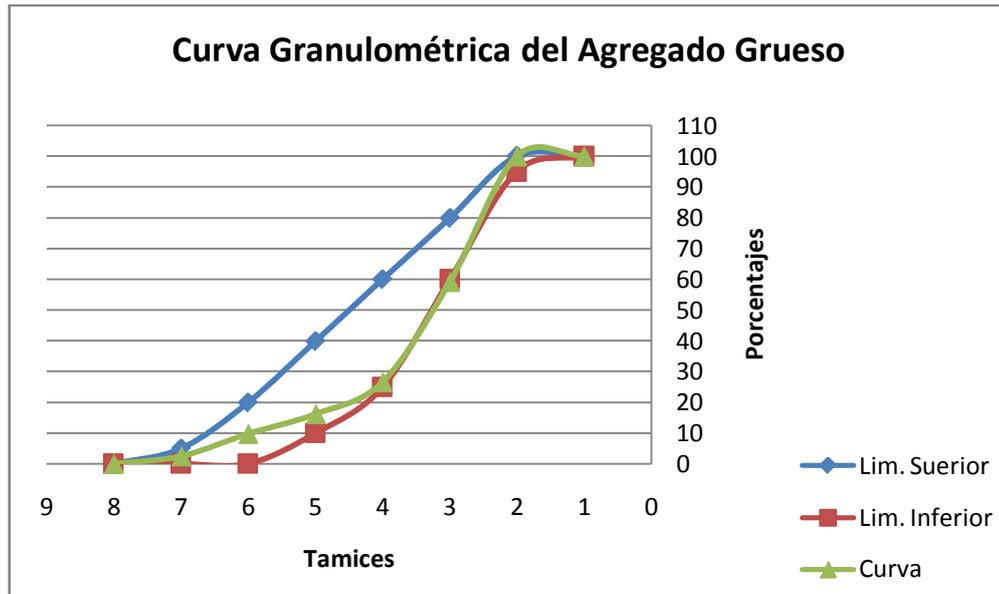
Elaborado por: Luis Brito.

d) Granulometría característica de agregado grueso.

Tabla N° 57 Granulometría del Agregado Grueso

ANALISIS TAMICES	Magr+M reci 1	Magr+M reci 2	Prome dio	Mag re	RETENI DO PARCIA L (g)	RETENID O ACUNUL ADO	% RETENI DO	% PAS A	LIMITES ESPECIFI COS
1 1/2"	173	173	173	0	0	0	0	100	100
1"	173	173	173	0	0	0	0	100	100-95
3/4"	2287	2143	2215	2042	2042	2042	41	59	80-60
1/2"	1794	1807	1801	1628	1628	3670	73	27	60-25
3/8"	724	652	688	515	515	4185	84	16	40-10
No 4	498	488	493	320	320	4505	90	10	20-0
No 8	518	559	539	366	366	4870	97	3	5-0
BANDE JA	274	331	303	130	130	5000	100	0	
173	100				5000	TOTAL	385	Mf=	3,9

Elaborado por: Luis Brito.



Gráfica N° 38 Curva Granulométrica del Agregado Grueso

Elaborado por: Luis Brito.

3) Peso específico (agregado grueso).



Gráfica N° 39 Preparación de la piedra pómez para el peso específico

Elaborado por: Luis Brito

a) Procedimiento De Ensayo¹⁵.

- Lavar la muestra destinada para el ensayo, para eliminar recubrimientos superficiales de las partículas.
- Sumergir en agua el árido grueso empleando un recipiente lo suficientemente adecuado para el efecto, durante un período de 24 horas.
- Retirar la muestra del agua y secarla con una franela, hasta eliminar la capa visible de agua; obteniendo así su estado de superficie saturado seco (SSS). Se tendrá especial cuidado de evitar la evaporación del agua contenida en los poros del agregado.
- Determinar el peso del recipiente que contendrá el agregado en SSS.
- Depositar el agregado en SSS en el recipiente anteriormente mencionado y registrar el peso de la muestra en SSS.
- Pesar la canastilla vacía sumergida en el agua.
- Colocar inmediatamente el agregado en SSS en la canastilla de alambre para registrar el peso sumergido en agua. No olvidar que se deben eliminar las burbujas de aire atrapado en la canastilla con movimientos lentos.
- Calculamos la masa del agregado en SSS, masa del árido grueso en agua, volumen desalojado y posteriormente el peso específico del árido.

b) Cálculos tipo.

Masa del Árido en SSS = Masa (Recipiente + árido en SSS) - Masa del Recipiente

Masa del árido en agua = Masa (canastilla + árido sumergidos) - Masa de la canastilla, sumergida en agua

Volumen = Masa / densidad

Volumen desalojado = (Masa del árido en SSS - Masa del árido en agua) /
(1 g / cm³)

¹⁵ Norma INEN 857-1982-12

Peso Especifico = Masa del árido en SSS / Volumen desalojado

c) Densidad característica de agregado grueso¹⁶.

Tabla N° 58 Densidad característica del Agregado Grueso

N=	5	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	1,29	-0,01	0,0000
		1,33	0,04	0,0012
		1,34	0,05	0,0021
		1,32	0,02	0,0006
		1,19	-0,10	0,0101
Suma=		6,47		0,0141
Prom=		1,29		

S=	0,05928
Prom Real=	1,21

Elaborado por: Luis Brito

3) Peso específico (agregado fino).



Gráfica N° 40 Preparación del agregado fino para el peso específico

Elaborado por: Luis Brito

¹⁶ Anexo 7 Ensayos de Densidad Agregado Grueso

a) Procedimiento De Ensayo¹⁷.

- Pesar aproximadamente 1.000g de árido fino.
- Sobresaturar la muestra de árido fino llenando el recipiente con agua durante 24 horas.
- Luego de transcurrido este período de tiempo, retirar el agua contenida en el recipiente, con la precaución de evitar la pérdida de finos.
- Secar la muestra esparciéndola sobre una superficie plana, revolviéndola continuamente para obtener un secado uniforme.
- Tomar el molde troncónico y asentarlo en una superficie lisa no absorbente, llenarlo en su totalidad con una parte del árido fino parcialmente seco para finalmente apisonar 25 veces con la varilla de compactación.
- Levantar el molde en forma lenta y vertical; si conserva la forma del molde significa que la muestra todavía contiene humedad superficial. Caso contrario continuamos revolviendo la muestra hasta que el árido se desmorone un poco al retirar el molde, obteniendo así su estado de superficie saturado seco (SSS).
- Pesar el picnómetro vacío.
- Tomar cierta cantidad de la muestra en SSS (300 - 500 g aproximadamente) e introducirla inmediatamente en el picnómetro; registrar el peso del picnómetro más árido en SSS.
- Llenar con agua destilada el picnómetro hasta un 90% de su capacidad.
- Agitar el picnómetro con movimientos lentos circulares para eliminar las burbujas de aire.
- Completar el nivel de agua hasta su aforamiento es decir hasta la marca de los 500 cm³; con la ayuda de una pipeta.
- Pesar y registrar el conjunto picnómetro, agua y muestra.
- Vaciar el picnómetro, limpiarlo y secarlo cuidadosamente.
- Tabular la masa del picnómetro calibrado (llenarlo hasta la marca de 500 cm³ con agua destilada).

¹⁷ Norma INEN 856-1982-12

- Calcular y tabular Masa del árido en SSS, Volumen Desalojado y finalmente el Peso Específico.

b) Cálculos tipo.

Masa del Árido en SSS = Masa (Picnómetro + árido en SSS) - Masa del Picnómetro

Volumen = Masa / densidad

Volumen desalojado = [Masa del Picnómetro calibrado + Masa del árido en SSS - Masa (picnómetro + árido en SSS + agua)] / (1 g / cm³)

Peso Especifico = Masa del árido en SSS / Volumen desalojado

c) Densidad característica de agregado fino¹⁸.

Tabla N° 59 Densidad característica del Agregado Fino

N=	5	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	3,10	0,20	0,0402
		3,70	0,80	0,6352
		2,81	-0,09	0,0088
		2,41	-0,50	0,2451
		2,49	-0,41	0,1671
Suma=		14,52		1,0965
Prom=		2,9037264		

S=	0,5235585
Prom Real=	2,14

Elaborado por: Luis Brito

¹⁸ Anexo 8 Ensayos de Densidad Agregado Fino

4) Capacidad de absorción (agregado grueso y agregado fino).



Gráfica N° 41 Preparación del agregado grueso y agregado fino para la capacidad de absorción

Elaborado por: Luis Brito

a) Procedimiento De Ensayo¹⁹.

- Determinar la masa del recipiente donde se depositará la muestra.
- Tomar una porción del material en estado SSS y depositarla en el recipiente de masa conocida; registrar la masa del conjunto.
- Introducir el recipiente que contiene el árido grueso al horno y someterlo a temperatura constante durante 24 horas.
- Retirar la muestra del horno y registrar nuevamente la masa del conjunto, recipiente y muestra seca.
- Calcular masa del árido en SSS, masa del árido seco, masa del agua contenida en el árido y finalmente determinamos la capacidad de absorción.

¹⁹ Normas INEN 856-1982-12 y 857-1982-12

b) Cálculos tipo.

Masa del árido en SSS = Masa (Recipiente + árido en SSS) - Masa del Recipiente

Masa del árido seco = Masa (árido seco + recipiente) - Masa del Recipiente

Masa del agua contenida en el árido = Masa del árido en SSS - Masa del árido seco

Capacidad de Absorción = Masa del agua contenida en el árido * 100 / Masa del árido seco.

c) Capacidad característica de absorción del Agregado Grueso.

Tabla N° 60 Capacidad de absorción característica del Agregado Grueso

N=	5	Absorción	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	65,90	-3,64	13,2801
		73,41	3,86	14,9342
		68,69	-0,85	0,7277
		68,52	-1,02	1,0445
		71,20	1,65	2,7384
Suma=		347,72		32,7249
Prom=		69,54		

S=	2,86028
Prom Real=	65,40

Elaborado por: Luis Brito

d) Capacidad característica de absorción del Agregado Fino.

Tabla N° 61 Capacidad de absorción característica del Agregado Fino

N=	5	Absorción	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	4,24	-0,52	0,2697
		4,77	0,02	0,0003
		4,86	0,10	0,0104
		5,07	0,31	0,0989
		4,84	0,08	0,0071
Suma=		23,77		0,3864
Prom=		4,754582		

S=	0,3108108
Prom Real=	4,30

Elaborado por: Luis Brito

5) Masa unitaria suelta (agregado grueso y agregado fino)²⁰.



Gráfica N° 42 Preparación del agregado grueso y agregado fino para la Masa Unitaria Suelta

Elaborado por: Luis Brito

²⁰ Norma INEN 858-1982-12

a) Procedimiento De Ensayo.

- Tomar el recipiente adecuado de acuerdo al tipo de agregado y determinar su masa.
- Aforar el recipiente con agua y cubrirlo con una placa de vidrio; para evitar el exceso de agua y eliminar las burbujas de aire.
- Registrar la masa del recipiente más agua.
- Calcular el volumen del recipiente.
- Retirar el agua del recipiente y secar el mismo.
- Realizar el procedimiento de muestreo según lo indicado.
- Llenar el recipiente para agregado, con una porción del árido procedente del muestreo; en forma lenta y progresiva (sin compactar).
- Nivelar la superficie del recipiente, con la varilla de compactación.
- Determinar la masa del recipiente más el agregado.
- Repetir los pasos g, h, i; dos veces más.
- Calcular el promedio de las masas unitarias sueltas.
- Calcular y tabular la masa del árido suelto.
- Finalmente calcular la MASA UNITARIA SUELTA DEL ÁRIDO

b) Cálculos tipo.

Calculo del volumen del recipiente.

$$MAgr = (Mreci + agua) - (Mreci)$$

$$MAgr = (5369 - 2447)g = 2922g$$

$$V = m / d$$

$$V = \frac{2922g}{1g/cm^3} = 2922cm^3$$

Promedio del árido suelto + masa del recipiente.

$$PAS = \frac{(Masa1 + Masa2 + Masa3)}{3}$$

$$PAS = \frac{(6757,50 + 6780 + 6797)g}{3} = 6811,50g$$

Masa del árido suelto

$$MAS = (PAS) - (Mr)$$

$$MAS = (6811,50 - 2447)g = 4364,50g$$

Masa Unitaria Suelta

$$MUS = \frac{MAS}{Mr}$$

$$MUS = \frac{4364,50g}{2922cm^3} = 1,494 \frac{g}{cm^3}$$

c) Masa unitaria característica suelta de la piedra pómez

Tabla N° 62 Masa unitaria suelta característica del pómez

N=	5	Muestra	Mus	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	MUSP1	0,59	-0,02	0,0003
		MUSP2	0,59	-0,02	0,0003
		MUSP3	0,65	0,04	0,0020
		MUSP4	0,60	0,00	0,0000
		MUSP5	0,60	-0,01	0,0000
		Suma=	3,04		0,0026
		Prom=	0,61		

S=	0,025
Prom Real=	0,57

Elaborado por: Luis Brito

d) Masa unitaria característica suelta del agregado fino.

Tabla N° 63 Masa unitaria suelta característica del Agregado fino

N=	5	Muestra	Mus	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	MUSAF1	1,17	-0,01	0,0001
		MUSAF2	1,16	-0,01	0,0002
		MUSAF3	1,20	0,02	0,0004
		MUSAF4	1,18	0,01	0,0000
		MUSAF5	1,17	0,00	0,0000
		Suma=	5,88		0,0008
		Prom=	1,18		

S=	0,014
Prom Real=	1,16

Elaborado por: Luis Brito

6) Masa unitaria compactada (agregado grueso y agregado fino).



Gráfica N° 43 Preparación del agregado grueso y agregado fino para la Masa Unitaria Compactada

Elaborado por: Luis Brito

a) Procedimiento De Ensayo

- Tomar el recipiente adecuado de acuerdo al tipo de agregado y determinar su masa.
- Aforar el recipiente con agua y cubrirlo con una placa de vidrio; para evitar el exceso de agua y eliminar las burbujas de aire.
- Registrar la masa del recipiente más agua.
- Calcular el volumen del recipiente.
- Realizar un nuevo procedimiento de muestreo según lo indicado.
- Depositar en el recipiente, una porción del árido procedente del muestreo, hasta él un tercio de su altura, para posteriormente compactarlo con 25 golpes (utilizar la varilla lisa), distribuidos en toda la superficie del árido. Evitar golpear bruscamente el fondo del recipiente.
- Volver a llenar el recipiente metálico hasta los dos tercios, y repetir la operación de compactación.
- Llenar el recipiente hasta rebozarlo y compactarlo nuevamente.
- Nivelar la superficie del recipiente, con la varilla de compactación. Tomar en cuenta que se utilizará la fuerza necesaria para que la varilla no penetre los tercios anteriores.
- Determinar la masa del recipiente más el agregado.
- Repetir los pasos anteriores dos veces más.
- Calcular el promedio de las masas unitarias compactadas.
- Calcular y tabular la masa del árido compactado.
- Finalmente calcular la MASA UNITARIA COMPACTADA DEL ÁRIDO.

b) Cálculos tipo.

Calculo del volumen del recipiente.

$$MAg = (Mr + agua) - (Mr)$$

$$MAg = (5369 - 2400)g = 2969g$$

$$V = M / d$$

$$V = \frac{2969g}{1g/cm^3} = 2969cm^3$$

Promedio del árido compactado + masa del recipiente.

$$PAC = \frac{(Masa1 + Masa2 + Masa3)}{3}$$

$$PAC = \frac{(7265 + 7248 + 7362)g}{3} = 7291,67g$$

Masa del árido compactado

$$MAC = (PAC) - (Mr)$$

$$MAC = (7291,670 - 2400)g = 4891,67g$$

Masa Unitaria Compactada

$$MUC = \frac{4891,67g}{2969cm^3} = 1,648g/cm^3$$

c) Masa unitaria característica compactada de la piedra pómez

Tabla N° 64 Masa unitaria compactada característica del pómez

N=	5	Muestra	Muc	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	MUCP1	0,65	-0,01	0,0002
		MUCP2	0,67	0,01	0,0001
		MUCP3	0,68	0,01	0,0002
		MUCP4	0,66	0,00	0,0000
		MUCP5	0,66	0,00	0,0000
		Suma=	3,31		0,0005
		Prom=	0,66		

S=	0,011
Prom Real=	0,65

Elaborado por: Luis Brito

d) Masa unitaria característica compactada del agregado fino

Tabla N° 65 Masa unitaria compactada característica del Agregado fino

N=	5	Muestra	Muc	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	MUCAF1	1,27	0,61	0,3713
		MUCAF2	1,29	0,63	0,3983
		MUCAF3	1,29	0,63	0,3953
		MUCAF4	1,28	0,61	0,3757
		MUCAF5	1,28	0,61	0,3757
		Suma=	6,41		1,9164
		Prom=	1,28		

Elaborado por: Luis Brito

7) Densidad óptima.



Gráfica N° 44 Preparación del agregado grueso y agregado fino para densidad optima.

Elaborado por: Luis Brito

a) Procedimiento De Ensayo

- Tomar Un recipiente adecuado de acuerdo al tipo de agregado y determinar su masa.
- Tomar una muestra de 35 000 g. de agregado grueso.
- Tomar un recipiente con agua y llenarlo hasta el punto de aforamiento.
- Regular la masa del recipiente más agua.
- Calcular el volumen del recipiente.
- Según los porcentajes y las cantidades que tenemos en nuestra práctica, debemos ir añadiendo el agregado fino a los 35000g de agregado grueso.
- Mezclar bien, esto se realiza con palas.

- Depositar en el recipiente, una porción de mezcla (árido fino – árido grueso) hasta 1/3 de su altura, para posteriormente compactarlo con 25 golpes utilizando la varilla lisa y distribuirlos en toda la superficie de la mezcla.
- Volver a llenar el recipiente metálico hasta los 2/3 y repetir la operación de compactación.
- Llenar el recipiente hasta rebosarlo y compactarlo nuevamente y nivelar la superficie del recipiente con la varilla de compactación.
- Determinar la masa del recipiente mas la mezcla.
- Depositar nuevamente esta porción de mezcla en nuestra bandeja después de haberlo pesado.
- En esta misma mezcla depositamos la segunda porción de árido fino según la cantidad registrada en la tabla y volvemos a repetir los pasos g, h, i, j, k, l; esto se realiza las veces que sean necesarias según el número de datos.
- Calcular la masa de la mezcla.
- finalmente calcular la densidad aparente de la mezcla.

b) Cálculos tipo.

$$masa = (Masa - del - recipiente + agua) - (Masa - del - recipiente)$$

$$masa = (22000 - 7100)g = 14900g$$

$$densidad = m / v$$

$$volumen = m / d$$

$$volumen = \frac{14900g}{1g/cm^3} = 14900cm^3$$

Cálculo de la Masa del Agregado

$$MAgre = (Mrec + mezcla) - masaderec$$

$$MAgre = 30750g - 7898g = 22852g$$

Cálculo de la Densidad Aparente

$$da = \text{masa de la mezcla} / \text{volumen del recipiente}$$

$$da = 22852g / 14900cm^3 = 1.533g / cm^3$$

c) Densidad óptima de los agregados

Tabla N° 66 Densidad óptima característica de los agregados

N=	5	Muestra	D. Optima	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	DOP1	0,94	-0,05	0,0024
		DOP2	1,01	0,03	0,0008
		DOP3	0,99	0,00	0,0000
		DOP4	0,98	0,00	0,0000
		DOP5	1,01	0,03	0,0007
		Suma=	4,93		0,0038
		Prom=	0,99		

S=	0,03102
Prom Real=	0,94

Elaborado por: Luis Brito

8) Peso específico del cemento.



Gráfica N° 45 Peso específico del cemento.

Elaborado por: Luis Brito

a) Procedimiento De Ensayo²¹.

