

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Contextualización y descripción del problema	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 General	3
1.2.1 Específicos	3
2. GLOSARIO	4
3. MARCO TEÓRICO.....	5
3.1 La vivienda.....	5
3.2 Adobe y ladrillo como materiales predominantes.....	6
3.2.1 El adobe.....	6
3.2.2 El ladrillo.....	7
3.2.1.1 Los ladrillos como elementos constructivos	8
3.2.1.1.1 La arcilla.....	8
3.2.1.1.2 La geometría.....	8
3.3 Materiales alternativos	9
3.3.1 Tipos de materiales alternativos.....	10
3.3.1.1 Materiales naturales.....	10
3.3.1.2 Materiales artificiales	11
3.3.1.3 Materiales reciclados.....	11
3.4 Conciencia ecológica y concepto de sustentabilidad	11
3.5 PET como solución económica y ecológica	13
3.6 PET en la industria de la construcción.....	16
3.7 Antecedentes en Latinoamérica	16
3.7.1 La materia prima	17
3.7.2 Producción de elementos constructivos	18
3.7.3 Características	18
3.7.4 Mano de obra.....	19
3.7.5 Montaje	19
3.7.6 Elementos constructivos desarrollados	20
3.8 Concepto hormigón con PET	20
3.8.1 Hormigón tradicional	20
3.8.2 Propiedades del hormigón tradicional.....	21

3.8.2.1	Propiedades del hormigón fresco	21
3.8.2.2	Propiedades del hormigón endurecido	23
3.8.3	Clasificación del hormigón	25
3.8.3.1	Clasificación por resistencia a la compresión	25
3.8.2.2	Clasificación por resistencia a la flexotracción	26
3.8.4	Constituyentes del hormigón tradicional.....	27
3.8.4.1	Cemento	27
3.8.4.2	Áridos	29
3.8.4.3	Agua	30
3.8.5	Curado del hormigón.....	31
3.9	Hormigones livianos	32
3.10	Clasificación de bloques y ladrillos cerámicos en nuestro país	34
3.10.1	Clasificación por clases	34
3.10.2	Clasificación por grados.....	35
3.10.3	Clasificación por uso.....	35
3.10.4	Ladrillos cerámicos artesanales.....	36
4.	DESARROLLO	38
4.1	Conocimientos de los antecedentes con PET	38
4.2	Caracterización de los ladrillos	38
4.2.1	Dimensión	38
4.2.2	Composición	38
4.2.3	Producción de los ladrillos	39
4.3	Experiementación y pruebas	41
4.3.1	Dosificación	41
4.3.2	Resistencia a la compresión	43
4.3.2.1	Expresión de resultados.....	44
4.3.3	Absorción de agua.....	48
4.3.3.1	Expresión de resultados.....	48
4.3.4	Densidad aparente	50
4.3.4.1	Expresión de resultados.....	50
4.3.5	Determinación de la eflorescencia	52
4.3.5.1	Expresión de resultados.....	53
4.3.6	Determinación de la succión	54
4.3.6.1	Expresión de resultados.....	55