- Pesar el picnómetro vacío en la balanza de 2610 g previamente encerada.
- Llenar con cemento el picnómetro hasta la mitad de la marca blanca aproximadamente.
- Pesar el picnómetro más cemento.
- Llenar con gasolina el picnómetro hasta un 90% de su capacidad.
- Agitar el picnómetro con movimientos lentos circulares para eliminar las burbujas de aire.
- Completar el nivel de gasolina hasta su aforamiento es decir hasta la marca de los 500 cm³; con la ayuda de una pipeta.
- Pesar y registrar el conjunto picnómetro, gasolina y cemento.
- Vaciar el picnómetro, limpiarlo y secarlo cuidadosamente.
- Tabular la masa del picnómetro calibrado (llenado hasta la marca de los 500 cm³ con gasolina únicamente).
- Registrar los datos anteriores en la tabla y calcular la densidad del cemento.

b) Cálculos típicos

Masa del cemento = (Masa del picnómetro + cemento) – (Masa del picnómetro vacío)

Masa gasolina = (Masa picnómetro calibrado) - (Masa del picnómetro vacío)

Masa gasolina hasta completar 500 cm³ = (Masa picnómetro + cemento + gasolina) - (Masa picnómetro + cemento)

Peso Específico gasolina = (Masa gasolina) / 500

Volumen gasolina añadida = (Masa gasolina hasta completar 500 cm³) / (Peso Específico gasolina)

²¹ Norma INEN 156-1987-02

Volumen cemento = 500 – (Volumen gasolina añadida)

Peso específico = (Masa cemento) / (Volumen cemento)

c) Peso específico característico del cemento.

Tabla N° 67 Peso específico característico del cemento.

N=	5	Muestra	P. Específico	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	DC1	3,15	-0,02	0,0002
		DC2	3,17	0,00	0,0000
		DC3	3,19	0,02	0,0003
		DC4	3,15	-0,02	0,0002
		DC5	3,18	0,01	0,0002
		Suma=	15,85		0,0010
		Prom=	3,17		

S=	0,01574
Prom Real=	3,15

Elaborado por: Luis Brito

9) Masa unitaria suelta del cemento.



Gráfica N° 46 Masa unitaria suelta del cemento.

Elaborado por: Luis Brito

a) Procedimiento De Ensayo

- Tomar el recipiente adecuado para el cemento y determinar su masa.
- Aforar el recipiente con agua y cubrirlo con una placa de vidrio; para evitar el exceso de agua y eliminar las burbujas de aire.
- Registrar la masa del recipiente más agua.
- Calcular el volumen del recipiente.
- Retirar el agua del recipiente y secar el mismo.
- Realizar el procedimiento de muestreo según lo indicado en la práctica anterior.
- Llenar el recipiente para con una porción del cemento procedente del muestreo; en forma lenta y progresiva.
- Nivelar la superficie del recipiente, con la varilla de compactación.
- Determinar la masa del recipiente más el cemento.
- Calcular el promedio de las masas unitarias sueltas.
- Calcular y tabular la masa del cemento suelto.
- Finalmente calcular la MASA UNITARIA SUELTA DEL CEMENTO.

b) Cálculos tipo.

Calculo del volumen del recipiente.

$$MAg = (Mr + agua) - (Mr)$$

$$Mag = (5371 - 2400)g = 2971g$$

$$V = M / d$$

$$V = \frac{2971g}{1g / cm^3} = 2971cm^3$$

Promedio del cemento suelto + masa del recipiente.

$$PSC = \frac{(Masa1 + Masa2 + Masa3)}{3}$$

$$PSC = \frac{(5799 + 5849 + 5834)g}{3} = 5827,33g$$

Masa del cemento suelto

$$MSC = (PSC) - (Mr)$$

$$MSC = (5827,33 - 2400)g = 3427,33g$$

Masa Unitaria Suelta

$$MUSC = MSC / Mr$$

$$muc = 3427,33g / 2971cm^3 = 1,154 g/cm^3$$

c) Masa unitaria suelta característica del cemento.

Tabla N° 68 Masa unitaria suelta característica del cemento.

N=	5	Muestra	Mus	f1-fm	(f1-fm)^2
K=	1,45	MUSC1	0,90	-0,02	0,0002
		MUSC2	0,92	0,01	0,0001
		MUSC3	0,94	0,02	0,0005
		MUSC4	0,89	-0,02	0,0005
		MUSC5	0,92	0,01	0,0001
		Suma=	4,57		0,0013
		Prom=	0,91		

S=	0,018
Prom Real=	0,89

Elaborado por: Luis Brito

10) Masa unitaria compactada del cemento.



Gráfica N° 47 Masa unitaria compactada del cemento.

Elaborado por: Luis Brito

a) Procedimiento De Ensayo

- Tomar el recipiente adecuado y determinar su masa.
- Aforar el recipiente con agua y cubrirlo con una placa de vidrio; para evitar el exceso de agua y eliminar las burbujas de aire.
- Registrar la masa del recipiente más agua.
- Calcular el volumen del recipiente.
- Realizar un nuevo procedimiento de muestreo según lo indicado en la práctica anterior.
- Depositar en el recipiente, una porción de cemento, hasta el un tercio de su altura, para posteriormente compactarlo con 25 golpes (utilizar la varilla lisa), distribuidos en toda la superficie del árido. Evitar golpear bruscamente el fondo del recipiente.
- Volver a llenar el recipiente metálico hasta los dos tercios, y repetir la operación de compactación.
- Llenar el recipiente hasta rebozarlo y compactarlo nuevamente.
- Nivelar la superficie del recipiente, con la varilla de compactación. Tomar en cuenta que se utilizará la fuerza necesaria para que la varilla no penetre los tercios anteriores.

- Determinar la masa del recipiente más el cemento.
- Repetir los pasos anteriores dos veces más.
- Calcular el promedio de las masas unitarias compactadas.
- Calcular y tabular la masa del cemento compactado.
- Finalmente calcular la MASA UNITARIA COMPACTADA DEL CEMENTO.

b) Cálculos tipo

Calculo del volumen del recipiente.

$$MAg = (Mr + agua) - (Mr)$$

$$Mag = (5371 - 2400)g = 2971g$$

$$V = M / d$$

$$V = \frac{2971g}{1g / cm^3} = 2971cm^3$$

Promedio del cemento compactado + masa del recipiente.

$$PCC = \frac{(Masa1 + Masa2 + Masa3)}{3}$$

$$PCC = \frac{(5799 + 5849 + 5834)g}{3} = 5827,33g$$

Masa del cemento compactado

$$MCC = (PCC) - (Mr)$$

$$MCC = (5827,33 - 2400)g = 3427,33g$$

Masa Unitaria Compactada

$$MUC = MCC / Mr$$

$$MUC = 3427,33g / 2971cm^3 = 1,154 g/cm^3$$

c) Masa unitaria compactada característica del cemento

Tabla N° 69 Masa unitaria compactada característica del cemento.

N=	5	Muestra	Muc	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	MUCC1	1,02	-0,04	0,0013
		MUCC2	1,08	0,02	0,0005
		MUCC3	1,05	-0,01	0,0002
		MUCC4	1,06	0,00	0,0000
		MUCC5	1,08	0,02	0,0005
		Suma=	5,29		0,0024
		Prom=	1,06		

S=	0,025
Prom Real=	1,02

Elaborado por: Luis Brito

11) Contenido de humedad (agregado grueso y agregado fino).



Gráfica N° 48 Contenido de humedad de agregado fino y grueso.

Elaborado por: Luis Brito

a) Procedimiento De Ensayo²²

- Tomar una muestra representativa del árido a ensayar (aproximadamente 5000g. para árido grueso y 2000g. para árido fino), siguiendo los procedimientos de muestreo aprendidos anteriormente.
- Pasar y registrar la masa del recipiente en el que se va a colocar el árido.
- Registrar en el cuadro de tabulación el peso exacto de la muestra en estado natural más el recipiente, e identificar claramente la misma. Evitar la pérdida de humedad contenida en el material.
- Ingresar el árido contenido en el recipiente al horno y secar durante un lapso de 24 horas.
- Retirar la muestra del horno una vez transcurridas las 24 horas y registrar la masa del recipiente más árido seco.
- Calcular y registrar el contenido total de humedad.

b) Cálculos tipo

$$Man = M(an + r) - Mr$$

$$Man = 5050,00 - 489.80 = 4560,20$$

$$Mas = M(as + r) - Mr$$

$$Mas = 4952 - 489.80 = 4462.20$$

$$CH = ((Man - Mas) * 100) / Mas$$

$$CH = \frac{(4560.20 - 4462.20)}{4462.20} * 100 = 2.196\%$$

²² Norma INEN 859-1982-12

c) Contenido de humedad característico de la piedra pómez

Tabla N° 70 Contenido de humedad característica del pómez.

N=	5	Muestra	Humedad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	HP1	5,57	-0,24	0,0561
		HP2	5,90	0,10	0,0099
		HP3	5,67	-0,14	0,0184
		HP4	6,08	0,28	0,0779
		HP5	5,80	-0,01	0,0000
		Suma=	29,03		0,1623
		Prom=	5,81		

S=	0,20141
Prom Real=	5,51

Elaborado por: Luis Brito

d) Contenido de humedad característico de agregado fino

Tabla N° 71 Contenido de humedad característica del agregado fino.

N=	5	Muestra	Humedad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	HAF1	3,24	-0,07	0,0056
		HAF2	3,22	-0,10	0,0098
		HAF3	3,37	0,05	0,0027
		HAF4	3,04	-0,28	0,0767
		HAF5	3,72	0,40	0,1589
		Suma=	16,59		0,2537
		Promedio=	3,318		

S=	0,2519
Prom Real=	2,95

Elaborado por: Luis Brito

b. Preparación de la muestra.



Gráfica N° 49 Mezcla de los agregados para preparar la muestra.

Elaborado por: Luis Brito

1) Procedimiento De Ensayo

- Limpiar, lavar y humedecer todos y cada uno de los instrumentos que van a estar en contacto directo con el hormigón o sus ingredientes.
- Calcular, mediante los datos obtenidos la Dosificación, para hallar las cantidades necesarias para elaborar nuestro hormigón.
- Pesar con la mayor exactitud y precisión las cantidades de cada uno de los elementos de la dosificación (agregado fino, agregado grueso, cemento y agua). Según lo establecido en la dosificación.
- Mezclar en primera instancia el cemento con el agregado fino.
- Posteriormente se añade el agregado grueso.
- Añadir el agua a la mezcla seca, y mezclar hasta que el concreto tenga una apariencia homogénea.
- Realizar el ensayo de asentamiento para la mezcla obtenida.

a) Procedimiento de ensayo para el asentamiento



Gráfica N° 50 Ensayo de asentamiento.

Elaborado por: Luis Brito

- Colocar el Cono de Abrams sobre una superficie plana pisando los dos extremos de su base firmemente para evitar el movimiento y/o salida del hormigón por la parte inferior.
- Depositar en el cono, una porción del hormigón hasta el un tercio de su altura, para posteriormente compactarlo con 25 golpes (utilizar la varilla lisa), distribuidos en toda la superficie del hormigón.
- Volver a llenar el cono hasta los dos tercios, y repetir la operación de compactación.
- Llenar el cono hasta rebozarlo y compactarlo nuevamente.
- Nivelar la superficie del cono, con la varilla de compactación. Tomar en cuenta que se utilizará la fuerza necesaria para que la varilla no penetre los tercios anteriores.
- Colocar las manos en las agarraderas del cono y presionar.
- Retirar los pies de la base del cono.
- Alzar el cono y colocarlo junto al hormigón dándole al cono un giro de 180°.
- Colocar la varilla de compactación sobre el cono de una forma horizontal y en dirección al montículo de hormigón.

- Medir la distancia existente entre la parte superior media del hormigón hasta la parte inferior de la varilla. (A ésta distancia en cm se la conoce como asentamiento).
- El ensayo de asentamiento se realizará dentro de un tiempo máximo a los 5 minutos siguientes a la terminación de la mezcla.
- Comparar si este asentamiento corresponde al indicado en los datos de diseño.
- Si no corresponde al asentamiento deseado incrementar agua a la mezcla hasta obtener dicho asentamiento.
- Elaborar el número de probetas establecidas para cada caso (el tiempo de llenado en ningún caso será mayor a los 15 minutos posteriores al mezclado).
- Repetir este procedimiento para los 3 asentamientos deseados.

2) Procedimiento de llenado de los moldes

- Depositar en el molde, una porción del hormigón hasta un tercio de su altura, para posteriormente compactarlo con 25 golpes (utilizar la varilla lisa), distribuidos en toda la superficie del hormigón. Evitar golpear bruscamente el fondo del recipiente.
- Volver a llenar el molde metálico hasta los dos tercios, y repetir la operación de compactación.
- Llenar el molde hasta rebozarlo y compactarlo nuevamente.
- Nivelar la superficie del molde, con la varilla de compactación. Tomar en cuenta que se utilizará la fuerza necesaria para que la varilla no penetre los tercios anteriores.



Gráfica N° 51 Proceso de llenado del molde.

Elaborado por: Luis Brito

- Desencofrar los moldes una vez transcurridas las siguientes 24 horas.
- Etiquetar las probetas (detallar la etiqueta).
- Trasladar los cilindros a la piscina de curado con mucho cuidado.

c. Procedimiento de ensayo de compresión de las probetas.

- Retirar el número probetas destinadas para el ensayo según la fecha requerida (7, 14, 21 y 28 días).
- Registrar el peso de cada uno de las probetas.
- Registrar y calcular el largo y ancho de las probetas en milímetros.
- Acoplar los ladrillos a los espaciadores y a las tablas triplex.
- Ingresar los ladrillos a la máquina de compresión.
- Encender la máquina de compresión no sin antes ajustar la velocidad a 0.35 MPa/s.
- El instante que se deje de marcar carga, apagar la máquina y registrar los resultados.

d. Preparado de la mezcla

Ladrillos para mampostería en elevación (Dosificación 1:2:2):

- Se introducen 2 partes de arena + 1 parte de cemento en la mezcladora, estando la máquina en marcha y en seco.
- Luego se agregan las otras partes de arena restante y se mezcla hasta obtener un pastón de apariencia uniforme, siempre trabajando en seco.
- Una vez cumplido el paso anterior, se espera 3 minutos con la mezcladora siempre en marcha, y se comienza a agregar el agua hasta obtener una humedad uniforme. Es importante observar que la mezcla no debe tener exceso de agua (1/2 a 3/4 partes de agua).
- Se mezcla durante 3 minutos más.
- Para controlar el grado óptimo de humedad, se extrae con la mano un puñado de mezcla y se lo oprime firmemente, la mezcla debe quedar unida, formando una masa compacta que se puede partir y que no chorrea agua al ser apretada.

La elaboración de los ladrillos, así como el preparado de la mezcla, se realiza de idéntica manera tanto para el fabricado sobre pista como sobre bandeja.

e. Curado de los ladrillos

El ladrillo no debe ser secado rápidamente, por esto, debe evitarse exponerlo al sol fuerte o a las corrientes de aire.

Existen dos procesos para ayudar a un correcto curado del ladrillo:

- Curado al agua: Los ladrillos extendidos en la pista de producción se cubren con una lámina de plástico opaco con una para evitar la

evaporación brusca de agua. El ladrillo debe ser constantemente humedecido durante las primeras 24 h de fabricado. A las 48 h de fabricado el ladrillo puede ser trasladado y apilado.

- Curado al vapor: para someterlos a este curado los ladrillos deben ser producidos en el sistema de bandejas. Las mismas, conteniendo los ladrillos fabricados, se apilan en el interior de una carpa plástica en la que se inyecta vapor producido en una pequeña caldera, permaneciendo en ella un mínimo de 10 h. Para un control efectivo se debe recordar que la temperatura en el interior de la carpa debe oscilar entre los 35 °C y 45 °C, siendo el consumo de gas de aproximadamente 3 kg para curar 1000 ladrillos.

f. Dosificaciones para la elaboración del sustituto del ladrillo.

1) Primera mezcla dosificación 1:3:6

En esta primera dosificación se utilizo la dosificación que emplean en la bloqueras para la elaboración de su producto.

a) Datos de la primera muestra.

Tabla N° 72 Datos para la primera dosificación a estudiar.

1:3:6	12-feb-10	a/c		Corrección a/c
Agua	1,56	Kg	0,6	Agua agregada
Cemento	2,6	Kg		0
Agregado fino	7,8	Kg		Cemento Agregado
Piedras pómez	15,6	Kg		0

Elaborado por: Luis Brito

b) Resultados del ensayo de compresión.

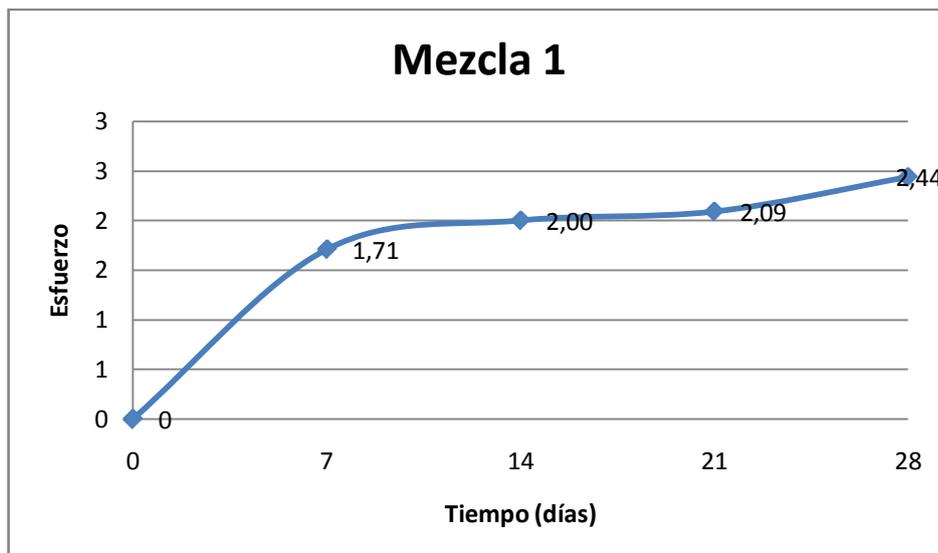
En tabla se detalla los resultados del ensayo a la compresión obtenidos de la primera mezcla.

Tabla N° 73 Resultado del ensayo de compresión de la primera mezcla.

No	Elemento Material	Dimensiones (mm)			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo 1 Lm1	350	150	100	52500	89775	1,71	7
2	Ladrillo 2 Lm1	350	150	100	52500	10500	2,00	14
3	Ladrillo 3 Lm1	350	150	100	52500	109725	2,09	21
4	Ladrillo 4 Lm1	350	150	100	52500	128100	2,44	28

Elaborado por: Luis Brito

c) Interpretación gráfica de la curva de compresión



Gráfica N° 52 Gráfica de la resistencia a la compresión de la primera mezcla.

Elaborado por: Luis Brito

2) Segunda mezcla dosificación 1:3:6

a) Datos de la segunda muestra

Tabla N° 74 Datos para la segunda dosificación a estudiar.

1:3:6	18-mar-10	a/c	Corrección a/c
Agua	2,57 Kg	0,6	Agua agregada
Cemento	4,29 Kg		2,57
Agregado fino	8,58 Kg		Cemento Agregado
Piedras pómez	17,16 Kg		4,29

Elaborado por: Luis Brito

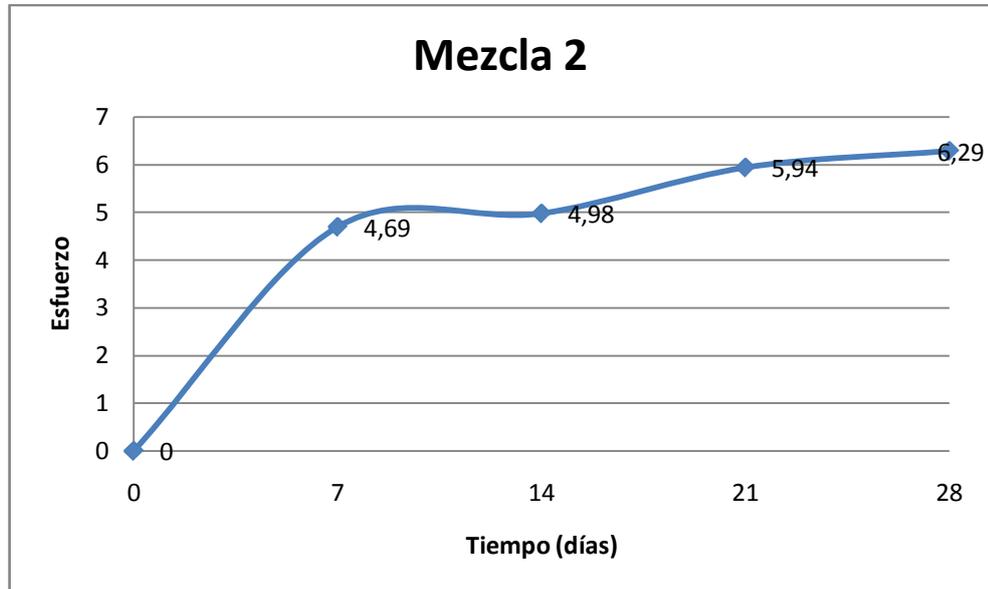
b) Resultados del ensayo de compresión.

Tabla N° 75 Resultado del ensayo de compresión de la segunda mezcla.

No	Elemento Material	Dimensiones (mm)			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo 1 Lm2	350	150	100	52500	246389,3	4,693	7
2	Ladrillo 2 Lm2	350	150	100	52500	261268	4,977	14
3	Ladrillo 3 Lm2	350	150	100	52500	311749	5,938	21
4	Ladrillo 4 Lm2	350	150	100	52500	330000	6,286	28

Elaborado por: Luis Brito

c) Interpretación gráfica de la curva de compresión



Gráfica N° 53 Gráfica de la resistencia a la compresión de la segunda mezcla.

Elaborado por: Luis Brito

3) Tercera mezcla dosificación 1:2:4

a) Datos de la tercera muestra

Tabla N° 76 Datos para la tercera dosificación a estudiar.

1:2:4	04-abr-10	a/c
Agua	2,66 Kg	0,8
Cemento	3,33 Kg	
Agregado fino	10 Kg	
Piedras pómez	16,66 Kg	

Corrección a/c
Agua agregada
2,66
Cemento Agregado
3,325

Elaborado por: Luis Brito

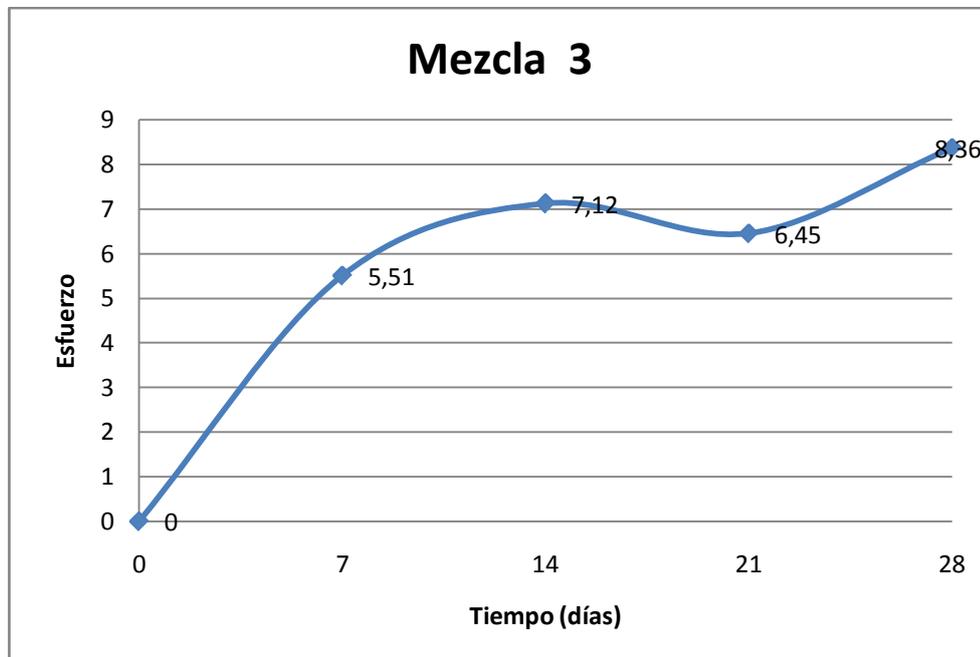
b) Resultados del ensayo de compresión.

Tabla N° 77 Resultado del ensayo de compresión de la tercera mezcla.

No	Elemento Material	Dimensiones (mm)			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo 1 Lm3	350	150	100	52500	289109	5,507	7 días
2	Ladrillo 2 Lm3	350	150	100	52500	373717	7,118	14 días
3	Ladrillo 3 Lm3	350	150	100	52500	338725	6,452	21 días
4	Ladrillo 4 Lm3	350	150	100	52500	477862	9,102	28 días
5	Ladrillo 5 Lm3	350	150	100	52500	400280	7,624	28 días

Elaborado por: Luis Brito

c) Interpretación gráfica de la curva de compresión



Gráfica N° 54 Gráfica de la resistencia a la compresión de la tercera mezcla.

Elaborado por: Luis Brito

4) Cuarta mezcla dosificación 1:1:3:5 más cal

a) Datos de la cuarta muestra

Tabla N° 78 Datos para la cuarta dosificación a estudiar.

1:1:3:5			30-abr-10	a/c	Corrección a/c	
Agua	3,02	Kg		0,8	Agua agregada	3,02
Cemento	3,78	Kg			Cemento Agregado	3,78
Agregado fino	11,25	Kg				
Cal	3	Kg				
Piedras pómez	18,75	Kg				

Elaborado por: Luis Brito

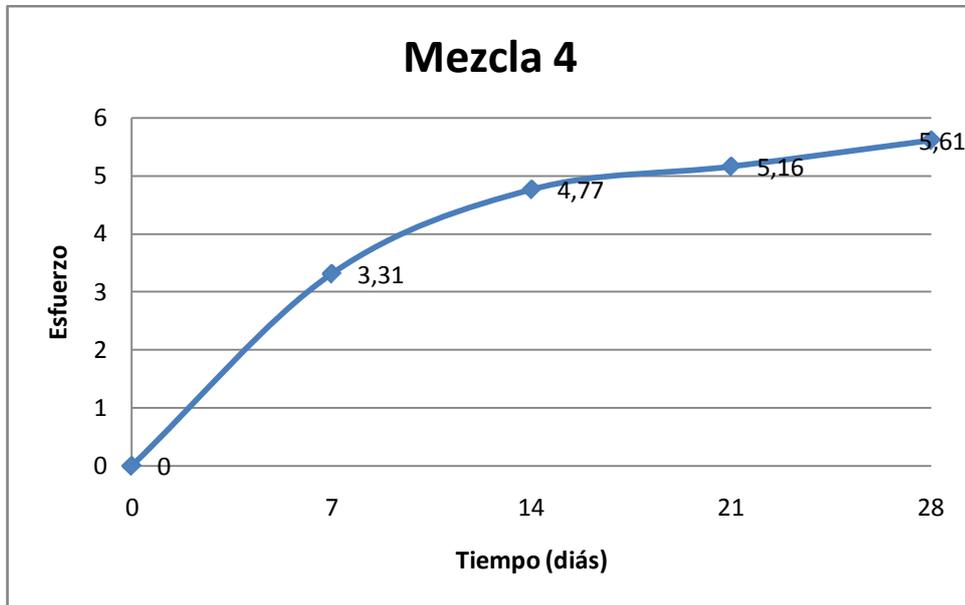
b) Resultados del ensayo de compresión.

Tabla N° 79 Resultado del ensayo de compresión de la cuarta mezcla.

No	Elemento Material	Dimensiones (mm)			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo 1 Lm4	350	150	100	52500	173748,5	3,31	7 días
2	Ladrillo 2 Lm4	350	150	100	52500	250355,6	4,77	14 días
3	Ladrillo 3 Lm4	350	150	100	52500	270973,1	5,16	21 días
4	Ladrillo 4 Lm4	350	150	100	52500	294536,0	5,61	28 días

Elaborado por: Luis Brito

c) Interpretación gráfica de la curva de compresión



Gráfica N° 55: Gráfica de la resistencia a la compresión de la cuarta mezcla.

Elaborado por: Luis Brito

5) Quinta mezcla dosificación 1:2:4 con agregado fino cerro negro cernido.

a) Datos de la quinta muestra

Tabla N° 80 Datos para la quinta dosificación a estudiar.

1:2:4	15-may-10		a/c
Agua	2,40	Kg	0,6
Cemento	4	Kg	
Agregado fino	8	Kg	
Piedras pómez	16	Kg	

Corrección a/c

Agua agregada	2,4
Cemento Agregado	4,000

Elaborado por: Luis Brito

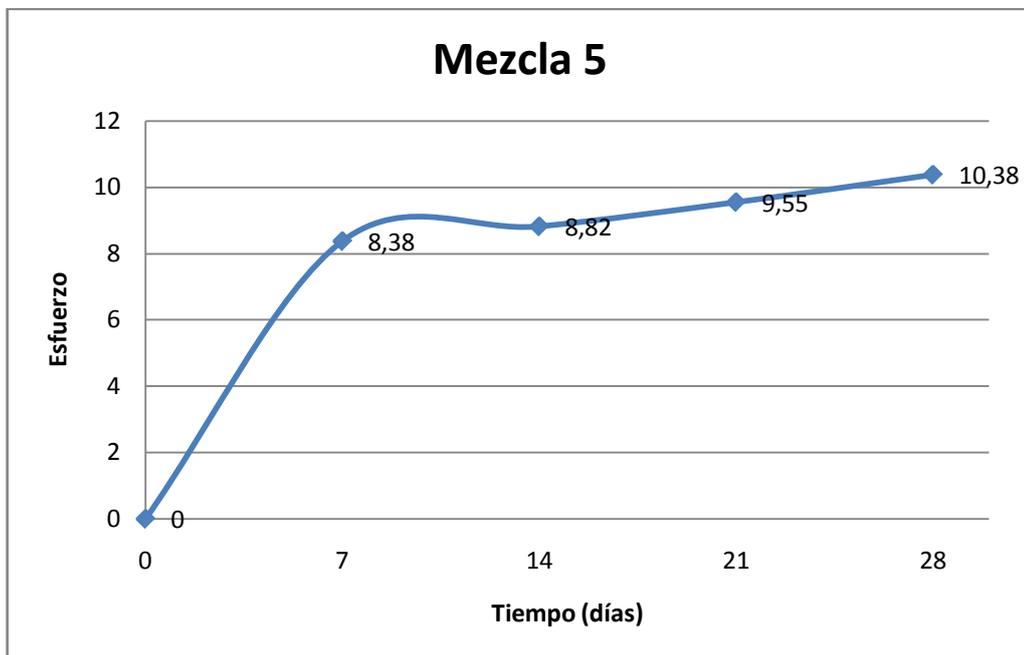
b) Resultados del ensayo de compresión.

Tabla N° 81 Resultado del ensayo de compresión de la quinta mezcla.

No	Elemento Material	Dimensiones (mm)			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo 1 Lm5	350	150	100	52500	440032,7	8,38	7 días
2	Ladrillo 2 Lm5	350	150	100	52500	463257,2	8,82	14 días
3	Ladrillo 3 Lm5	350	150	100	52500	501407,8	9,55	21 días
4	Ladrillo 4 Lm5	350	150	100	52500	545008,5	10,38	28 días

Elaborado por: Luis Brito

c) Interpretación gráfica de la curva de compresión.



Gráfica N° 56 Gráfica de la resistencia a la compresión de la quinta mezcla.

Elaborado por: Luis Brito

6) Sexta mezcla dosificación con agregado fino cerro negro sin cernir 1:2:4.

a) Datos de la sexta muestra

Tabla N° 82 Datos para la sexta dosificación a estudiar.

1:2:4	5-jun-10		a/c
Agua	2,40	Kg	0,6
Cemento	4	Kg	
Agregado fino	8	Kg	
Piedras pómez	16	Kg	

Corrección a/c	
Agua agregada	0
Cemento Agregado	0,000

Elaborado por: Luis Brito

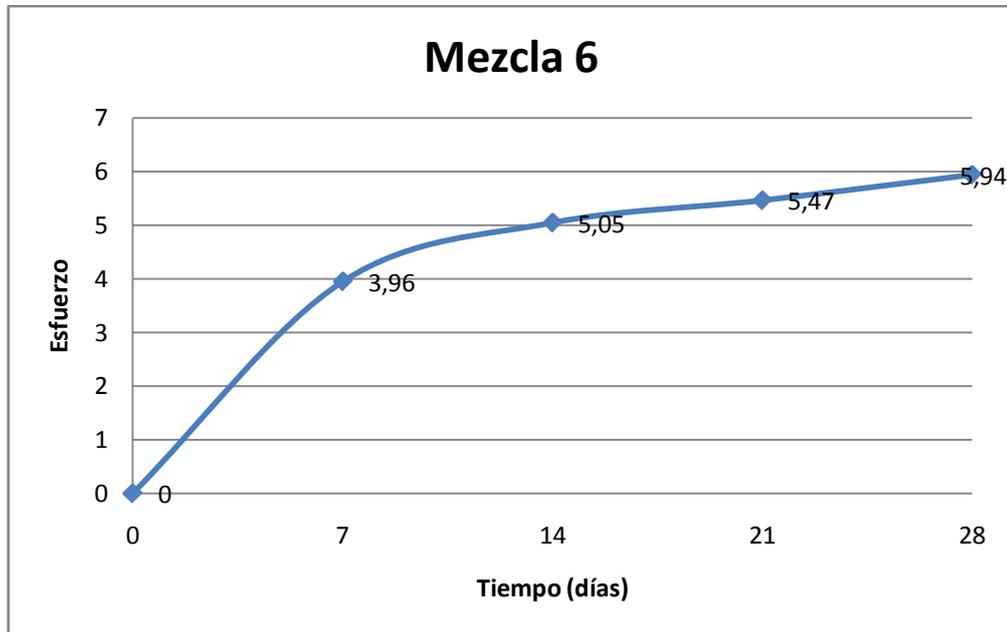
b) Resultados del ensayo de compresión.

Tabla N° 83 Resultado del ensayo de compresión de la sexta mezcla.

No	Elemento Material	Dimensiones			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		(mm)						
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo 1 Lm6	350	150	100	52500	207648,1	3,96	7 días
2	Ladrillo 2 Lm6	350	150	100	52500	265129,1	5,05	14 días
3	Ladrillo 3 Lm6	350	150	100	52500	286963,2	5,47	21 días
4	Ladrillo 4 Lm6	350	150	100	52500	311916,6	5,94	28 días

Elaborado por: Luis Brito

c) Interpretación gráfica de la curva de compresión



Gráfica N° 57 Gráfica de la resistencia a la compresión de la sexta mezcla.

Elaborado por: Luis Brito

7) Séptima mezcla dosificación 1:2:4 agregado fino cerro negro cernido.

a) Datos de la tercera muestra

Tabla N° 84 Datos para la séptima dosificación a estudiar.

1:2:4	27-jul-10	a/c
Agua	2,40 Kg	0,6
Cemento	4 Kg	
Agregado fino	8 Kg	
Piedras pómez	16 Kg	

Corrección a/c

Agua agregada	0
Cemento Agregado	0,000

Elaborado por: Luis Brito

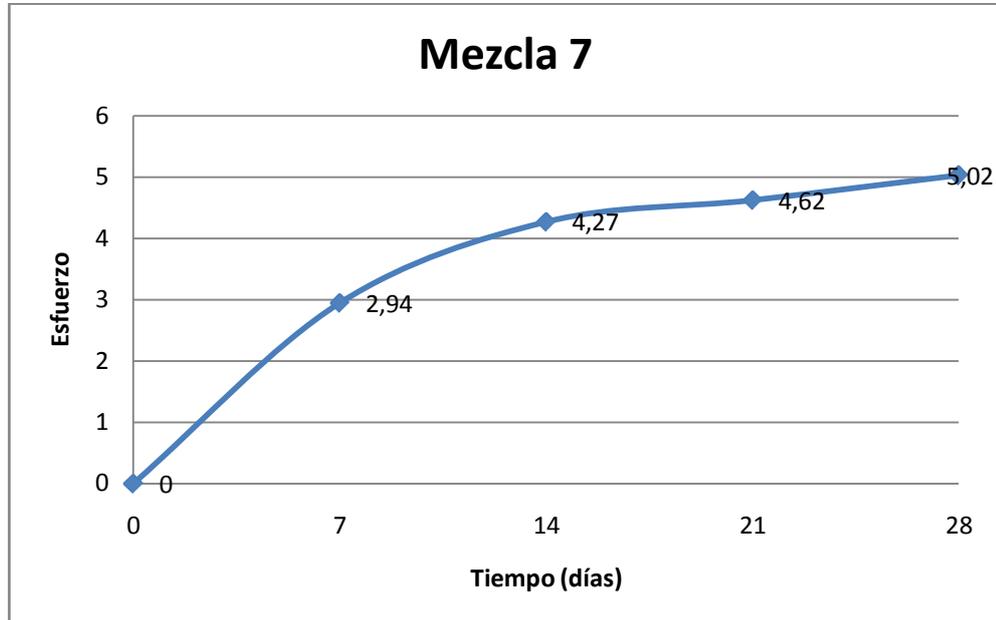
b) Resultados del ensayo de compresión.

Tabla N° 85 Resultado del ensayo de compresión de la séptima mezcla.

No	Elemento Material	Dimensiones (mm)			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo 1 Lm7	350	150	100	52500	154552,2	2,94	7 días
2	Ladrillo 2 Lm7	350	150	100	52500	224237,0	4,27	14 días
3	Ladrillo 3 Lm7	350	150	100	52500	242703,5	4,62	21 días
4	Ladrillo 4 Lm7	350	150	100	52500	263808,2	5,02	28 días

Elaborado por: Luis Brito

c) Interpretación gráfica de la curva de compresión



Gráfica N° 58 Gráfica de la resistencia a la compresión de la séptima mezcla.

Elaborado por: Luis Brito

8) Octava mezcla dosificación 1:2,5:3 agregado fino cerro negro cernido

a) Datos de la octava muestra

Tabla N° 86 Datos para la séptima dosificación a estudiar.

1:2,5:3	30-abr-10		a/c
Agua	3,00	Kg	0,6
Cemento	5	Kg	
Agregado fino	10	Kg	
Piedras pómez	15	Kg	

Corrección a/c	
Agua agregada	2,4
Cemento Agregado	0,000

Elaborado por: Luis Brito

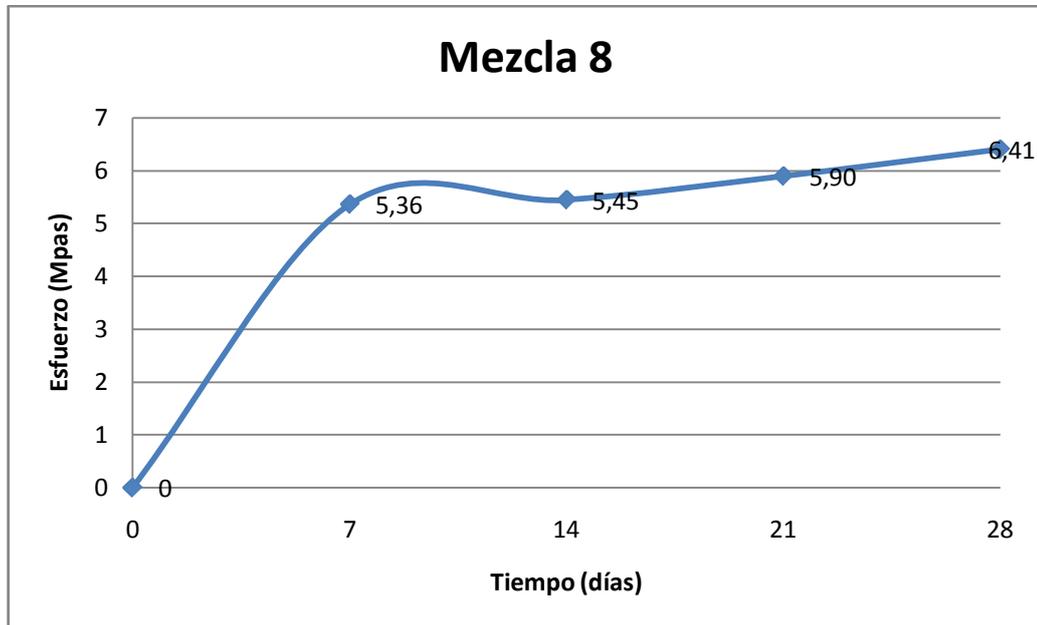
b) Resultados del ensayo de compresión.