4.4	Costos de producción de los ladrillos.....	56
4.4.1	Materiales.....	56
4.4.1.1	Cemento Portland.....	56
4.4.1.2	Árido fino.....	57
4.4.1.3	Reciclado PET.....	58
4.4.1.4	Agua.....	60
4.4.2	Equipos y herramientas.....	60
4.4.3	Mano de obra.....	61
4.4.3.1	Análisis de costo de mano de obra para la producción de ladrillos PET.....	61
4.4.4	Costos totales del ladrillo.....	62
4.4.5	Análisis de precios unitarios.....	67
4.4.5.1	M2 de albañilería tradicional, aparejo en forma de sogá.....	68
4.4.5.2	M2 de albañilería empleando ladrillo con 250 gr de contenido de triturado PET, aparejo en forma de sogá.....	69
4.4.5.3	M2 de albañilería empleando ladrillo con 300 gr de contenido de triturado PET, aparejo en forma de sogá.....	70
4.4.5.2	M2 de albañilería empleando ladrillo con 350 gr de contenido de triturado PET, aparejo en forma de sogá.....	71
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	72
5.1	Análisis de sustentabilidad.....	73
5.2	Análisis de ensayos.....	74
5.2.1	Resistencia a la compresión.....	74
5.2.2	Absorción de agua.....	75
5.2.3	Densidad aparente.....	76
5.2.4	Determinación de la eflorescencia.....	77
5.2.5	Determinación de la succión.....	77
5.3	Análisis de los costos de los ladrillos PET.....	77
5.3.1	Análisis de los precios unitarios.....	78
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
7.	ANEXOS.....	82
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla N°1 Asentamiento del cono. NCh170.Of85. Hormigón – Requisitos generales	22
Tabla N°2. Resistencia a la compresión.NCh170.Of 85. Hormigón - Requisitos generales	26
Tabla N°3. Resistencia a la flexotracción. NCh170.Of 85. Hormigón - Requisitos generales.....	27
Tabla N°4. NCh163.Of79. Áridos para morteros y hormigones - Requisitos generales.	29
Tabla N°5. Tolerancias árido grueso. NCh163.Of79. Áridos para morteros y hormigones- Requisitos generales.....	30
Tabla N°6. Características de los ladrillos cerámicos, NCh169.Of2001	35
Tabla N°7. Requisitos de forma y terminación, NCh169.Of2001	36
Tabla N°8. Tolerancias en las dimensiones y en la forma de las unidades de ladrillos cerámicos artesanales, NCh2123.Of1997, Albañilería confinada - Requisitos de diseño y cálculo	37
Tabla N°9. Componentes de los bloques conocidas hasta el momento	38
Tabla N°10. Componentes de los ladrillos prototipo	39
Tabla N°11. Dimensiones del triturado PET.....	42
Tabla N°12. Dosificación aplicando normativa para hormigones.	42
Tabla N°13. Resistencia a la compresión de los ladrillos a los siete días	45
Tabla N°14. Resistencia a la compresión de los ladrillos a los catorce días.....	45
Tabla N°15. Resistencia a la compresión de los ladrillos a los veintiocho días.....	46
Tabla N°16. Evolución de la resistencia a la compresión.	46
Tabla N°17. % de absorción de agua.	49
Tabla N°18. Eflorescencia de ladrillos PET.	53
Tabla N°19. Requisitos químicos para los cementos. NCh148.Of 68	56
Tabla N°20. Costo del Kg de cemento empleado.	57
Tabla N°21. Granulometría para arena.	57
Tabla N°22. Granulometría, % que pasa en peso, arena.	58
Tabla N°23. Costo de kg de arena.....	58
Tabla N°24. Características triturado PET.....	59
Tabla N°25. Costo asociado a la obtención de triturado PET.....	59
Tabla N°26. Costo del agua potable en Curicó. Agua Nuevo Sur.	60
Tabla N°27. Costo de mano de obra \$/min	63
Tabla N°28. Costos de producción de un ladrillo con 250 gr de PET.	64
Tabla N°29. Costos de producción de un ladrillo con 300 gr de PET.	64

Tabla N°30. Costos de producción de un ladrillo con 350 gr de PET.	65
Tabla N°31. Costos de materiales de un ladrillo con 250 gr de PET.	65
Tabla N°32. Costos de materiales de un ladrillo con 300 gr de PET.	66
Tabla N°33. Costos de materiales de un ladrillo con 350 gr de PET.	66
Tabla N°34. Precios unitarios de venta de cada prototipo de ladrillo PET	67
Tabla N°35. Evolución de la resistencia de los tres prototipos de ladrillos PET	75
Tabla N°36. Conclusión de % de absorción de agua para cada prototipo de ladrillo PET	76
Tabla N°37. Densidad aparente de ladrillos PET obtenida en los ensayos	76
Tabla N°38. Succión ($\text{kg}/\text{cm}^2 \times \text{min}$).	77
Tabla N°39. Costo de mano de obra por minuto.....	78
Tabla N°40. Características para los precios unitarios	79
Tabla N°41. Costo m^2 de albañilería (soga) en U.F.	79

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Página
Fotografía N°1. Componentes del ladrillo PET	40
Fotografía N°2. Moldes para producción de ladrillos PET.....	40
Fotografía N°3. Ladrillos PET recién descimbrados.	40
Fotografía N°4. Ensayos de resistencia a la compresión	43
Fotografía N°5. Componentes del ladrillo PET.	44
Fotografía N°6. Resultados de ensayo a la compresión.	44
Fotografía N°7. Gráfica de la evolución de la resistencia de los tres prototipos de ladrillos PET.....	47
Fotografía N°8. Eflorescencia del ladrillo PET de 250 gr de contenido de triturado.	52
Fotografía N°9. Eflorescencia del ladrillo PET de 300 gr de contenido de triturado.	52