Tabla N° 87 Resultado del ensayo de compresión de la octava mezcla

No	Elemento Material	Dimensiones (mm)			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones	
		Largo	Ancho	Espesor					
1	Ladrillo Lm4	1	350	150	100	52500	281596,9	5,36	7 días
2	Ladrillo Lm4	2	350	150	100	52500	285953,1	5,45	14 días
3	Ladrillo Lm4	3	350	150	100	52500	309502,2	5,90	21 días
4	Ladrillo Lm4	4	350	150	100	52500	336415,4	6,41	28 días

Elaborado por: Luis Brito

c) Interpretación gráfica de la curva de compresión



Gráfica N° 59 Gráfica de la resistencia a la compresión de la octava mezcla.

Elaborado por: Luis Brito

9) Novena mezcla dosificación 1:2:3 agregado fino cerro negro triturado

a) Datos de la Novena muestra.

Tabla N° 88 Datos para la novena dosificación a estudiar.

1:2:3		a/c
Agua	3,00 Kg	0,6
Cemento	5 Kg	
Agregado fino	10 Kg	
Piedras pómez	15 Kg	

Agua agregada	1,2
Cemento Agregado	0,000

Elaborado por: Luis Brito

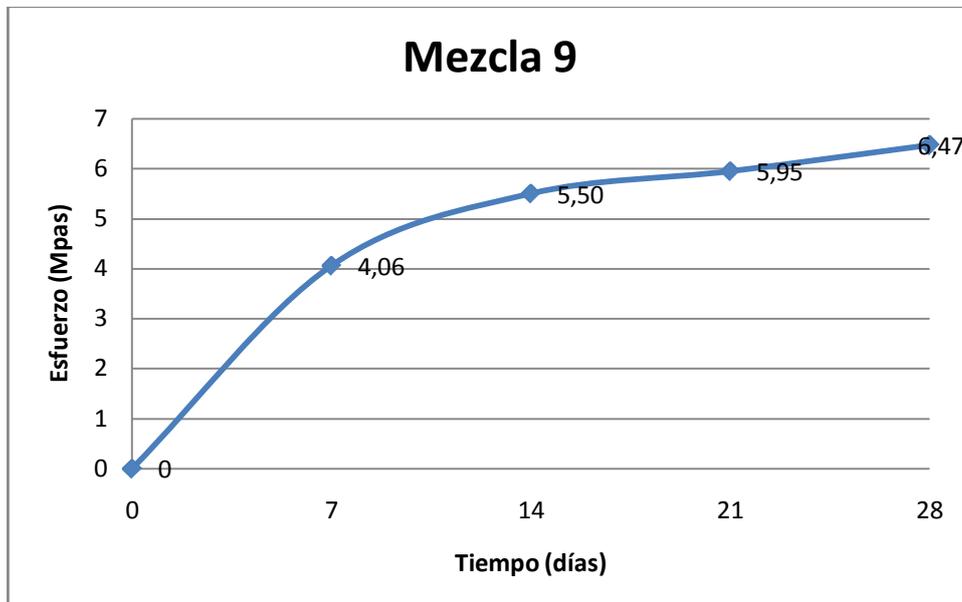
b) Resultados del ensayo de compresión.

Tabla N° 89 Resultado del ensayo de compresión de la novena mezcla.

No	Elemento Material	Dimensiones			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		(mm)						
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo 1 Lm9	350	150	100	52500	213268,4	4,06	7 días
2	Ladrillo 2 Lm9	350	150	100	52500	288689,0	5,50	14 días
3	Ladrillo 3 Lm9	350	150	100	52500	312463,4	5,95	21 días
4	Ladrillo 4 Lm9	350	150	100	52500	339634,1	6,47	28 días

Elaborado por: Luis Brito

c) Interpretación gráfica de la curva de compresión



Gráfica N° 60 Gráfica de la resistencia a la compresión de la novena mezcla.

Elaborado por: Luis Brito

10) Decima mezcla dosificación 1:2:4 agregado fino cerro negro triturado.

a) Datos de la decima muestra

Tabla N° 90 Datos para la decima dosificación a estudiar.

1:2:3		30-abr-09		a/c
Agua	3,00	Kg		0,6
Cemento	5	Kg		
Agregado fino	10	Kg		
Piedras pómez	15	Kg		

Corrección a/c	
Agua agregada	1,2
Cemento Agregado	0,000

Elaborado por: Luis Brito

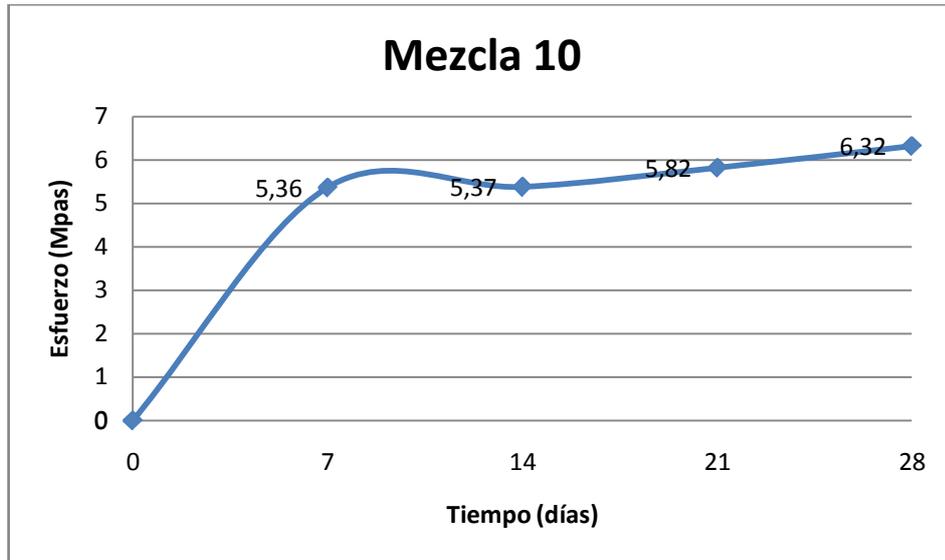
b) Resultados del ensayo de compresión.

Tabla N° 91 Resultado del ensayo de compresión de la decima mezcla.

No	Elemento Material	Dimensiones			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		(mm)						
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo 1 Lm10	350	150	100	52500	281596,9	5,36	7 días
2	Ladrillo 2 Lm10	350	150	100	52500	282163,5	5,37	14 días
3	Ladrillo 3 Lm10	350	150	100	52500	305400,4	5,82	21 días
4	Ladrillo 4 Lm10	350	150	100	52500	331957,0	6,32	28 días

Elaborado por: Luis Brito

c) Interpretación gráfica de la curva de compresión



Gráfica N° 61 Gráfica de la resistencia a la compresión de la decima mezcla.

Elaborado por: Luis Brito

11) Onceava mezcla dosificación 1:2:4 agregado fino cerro negro triturado.

a) Datos de la onceava muestra

Tabla N° 92 Datos para la undécima dosificación a estudiar.

1:02:02	30-abr-09		a/c
Agua	4,80	Kg	0,6
Cemento	8	Kg	
Agregado fino	16	Kg	
Piedras pómez	16	Kg	

Corrección a/c

Agua agregada	0,6
Cemento Agregado	0,000

Elaborado por: Luis Brito

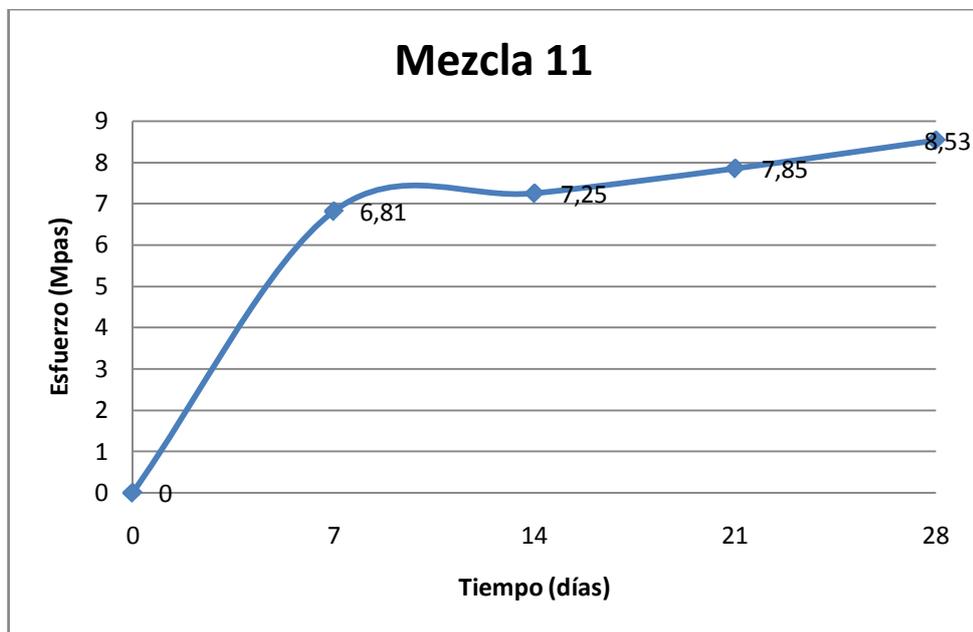
b) Resultados del ensayo de compresión.

Tabla N° 93 Resultado del ensayo de compresión de la undécima mezcla.

No	Elemento Material	Dimensiones (mm)			Sección mm ²	P _{máx} N	δ máx MPa	Observaciones
		Largo	Ancho	Espesor				
1	Ladrillo 1 Lm11	349	150	105	52350	356661,9	6,81	7 días
2	Ladrillo 2 Lm11	349	150	105	52350	379619,4	7,25	14 días
3	Ladrillo 3 Lm11	348	150	105	52200	409704,8	7,85	21 días
4	Ladrillo 4 Lm11	348	150	105	52200	445331,3	8,53	28 días

Elaborado por: Luis Brito

c) Interpretación gráfica de la curva de compresión.



Gráfica N° 62 Gráfica de la resistencia a la compresión de la undécima mezcla.

Elaborado por: Luis Brito

4. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

a. Dosificación final

Tabla N° 94 Datos para la dosificación final.

Datos

Num de probetas	5	d hor= 2,4			
Peso Ag	20				
	Densidad	d op	%Humedad	%Absorción	MUS
Af	2,14		6,5	4,30	1,22
Ag	1,21		70	65,40	0,62
Mezcla		0,94			

MUSC	0,93	
d cemento	3,15	
%F	50	
%G	50	
Resistencia		
Agre Fino	20	Kg
Agre Grueso	20	Kg
Dsss Mezcla	1,68	g/cm ³
% de vacios	44	%
Vol mezcla	42553,19	cm ³
Vol pasta	18672,59	cm ³
Relación a/c	0,8	
D de pasta	1,61	cm ³
Peso pasta	18,50	Kg
Cantidad de agua	8,22	
Cantidad de cemento	10,28	

C de Humedad

Agre Fino	20,43	-0,433615
Agre Grueso	20,56	-0,556227
Agua	7,23	

Dosificación por corrección de humedad

Agua	Cemento	A. Fino	A. Grueso
7,23	10,28	20,43	20,56

En relación

Agua	Cemento	A. Fino	A. Grueso
0,70	1,00	1,99	2,00

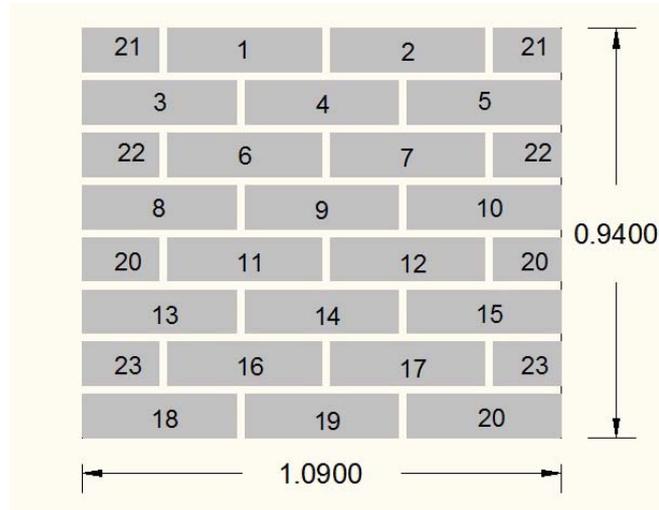
Asentamiento= 3,5 cm

Elaborado por: Luis Brito

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

b. Dimensiones del ladrillo

El ladrillo elaborado tiene dimensiones estándar de 35X15X10 cm



Gráfica N° 63 Cantidad de ladrillos por metro cuadrado

Elaborado por: Luis Brito

c. Peso de las diferentes muestras del ladrillo

Tabla N° 95: Pesos de los diferentes ladrillos

Pesos	Pesos	Pesos	Pesos
7094	7038	7036	7042
7017	7175	7195	7197
7160	7181	7157	7111
7142	7070	7107	7192
6998	7044	6987	7231
7233	7289	7084	7081
7106	7041	7241	7144
7183	7180	6997	7023
7026	7201	7102	7265
7064	7043	7029	7034

Elaborado por: Luis Brito

Peso promedio 7113.5Kg

Peso por metro cuadrado=7,1135*23

Peso por metro cuadrado=163,61Kg*m²

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Bloque macizo e= 10 cm

UNIDAD: U

EQUIPOS

A.-	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta menor	0,05	0,03	0,00	1,00	0,00
						-
						-
						-
SUBTOTAL						0,00

MANO DE OBRA

B.-	DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Peón - I	1,00	2,13	2,13	0,015	0,03
						-
						-
						-
SUBTOTAL						0,03

MATERIALES

C.-	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	COSTO
	Polvo de piedra	kg	2,00	0,004	0,01
	piedra pómez	kg	2,00	0,01	0,02
	cemento	kg	1,00	0,12	0,12
	agua	m3	0,001	0,25	0,00
					-
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL					0,14818

TOTAL COSTO DIRECTO	0,18
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15%	0,03
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,21
VALOR OFERTADO	0,21

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Mampostería de bloque macizo e= 10 cm

UNIDAD: m2

EQUIPOS

A.-	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta menor	0,05	4,05	0,20	1,00	0,20
	Andamios	1,00	0,20	0,20	0,615	0,12
						-
						-
						-
SUBTOTAL						0,33

MANO DE OBRA

B.-	DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Peón - I	1,00	2,13	2,13	0,615	2,75
	Albañil - III	1,00	2,13	2,13	0,615	1,19
	Maestro de obra - IV	1,00	2,13	2,13	0,005	0,12
						-
						-
						-
SUBTOTAL						4,05

MATERIALES

C.-	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	COSTO
	Bloque macizo	u	23,00	0,21	4,83
	Mortero 1:3	m3	0,04	74,65	2,99
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL					7,82

TOTAL COSTO DIRECTO	12,19
INDIRECTOS Y UTILIDADES 25%	3,05
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15,24
VALOR OFERTADO	15,24

d. Prueba de Resistencia a la Compresión



Gráfica N° 64 Ensayo de resistencia a la compresión.

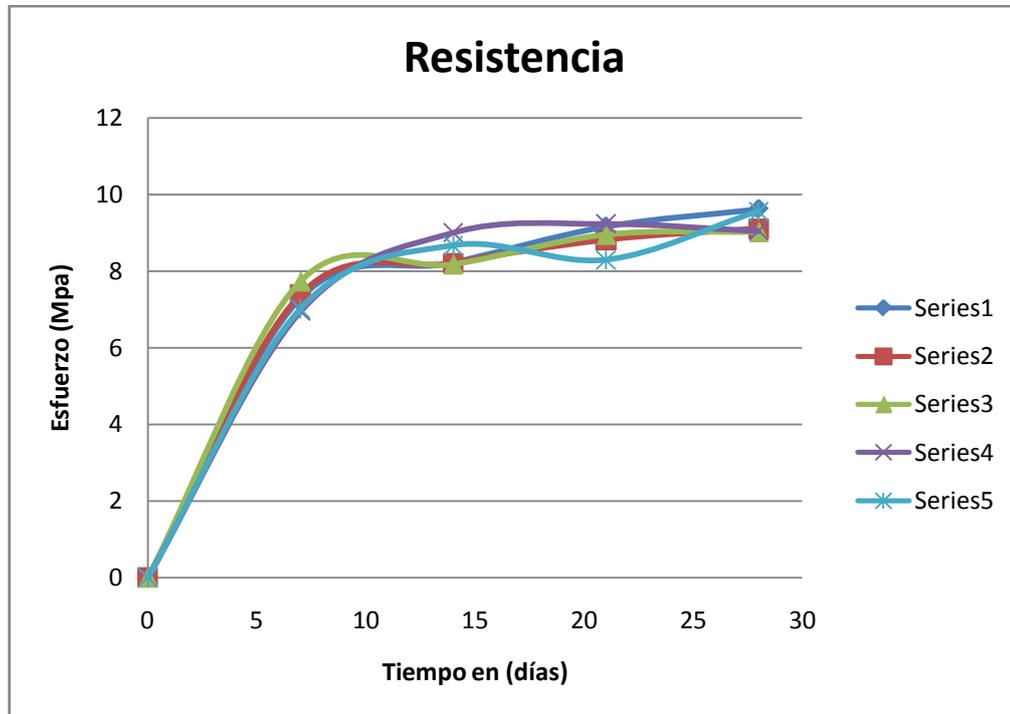
Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 96 Resistencia a la compresión de las probetas.

Tiempo	Pf1	Pf2	Pf3	Pf4	Pf5
7	7,2979213	7,383939	7,7359363	6,9441507	7,0119987
14	8,2198502	8,2087453	8,1805993	9,000206	8,6650749
21	9,1593905	8,8106857	8,9542095	9,2292952	8,2894286
28	9,6152571	9,1058095	9,0278857	9,0431048	9,5549143

Elaborado por: Luis Brito

e. Comparación gráfica de las curvas de resistencia a la compresión.



Gráfica N° 65 Gráfica de la resistencia a la compresión de la de las diferentes probetas.

Elaborado por: Luis Brito

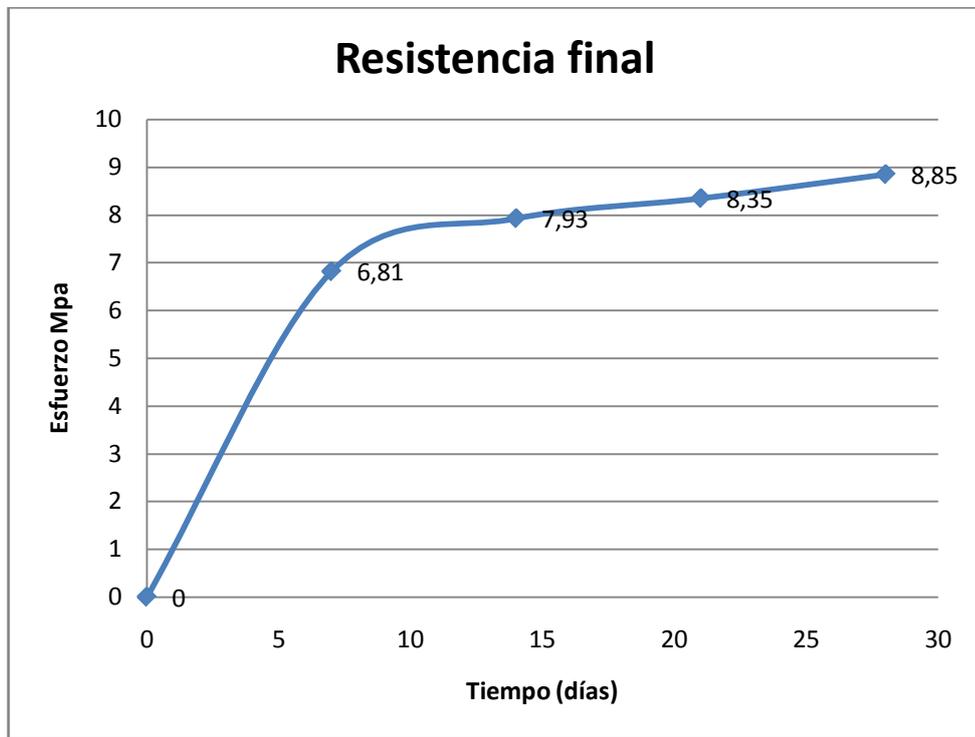
f. Resistencia característica promedio

Tabla N° 97 Resistencia promedio característica de los ensayo de compresión.

Tiempo	Esfuerzo
7	6,81
14	7,93
21	8,35
28	8,85

Elaborado por: Luis Brito

g. Gráfica de la curva de resistencia a la compresión característica.



Gráfica N° 66 Gráfica de la resistencia característica a la compresión.

Elaborado por: Luis Brito

h. Promedio de absorción

Tabla N° 98 Absorción característica promedio de 5 ladrillos.

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	19,73	-0,05	0,0021
		L2	21,30	1,52	2,2975
		L3	23,16	3,38	11,4423
		L4	14,96	-4,82	23,2047
		L5	19,74	-0,04	0,0013
		Suma=	98,90		36,9479
		Prom=	19,78		

S=	3,039
Prom Real=	15,37

Elaborado por: Luis Brito

i. Porcentaje de Absorción promedio

Tabla N° 99 Absorción característica promedio de 5 ladrillos.

N=	5	Muestra	% Absorción	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	24,17	2,54	6,4457
		L2	18,81	-2,82	7,9614
		L3	21,91	0,28	0,0789
		L4	22,13	0,50	0,2486
		L5	21,13	-0,50	0,2468
		Suma=	108,13		14,9814
		Promedio=	21,63		

S=	1,935
Prom Real=	18,82

Elaborado por: Luis Brito

j. Densidad promedio

Tabla N° 100 Densidad característica promedio de 5 ladrillos.

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	1,69	-0,01	0,0001
		L2	1,69	0,00	0,0000
		L3	1,69	0,00	0,0000
		L4	1,70	0,01	0,0001
		L5	1,69	0,00	0,0000
		Suma=	8,46		0,0001
		Promedio=	1,69		

S=	0,005
Prom Real=	1,68

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 101 Densidad característica promedio de 5 ladrillos.

N=	5	Muestra	Densidad	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	1,68	0,00	0,0000
		L2	1,68	0,00	0,0000
		L3	1,68	0,00	0,0000
		L4	1,69	0,01	0,0000
		L5	1,67	-0,01	0,0002
		Suma=	8,40		0,0002
		Promedio=	1,68		

S=	0,008
Prom Real=	1,67

Elaborado por: Luis Brito

k. Aislamiento Acústico y Térmico.

Tabla N° 102: Absorción de sonido del ladrillo sustituto

Watts de salida	Decibeles transmitidos
83,33	20,04
166,67	22,94
250,00	26,95
333,33	30,27
416,67	32,94
500,00	34,01

Elaborado por: Luis Brito

Tabla N° 103 Absorción de Calor en el ladrillo de pómez.

Temperatura Entrada en °C	Temperatura que pasa en °C	Diferencia de temperatura en el ladrillo	Absorción de calor Kcal
18,5	18,5	0	0,00
20	20	0	0,00
40	20	20	34,57
60	20	40	69,15
80	20	60	103,72
100	20	80	138,29
120	21	99	171,14
140	22	118	203,98
160	23	137	236,83
180	24	156	269,67
200	24	176	304,25

Elaborado por: Luis Brito

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 7.13Kg * 0.23KCal/Kg^{\circ}C(200 - 25)^{\circ}C$$

$$Q = 289,98KCal$$

C es la capacidad calorífica, que en general será función de las variables de estado.

Q es el calor absorbido por el sistema.

ΔT la variación de temperatura

I. Comparación de las características entre el ladrillo y el nuevo producto.

Tabla N° 1044 Comparación entre el ladrillo y el nuevo producto.

Ladrillo de barro	Sustituto del ladrillo
Unidades por metro cuadrado	
36 unidades por metro cuadrado	23 unidades por metro cuadrado
Pesos	
Peso promedio 4573g Peso metro cuadrado=163,20Kg*m ²	Peso promedio 7113.5Kg Peso metro cuadrado=163,61Kg*m ²
Resistencia promedio característica de los ensayo de compresión.	
5,53 Mpa	8,85 MPa
Absorción característica promedio de ladrillos.	
31,25%	18,82%
Densidad característica promedio	
1,51g/cm ³	1,67
Absorción de sonido	
Watts 500,00 Decibeles 42,24	Watts 500,00 Decibeles 34,01
Absorción de calor	
155.26KCal	289,98KCal
Análisis de precios	
\$12,57 por metro cuadrado	\$15,24 por metro cuadrado

Elaborado por: Luis Brito

m. Ventajas y desventajas.

1) Ventajas

El ladrillo de piedra pómez y masilla de cemento es un producto de medidas uniformes, de forma perfecta, excelente acabado, mínimo índice de fisuras por contracción en el proceso de secado.

Menor tiempo en el proceso de elaboración del nuevo producto.

Mejor resistencia a la compresión y bajo porcentaje de absorción de humedad, que la del ladrillo de barro.

En la elaboración de la mampostería, menos unidades por metro cuadrado.

No utiliza suelos aptos para la producción agrícola, ni tampoco energía adicional para su “cocción” ya que la misma la aporta el cemento.

Mayor absorción de calor y sonido que la del ladrillo.

2) Desventajas

Precio por metro cuadrado relativamente más alto.

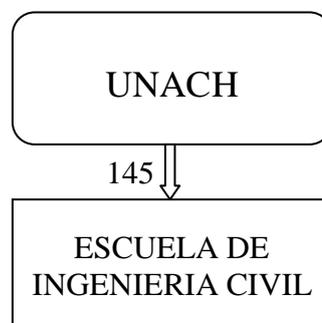
No se puede reutilizar la materia prima en caso de fallas, en el proceso de fabricación.

Uso de agua en el proceso de curado de los ladrillos.

n. Conclusión de la propuesta.

- El ladrillo hecho con un hormigón ligero en base de piedra pómez, se tiene un material más homogéneo y estándar ya que la desviación estándar no es tan elevada como la del ladrillo de barro. Cumple con los requerimientos mínimos que pide la norma ecuatoriana, como la resistencia a la compresión de 9MPa, menos de 25% de absorción de humedad, las medidas son más regulares de 35X15X10, el peso de 7.13Kg y la densidad que es de 1.64g/cm^3 son más estables.
- La resistencia al calor es similar a la del ladrillo de barro, pero tiene un mejor aislamiento acústico la que absorbe más al máximo establecido en la norma. Por lo que se puede utilizar como un buen aislante tanto para el frío como para el calor cumpliendo una de las exigencias que tiene los constructores para el uso del ladrillo.
- Al estar hecho por materiales que alternativos que no causan mayor impacto ambiental, y al no estar sujeto a la elaboración dependiendo del clima se puede tener un precio más regular y no influirá en el precio de la construcción de la vivienda.

5. DISEÑO ORGANIZACIONAL.



Gráfica N° 67 Organigrama funcional de la propuesta.

Elaborado por: Luis Brito

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALBARRACÍN, Oswaldo. (2005). Ladrillos de suelo-cemento. San Juan. Argentina
2. ARCE, Xavier. (1997). Hormigones Livianos. (Tesis. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Escuela Superior Politécnica del Litoral.
3. BEGLIARDO, Hugo. (2003). Ladrillos de Suelo-Cemento Elaborados con Suelos Superficiales y Barros. San Rafaela. Argentina
4. CAMANIERO, Raúl. (1.997). Dosificación de Mezclas. Quito. Ecuador
5. HERRERA, Angélica. (2005). Diseño y Construcción de Mamposterías de concreto. Cali. Colombia
6. INECCY, (2007). Manual de Pepe Hormigón- Consejos Prácticos sobre el Hormigón. Quito. Ecuador
7. MADRID, Germán. (1993). Innovación Tecnológica en la Fabricación de Ladrillos con Cemento. Santiago. Chile.
8. MIGUEL, Paya. (1980). Aislamiento Térmico y Acústico. Ediciones CEMC S.A.10ma Edición, Barcelona, España.
9. PELLICER, Domingo. (1989). El Ladrillo en Cerámico en la Construcción. Investigación y Ciencia. México. México.
10. RODRIGUEZ. Abraham. (1995). Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto. Chihuahua. México
11. TOCTAQUIZA, Olga. (2008). Optimización de los Procesos de Cocción en la Producción de Ladrillos de Cerámica Roja en el Cantón Chambo. Tesis. Riobamba. Ecuador

VIII. ANEXOS

**Anexo 1: Normas INEN para Ladrillos
cerámicos (293, 294, 295, 296, 297)**

Norma Ecuatoriana	LADRILLOS CERAMICOS DEFINICIONES. CLASIFICACION Y CONDICIONES GENERALES	INEN 293 1977-05
<p style="text-align: center;">1. OBJ ETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer la clasificación, definiciones y condiciones generales de uso de los ladrillos cerámicos empleados en la construcción.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma comprende los ladrillos cerámicos, fabricados de arcilla moldeada y cocida. No comprende a los ladrillos refractarios o fabricados con materiales silico- calcáreos.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES Y CLASIFICACION</p> <p>3.1 <i>Ladrillo</i>. Es una pieza de arcilla moldeada y cocida, en formado paralelepípedo o prisma regular, que se emplea en albañilería,</p> <p>3.2 <i>Ladrillo común (mambión)</i>. Es el ladrillo moldeado a mano.</p> <p>3.3 <i>Ladrillo de maquina</i>. Es el ladrillo moldeado mecánicamente y en producción continua.</p> <p>3.4 <i>Ladrillo reprensado</i>. Es el ladrillo que se prensa entre el moldeo y la cochura.</p> <p>3.5 <i>Ladrillo macizo</i>. Es el ladrillo fabricado a mano o a máquina sin perforaciones en su interior, o con perforaciones celulares que pueden llegar hasta el 20% de su volumen.</p> <p>3.6 <i>Ladrillo hueco</i>. Es el ladrillo fabricado a máquina con perforaciones en su interior, que pasan del 20% de su volumen.</p> <p>3.7 Las dimensiones de los ladrillos tendrán los nombres siguientes:</p> <p>3.7.1 <i>Largo l</i>. Es la mayor dimensión de un ladrillo.</p> <p>3.7.2 <i>Ancho a</i>. Es la dimensión intermedia de un ladrillo.</p> <p>3.7.3 <i>Alto h</i>. Es la menor dimensión de un ladrillo.</p> <p style="text-align: center;">4. CONDICIONES GENERALES</p> <p>4.1 <i>Materia prima</i>. Los ladrillos deben fabricarse de arcilla o tierra arcillosa, a veces con adición de otros materiales, de suficiente plasticidad o consistencia para que puedan tomar forma permanente y secarse sin presentar grietas, nódulos o deformaciones. No deben contener material que pueda causar eflorescencia de carácter destructivo o manchas permanentes en el acabado.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

4.2 **Fabricación.** Los ladrillos se fabrican por el procedimiento de cocción al rojo, a una temperatura mínima de 800° C. Una vez cocidos, deben tener una masa homogénea de resistencia uniforme. Deben tener un color rojizo y, cuando se golpean con un material duro, deben emitir un sonido metálico.

4.3 Dimensiones y tolerancias

4.3.1 En las construcciones proyectadas según el sistema de coordinación modular, se aplicarán las disposiciones de la Norma INEN 317.Coordinación Modular de la Construcción. Dimensiones modulares de ladrillos cerámicos.

4.3.2 En los casos en que no se aplique la coordinación modular de la construcción, se usarán las dimensiones especificadas en la tabla 1.

TABLA 1. Dimensiones de ladrillos cerámicos en cm

(1) Tipo de ladrillo	(2) Largo l	(3) Ancho a	(4) Tipo de ladrillo h
común	39	19	9
de máquina	39	19	9
repesando	29	14	9
	29	19	9
hueco	29	14	9
	29	19	19
	29	19	14
	29	19	9

4.3.3 Por convenio entre el proveedor y el comprador, podrán fabricarse y utilizarse ladrillos de un alto *h* igual a 7 cm.

4.3.4 Los ladrillos de un mismo tipo deben tener dimensiones uniformes. No se permitirá en ellas una variación mayor del 4%.

(Continúa)

Norma Ecuatoriana	LADRILLOS CERAMICOS DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION	INEN 294 1977-05
<p style="text-align: center;">1. OBJ ETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer el método de ensayo de ladrillos cerámicos que se emplean en albañilería para determinar su resistencia a la compresión.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma comprende los ladrillos cerámicos fabricados en arcilla moldeada y cocida. No comprende a los ladrillos refractarios o fabricados con materiales silico-calcareos.</p> <p style="text-align: center;">3. RESUMEN</p> <p>3.1 El procedimiento descrito en esta norma se basa en la aplicación de una carga progresiva de compresión a una muestra de ladrillo, hasta determinar su resistencia máxima admisible.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICION ESPECIFICA</p> <p>4.1 La carga que se aplique para determinar la resistencia a la compresión de un ladrillo ejercerá el esfuerzo correspondiente, en la misma dirección en que las cargas o los pesos propios vayan a actuar sobre él en las construcciones. En caso de duda, esta dirección corresponderá a la menor dimensión del ladrillo.</p> <p style="text-align: center;">5. METODO</p> <p>5.1 Instrumental</p> <p>5.1.1 Puede usarse cualquier máquina de compresión provista de plato con rótula de segmento esférico, siempre que las superficies de contacto de los apoyos sean iguales o mayores que las muestras de prueba.</p> <p>5.2 Preparación de las muestras</p> <p>5.2.1 Las muestras a utilizarse consisten en mitades de ladrillos con caras planas y paralelas, obtenidas de cinco ladrillos secos, enteros y sin defectos apreciables, cortados mediante herramientas adecuadas, para evitar que se deterioren las aristas.</p> <p>5.2.2 En caso de que las muestras presenten irregularidades de forma o sus caras tengan estrías o ranuras, se someterán al siguiente tratamiento de preparación:</p> <p style="margin-left: 40px;">a) Se recubren las caras de la muestra, que van a estar en contacto con la máquina, con una capa compuesta por una mezcla que contenga azufre en proporción de 40 a 60% o (en masa) con arcilla, ceniza volcánica u otro material inerte. La aplicación de esta capa se hará de la manera indicada en el Anexo A.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

- b) Una vez aplicadas las capas de la mezcla de azufre, se dejará enfriar durante un tiempo mínimo de dos horas.
- c) Cuando la superficie de la muestra presente oquedades, se llenarán con pasta de cemento Portland, que se dejará fraguar durante 24 horas, después de las cuales se procederá a la aplicación de la capas.

5.3 Procedimiento

5.3.1 Las muestras se ensayan centrándolas con respecto a la rótula y de manera que la carga se aplique en la dirección de su menor dimensión.

5.3.2 Aproximadamente hasta la mitad de la carga máxima probable, se aplica ésta a cualquier velocidad. La carga restante se aplica gradualmente, en un tiempo no inferior a un minuto ni superior a dos.

5.4 Cálculos

5.4.1 La resistencia a la compresión se calcula por la ecuación siguiente:

$$C = \frac{P}{A}$$

Siendo:

C = La resistencia a la compresión, en Megapascales.

P = La carga de rotura, en Newtones.

A = Área de la seccion en milímetros cuadrados.

5.4.2 La superficie A se calcula por la ecuación siguiente:

$$A = a \times l$$

Siendo:

a = ancho de la muestra, en milímetros.

l = largo de la muestra, en milímetros.

5.5 Expresión de los resultados

5.5.1 El promedio de los valores obtenidos en cinco muestras representa la resistencia a la compresión del lote de ladrillos sometidos a ensayo.

(Continúa)

ANEXO A

A.1 Colocación de las capas de mezcla de azufre

A.1.1 Colocar cuatro barras de acero de sección transversal cuadrada de 25 mm de lado, sobre una lámina metálica previamente impregnada en aceite, para formar un molde rectangular, aproximadamente 12 mm mayor que las dimensiones de las aristas de la muestra.

A.1.2 Calentar la mezcla de azufre en un recipiente controlado termostáticamente, hasta una temperatura suficiente para mantener la fluidez por un periodo de tiempo razonable, después del contacto con la superficie que se está cubriendo. Debe evitarse el subcalentamiento y agitarse el líquido en el recipiente inmediatamente antes de usarlo.

A.1.3 Llenar el molde con la mezcla derretida. Colocar rápidamente la cara de la muestra que se esté aliando en el líquido y acomodarla de tal manera que sus ejes formen ángulos rectos con la superficie cubierta. Repetir la operación para la cara opuesta.

A.1.4 El espesor de las dos capas deberá ser aproximadamente el mismo y deberá permitirse que la muestra permanezca sin perturbaciones hasta la solidificación completa de las mismas.

(Continúa)

APENDICE Y

Y.1 Las unidades de medida y cálculo de resistencia a la compresión están expresada de acuerdo a la Norma INEN 1. Sistema Internacional de Unidades SI.

Y.2 En vista de que en normas de referencia, textos de estudio y escalas de máquinas se mantiene el uso de otras unidades, en la Tabla 1 se indican las equivalencias más usuales para el cálculo.

**TABLA 1. Equivalencia de unidades SI con unidades tradicionales
de cálculo de resistencia mecánica**

UNIDAD SI	EQUIVALENCIA	EQUIVALENCIA UNIDADES TRADICIONALES
1 N (Newton) 1 Pa (Pascal)	$\frac{N}{m^2}$	$\frac{0,10 \text{ kgf}}{m^2}$
100 Pa	$\frac{N}{dm^2}$	$\frac{0,10 \text{ kgf}}{dm^2}$
10 000 Pa	$\frac{N}{cm^2}$	$\frac{0,10 \text{ kgf}}{cm^2}$
1 000 000 Pa (Megapascal)	$\frac{N}{mm^2}$	$\frac{0,10 \text{ kgf}}{mm^2}$
1 MPa	$\frac{100 N}{cm^2}$	$\frac{10 \text{ kgf}}{cm^2}$
0,1 MPa	$\frac{10 N}{cm^2}$	$\frac{1 \text{ kgf}}{cm^2}$

(Continúa)

Norma Ecuatoriana	LADRILLOS CERAMICOS DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION	INEN 295 1977-05
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer el método de ensayo de los ladrillos cerámicos empleados en albañilería para determinar su resistencia a la flexión.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma comprende los ladrillos cerámicos fabricados de arcilla moldeada y cocida. No comprende a los ladrillos refractarios o fabricados con materiales sílico- calcáreos.</p> <p style="text-align: center;">3. RESUMEN</p> <p>3.1 El procedimiento descrito en esta norma se basa en la aplicación de una carga progresiva de flexión a una muestra de ladrillos, hasta determinar su resistencia máxima admisible.</p> <p style="text-align: center;">4. MÉTODO</p> <p>4.1 Instrumental</p> <p>4.1.1 Puede usarse cualquier máquina de las empleadas para ensayos de flexión, siempre que los apoyos tengan una longitud por lo menos igual al ancho de la muestra de prueba y aseguren su contacto total y permanente con la misma.</p> <p>4.2 Preparación de las muestras</p> <p>4.2.1 Las muestras a utilizarse consistirán en cinco ladrillos secos, enteros y sin defectos apreciables.</p> <p>4.3 Procedimiento</p> <p>4.3.1 Colocar el ladrillo de muestra con su cara mayor sobre los apoyos, asegurando una separación de 15cm entre éstos. Hacer descender la pieza superior hasta obtener un contacto directo con la superficie en el centro de la luz. Las tres líneas de contacto se mantendrán paralelas. Aplicar la carga hasta la rotura de la muestra.</p> <p>4.3.2 La velocidad de aplicación de la carga será tal que el cabezal de la máquina no avance más de 1,5 mm por minuto.</p> <p>4.4 Cálculo</p> <p>4.4.1 El módulo de rotura se calcula con la ecuación siguiente:</p> $R = \frac{300 G l}{2b d^2}$ <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Siendo:

- R = módulo de rotura, en Megapascuales.
- G = carga de rotura, en Newtones.
- l = distancia entre apoyos en milímetros.
- b = ancho de cara a cara de la muestra, en milímetros.
- d = promedio del espesor de cara a cara de la muestra en milímetros.

4.5 Expresión de los resultados

4.5.1 El promedio de los valores obtenidos en cinco muestras representa la resistencia a la flexión del lote de ladrillos sometidos a ensayo.

(Continúa)

APÉNDICE Y

Y.1 Las unidades de medida y cálculo de resistencia a la flexión están expresadas de acuerdo a la Norma INEN 1. Sistema Internacional de Unidades SI.

Y.2 En vista de que en normas de referencia, textos de estudio y escalas de máquinas se mantiene el uso de otras unidades, en la Tabla 1 se indican las equivalencias más usadas para el cálculo.

TABLA 1. Equivalencia de unidades SI con unidades tradicionales de cálculo de resistencia mecánica.

UNIDADES SI	Equivalencia	Equivalencia Unidades Tradicionales
1 N (Newton) 1 Pa (Pascal)	$\frac{N}{m^2}$	$\frac{0,10 \text{ kgf}}{m^2}$
100 Pa N	$\frac{N}{dm^2}$	$\frac{0,10 \text{ kgf}}{dm^2}$
10 000 Pa	$\frac{N}{cm^2}$	$\frac{0,10 \text{ kgf}}{cm^2}$
1 000 000 Pa (Megapascal)	$\frac{N}{mm^2}$	$\frac{0,10 \text{ kgf}}{mm^2}$
1 MPa	$\frac{100 N}{cm^2}$	$\frac{10 \text{ kgf}}{cm^2}$
0,1 MPa	$\frac{10 N}{cm^2}$	$\frac{1 \text{ kgf}}{cm^2}$

(Continúa)

Norma Ecuatoriana	LADRILLOS CERAMICOS DETERMINACION DE ABSORCION DE HUMEDAD	INEN 296 1977-05
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer el método de ensayo de los ladrillos cerámicos empleados en albañilería para determinar la absorción de la humedad.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma comprende los ladrillos cerámicos fabricados de arcilla moldeada y cocida. No comprende a los ladrillos refractarios o fabricados con materiales silico- calcáreos.</p> <p style="text-align: center;">3. RESUMEN</p> <p>3.1 El procedimiento descrito en esta norma se basa en la determinación de las masas de una muestra de ladrillo antes y después de ser sumergida en agua, estableciéndose la diferencia entre las dos masas como base para conocer el valor de la absorción de la humedad.</p> <p style="text-align: center;">4. MÉTODO</p> <p>4.1 Instrumental</p> <p>4.1.1 Balanza con capacidad mínima de 5 kg y con escala que permita lecturas hasta de 0,5 g.</p> <p>4.1.2 Estufa, de desecación regulada a una temperatura de 110° C</p> <p>4.2 Preparación de las muestras</p> <p>4.2.1 La muestra a ensayar consistirá en cinco ladrillos enteros, que se desecarán en estufa a 110°C hasta obtener masa constante. Luego se enfriarán a la temperatura ambiente y se volverán a pesar. Si se observa un aumento de masa mayor del 1%, se repetirá la operación.</p> <p>4.3 Procedimiento</p> <p>4.3.1 Una vez preparadas las muestras y anotada su masa constante, sumergirás en agua destilada, a una temperatura de 15 a 30° C durante 24 horas. Al sacar las muestras del agua, secarás con una toalla húmeda antes de pesarlas. La pesada de cada muestra debe concluirse antes de cinco minutos de sacada del agua.</p> <p>4.4 Cálculo</p> <p>4.4.1 La absorción de cada muestra expresada en % se calcula por la ecuación siguiente:</p> $\text{Absorción}\% = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100$ <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Siendo:

P_1 = masa de la muestra desecada.

P_2 = masa de la muestra después de 24 horas de sumergida.

4.5 Expresión de los resultados

4.5.1 El promedio de los valores de absorción obtenidos en cinco muestras representa el porcentaje de absorción de humedad del lote de ladrillos inspeccionado.

(Continúa)

Norma Ecuatoriana	LADRILLOS CERAMICOS REQUISITOS	INEN 297 1977-05
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los ladrillos cerámicos empleados en la construcción.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma comprende los ladrillos cerámicos fabricados de arcilla moldeada y cocida. No comprende a los ladrillos refractarios o fabricados con materiales sílico-calcareos.</p> <p style="text-align: center;">3. CLASIFICACIÓN</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma, los ladrillos cerámicos se clasifican en macizos y huecos.</p> <p>3.2 Los ladrillos macizos se clasifican, de acuerdo a su calidad, en tres tipos: tipo A, tipo B y tipo C.</p> <p>3.3 Los ladrillos huecos se clasifican, de acuerdo a su uso, en tres tipos: tipo D, tipo E y tipo F.</p> <p style="text-align: center;">4. REQUISITOS</p> <p>4.1 De acuerdo a la clasificación del numeral 3, los ladrillos cerámicos macizos deberán cumplir con las siguientes características fundamentales:</p> <p>4.1.1 El tipo A, será ladrillo reprensado, de color rojizo uniforme, con ángulos rectos y aristas rectas. No tendrá manchas, eflorescencias, quemados ni desconchados aparentes en caras y aristas.</p> <p>4.1.2 El tipo B, será ladrillo de máquina, de color rojizo, con ángulos rectos y aristas rectas, diferenciándose del tipo A en que puede tener pequeñas imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 5 mm.</p> <p>4.1.3 El tipo C, será semejante al tipo B, diferenciándose de él en que puede, además, ser fabricado a mano y tener imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 8 mm.</p> <p>4.2 De acuerdo a la clasificación del numeral 3, los ladrillos cerámicos huecos deberán ser ladrillos de máquina, de color rojizo, con ángulos rectos y aristas rectas.</p> <p>4.3 De acuerdo a la clasificación del numeral 3, los ladrillos cerámicos huecos se emplearán en los siguientes usos estructurales.</p> <p>4.3.1 El tipo D, podrá emplearse en la construcción de muros soportantes, tabiques divisorios no soportantes y relleno de losas alivianadas de hormigón armado.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

4.3.2 El tipo E, podrá emplearse únicamente en la construcción de tabiques divisorios no soportantes y rellenos de losas alivianadas de hormigón armado.

4.3.3 El tipo F, podrá emplearse únicamente en el relleno de losas alivianadas de hormigón armado.

4.4 De acuerdo a la clasificación del numeral 3, los ladrillos cerámicos deberán cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisitos de resistencia mecánica y absorción de la humedad que deben cumplir los ladrillos cerámicos.

Tipo de ladrillo	Resistencia mínima a la compresión MPa* (Ver nota 1)		Resistencia mínima a la flexión MPa* (Ver nota 1)	Absorción máxima de humedad %
	Promedio de 5 unidades	Individual	Promedio de 5 unidades	Promedio de 5 unidades
macizo tipo A	25	20	4	18
macizo tipo B	16	14	3	18
macizo tipo C	8	6	2	25
hueco tipo D	6	5	4	18
hueco tipo E	4	4	3	18
hueco tipo F	3	3	2	25
Método de ensayo	INEN 294		INEN 295	INEN 296

5. SELECCIÓN DE MUESTRAS

5.1 Las muestras de ladrillo se seleccionarán de acuerdo a la Norma INEN 292. Ladrillos cerámicos. Muestreo.

(Continúa)

NOTA 1. 1 MPa = 10 kgf/cm²

APENDICE Z**Z.1 NORMAS A CONSULTAR**

- INEN 292** *Ladrillos cerámicos. Muestreo.*
- INEN 293** *Ladrillos cerámicos. Definiciones, clasificación y condiciones generales.*
- INEN 294** *Ladrillos cerámicos. Determinación de la resistencia a la compresión.*
- INEN 295** *Ladrillos cerámicos. Determinación de la resistencia a la flexión.*
- INEN 296** *Ladrillos cerámicos. Determinación de la absorción de la humedad.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Española UNE 41 004. *Calidades y medidas de ladrillos de arcilla cocida.* Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Madrid, 1955.

Norma Colombiana ICONTEC 451. *Ladrillos cerámicos.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1972.

Norma Venezolana NORVEN 76-1-60. *Ladrillos de arcilla.* Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1960.

Anexo 2: Modelo de encuesta realizada a los profesionales de la construcción
ENCUESTA

Objetivo: Determinar si los constructores están satisfechos con los ladrillos existentes en el mercado local

¿Utiliza usted ladrillo en la construcción de sus obras de vivienda?

SI **NO**

¿Por qué?

.....

¿Los ladrillos que utiliza son elaborados en el cantón Chambo?

SI **NO**

¿Por qué?

.....

¿Cree usted que el tamaño del ladrillo fabricado en Chambo es el adecuado?

SI **NO**

¿Por qué?

.....

Según se experiencia las características del ladrillo de Chambo son las adecuadas

SI **NO**

¿Por qué?

.....

¿Cree que existen suficientes ladrillos en el mercado durante todo el año?

SI **NO**

¿Por qué?

.....

¿Soluciona usted la escasez del ladrillo con otro producto para el cumplimiento de sus obras de vivienda?

¿Cree usted necesario la fabricación de un nuevo producto que sustituya al ladrillo de barro?

SI

NO

¿Por qué?

.....

Anexo 3: Modelo de entrevista a productores de ladrillo

ENTREVISTA

¿Cómo aprendió a realizar el ladrillo?

¿Ha realizado alguna modificación de la forma que aprendió la elaboración del ladrillo?

¿Cuáles son los problemas que han tenido en elaboración del ladrillo, qué ha hecho que se incremente el precio del producto?

¿Por qué se ha disminuido las dimensiones del ladrillo?

¿Sabe usted por qué expido la municipal una ordenanza municipal que impide el uso de suelo dentro de la zona urbana?

¿Cree usted que la actividad artesanal de elaboración del ladrillo está por desaparecer?

Anexo 4 Ordenanza Municipal

0000032



MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN CHAMBO

EL ILUSTRE CONCEJO CANTONAL DE CHAMBO.

ORDENANZA SUSTITUTIVA DEL COBRO AL IMPUESTO DE PATENTES POR LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE LADRILLOS Y TEJAS.

CONSIDERANDO.

Que los franciscanos de la Guardianía de Chambo edificaron un templo y convento que podía lucir en España, empleando ladrillos y tejas para lo que seguramente trajeron de Quito, maestros mayores, carpinteros, albañiles, ladrilleros y tejeros; estos utilizaron la tierra negra arcillosa de Chambo para moldear ladrillos y tejas, quemaron en primeros hornos de metales y, aprovecharon la abundancia de madera que había alrededor del pueblo para la construcción del templo y Convento.

Los nativos aprendieron con facilidad de la manera de hacer ladrillos y tejas de modo que esta industria, se convirtió en fuente de trabajo desde el siglo XVII, ya que se mantiene casi sin variaciones significativas hasta nuestros días

El último censo registra una migración de 201 personas Chamboñas en total; el principal destino de estas registran en la Provincias del Guayas, Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi, y al exterior de la tercera parte de la población económicamente el 5.6% busca en otras partes del país alternativa de subsistencias. De las Comandancias: San Pedro de Lluquí, Aínche, San Francisco de Chambo y San Antonio de Guayllabamba tienen el mayor número de inmigrantes.

Chambo, uno de los mejores Cantones importantes de la Provincia de Chimborazo, está situado a 8 kilómetros de la ciudad de Riobamba hacia el este; se extiende en las faldas de los montes Quillimas y Cubillin de la Cordillera Oriental, en donde se desarrolla el sistema hidrográfico del mismo nombre.

En uso de sus atribuciones que le confiere el Artículo 228 de la Constitución Política de la República del Ecuador; Artículo 63, numeral 1, 13, 23 y 49 de la Codificación de la Ley Orgánica de Régimen Municipal.

EXPIDE.

ORDENANZA SUSTITUTIVA DEL COBRO AL IMPUESTO DE PATENTES POR LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE LADRILLOS Y TEJAS.

CAPITULO I

Art. 1.- Crear la Patente Municipal, por la Producción Industrial y Comercialización de Ladrillos y Tejas en todo el territorio del Cantón Chambo.

ABR. 2008

9415





MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN CHAMBO

Art. 2.- Toda persona natural o jurídica que tenga actividad Comercial o Industrial de Ladrillos y tejas, deberá registrarse anualmente como tal y se extenderá la patente municipal anual, cuyo valor será de \$12.00 dólares, que serán cobrados en la oficina de recaudación, para que pueda desempeñar dicha actividad Comercial o Industrial.

Art. 3.- El pago de registro de patentes, comerciales e industriales de ladrillos y tejas deberá realizarse el primer mes de cada año para poder ejercer la actividad correspondiente, hasta el 31 de Enero del año inmediato superior. En caso de incumplimiento se actuara de acuerdo a la Ley Tributaria.

CAPITULO II

PROHIBICIONES

Art. 4.- Queda terminantemente prohibido, realizar excavaciones de tierra sin obtener los permisos correspondientes y, previo el Informe del Departamento de Obras Públicas, trabajos que se podrán realizar hasta el nivel de la calle para lo que se deberá pagar la suma de 10.00 dólares; Los dueños de los predios, sus arrendatarios o posesionarios que incumplan esta prohibición serán sancionados con el doble del valor del costo del terreno que este evaluado catastralmente por la Municipalidad.

Art. 5.- Queda prohibido terminantemente la construcción de hornos de ladrillos y tejas, dentro del perímetro urbano, serán sancionadas las personas que incumplieren con este artículo con una multa de \$300.00 dólares mas el procedimiento de emisión, y el derrocamiento inmediato de los mismos, sin que para ello el Municipio tenga que indemnizarlo. En caso de que fuera necesario se constara con la ayuda de la fuerza pública.

Art. 6.- Toda persona del sector rural que quiera excavar la tierra o construir hornos ya sea de tejas o ladrillos tiene que tener el permiso correspondiente de la Oficina de Comisaría, previo el Informe del Departamento de Obras Públicas, el valor por el permiso de construcción de hornos será de \$20.00 dólares, el valor de explotación de tierra será de \$50.00 dólares mas el procedimiento de emisión, que serán cobrados en la ventanilla de Recaudación; recordándoles que si pasa una acequia o canal de riesgo por su predio tendrá que dejar 1,50 metros, para la protección de la misma, las personas que no cumplan con este artículo, se le sancionara con la cantidad de \$300.00 mas el procedimiento de emisión, en caso de reincidencia se cobrara el doble y se procederá al relleno inmediato. En caso que fuera necesario se constara con la ayuda de la fuerza pública.

Art. 7.- Toda persona que vote los desperdicios de los hornos de ladrillo y tejas, en la vía pública, canales, acequia de regadío, calles principales que se encuentran adoquinadas, pavimentadas, serán sancionados por la oficina de Comisaría; con una multa de \$30.00 dólares mas el procedimiento de emisión, en caso de reincidencia se cobrara el doble.



MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN CHAMBO

Art. 8.- Los hornos de ladrillo que se encuentren en mal estado de construcción o en deterioro se les dará un plazo de 180 días para su derrocamiento y no podrán construir en el mismo sitio un horno nuevo, previo el informe del Departamento de Obras Públicas.

Art. 9.- Los señores que transportan tierra, aserrín y/o cualquier tipo de materiales de construcción, deberán utilizar debidamente una carpa adecuada para vehículo, con el objeto de que no se riegue el material, por cuanto ensucian las calles del Cantón, de no dar cumplimiento con lo dispuesto serán sancionados con \$20.00 dólares mas el procedimiento de emisión, en caso de reincidencia se le cobrara el doble.

DISPOSICIÓN TRANSITORIA.

Art. 10.- Esta ordenanza entrara en vigencia a partir de la aprobación del I. Concejo y su promulgación por cualquiera de las formas establecidas en el Art. 129 de la Codificación de la Ley de Régimen Municipal, sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial.

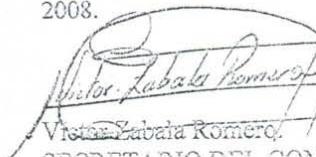
Art. 11.- El pago de intereses y recargos se registrá de acuerdo a lo estipulado en el Código Tributario.

Art. 12.- La comisaría Municipal mantendrá actualizado el censo de fábricas de tejas y ladrillos, así como también llevar el control respectivo y lograr el cumplimiento de esta Ordenanza.

Art. 13.- Derogase todas las Ordenanzas o Resoluciones que se haya dictado con anterioridad en especial a la Ordenanza de Cobro al Impuesto de Patentes por la Producción y Comercialización de ladrillos y tejas.

Art. 14.- La presente Ordenanza entrará en vigencia a partir de su aprobación por parte del Ilustre Concejo Cantonal de Chambo, sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial.

Dado en la sala de sesiones del Municipio de Chambo a los 02 días del mes de abril del 2008.


Víctor Zabala Romero
SECRETARIO DEL CONCEJO



CERTIFICO: Ldo. Germán Fiallos y Víctor Remigio Zabala Romero Vicepresidente del Concejo y Secretario respectivamente, certificamos que la siguiente ordenanza sustitutiva a la ordenanza del cobro del impuesto de patentes por la producción y comercialización de tejas y ladrillo, fue conocida, discutida y aprobada en primera y segunda instancia en sesiones del Concejo del viernes 28 de marzo y miércoles 02 de abril del 2008.

Anexo 5: Serie Histórica de índice de precios del ladrillo en la provincia de Chimborazo.

D E N O M I N A C I Ó N: Ladrillos comunes de arcilla											
2 0 0 6											
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
114,21	113,63	109,48	109,48	108,29	108,29	105,82	108,29	108,29	108,29	113,01	121,14
2 0 0 7											
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
120,46	113,46	113,46	116,80	116,13	123,96	130,10	128,43	119,25	119,25	144,05	127,38
2 0 0 8											
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
131,65	131,65	134,78	148,47	174,13	215,65	250,09	253,69	229,92	170,85	198,33	185,28
2 0 0 9											
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
182,08	182,08	136,06	118,66	110,25	109,13	109,47	106,45	105,76	106,45	102,47	99,13
2 0 1 0											
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
104,08	98,48	99,09	103,13	110,21	114,30	129,61	129,61	133,33	133,15	134,78	

Fuente: IPCO-SERIE_HISTORICA_INDICES_PROVINCIALES_09_10(1)

Anexo 6: Ensayos de granulometría

Resultados de los ensayos granulométricos Agregado Fino

ANALISIS TAMICES	Magr+ Mreci 1	Magr+ Mreci 2	Promedio	Ma gre	RETENIDO PARCIAL (g)	RETENIDO ACUNULADO	% RETENIDO	% PASA	LIMITES ESPECIFICOS
3/8"	173	173	173	0	0	0	0	100	100
No 4	173	173	173	0	0	0	0	100	100-95
No 8	317	259	288	115	115	115	12	89	100-80
No 16	253	283	268	95	95	210	21	79	85-50
No 30	396	443	420	247	247	457	46	54	60-25
No 50	492	531	512	339	339	795	80	21	30,-10
No 100	343	348	346	173	173	968	97	3	10,-2
BANDEJA	192	218	205	32	32	1000	100	0	
173	100				1000	TOTAL	254	Mf =	2,54

ANALISIS TAMICES	Magr+ Mreci 1	Magr+ Mreci 2	Promedio	Ma gre	RETENIDO PARCIAL (g)	RETENIDO ACUNULADO	% RETENIDO	% PASA	LIMITES ESPECIFICOS
3/8"	180	174	177	4	4	4	0	100	100
No 4	205	187	196	23	23	27	3	97	100-95
No 8	268	296	282	109	109	136	14	86	100-80
No 16	302	289	296	123	123	259	26	74	85-50
No 30	429	441	435	262	262	521	52	48	60-25
No 50	442	411	427	254	254	774	77	23	30,-10
No 100	357	365	361	188	188	962	96	4	10,-2
BANDEJA	187	230	209	36	36	998	100	0	
173	100				998	TOTAL	268	Mf =	2,68

Resultados de los ensayos granulométrico agregado grueso.

ANALISIS	Magr+ Mreci	Magr+ Mreci	Promedio	Ma gre	RETENIDO	RETENIDO	%	%	LIMITES
TAMICES	1	2			PARCIAL (g)	ACUNULADO	RETENIDO	PA SA	ESPECIFICOS
1 1/2"	173	173	173	0	0	0	0	100	100
1"	456	389	423	250	250	250	5	95	100-95
3/4"	1676	1772	1724	1551	1551	1801	36	64	80-60
1/2"	1138	1035	1087	914	914	2714	54	46	60-25
3/8"	1259	1478	1369	1196	1196	3910	78	22	40-10
No 4	738	792	765	592	592	4502	90	10	20-0
No 8	669	644	657	484	484	4985	100	0	5-0
BANDEJA	178	198	188	15	15	5000	100	0	
173	100				5000	TOTAL	363	Mf =	3,6

ANALISIS	Magr+ Mreci	Magr+ Mreci	Promedio	Ma gre	RETENIDO	RETENIDO	%	%	LIMITES
TAMICES	1	2			PARCIAL (g)	ACUNULADO	RETENIDO	PA SA	ESPECIFICOS
1 1/2"	173	173	173	0	0	0	0	100	100
1"	177	178	178	5	5	5	0	100	100-95
3/4"	1422	2020	1721	1548	1548	1553	31	69	80-60
1/2"	1539	1428	1484	1311	1311	2863	57	43	60-25
3/8"	1159	1368	1264	1091	1091	3954	79	21	40-10
No 4	734	748	741	568	568	4522	90	10	20-0
No 8	626	644	635	462	462	4984	100	0	5-0
BANDEJA	183	196	190	17	17	5000	100	0	
173	100				5000	TOTAL	358	Mf =	3,6

Anexo 7: Resultado de los ensayos de densidad Agregado Grueso

Piedra pómez Gruesa			
A	Masa del recipiente	152	g
B	Masa del recipiente +árido en SSS	760	g
C	Masa de la canastilla sumergida e agua	1406,4	g
D	Masa canastilla + árido sumergidos	1558	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	608	g
F=D-C	Masa del árido en agua	151,6	g
G=E-F	Volumen desalojado	456,4	cm ³
H=E/G	PESO ESPECIFICO	1,33	g/cm ³

Piedra pómez Gruesa			
A	Masa del recipiente	355	g
B	Masa del recipiente +árido en SSS	1357	g
C	Masa de la canastilla sumergida e agua	1406,4	g
D	Masa canastilla + árido sumergidos	1631	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	1002	g
F=D-C	Masa del árido en agua	224,6	g
G=E-F	Volumen desalojado	777,4	cm ³
H=E/G	PESO ESPECIFICO	1,29	g/cm ³

Piedra pómez Gruesa			
A	Masa del recipiente	1835	g
B	Masa del recipiente +árido en SSS	2761	g
C	Masa de la canastilla sumergida e agua	1406,4	g
D	Masa canastilla + árido sumergidos	1636	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	926	g
F=D-C	Masa del árido en agua	229,6	g
G=E-F	Volumen desalojado	696,4	cm ³
H=E/G	PESO ESPECIFICO	1,33	g/cm ³

Piedra pómez Gruesa			
A	Masa del recipiente	1491	g
B	Masa del recipiente +árido en SSS	2380	g
C	Masa de la canastilla sumergida e agua	1406,4	g
D	Masa canastilla + árido sumergidos	1632	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	889	g
F=D-C	Masa del árido en agua	225,6	g
G=E-F	Volumen desalojado	663,4	cm ³
H=E/G	PESO ESPECIFICO	1,34	g/cm ³

Piedra pómez Gruesa			
A	Masa del recipiente	299	g
B	Masa del recipiente +árido en SSS	1231	g
C	Masa de la canastilla sumergida e agua	1406,4	g
D	Masa canastilla + árido sumergidos	1632	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	932	g
F=D-C	Masa del árido en agua	225,6	g
G=E-F	Volumen desalojado	706,4	cm ³
H=E/G	PESO ESPECIFICO	1,32	g/cm ³

Anexo 8: Resultado de los ensayos de densidad Agregado Fino

Polvo de Pómez			
A	Masa del picnómetro	173	g
B	Masa del picnómetro +árido en SSS	698	g
C	Masa del picnómetro +árido en SSS+agua	1406,4	g
D	Masa del picnómetro calibrado	1222	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	525	g
F=D+E-C	Volumen desalojado	340,6	cm ³
G=E/F	PESO ESPECIFICO	1,54	g/cm ³

Polvo de Pómez			
A	Masa del picnómetro	173	g
B	Masa del picnómetro +árido en SSS	721	g
C	Masa del picnómetro +árido en SSS+agua	1406,4	g
D	Masa del picnómetro calibrado	1222	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	548	g
F=D+E-C	Volumen desalojado	363,6	cm ³
G=E/F	PESO ESPECIFICO	1,51	g/cm ³

Polvo de Pómez			
A	Masa del picnómetro	173	g
B	Masa del picnómetro +árido en SSS	704	g
C	Masa del picnómetro +árido en SSS+agua	1406,4	g
D	Masa del picnómetro calibrado	1222	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	531	g
F=D+E-C	Volumen desalojado	346,6	cm ³
G=E/F	PESO ESPECIFICO	1,53	g/cm ³

Polvo de Pómez			
A	Masa del picnómetro	173	g
B	Masa del picnómetro +árido en SSS	711	g
C	Masa del picnómetro +árido en SSS+agua	1406,4	g
D	Masa del picnómetro calibrado	1222	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	538	g
F=D+E-C	Volumen desalojado	353,6	cm ³
G=E/F	PESO ESPECIFICO	1,52	g/cm ³

Polvo de Pómez			
A	Masa del picnómetro	173	g
B	Masa del picnómetro +árido en SSS	727	g
C	Masa del picnómetro +árido en SSS+agua	1406,4	g
D	Masa del picnómetro calibrado	1222	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	554	g
F=D+E-C	Volumen desalojado	369,6	cm ³
G=E/F	PESO ESPECIFICO	1,50	g/cm ³

Agregado fino cerro negro			
A	Masa del picnómetro	404	g
B	Masa del picnómetro +árido en SSS	910	g
C	Masa del picnómetro +árido en SSS+agua	1568	g
D	Masa del picnómetro calibrado	1225	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	506	g
F=D+E-C	Volumen desalojado	163	cm ³
G=E/F	PESO ESPECIFICO	3,10	g/cm ³

Agregado fino cerro negro			
A	Masa del picnómetro	404	g
B	Masa del picnómetro +árido en SSS	911	g
C	Masa del picnómetro +árido en SSS+agua	1568	g
D	Masa del picnómetro calibrado	1198	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	507	g
F=D+E-C	Volumen desalojado	137	cm ³
G=E/F	PESO ESPECIFICO	3,70	g/cm ³

Agregado fino cerro negro			
A	Masa del picnómetro	404	g
B	Masa del picnómetro +árido en SSS	907	g
C	Masa del picnómetro +árido en SSS+agua	1549	g
D	Masa del picnómetro calibrado	1225	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	503	g
F=D+E-C	Volumen desalojado	179	cm ³
G=E/F	PESO ESPECIFICO	2,81	g/cm ³

Agregado fino cerro negro			
A	Masa del picnómetro	404	g
B	Masa del picnómetro +árido en SSS	905	g
C	Masa del picnómetro +árido en SSS+agua	1491	g
D	Masa del picnómetro calibrado	1198	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	501	g
F=D+E-C	Volumen desalojado	208	cm ³
G=E/F	PESO ESPECIFICO	2,41	g/cm ³

Agregado fino cerro negro			
A	Masa del picnómetro	404	g
B	Masa del picnómetro +árido en SSS	893	g
C	Masa del picnómetro +árido en SSS+agua	1491	g
D	Masa del picnómetro calibrado	1198	g
E=B-A	Masa del árido en SSS	489	g
F=D+E- C	Volumen desalojado	196	cm ³
G=E/F	PESO ESPECIFICO	2,49	g/cm ³

Anexo 9: Resultado de los ensayos de Absorción

Polvo de Pómez			
A	Masa del recipiente	355	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	1148	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	1064	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	793	g
E=C-A	Masa árido seco	709	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	84	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	11,85	%

Polvo de Pómez			
A	Masa del recipiente	1835	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	2761	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	2675	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	926	g
E=C-A	Masa árido seco	840	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	86	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	10,24	%

Polvo de Pómez			
A	Masa del recipiente	1491	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	2380	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	2292	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	889	g
E=C-A	Masa árido seco	801	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	88	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	10,99	%

Polvo de Pómez			
A	Masa del recipiente	299	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	1268	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	1195	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	969	g
E=C-A	Masa árido seco	896	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	73	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	8,15	%

Polvo de Pómez			
A	Masa del recipiente	315	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	1272	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	1175	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	957	g
E=C-A	Masa árido seco	860	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	97	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	11,28	%

AGREGADO FINO			
A	Masa del recipiente	170	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	609	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	589	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	439	g
E=C-A	Masa árido seco	419	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	20	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	4,77	%

AGREGADO FINO			
A	Masa del recipiente	151	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	626	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	604	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	475	g
E=C-A	Masa árido seco	453	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	22	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	4,86	%

AGREGADO FINO			
A	Masa del recipiente	169	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	624	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	603	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	455	g
E=C-A	Masa árido seco	434	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	21	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	4,84	%

AGREGADO FINO			
A	Masa del recipiente	173	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	629	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	607	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	456	g
E=C-A	Masa árido seco	434	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	22	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	5,07	%

AGREGADO GRUESO			
A	Masa del recipiente	355	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	1148	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	833	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	793	g
E=C-A	Masa árido seco	478	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	315	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	65,90	%

AGREGADO GRUESO			
A	Masa del recipiente	1835	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	2761	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	2369	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	926	g
E=C-A	Masa árido seco	534	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	392	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	73,41	%

AGREGADO GRUESO			
A	Masa del recipiente	1491	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	2380	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	2018	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	889	g
E=C-A	Masa árido seco	527	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	362	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	68,69	%

AGREGADO GRUESO			
A	Masa del recipiente	299	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	1268	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	874	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	969	g
E=C-A	Masa árido seco	575	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	394	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	68,52	%

AGREGADO GRUESO			
A	Masa del recipiente	315	g
B	Masa del recipiente + árido en SSS	1272	g
C	Masa del árido seco+ recipiente	874	g
D=B-A	Masa del árido en SSS	957	g
E=C-A	Masa árido seco	559	g
F=D-E	Masa de agua contenida en el árido	398	g
G=(F*100)/E	CAPACIDA DE ABSORCION	71,20	%

Anexo 10: Resultados de los ensayos de Masa Unitaria Suelta.

PÓMEZ			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	18450,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	18200,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	17650,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	18100,00	g
H=G-A	Masa del árido suelto	9950,00	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	0,591	g/cm3

PÓMEZ			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	17960,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	18130,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	18260,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	18116,67	g
H=G-A	Masa del árido suelto	9966,67	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	0,591	g/cm3

PÓMEZ			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	19120,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	19340,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	18950,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	19136,67	g
H=G-A	Masa del árido suelto	10986,67	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	0,652	g/cm3

PÓMEZ			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	18300,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	18750,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	17900,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	18316,67	g
H=G-A	Masa del árido suelto	10166,67	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	0,603	g/cm3

PÓMEZ			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	18430,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	18360,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	18050,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	18280,00	g
H=G-A	Masa del árido suelto	10130,00	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	0,601	g/cm3

ARIDO FINO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	27500,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	27800,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	28050,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	27783,33	g
H=G-A	Masa del árido suelto	19633,33	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	1,165	g/cm3

ARIDO FINO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	27680,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	27450,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	28100,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	27743,33	g
H=G-A	Masa del árido suelto	19593,33	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	1,163	g/cm3

ARIDO FINO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	27980,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	27850,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	29120,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	28316,67	g
H=G-A	Masa del árido suelto	20166,67	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	1,197	g/cm3

ARIDO FINO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	28100,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	27900,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	28140,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	28046,67	g
H=G-A	Masa del árido suelto	19896,67	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	1,181	g/cm3

ARIDO FINO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= arido + recipiente	27750,00	g
E	Masa2= arido + recipiente	27890,00	g
F	Masa3= arido + recipiente	28110,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	27916,67	g
H=G-A	Masa del árido suelto	19766,67	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	1,173	g/cm3

Anexo 11: Resultados de los ensayos de Masa Unitaria Compactada

PÓMEZ			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	19000,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	18950,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	19250,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	19066,67	g
H=G-A	Masa del árido compactado	10916,67	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	0,648	g/cm3

PÓMEZ			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= arido + recipiente	19120,00	g
E	Masa2= arido + recipiente	19970,00	g
F	Masa3= arido + recipiente	19260,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	19450,00	g
H=G-A	Masa del árido compactado	11300,00	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	0,671	g/cm3

PÓMEZ			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= arido + recipiente	19350,00	g
E	Masa2= arido + recipiente	19670,00	g
F	Masa3= arido + recipiente	19600,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	19540,00	g
H=G-A	Masa del árido compactado	11390,00	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	0,676	g/cm3

PÓMEZ			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	19400,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	18990,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	19310,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	19233,33	g
H=G-A	Masa del árido compactado	11083,33	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	0,658	g/cm3

PÓMEZ			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	19070,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	19600,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	19190,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	19286,67	g
H=G-A	Masa del árido compactado	11136,67	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	0,661	g/cm3

ARIDO FINO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	29600,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	29250,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	29900,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	29583,33	g
H=G-A	Masa del árido compactado	21433,33	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	1,272	g/cm3

ARIDO FINO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	29860,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	30010,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	29980,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	29950,00	g
H=G-A	Masa del árido compactado	21800,00	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	1,294	g/cm3

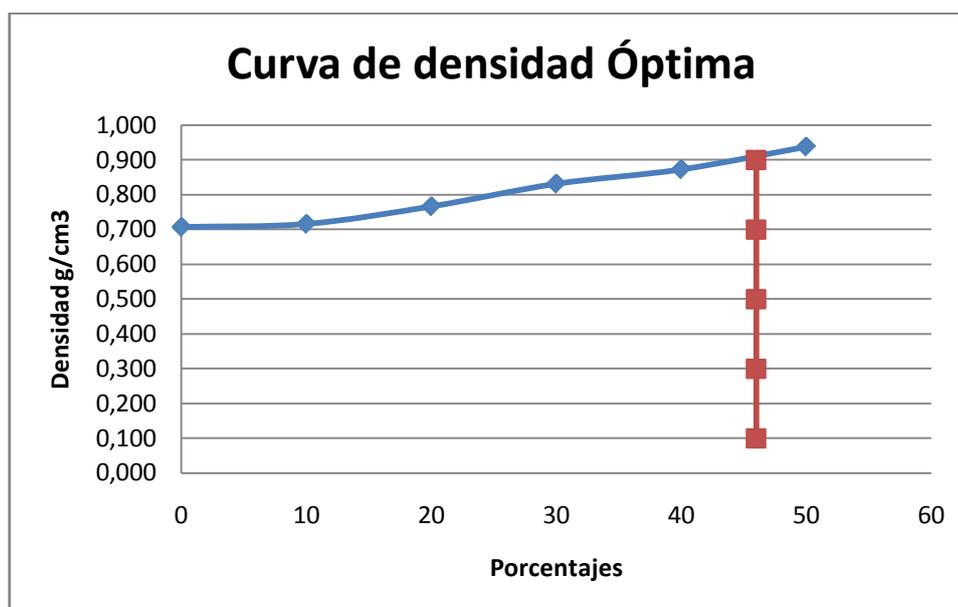
ARIDO FINO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	30050,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	29870,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	29810,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	29910,00	g
H=G-A	Masa del árido compactado	21760,00	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	1,291	g/cm3

ARIDO FINO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	29800,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	29350,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	29780,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	29643,33	g
H=G-A	Masa del árido compactado	21493,33	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	1,276	g/cm3

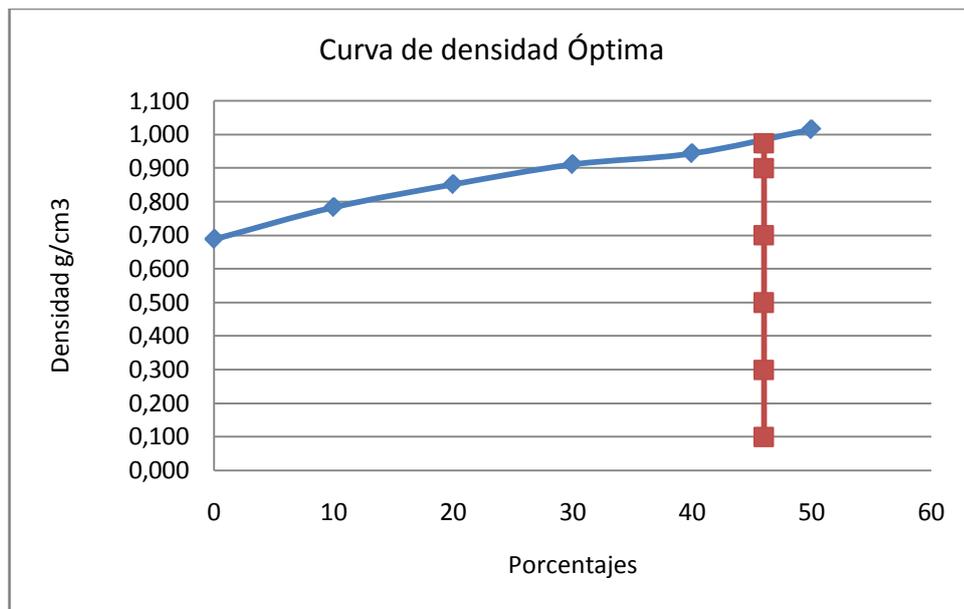
ARIDO FINO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= árido + recipiente	29590,00	g
E	Masa2= árido + recipiente	29400,00	g
F	Masa3= árido + recipiente	29940,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa árido suelto +rec	29643,33	g
H=G-A	Masa del árido compactado	21493,33	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	1,276	g/cm3

Anexo 12: Resultados de los ensayos de Densidad Óptima.

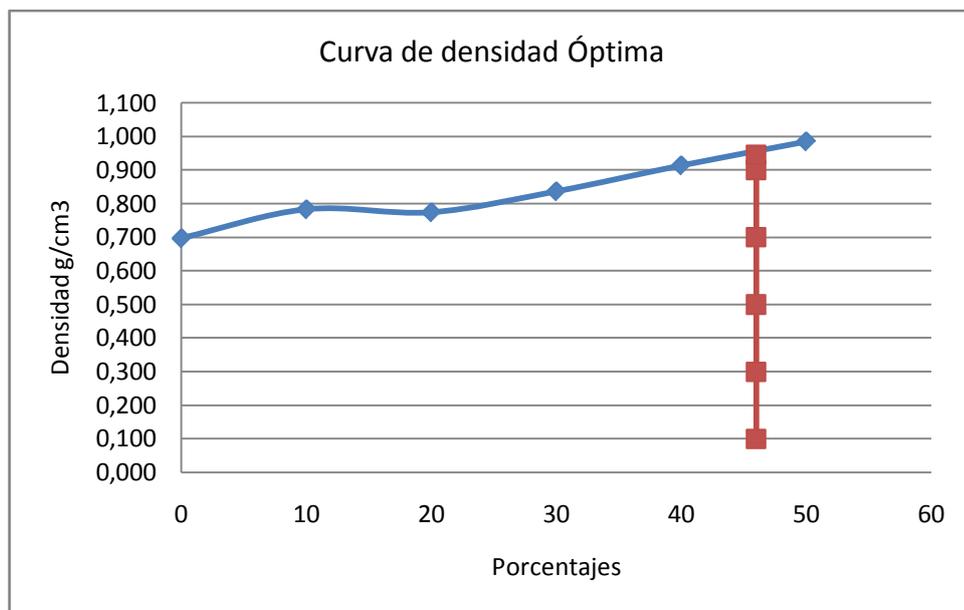
DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO							
MEZCLA (%)		MASA (g)		A FINO A AÑADIR (g)	MASA REC+MEZCLA (g)	MASA MEZCLA (g)	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)
A. GRUESO	A. FINO	A. GRUESO	A. FINO				
100	0	30000	0,00	0	20050	11900	0,706
90	10	30000	3333,33	3333,33	20200	12050	0,715
80	20	30000	7500,00	4166,67	21050	12900	0,766
70	30	30000	12857,14	5357,14	22150	14000	0,831
60	40	30000	20000,00	7142,86	22850	14700	0,872
50	50	30000	30000,00	10000,00	23950	15800	0,938



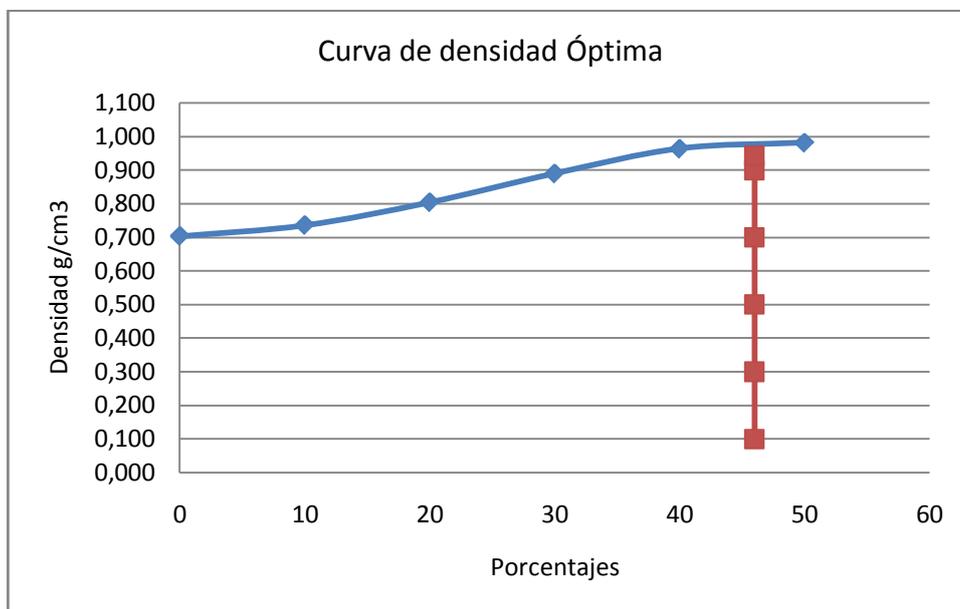
DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO							
MEZCLA (%)		MASA (g)		A FINO A AÑADIR (g)	MASA REC+MEZCLA (g)	MASA MEZCLA (g)	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)
A. GRUESO	A. FINO	A. GRUESO	A. FINO				
100	0	29450	0,00	0	19750	11600	0,688
90	10	29450	3272,22	3272,22	21350	13200	0,783
80	20	29450	7362,50	4090,28	22500	14350	0,852
70	30	29450	12621,43	5258,93	23500	15350	0,911
60	40	29450	19633,33	7011,90	24050	15900	0,944
50	50	29450	29450,00	9816,67	25250	17100	1,015



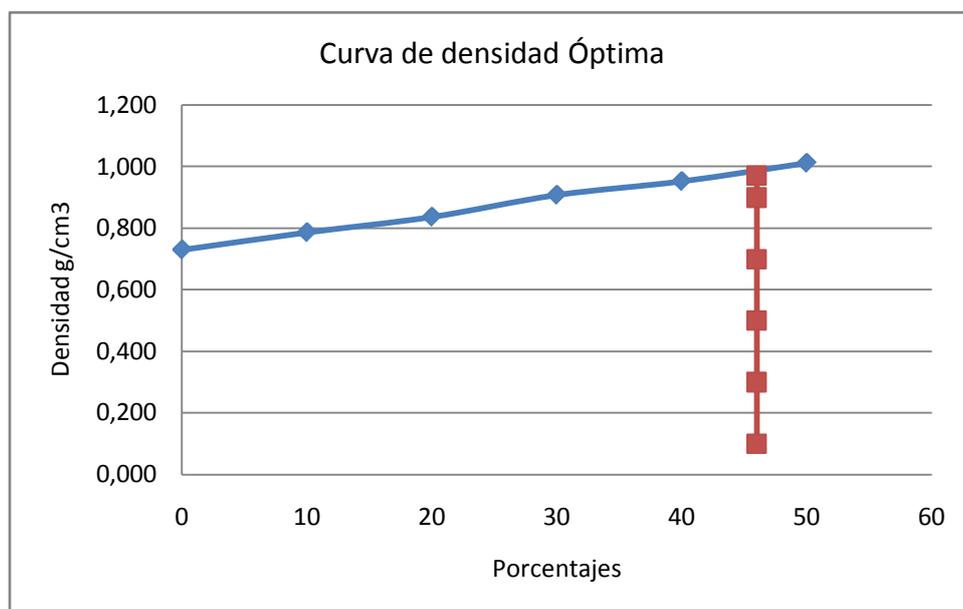
DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO							
MEZCLA (%)		MASA (g)		A FINO A AÑADIR (g)	MASA REC+MEZCLA (g)	MASA MEZCLA (g)	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)
A. GRUESO	A. FINO	A. GRUESO	A. FINO				
100	0	29450	0,00	0	19900	11750	0,697
90	10	29450	3272,22	3272,22	21350	13200	0,783
80	20	29450	7362,50	4090,28	21200	13050	0,774
70	30	29450	12621,43	5258,93	22250	14100	0,837
60	40	29450	19633,33	7011,90	23550	15400	0,914
50	50	29450	29450,00	9816,67	24750	16600	0,985



DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO							
MEZCLA (%)		MASA (g)		A FINO A AÑADIR (g)	MASA REC+MEZCLA (g)	MASA MEZCLA (g)	DENSIDAD APARENTE (g/cm3)
A. GRUESO	A. FINO	A. GRUESO	A. FINO				
100	0	29450	0,00	0	20000	11850	0,703
90	10	29450	3272,22	3272,22	20550	12400	0,736
80	20	29450	7362,50	4090,28	21700	13550	0,804
70	30	29450	12621,43	5258,93	23150	15000	0,890
60	40	29450	19633,33	7011,90	24400	16250	0,964
50	50	29450	29450,00	9816,67	24700	16550	0,982



DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO							
MEZCLA (%)		MASA (g)		A FINO A AÑADIR	MASA REC+MEZCLA	MASA MEZCLA	DENSIDAD APARENTE
A. GRUESO	A. FINO	A. GRUESO	A. FINO	(g)	(g)	(g)	(g/cm ³)
100	0	29450	0,00	0	20450	12300	0,730
90	10	29450	3272,22	3272,22	21400	13250	0,786
80	20	29450	7362,50	4090,28	22250	14100	0,837
70	30	29450	12621,43	5258,93	23450	15300	0,908
60	40	29450	19633,33	7011,90	24200	16050	0,953
50	50	29450	29450,00	9816,67	25200	17050	1,012



Anexo 13: Resultados del ensayo de Masa Unitaria Suelta del Cemento.

CEMENTO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= cemento+ recipiente	23750,00	g
E	Masa2= cemento + recipiente	23200,00	g
F	Masa3= cemento + recipiente	22900,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa cemento suelto +rec	23283,33	g
H=G-A	Masa del cemento suelto	15133,33	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	0,898	g/cm3

CEMENTO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= cemento+ recipiente	24120,00	g
E	Masa2= cemento + recipiente	23670,00	g
F	Masa3= cemento + recipiente	23230,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa cemento suelto +rec	23673,33	g
H=G-A	Masa del cemento suelto	15523,33	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	0,921	g/cm3

CEMENTO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= cemento+ recipiente	24680,00	g
E	Masa2= cemento + recipiente	23510,00	g
F	Masa3= cemento + recipiente	23540,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa cemento suelto +rec	23910,00	g
H=G-A	Masa del cemento suelto	15760,00	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	0,935	g/cm3

CEMENTO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= cemento+ recipiente	22980,00	g
E	Masa2= cemento + recipiente	23350,00	g
F	Masa3= cemento + recipiente	23170,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa cemento suelto +rec	23166,67	g
H=G-A	Masa del cemento suelto	15016,67	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	0,891	g/cm3

CEMENTO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= cemento+ recipiente	24120,00	g
E	Masa2= cemento + recipiente	23670,00	g
F	Masa3= cemento + recipiente	23230,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa cemento suelto +rec	23673,33	g
H=G-A	Masa del cemento suelto	15523,33	g
I=H/C	MUS (masa unitaria suelta)	0,921	g/cm3

Anexo 14: Resultados del Ensayo Masa Unitaria Compactada

CEMENTO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= cemento+ recipiente	25945,00	g
E	Masa2= cemento + recipiente	23481,00	g
F	Masa3= cemento + recipiente	26734,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa cemento suelto +rec	25386,67	g
H=G-A	Masa del cemento compactado	17236,67	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	1,023	g/cm3

CEMENTO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= cemento+ recipiente	26780,00	g
E	Masa2= cemento + recipiente	25980,00	g
F	Masa3= cemento + recipiente	26320,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa cemento suelto +rec	26360,00	g
H=G-A	Masa del cemento compactado	18210,00	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	1,081	g/cm3

CEMENTO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= cemento+ recipiente	26110,00	g
E	Masa2= cemento + recipiente	25990,00	g
F	Masa3= cemento + recipiente	25200,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa cemento suelto +rec	25766,67	g
H=G-A	Masa del cemento compactado	17616,67	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	1,045	g/cm3

CEMENTO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= cemento+ recipiente	26100,00	g
E	Masa2= cemento + recipiente	25870,00	g
F	Masa3= cemento + recipiente	26210,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa cemento suelto +rec	26060,00	g
H=G-A	Masa del cemento compactado	17910,00	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	1,063	g/cm3

CEMENTO			
A	Masa del recipiente	8150,00	g
B	Masa del recipiente +agua	25000,00	g
C=B-A	Volumen del recipiente	16850,00	cm3
D	Masa1= cemento+ recipiente	26780,00	g
E	Masa2= cemento + recipiente	25980,00	g
F	Masa3= cemento + recipiente	26320,00	g
G=(D+E+F)/3	Promedio masa cemento suelto +rec	26360,00	g
H=G-A	Masa del cemento compactado	18210,00	g
I=H/C	MUC (masa unitaria compactada)	1,081	g/cm3

Anexo 15: Resultado del Ensayo de Contenido de Humedad.

Agregado Grueso (Pómez)

No	PROCEDENCIA	Mr g A	M(an+r) g B	M(as+r) g C	M an g D=B- A	M as g E=C- A	CH % F=(D- E)*100/E
1	Chasqui	544	1473	1424	929	880	5,6
2	Chasqui	544	1387	1340	843	796	5,9
3	Chasqui	544	1420	1373	876	829	5,7
4	Chasqui	544	1503	1448	959	904	6,1
5	Chasqui	544	1365	1320	821	776	5,8

Agregado fino (Cerro negro)

No	PROCEDENCIA	Mr g A	M(an+r) g B	M(as+r) g C	M an g D=B- A	M as g E=C- A	CH % F=(D- E)*100/E
1	Cerro Negro	173	714	697	541	524	3,2
2	Cerro Negro	173	718	701	545	528	3,2
3	Cerro Negro	173	725	707	552	534	3,4
4	Cerro Negro	173	715	699	542	526	3,0
5	Cerro Negro	173	731	711	558	538	3,7

Anexo 16: Resultado del Ensayo de Absorción de sonido.

Ladrillos

Absorción de sonido característica a 5 desniveles de volumen.

N=	5	Muestra	Abs Sonido	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	12,40	-1,78	3,1684
		L2	15,40	1,22	1,4884
		L3	17,80	3,62	13,1044
		L4	18,10	3,92	15,3664
		L5	7,20	-6,98	48,7204
		Suma=	70,90		81,8480
		Prom=	14,18		

S=	4,523
Prom Real=	7,62

Elaborado por: Luis Brito

Absorción de sonido característica a 10 desniveles de volumen.

N=	5	Muestra	Abs Sonido	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	11,50	-1,48	2,1904
		L2	18,70	5,72	32,7184
		L3	19,50	6,52	42,5104
		L4	11,50	-1,48	2,1904
		L5	3,70	-9,28	86,1184
		Suma=	64,90		165,7280
		Prom=	12,98		

S=	6,437
Prom Real=	3,65

Elaborado por: Luis Brito

Absorción de sonido característica a 10 desniveles de volumen.

N=	5	Muestra	Abs Sonido	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	16,60	1,98	3,9204
		L2	21,30	6,68	44,6224
		L3	16,90	2,28	5,1984
		L4	16,40	1,78	3,1684
		L5	1,90	-12,72	161,7984
		Suma=	73,10		218,7080
		Prom=	14,62		

S=	7,394
Prom Real=	3,90

Elaborado por: Luis Brito

Absorción de sonido característica a 15 desniveles de volumen.

N=	5	Muestra	Abs Sonido	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	11,80	1,12	1,2544
		L2	16,20	5,52	30,4704
		L3	12,80	2,12	4,4944
		L4	8,00	-2,68	7,1824
		L5	4,60	-6,08	36,9664
		Suma=	53,40		80,3680
		Prom=	10,68		

S=	4,482
Prom Real=	4,18

Elaborado por: Luis Brito

Absorción de sonido característica a 20 desniveles de volumen.

N=	5	Muestra	Abs Sonido	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	11,80	1,12	1,2544
		L2	16,20	5,52	30,4704
		L3	12,80	2,12	4,4944
		L4	8,00	-2,68	7,1824
		L5	4,60	-6,08	36,9664
		Suma=	53,40		80,3680
		Prom=	10,68		

S=	4,482
Prom Real=	4,18

Elaborado por: Luis Brito

Absorción de sonido característica a 25 desniveles de volumen.

N=	5	Muestra	Abs Sonido	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	0,50	-2,20	4,8400
		L2	1,30	-1,40	1,9600
		L3	7,20	4,50	20,2500
		L4	1,00	-1,70	2,8900
		L5	3,50	0,80	0,6400
		Suma=	13,50		30,5800
		Prom=	2,70		

S=	2,765
Prom Real=	1,31

Elaborado por: Luis Brito

Absorción de sonido característica a 30 desniveles de volumen.

N=	5	Muestra	Abs Sonido	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	2,70	-0,06	0,0036
		L2	1,90	-0,86	0,7396
		L3	3,60	0,84	0,7056
		L4	4,10	1,34	1,7956
		L5	1,50	-1,26	1,5876
		Suma=	13,80		4,8320
		Prom=	2,76		

S=	1,099
Prom Real=	1,17

Elaborado por: Luis Brito

Ladrillo sustituto

Absorción de sonido característica a 5 desniveles de volumen.

N=	5	Muestra	Abs Sonido	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	17,20	0,18	0,0324
		L2	19,40	2,38	5,6644
		L3	16,90	-0,12	0,0144
		L4	18,10	1,08	1,1664
		L5	13,50	-3,52	12,3904
		Suma=	85,10		19,2680
		Prom=	17,02		

S=	2,195
Prom Real=	13,84

Elaborado por: Luis Brito

Absorción de sonido característica a 10 desniveles de volumen.

N=	5	Muestra	Abs Sonido	f1-fm	(fi- fm)^2
K=	1,45	L1	28,70	7,52	56,5504
		L2	23,40	2,22	4,9284
		L3	18,70	-2,48	6,1504
		L4	16,30	-4,88	23,8144
		L5	18,80	-2,38	5,6644
		Suma=	105,90		97,1080
		Prom=	21,18		

S=	4,927
Prom Real=	14,04

Elaborado por: Luis Brito

Absorción de sonido característica a 15 desniveles de volumen.

N=	5	Muestra	Abs Sonido	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	34,40	10,10	102,0100
		L2	23,50	-0,80	0,6400
		L3	16,60	-7,70	59,2900
		L4	21,50	-2,80	7,8400
		L5	25,50	1,20	1,4400
		Suma=	121,50		171,2200
		Prom=	24,30		

S=	6,543
Prom Real=	14,81

Elaborado por: Luis Brito

Absorción de sonido característica a 20 desniveles de volumen.

N=	5	Muestra	Abs Sonido	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	31,30	12,56	157,7536
		L2	19,10	0,36	0,1296
		L3	12,20	-6,54	42,7716
		L4	12,20	-6,54	42,7716
		L5	18,90	0,16	0,0256
		Suma=	93,70		243,4520
		Prom=	18,74		

S=	7,801
Prom Real=	7,43

Elaborado por: Luis Brito

Absorción de sonido característica a 25 desniveles de volumen.

N=	5	Muestra	Abs Sonido	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	23,50	10,42	108,5764
		L2	13,50	0,42	0,1764
		L3	8,80	-4,28	18,3184
		L4	7,80	-5,28	27,8784
		L5	11,80	-1,28	1,6384
		Suma=	65,40		156,5880
		Prom=	13,08		

S=	6,257
Prom Real=	4,01

Elaborado por: Luis Brito

Absorción de sonido característica a 30 desniveles de volumen.

N=	5	Muestra	Abs Sonido	f1-fm	(fi-fm)^2
K=	1,45	L1	7,90	0,74	0,5476
		L2	7,60	0,44	0,1936
		L3	8,60	1,44	2,0736
		L4	6,40	-0,76	0,5776
		L5	5,30	-1,86	3,4596
		Suma=	35,80		6,8520
		Prom=	7,16		

S=	1,309
Prom Real=	5,26

Elaborado por: Luis Brito

Anexo 17: Tabla de datos para capacidad calorífica de los materiales.

Calor específico y capacidad calorífica de algunos materiales

Material	Calor específico kcal/kg °C	Densidad kg/m ³	Capacidad calorífica kcal/m ³ °C
Agua	1	1000	1000
Acero	0,12	7850	950
Tierra seca	0,44	1500	660
Granito	0,19	2645	529
Madera de roble	0,57	750	430
Ladrillo	0,20	2000	400
Madera de pino	0,6	640	384
Piedra arenisca	0,17	2200	374
Piedra caliza	0,22	2847	484
Hormigón	0,16	2300	350
Hormigón con pómez	0,23	1450	400
Mortero de yeso	0,2	1440	288
Tejido de lana	0,32	111	35
Poliestireno expandido	0,4	25	10
Poliuretano expandido	0,38	24	9
Fibra de vidrio	0,19	15	2,8
Aire	0,24	1,2	0,29